

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NÜKLEER,BİYOLOJİK VE KİMYASAL KORUNMA
AMAÇLI KORUYUCU TEKSTİLLERİN TÜRKİYE’DE
ÜRETİLEBİLİRLİĞİ**

Ali BEYİT
(Teknik Öğretmen)
(141102820020309)

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
TEKSTİL EĞİTİMİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Mehmet AKALIN**

İSTANBUL 2006

ÖNSÖZ

Bu çalışma da koruyucu kumaşlar genel olarak ele alınmış Nükleer Biyolojik ve Kimyasal korunma amaçlı koruyucu tekstillerin Türkiye’de üretilebilirliği araştırılmış ve bu tip kumaşların özellikleri incelenmiştir. Ayrıca bu yapılar ile ilgili geniş bilgiler verilmiştir.

Tez konumun seçimi, hazırlanması ve düzenlenmesinde yardımlarını esirgemeyen ve tüm çalışmalarım sırasında beni yönlendiren ve destekleyen tez danışmanım sayın Prof. Dr. Mehmet AKALIN hocama en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarım sırasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen Sayın Yrd.Doç.Dr.İsmail USTA hocama, Sayın Araş.Gör.Mustafa Sabri ÖZEN hocama, arkadaşlarım Sayın Araş.Gör.Erhan SANCAK’a, Sayın Araş.Gör.Oguzhan GÜNDÜZ’e, Sayın Ahmet ÖZBEK’e ve ağabeyim Dr.İbrahim GÜNEŞ’e, kardeşim Aysun BEYİT’e ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım..

Ocak, 2006

Ali BEYİT

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖNSÖZ	I
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
ŞEKİL LİSTESİ	X
TABLO LİSTESİ	XVI
BÖLÜM I. GİRİŞ VE AMAÇ	
1	
I.1. GİRİŞ	1
I.2. AMAÇ	3
BÖLÜM II. GENEL BİLGİLER	4
II.1. KORUYUCU GİYSİLERİN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI	
.....	4
II.2. KORUYUCU GİYSİLERİN TARİHİ GELİŞİMİ	8
II.2.1. Tarihsel Gelişim	8
II.2.2. 20. Yüzyıl Öncesi	8
II.2.3. 20.Yüzyıl Sonrası	9
II.3. KORUYUCU GİYSİLERİN SEKTÖRÜ.....	11
II.3.1. Özet Pazar Tahminleri	12
II.3.1.1. Paketleme Tekstilleri	17
II.3.1.2. Ulaştırma Tekstilleri	18
II.3.1.3. Endüstriyel Tekstiller	18
II.3.1.4. Ev Tekstilleri	19
II.3.1.5. Yapı Tekstilleri	20
II.3.1.6. Tıbbi Tekstiller	21
II.3.1.7. Tarım Tekstilleri	22
II.3.1.8. Spor Tekstilleri.....	23
II.3.1.9. Geotekstiller	24
II.3.1.10. Koruyucu Tekstiller	25
II.3.1.11. Giyim Tekstilleri	26
II.3.1.12. Ekolojik Tekstiller	27
II.4. KORUYUCU GİYSİLERDE KULLANILAN LİFLER VE	
ÖZELLİKLERİ	27
II.4.1. Yüksek Performanslı Lifler	27

II.4.1.1. Güç Tutuşur Polinozik Lifler (Tufban).....	27
II.4.1.2. Güç Tutuşur PES Lifi	28
II.4.1.3. Heim	28
II.4.1.4. Policell	28
II.4.1.5. Dacron 900F	29
II.4.1.6. Trevira CS	29
II.4.1.7. Güç Tutuşur Poliamid Lifler	29
II.4.1.8. Nomex®.....	29
II.4.1.9. HM 50.....	30
II.4.1.10. Teijinconex	31
II.4.1.11. Apyeil	31
II.4.1.12. Kevlar®.....	32
II.4.1.13. Polianidimid (Kermel).....	33
II.4.1.14. Poliimid	34
II.4.1.15. Güç Tutuşur Modakrilik Lifi (PAN).....	34
II.4.1.16. Lufnen	34
II.4.1.17. Verel	34
II.4.1.18. Polichlal Lifi (Kordelan).....	35
II.4.1.19. Yüksek Performanslı Polietilen Lifi	35
II.4.1.20. Politetrafluoroetilen (PTFE).....	36
II.4.1.21. PBI:.....	36
II.4.1.22. Fenolik	37
II.4.1.23. Kloro Lifleri (PVC).....	37
II.4.1.24. Kyrol Lifleri	37
II.4.2. Anorganik Lifler	38
II.4.2.1. Cam Lifi	38
II.4.2.2. Metal Lifi	39
II.4.2.2.1. Saf Metal Lifi	39
II.4.2.2.2. Multikomponent Metal Lifi	39
II.4.2.3. Karbon Lifi	40
II.4.2.4. Asbest Lifi	40
II.5. KORUYUCU GİYSİLERİN KULLANIM ALANLARI	41
II.5.1. Termal Koruma	41
II.5.1.1. İtfaiye ve Kurtarma Hizmetleri için Koruyucu Giysiler ve Özellikleri.....	41
II.5.1.2. Isıya Dayanıklı ve Isıdan Koruyucu Kumaşların Termal Analizi ve Performans Özellikleri.....	44
II.5.1.3. Isı İzolasyon Malzemeleri.....	46
II.5.1.4. Termal Koruma Giysileri ve Fizyolojik Özellikleri.....	46
II.5.2. Askeri Alanda Koruyucu Giysilerin Kullanımı	47
II.5.3. Kurşun Geçirmez Kumaşlar	54
II.5.3.1. Balistik Kumaşlarda Yapı-Özellik İlişkileri	54
II.5.4. Tıp Alanında Koruyucu Giysilerin Kullanımı	55
II.5.5. Isısal Ve Elektriksel Rizikolara Karşı Yeni Koruyucu Giysiler	56
II.5.6. Ultraviole Işınlardan Koruyan Tekstiller.....	57
II.5.6.1. Tekstil Mamullerinin UV Geçirgenlikleri.....	58
II.5.7. Outlast Teknolojisine Sahip Kumaşlar	62
II.5.8. Soğuk İklim Giysileri	64
II.5.9. Radyasyon Tehlikesinden Koruyan Giysiler	65
II.5.10. Kimyasallara Karşı Dayanıklı Tekstil Mamulleri.....	68

II.5.11. Güç Tutuşur Kumaşlar	69
II.5.11.1. Yapıları İtibariyle Güç Tutuşur Lifler.....	69
II.5.11.2. Kimyasal modifikasyonlarla elde edilen güç tutuşur lifler.....	71
II.5.12. Diğer Alanlarda Kullanılan Koruyucu Giysiler	72
II.6. KORUYUCU GİYSİLERE UYGULANAN TEST STANDARTLARI	73
II.6.1. Isı Ve Aleve Karşı Koruyu Giysiler İçin Özel Standartlar	73
II.6.2. Termal Koruma Giysileri İle İlgili Test Bilgileri	75
II.6.2.1. Termal Korunma Test (TPP) Sonuçları Ve Etkileri.....	77
II.6.2.2. Koruyucu Giysi İçin Değerlendirme Testi: Ölçek 1:1 (Termo-İnsan Testi).....	77

BÖLÜM III. KORUYUCU GİYSİLERİN YAPISI 79

III.1. FİLTRE KATMANI (ARA KISIM) 79

III.1.1. Bağlayıcılar 80

III.1.1.1. Bağlayıcıların sınıflandırılması

III.1.1.2. Kimyasal Yapıya Göre Sınıflandırma

III.1.1.2.1. Bütadien kopolimerleri

III.1.1.2.2. Akrilik polimerler).....

III.1.1.2.3. Vinil kopolimerleri

III.1.1.3. Fonksiyonel Yönden Sınıflandırma

III.1.1.3.1. Karboksil Fonksiyonu.....

III.1.1.3.2. Amid Fonksiyonu:

III.1.1.3.3. N-Metilol Amid Fonksiyonu.....

III.1.1.4. Fiske Tipine (çapraz bağlanma durumuna) Göre Sınıflandırma

III.1.1.4.1. Çapraz bağlanma yapmayan polimerler.....

III.1.1.4.2. Çapraz bağlanma yapabilen polimerler:

III.1.1.4.3. Kendi kendine çapraz bağlanma yapan polimerler:.....

III.1.2. Kauçuk (lateks) Binderleri..... 84

III.1.3. Karbon Granürleri ve Karbon İçeren Kumaşlar 85

III.1.3.1. Aktif Karbon

III.1.3.2. Aktif Karbon Türleri

III.1.3.2.1. Aktivasyon Teknikleri

III.1.3.2.2. Kimyasal Aktivasyon

III.1.3.2.3. Gaz Aktivasyonu

III.1.3.3. Adsorpsiyon

III.2. ÇÖZGÜLÜ ÖRMECİLİK 97

III.2.1. Kumaş Oluşumunu Sağlayan Elemanlar 98

III.2.1.1. İğneler

III.2.1.1.1. Kancalı İğne

III.2.1.1.2. Esnek Uçlu İğne

III.2.1.1.3. Sürgülü (Bileşik) İğne

III.2.1.2. Delikli Yatırım Elemanı

III.2.1.3. Tutucu Platin	102
III.2.2. Çözümlü Örme Makinelerinin Kumaş Üretim Öğeleri	103
.....	103
III.2.2.1. Sürgülü İğnenin İlmek Oluşturması	103
III.2.2.2. Desenlendirme	106
III.2.2.2.1. Bakla Sistemleri İle Desenlendirme Mekanizmaları	
.....	106
III.2.2.2.1.1. Standart Baklalar	108
III.2.2.2.1.2. E Baklaları	108
III.2.2.2.1.3. Spesiyal Baklalar	108
III.2.2.2.2. Elektronik Kontrollü Desenlendirme Mekanizmaları	
.....	108
III.2.2.3. Temel Örgü Elemanları	110
III.3. NONWOVEN	114
III.3.1. Nonwoven Tekstil Yüzeylerine Giriş	114
III.3.2. Nonwoven (Dokuma Olmayan) Tekstil Yüzeylerinin Tarihi	
Gelişimi	115
III.3.3. Nonwoven Kumaş Endüstrisinde Kullanılan Lifler	118
III.3.4. Nonwoven Kumaş Üretim Teknikleri Ve Sınıflandırılması	
.....	121
III.3.4.1. Nonwoven Yapılarda Doku Oluşturma Teknikleri	
.....	123
III.3.4.2. Nonwoven Yapılarda Doku Bağlama Teknikleri	
.....	123
III.3.4.3. Isı İle Bağlama Tekniği	124
III.3.4.4. Fırın Tekniği	127
III.3.4.5. Ultrasonik Bağlama Tekniği	128
III.3.4.6. Isı ile Bağlama Tekniğinde Kullanılan Bağlayıcı Maddeler	
.....	128
III.3.4.6.1. Bikomponent Lifler	129
III.3.4.6.2. Bağlayıcı Tozlar	130
III.3.4.7. Isı ile Bağlama Tekniğinin Avantajları.....	131
III.3.4.8. Isı ile Bağlama Tekniği ile Üretilen Kumaşların Kullanım Alanları	131
III.4. DOKUMA.....	132
III.4.1. DOKUMACILIĞIN TARİHSEL GELİŞİMİ.....	132
III.4.2. DOKUMA HAZIRLIK İŞLEMLERİ.....	135
III.4.2.1. Bobinleme	135
III.4.2.1.1. Bobinleme Prosesi	136
III.4.2.1.1.1. Birinci Bölge.....	136
III.4.2.1.1.1.1. İpliğin Sağılması.....	136
III.4.2.1.1.1.2. Gerilim Düzenleyici ve Temizleme Bölgesi	
.....	137
III.4.2.1.1.2. İkinci Bölge.....	138
III.4.2.1.1.2.1. Gerilim Cihazı.....	138
III.4.2.1.1.2.2. İplik Temizleyiciler.....	138
III.4.2.1.1.2.3. Durdurma Hareketi.....	138
III.4.2.1.1.3. Üçüncü Bölge.....	139

III.4.2.1.1.3.1. Bobinleme Bölgesi.....	139
III.4.2.1.1.3.2. Travers Mekanizması.....	139
III.4.2.1.2. Bobin Tipleri.....	139
III.4.2.1.2.1. Parelel Sarımlı Bobinler.....	139
III.4.2.1.2.2. Parelele Yakın Bobinler.....	140
III.4.2.1.2.3. Çapraz Sarılmış Bobinler.....	140
III.4.2.2 Çözü Hazırlama.....	140
III.4.2.2.1. Çözü Hazırlama Aşamaları.....	140
III.4.2.2.2. Çözü Hazırlama.....	141
III.4.2.2.2.1. Seri Çözü Hazırlama.....	141
III.4.2.2.2.2. Konik Çözü Makinesi.....	142
III.4.2.3. Haşılama.....	142
III.4.2.3.1. Haşıl Maddeleri.....	144
III.4.2.4. Taharlama.....	146

III.4.3. DOKUMA MAKİNELERİNİN SINIFLANDIRILMASI... 146

III.4.3.1. Faz Sayılarına Göre Makinelerin Sınıflandırılması...146

III.4.3.1.1. Tek Fazlı Dokuma Makineleri.....146

III.4.3.1.2. Çok Fazlı Dokuma Makineleri.....146

III.4.3.2. Atkı Atma Sistemlerine Göre Dokuma Makinelerin

Sınıflandırılması.....147

III.4.3.2.1. Mekikli Dokuma Makineleri.....147

III.4.3.2.2. Mekiksiz Dokuma Makineleri.....147

III.4.3.2.3. Kancalı Dokuma Makineleri.....148

III.4.3.2.4. Akışkan Jetli Dokuma Makineleri.....148

III.4.3.3 .Ağızlık Açma Mekanizmalarına Göre Dokuma Makinelerin

Sınıflandırılması.....148

III.4.3.3.1. Kamlı Dokuma Makineleri.....148

III.4.3.3.2. Armürlü Dokuma Makineleri.....148

III.4.3.3.3. Jakarlı Dokuma Makineleri.....149

BÖLÜM IV. NÜKLEER,BİYOLOJİK VE KİMYASAL KUMAŞLAR 150

IV.1. KİMYASAL MADDELERE KARŞI KORUMA GİYSİLERİ

..... 150

IV.1.1. Kimyasal Savaş Maddeleri 151

IV.1.2. Kimyasal Koruyucu Giysilerin Sınıflandırılması

..... 153

IV.1.2.1. Tehlikeli Partiküllere Karşı Koruma

..... 154

IV.1.2.2. Sıvılara Karşı Koruma 154

IV.1.2.3. Zehirli Buhar ve Gazlara Karşı Koruma 155

IV.2. PESTİSİDLERE KARŞI KORUMA GİYSİLERİ 156

IV.2.1. Pestisidlere Karşı Koruma Giysilerinde Kullanılan Kumaş

Konstrüksiyonları 157

IV.2.2. Pestisidlere Karşı Koruma Giysilerine Uygulanan Test

Yöntemleri 158

IV.3. TEHLİKELİ MADDELER 159

IV.3.1. Tehlikeli Maddelerin Sınıflandırılması 159

IV.4. TEHLİKELİ KİMYASAL MADDELERE KARŞI KORUYUCU GİYSİLER	161
IV.4.1. Koruyucu Giysi Çeşitleri	161
IV.4.2. Askeri Alanda Kullanılan Kimyasallara Karşı Koruyucu Giysiler	168
IV.4.3. Kimyasal ve Biyolojik Savaştan Korunma	168
IV.4.3.1 Biyolojik ve Kimyasal Maddeler.....	169
IV.4.3.2 Özel Savaş Alanı Tehlikeleri.....	169
IV.5. BİYOLOJİK MADDELERE KARŞI KORUMA GİYSİLERİ	172
IV.5.1. Biyolojik Savaş	172
IV.5.2. Biyolojik Savaşların Tarihçesi.....	174
IV.5.3. Biyolojik Etkenlere Karşı Koruma.....	175
IV.6. NÜKLEER MADDELERE KARŞI KORUMA GİYSİLERİ	177
IV.6.1 Nükleer Etkenlere Karşı Koruma.....	177
BÖLÜM V. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	178
V.1.ARAŞTIRMA ARAÇLARI,TEST METOTLARI VE STANDARTLARI	178
V.1.1ARAŞTIRMA ARAÇLARI.....	178
V.1.1.1 Zwick Marka Fourier Transform Infrared Spektrometresi (FTIR) Analizi	178
V.1.1.2 Hava Geçirgenliği Tayini ve Işık Hışığı Cihazı.....	179
V.1.1.3 Mukavemet ve Su Geçirmezlik Cihazı.....	180
V.1.1.4 Sürtme Hışığı Cihazı ve Optik Mikroskobu.....	180
V.1.1.5 Soxlett Cihazı.....	181
V.1.2 Test Metotları Ve Standartları.....	181
V.2 Uygulamalar.....	182
V.2.1 % 50 Pamuk ve % 50 PES Karışımı Dış Kumaş.....	182
V.2.1.1 Güç Tutuşurluk Apresi.....	184
V.2.2 % 50 Pamuk / % 50 Naylon Karışımı Dış Kumaş.....	184
BÖLÜM VI.1 DENEYSEL BULGULAR ve SONUÇLAR	186
VI.2. OPTİK MİKROSKOBU İLE ÇEKİLEN FOTOĞRAFLAR VE FITIR ANALİZİ.....	189
VI.3. FTIR SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	210
VI.4. GENEL DEĞERLENDİRME.....	210
KAYNAKLAR	212
ÖZGEÇMİŞ	214

ÖZET

NÜKLEER, BİYOLOJİK VE KİMYASAL KORUNMA AMAÇLI KORUYUCU TEKSTİLLERİN TÜRKİYE’DE ÜRETİLEBİLİRLİĞİ

Bugün, sanayinin çeşitli sektörlerinde çalışanların sağlık ve emniyeti ile ilgili standartlar ve çevre koşullarının kontrolü değişmiştir. Bu bakımdan koruyucu teçhizat hususunda çok geniş bir alanda araştırma ve geliştirme yapılmaktadır. Koruyucu teçhizat; koruyucu giysiler yanında kep, yelek, eldiven, bot vs. gibi aksesuarları da kapsamaktadır. Fakat bu çalışmada koruyucu teçhizatın en önemli kısmı olan koruyucu giysiler, özellikle NBC etkenlere karşı koruyucu askeri giysiler incelenmiştir.

Bu tezde öncelikle **koruyucu** giysilerin tanımı ve sınıflandırılması, koruyucu giysilerin tarihi gelişimi, koruyucu giysilerin sektörü, koruyucu giysilerde kullanılan lifler, koruyucu giysilerin kullanım alanları ve koruyucu giysilere uygulanan test standartları ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Daha sonra koruyucu giysilerin yapısı ve NBC korunma amaçlı koruyucu tekstiller hakkındaki konulara yer verilmiştir. En son olarak dış ve iç kumaşa uygulanan testler hakkında bilgi verilerek bunlar tartışılıp sonuçlarıyla NBC korunma amaçlı koruyucu tekstillerin Türkiye’de üretilebilirliği hakkında gerekli incelemeler yapılmıştır.

Sonuç olarak bu incelemelere göre henüz Türkiye’de üretilemeyen fakat örnek kumaş üstünden yapılan analizlere göre bu kumaşların Türkiye’de üretilebileceği sonucuna varılmıştır.

ABSTRACT

PRODUCEABILITY OF NUCLEAR, CHEMICAL AND BIOLOGICAL (NBC) PROTECTIVE FABRICS IN TURKEY

Health and safety standards related to people in different sectors in industry and methods of environmental protection have been improved. In recent times research and developments related to protective equipments are also made on a large scale. Protective equipments include caps, vests, gloves, boots in addition to protective garments. In this study, protective garments especially protective military clothing against nuclear, chemical, biological agents were studied.

In this study, firstly the informations about definition classifications of protective clothing and, historical background, and fibers used, end uses and testing standards applied to protective clothing were given.

Secondly, construction of protective clothing were described and additional informations about NBC fabrics were given. Description of testing methods applied to both inner and outer fabrics were made. The results obtained were discussed and possibilities of producing of NBC (nuclear, chemical, biological) fabrics in Turkey were evaluated.

In the result, section all the results were, evaluated and producibility of NBC fabrics in Turkey were discussed

January, 2006

Ali BEYİT

ŞEKİL LİSTESİ

	SAYFA
Şekil III.1 Aktif karbonun gözenek yapısı. Fotoğraf TEM ile alınmıştır.....	91
Şekil III.2 Şematik olarak aktif karbon modeli.....	92
Şekil III.3 Katı faz üzerinde adsorpsiyon ve desorpsiyon işlemleri.....	96
Şekil III.4 Açık İlmek Yapısı.....	97
Şekil III.5 Kapalı İlmek Yapısı.....	98
Şekil III.6 Blok Halinde Çözümlü Örmeye Kullanılan İğne Görünüşü.....	98
Şekil III.7 Kancalı Uçlu İğne	99
Şekil III.8 Esnek Uçlu İğne.....	100
Şekil III.9 Sürgülü (Bileşik) İğne.....	101
Şekil III.10 Blok Halinde Çözümlü Örmeye Kullanılan Delikli Yatırım Elemanının Görünüşü.....	102
Şekil III.11 Tutucu Platin.....	102
Şekil III.12 Çözümlü Örmeye Makinesinde Sürgülü İğne Örmeye Bölgesi Görünüşü..	103
Şekil III.13 İğneler Aşırtma Konumunda, Önceki İlmek Kursunun Tamamlanmasından Sonra İğne ve Diğer Örmeye Elemanları En Alçak Pozisyonda Bulunuyor. Tutucu Platinler İğneler Arasına Yerleştirilir ve Yeni İlmek Oluşturmak İçin Örmeye Elemanları Kademe Kademe Hareket Etmeye Başlarlar	104
Şekil III.14 İğneler Boşalma Pozisyonu Olan En Yüksek Pozisyona Çıkarılır. Kapatıcı Öğeler İğnelere Göre Daha Az Yükselirler Bundan Dolayı Kancalar Açılır. Kumaş Tutucu Platinlerle Kontrol Edilirler.....	104
Şekil III.15 İplik Rehberleri (Rehber Kollar) İğneler Arasından Üst Yatırımı Gerçekleştirmek İçin Kanca Bölgesine Sallanır	105
Şekil III.16 İplik Rehberleri Belirlenen Desene Göre Örneğin 1, 2 İğne Yana Doğru Hareket Ederek Alt Yatırım Gerçekleştirilir. Bundan Sonra İğneler Arasına Salınırlar. Bunun Sonucunda Alt Yatırım Gerçekleştirilir. Tutucu Platinler Geri Çekilmek İçin Hareket Eder	105
Şekil III.17 İğneler Alçalırlar Kapatıcı Öğeler İğnelere Göre Daha Yavaş Alçalırlar. Bundan Dolayı İğne Kancaları Kapatılır Yenice Sarılan	

İpliklerin Kanca İçerisinden Çıkması Engellenir. İplik Rehberleri Yana Yanal Hareket Ettirilir ve Alt Yatırım İçin Hareket Eder.....	106
Şekil III.18 İğneler En Alçak Pozisyon Olan Aşıma Pozisyonuna İner ve Bir Önceki İlmek İğne Sapından İğne Kancası Üzerinden Kayarlar. İğne Kancalarının İçindeki İlmekler Önceki İlmekle Bir Birine Bağlanır Böylece İlmeklerin Yeni Sırası Üretilir. Bu İlmek Oluşum Safhalarının Sonucunda Çözümlü Örme Kumaş Üretimi Gerçekleştirilmiş Olur	106
Şekil III.19 Desen Baklaları.....	107
Şekil III.20 Elektronik Kontrollü Desen Mekanizması.....	109
Şekil III.21 SU Sürücüsü.....	110
Şekil III.22 Franse Örgüsünün Teknik Çizimi	111
Şekil III.23 Triko Örgüsünün Teknik Çizimi.....	111
Şekil III.24 Tuch Örgüsünün Teknik Çizimi.....	112
Şekil III.25 Saten Örgüsünün Teknik Çizimi.....	112
Şekil III.26 Samt Örgüsünün Teknik Çizimi.....	113
Şekil III.27 Noktasal Bağlama Tekniği.....	125
Şekil III.28 Noktasal Bağlama Tekniği ile Üretilen Kumaş Örneği.....	126
Şekil III.29 Kalender Silindirleri ile Kumaş Üretim Prosesi.....	127
Şekil III.30 Fırın Tekniği.....	127
Şekil III.31 Farklı Yapılarda Bikomponent Lifler	129
Şekil III.32 Yan yana Trilobal enine kesit	130
Şekil III.33 %10 Co-PET dış-%90PET iç.....	130
Şekil III.34 Trilobal enine kesitli iç/dış bikomponent lif	130
Şekil III.35 Fırça Yardımıyla Yapıştırıcı Toz Maddenin Kumaşa Uygulanması.....	131
Şekil IV.1 TYVEK "C" Kimyasallara Karşı Koruyucu Giyisi Şekilleri.....	164
Şekil IV.2 TYVEK "F" Kimyasallara Karşı Koruyucu Giyimsi Şekli.....	165
Şekil IV.3 Çeşitli Sektörler De Kullanılan Koruyucu Giyisi Şekilleri.....	167
Şekil V.1 Zwick Marka Fourier Transform Infrared Spektrometresi cihazı.....	178
Şekil V.2 Textest M821A Elektronik Hava Geçirgenliği Cihazı	179
Şekil V.3 Original Hanau Işık Haslığı Cihazı.....	179
Şekil V.4 SDL M 250 Mukavemet Cihazı.....	180
Şekil V.5 Su Geçirmezlik Cihazı.....	180
Şekil V.6 James H. Heal Crocrometer / 255A Sürtme Haslığı Cihazı.....	180

Şekil V.7 Leica 1000X Optik Mikroskobu Cihazı.....	180
Şekil V.8 : Soxlett Cihazı	181
Şekil VI.1 (a), (b) Dispers Boyarmaddelerle Boyanmış Çözümlü Örme Numunelerin Fotoğrafları.....	191
Şekil VI.2 Dispers Boyarmaddelerle Boyanmış Çözümlü Örme Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Çözümlü Örme Yönünden Numune Fotoğrafı.....	191
Şekil VI.3 (a),(b) Dispers Boyarmaddelerle Boyanmış Çözümlü Örme Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafı.....	192
Şekil VI.4 (a),(b) Dispers Boyarmaddelerle Boyanmış Elle Ayrılmış Nonwoven Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafı	192
Şekil VI.5 (a),(b) Dispers Boyarmaddelerle Boyanmış Elle Ayrılmış Nonwoven Kumaş Yapısının Nonwoven Yönünden Numune Fotoğrafı.....	192
Şekil VI.6 (a),(b) Dispers Boyarmaddelerle Boyanmış Diklor Metanla Ayrılmış Nonwoven Kumaş Yapısının Numune Fotoğrafı	193
Şekil VI.7 (a),(b) Dispers Boyarmaddelerle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının Çözümlü Örme Yönünden Numune Fotoğrafı	193
Şekil VI.8 (a),(b) Dispers Boyarmaddelerle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının Nonwoven Yönünden Numune	193
Şekil VI.9 (a),(b) İzolan Orange S-RL-OT (Asit Orange) İle Boyanmış Çözümlü Örme Numunelerin Fotoğrafları Dokuma Yapıda İplik Biçimi	194
Şekil VI.10 (a),(b) İzolan Orange S-RL-OT (Asit Orange) İle Boyanmış Çözümlü Örme Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafı	194
Şekil VI.11 (a),(b) İzolan Orange S-RL-OT (Asit Orange) İle Boyanmış Çözümlü Örme Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Çözümlü Örme Yönünden Numune Fotoğrafı.....	195
Şekil VI.12 (a),(b) İzolan Orange S-RL-OT (Asit Orange) İle	

Boyanmış Elle Ayrılmış Nonwoven Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları Çok Eksenli Yapının İlmek Oluşumu	195
Şekil VI.13 (a),(b) İzolan Orange S-RL-OT (Asit Orange) İle Boyanmış Elle Ayrılmış Nonwoven Kumaş Yapısının Nonwoven Yönünden Numune Fotoğrafları	195
Şekil VI.14 (a),(b) İzolan Orange S-RL-OT (Asit Orange) İle Boyanmış Diklor Metanla Ayrılmış Nonwoven Kumaş Yapısının Numune Fotoğrafları.....	196
Şekil VI.15 (a),(b) İzolan Orange S-RL-OT (Asit Orange) İle Boyanmış NBC Kumaşların Nonwoven Yönünden Numune Fotoğrafları....	196
Şekil VI.16 (a),(b) İzolan Orange S-RL-OT (Asit Orange) İle Boyanmış NBC Kumaşların Çözümlü Örne Yönünden Numune Fotoğrafları.....	196
Şekil VI.17 (a), (b) Bazik(Mavi) İle Boyanmış Çözümlü Örne Yönünden Numune Fotoğrafları	197
Şekil VI.18 (a), (b) Bazik(Mavi) İle Boyanmış Çözümlü Örne Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Çözümlü Örne Yönünden Numune Fotoğrafları.....	197
Şekil VI.19 (a), (b) Bazik(Mavi) İle Boyanmış Çözümlü Örne Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları Çok Eksenli (Multi-Axial) Çözümlü Örne Makinesinde Yatırılacak İpliklerin Beslenmesi....	197
Şekil VI.20 (a), (b) Bazik(Mavi) İle Boyanmış Elle Ayrılmış Nonwoven Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları.....	198
Şekil VI.21 (a), (b) Bazik(Mavi) İle Boyanmış Elle Ayrılmış Nonwoven Kumaş Yapısının Nonwoven Yönünden Numune Fotoğrafları.....	198
Şekil VI.22 (a), (b) Bazik(Mavi) İle Boyanmış Diklor Metanla Ayrılmış Nonwoven Kumaş Yapısının Numune Fotoğrafları	198
Şekil VI.23 Bazik(Mavi) İle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının Nonwoven Yönünden Numune Fotoğrafları....	199
Şekil VI.24 Bazik(Mavi) İle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları.....	199
Şekil VI.25 (a), (b) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Çözümlü Örne	

Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının	
Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları.....	200
Şekil VI.26 (a), (b) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Çözümlü Örme	
Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının	
Çözümlü Örme Yönünden Numune Fotoğrafları.....	200
Şekil VI.27 (a), (b) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Elle Ayrılmış	
Nonwoven Kumaş Yapısının Karbon Yönünden	
Numune Fotoğrafları	200
Şekil VI.28 (a), (b) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Elle Ayrılmış	
Nonwoven Kumaş Yapısının Nonwoven	
Yönünden Numune Fotoğrafları.....	201
Şekil VI.29 Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Diklor Metanla Ayrılmış	
Nonwoven Kumaş Yapısının Numune Fotoğrafları	201
Şekil VI.30 Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının	
Nonwoven Yönünden Numune Fotoğrafları	
El Yatırma Metodunun Aşamaları	201
Şekil VI.31 (a),(b) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış NBC Kumaş	
Yapısının Çözümlü Örme Yönünden Numune Fotoğrafları.....	202
Şekil VI.32 (a),(b) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Çözümlü Örme Kumaş	
Yapısının Numune Fotoğrafları.....	202
Şekil VI.33 (a), (b)) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Çözümlü Örme	
Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının	
Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları.....	202
Şekil VI.34 (a), (b)) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Çözümlü Örme	
Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının	
Çözümlü Örme Yönünden Numune Fotoğrafları.....	203
Şekil VI.35 (a), (b)) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Elle Ayrılmış	
Nonwoven Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune	
Fotoğrafları.....	203
Şekil VI.36 (a), (b)) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Elle Ayrılmış	
Nonwoven Kumaş Yapısının Nonwoven Yönünden Numune	
Fotoğrafları.....	203
Şekil VI.37 Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Diklor Metanla Ayrılmış	
Nonwoven Kumaş Yapısının Numune Fotoğrafları	204
Şekil VI.38 Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının	

Nonwoven Yönünden Numune Fotoğrafları.....	204
Şekil VI.39 Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları.....	204
Şekil VI.40 (a),(b) Dispers (Kırmızı) İle Boyanmış Çözümlü Örme Kumaş Yapısının Numune Fotoğrafları.....	205
Şekil VI.41 (a),(b) Dispers (Kırmızı) İle Boyanmış Çözümlü Örme Kumaş Yapısının Numune Fotoğrafları.....	205
Şekil VI.42 (a), (b)) Dispers (Kırmızı) İle Boyanmış Çözümlü Örme Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Çözümlü Örme Yönünden Numune Fotoğrafları.....	205
Şekil VI.43 (a), (b)) Dispers (Kırmızı) İle Boyanmış Elle Ayrılmış Nonwoven Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları.....	206
Şekil VI.44 (a), (b)) Dispers (Kırmızı) İle Boyanmış Elle Ayrılmış Nonwoven Kumaş Yapısının Nonwoven Yönünden Numune Fotoğrafları	206
Şekil VI.45 (a),(b) Dispers (Kırmızı) İle Boyanmış Diklor Metanla Ayrılmış Nonwoven Kumaş Yapısının Numune Fotoğrafları.....	206
Şekil VI.46 (a),(b) Dispers (Kırmızı) İle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının Nonwoven Yönünden Numune Fotoğrafları	207
Şekil VI.47 Dispers (Kırmızı) İle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının Çözümlü Örme Yönünden Numune Fotoğrafları.....	207
Şekil VI.48 Alkollü KOH İle Çözünen Çözümlü Örme Üzerindeki Çözünen Yapıştırıcılar.....	208
Şekil VI.49 Diklor Metanla Çözünen Nonwoven Üzerindeki Yapıştırıcılar ...	209

TABLO LİSTESİ

SAYFA

Tablo II.1 1995-2010 Yılları Arasında Dünya’da Bölgesel Teknik Tekstil Tüketimi (000ton).....	13
Tablo II.2 1995-2010 Yılları Arasında Tahmini Dünya Teknik Tekstil Tüketim Rakamları (000ton).....	14
Tablo II.3 1995-2010 Yılları İçerisinde Teknik Tekstil Uygulama Alanlarının Üretim ve Maddi Değerine Göre Sıralanması.....	15
Tablo II.4 1995-2010 Yılları Arasında Dünya’da Teknik Tekstil Alanında Kullanılan Hammadde Lif Türleri (000ton).....	16
Tablo II.5 1995-2010 Yılları Arasında Dünya’da Teknik Tekstil Alanında Kullanılan Üretim Lif Türleri (000ton)	16
Tablo II.6 1995-2010 Yılları Arasında Dünya’da Mamul Ürün Türüne Göre Teknik Tekstil Tüketimi (000ton).....	17
Tablo II.7 Kevlar ve Diğer Bazı Liflerin Mukavemetlerinin Karşılaştırılması.....	32
Tablo II.8 Kevlar ve Bazı Endüstriyel Elyafların Tipik Fiziksel Özellikleri.....	33
Tablo II.9 Kermel ve Karışımı Kumaşların Koruyucu Giysilerde Kullanımları	34
Tablo II.10 Alev ve Isı Karşısında Koruma Gerektiren Tehlikeli İş Alanları.....	45
Tablo II.11 Askeri Tekstiller İçin Fiziksel Gereksinimler.....	49
Tablo II.12 Çevre Gereksinimleri.....	50
Tablo II.13 Kamufaj, gizleme ve aldatma gereksinimleri.....	50
Tablo II.14 Alev, Isı Ve Parlamaya Karşı Korunma Gereksinimleri.....	51
Tablo II.15 Özel Savaş Alanı Tehlikeleri	51
Tablo II.16 Ekonomik Düşünceler.....	51
Tablo II.17 Isıya Karşı Koruma Giysilerinin Gelişme Seyri	56
Tablo II.18 Yaz Giysileri için Sınıflandırma Şeması.....	58
Tablo II.19 Materyal Cinsi ve Rengine Göre Koruma Faktörleri.....	60
Tablo II.20 Doku Tipi ve Hammadde Cinsine Göre Tekstil Materyallerinin SPF Değerleri.....	60
Tablo II.21 UV Işınlının İnsan Teni Üzerindeki Etkileri.....	67
Tablo II.22 İtfaiyeci Elbiseleri İçin Uygulanacak Standartlar.....	75
Tablo III.1 Bağlayıcı olarak kullanılan lateks polimerlerinin üretiminde	

kullanılan bazı yaygın monomerlerin camlaşma sıcaklıkları	84
Tablo III.2 Aşağıda lateks bağlayıcıların kimyasal tipleri mukayese edilmiş olup, her tip bağlayıcının avantaj ve dezavantajı kadar relatif performansı da belirlenmiştir.....	85
Tablo III.3 Aktif karbonun yüzey alanı ve gözenek sistemi ile ilgili sayısal değerler	90
Tablo III.4 Kullanılan Life Göre Üretilen Nonwoven Kumaşın Negatif ve Pozitif Özellikleri.....	120
Tablo III.5 Dokusuz Yüzey Elde Etme Sistemleri.....	122
Tablo IV.1 Zehirli Kimyasal Maddelerin Mukayeseli Relativ Toksik Değerleri.....	152
Tablo IV.2 Biyolojik Savaş Ajanları Ve Özellikleri	176
Tablo V.1. Deneysel Çalışmada Uygulanan Testler ve Standartlar.....	181
Tablo VI.1 Dış kumaşa ait Sıklık,gramaj,kopma mukavemeti değerleri.....	186
Tablo VI.2 Dış kumaşa ait elyaf tayini değerleri.....	186
Tablo VI.3 Dış kumaşa ait su iticilik ve kükürt tayini değerleri.....	186
Tablo VI.4 Dış kumaşa ait renk haslığı değerleri.....	187
Tablo VI.5 Dış kumaşa ait tere karşı renk haslığı değerleri.....	187
Tablo VI.6 İç kumaşa ait sıklık ve elyaf tayini değerleri.....	187
Tablo VI.7 İç ve dış kumaşa ait hava geçirgenliği değerleri.....	188
Tablo VI.8 İç kumaşa ait gramaj değerleri.....	188
Tablo VI.9 İç ve dış kumaşa ait numara değerleri.....	188

BÖLÜM I

GİRİŞ VE AMAÇ

I.1. GİRİŞ

Koruyucu giysiler, insanları çalışma veya boş vakit uğraşları esnasında ortaya çıkabilecek tehlikeli maddelere, yöntemlere veya olaylara karşı koruyan giysilerin tümü olarak tanımlanır. Ayrıca koruyuculuk kavramı, iş yerindeki veya çevresindeki ürünlerin korunmasında kullanılan materyaller ve aynı şekilde insanın insana karşı korunması (savunma) için kullanılan giysi aksesuarları da dahildir.

Bu bakımdan koruyucu giysiler kişinin zararlı maddelere, kötü çevre koşullarına maruz kalma riskini önlemek ve bu riskten korunmasını sağlamak ve/veya bu riski azaltmak için giyilen giysilerdir. Koruyucu giysi üretimi bu günkü tekstil üretimi içerisinde oldukça önemli bir yere sahiptir ve son yıllarda bu alanda önemli çalışmalar yapılmaktadır.

Koruyucu giysilerden askeri ve savunma alanında kullanılan tekstiller aşağıdaki şekilde iki kategoriye ayrılır:

- **Koruyucu giysiler ve bireysel donanım;** savaş-giysi üniformaları, balistik koruyucu yelekler ve kasklar, biyolojik ve kimyasal etkenlere karşı koruyucu üniformalar, sahra örtüleri ve kemerler, dağ tırmanma halatları vs. bu gruptandır.

- **Savunma sistemi ve silahlarda kullanılan tekstiller;** Bu grupta çadırlar, barınaklar, paraşütler, kordlar, ve tekstil kompozitleri vs. bulunur.

Daha geniş anlamda tipik askeri tekstil ve giysiler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

- Servis (hizmet) üniformaları
- Kamuflaj üniformaları
- Uçak personeli, paraşütçüler, patlayıcı malzeme yok edici uzmanları tarafından kullanılan yüksek performanslı koruyucu üniformalar
- Biyolojik ve kimyasal etkenlere karşı koruyucu giysiler, kasklar, eldivenler, iş elbiseleri, botlar
- Koruyucu giysilere ait astarlıklar
- Mayın temizleme botları
- Mayın temizleme techizatı
- Süveterler, çoraplar, iç giysi, şapkalar, eldivenler, pançolar, kasklar
- Yağmurluklar
- Atkılar ve mendiller
- Helikopter toz örtüleri
- Halat, ağ, kort, ayakkabı bağcıkları
- Kokpit (pilot mahalli) fırlatma ve silah indirme paraşütleri
- Bayraklar
- Çadırlar, çadır techizatı ve diğer sığınma techizatı
- Uçak komponentleri için mukavemetli ve hafif kumaşlar
- Balistik battaniyeler
- Silah temizleme kitleri için silme bezleri
- Askeri hastane malzemeleri, gazlı bezler, bomba perdeleri
- Döşemelikler, halılar
- Çarşaflar, battaniyeler
- Portatif karyolalar
- Koruyucu giysiler için dikiş iplikleri
- Yük-taşıma techizatı
- Elektrik izolasyon malzemesi
- Cepanelik ve silah örtüleri

Tüm giysilerin bir dereceye kadar koruyucu olmasına rağmen, asıl **korunma özel bir tehlikeye (zehirli ve zararlı etkenlere) karşı olan korunmadır**. Zehirli ve zararlı etkenler insan sağlığı ve emniyeti yönünden oldukça farklıdır ve bunlar aşağıdaki gibi gruplandırılabilir.

Zehirli ve zararlı etkenler

- Kimyasal
- Termal (nükleer radyasyon sonucu ortaya çıkan ısı)
- Mekaniksel (uçaksavar ateşi ve nükleer patlama sonucu etrafa saçılan parçalar)
- Nükleer radyasyon
- Biyolojik

Koruyucu giysilerin koruyuculuğu çoğunlukla yukarıda bahsedilen sınıflandırmaların birleşimidir.

I.2. AMAÇ

Bu çalışmada amaç; askeri açıdan çok önemli olan nükleer, biyolojik ve kimyasal korunma amaçlı farklı koruyucu tekstilleri inceleyip Türkiye’de üretilebilirliği konusunda bilgi vermektir. Nükleer, biyolojik ve kimyasal korunma amaçlı koruyucu tekstilleri oluşturan dokuma kumaşlar, tülbent esaslı yüzeyler, çözgülü örme, yapıştırıcılar ve karbonların ayrı ayrı incelenip farklı kombinasyonlar ile nasıl üretilebileceğinin araştırılmasıdır. Bu araştırma sonuçlarına göre bu yapılarla ilgili bilgiler verilerek Türkiye de üretilebilirliği yönünde yol gösterilecektir.

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

II.1. KORUYUCU GİYSİLERİN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

Koruyucu giysiler kişinin zararlı maddelere, kötü çevre koşullarına maruz kalma riskini önlemek ve bu riskten korunmasını sağlamak ve/veya bu riski azaltmak için giyilen giysilerdir. Çeşitli risk ortamlarında çalışan itfaiyeciler, güvenlik personeli, otomobil yarışçıları, tıbbi personel, ağır sanayi işçileri v.b. insanların dış etkenlerden korunması amacı ile üretilen kıyafetlere koruyucu giysiler denir. Bu giysilerin özellikleri kullanıldıkları sanayi dalının ihtiyaç ve beklentilerine göre değişir. Bu tip giysiler yüksek sıcaklığa dayanabilen ve yüksek mukavemete sahip olan yüksek performanslı lifler veya iplik yapılarında yapılan küçük değişiklikler ve çeşitli apreler ile üretilirler.

Koruyucu giysilerde en önemli husus insan hayatının korunmasıdır. Aynı bir tekstil materyalinden çok giysinin kendisi koruma sağlar. Bu alanda kumaş tüm koruyucu giysilerde ve diğer koruyucu tekstil ürünlerinde kritik unsurdur. Giysiyi giyen kişi ve potansiyel yaralanma kaynağı arasındaki güvenlik bariyeri olarak, bir kazanın kurbanı tarafından yaşanan yaralanma derecesini belirleyecek olan kumaşın özellikleridir [23].

Literatürde özel olarak bahsedilen koruyucu ekipmanın tipleri şunlardır. Çadırlar, kasklar (miğferler), eldivenler (el ve kol koruması için), uyku tulumları, hayatta

kalma çantaları ve takım elbiseleri, yangından-koruyucu giysiler, ısıya dayanıklı giysiler ,çift taraflı ceketler, balistik dayanımlı yelekler, biyolojik ve kimyasal koruyucu giysiler, patlamaya dayanıklı yelekler, alev almayan başlıklar ve eldivenler, erimiş metal koruyucu giysiler, yüzdürme yelekleri, donmayı önleyici ve kanallı ılık hava giysileri dahil askeri koruyucu giysiler, denizaltı koruyucu giysileri, dalgıç giysileri ve dalma derileri, hayat salları, özel havlu ve bezler, ışıklardan koruyucu tulumlar, hayatta kalma giysileri, halatlar ve emniyet kemerleri.

Kendileri için koruyucu giysilerin ve malzemelerin üretildiği, literatürde özel olarak belirtilen iş ve faaliyet tipleri şunlardır: polis, güvenlik görevlileri, dağcılık, mağaracılık tırmanma, kayak, uçak personeli (askeri ve sivil), askerler, denizciler, deniz altıcılar, dökümhane ve cam işçileri, itfaiyeciler, su sporları, kış sporları, ticari balıkçılık ve dağcılık, deniz dibi petrol ve benzin ekipmanı işçileri, sağlık bakımı, yarış sürücüler, astronotlar, kömür madenciliği ve sağlık depo işçileri.

Teknik tekstiller, özellikle düşmana ait çevrelerde hareket etmesi, yaşaması, hayatta kalması ve savaşması gereken askeri kuvvetler için önemli özellikler sunmaktadır. Askeri kuvvetler, konforları ve hayatta kalabilmeleri için gerekli tüm malzemeleri taşınabilir veya giymelidir ve bu nedenle en hafif, kopmayan, sağlam ve yüksek performanslı özel üniforma ve ekipmana ihtiyaçları vardır. Bireyleri çevreden ve savaştaki tehlikelerden korumak için hayati önem taşıyan gereksinimler, dünyanın önde gelen uluslarının askeri kullanımı için en gelişmiş teknik tekstilleri geliştirmek ve sağlamak için önemli ölçüde kaynak harcamalarını sağlamıştır.

Isı, alev, erimiş metal sıçramaları, aşırı soğuk ve donma, radyasyon kaynakları ve benzerinden korunma hem sivil hem de askeri koruma uygulamaları için başlıca taleptir. Talebi etkileyen koşullar; özel çevresel tehlikeler, koruma derecesi, konfor seviyesi, giysilerin dayanıklılığı, estetik ve yasalar, tüketicinin olası tehlikelerin farkında olması ve benzeri sosyolojik faktörlerdir [23].

Güneşin zararlı UV ışıklardan korunmanın bir yolu da güneşten koruyan giysilerdir. Birçok kumaş güneşin UV ışınlarını engellese de tüm kumaşlar güneşten koruyan giysiler sınıfına dâhil edilemezler. Güneşten koruyan giysiler, klasik yazlık

kumaşlardan ayrılmaktadır. UV ışınlarına karşı koruma sağlayan giysilerin giyilmesi cilt kanseri riskinin gelişmesini azaltmak için bilinen en sağlıklı ve en yaygın metottur. Cildin rengine göre ve çevrenin yansıma oranlarına göre koruyucu giysilerin özelliklerinin saptanması, insanların koruyucu giysileri daha bilinçli kullanmasına yönlendirecektir.

Genel anlamda koruyucu giysiler sekiz ana kategoride sınıflandırılabilir.

I) Termal Koruyucu Giysiler: Bunlar ısıya, aleve, eriyen metallerin sıçramalarına, radyasyona ve aşırı soğuğa karşı koruma sağlayan giysilerdir. Termal koruyucu giysiler, aleve ve ısıya maruz kalmaya karşı koyan ya da aşırı çevre koşullarında ısı transferine karşı yalıtım sağlayan geniş bir yelpazedeki materyalleri kapsar. Bu tip giysiler, petrokimya ve elektrik işçileri tarafından giyilen üniformalardan, dökümhaneler ve yüksek ısı karşısında çalışan diğer tesislerde giyilen giysilere kadar değişen bir yelpazeye sahiptir. Giysiler tek veya çok katlı olabilir.

II) Nükleer, Biyolojik ve Kimyasallara (NBC) Karşı Koruma Giysileri: Bunlar çoğunlukla askeri kullanım amaçlıdır. Çoğu zaman sentetik veya doğal liflerden dokunmuş ayrıca karbon lifleri ve köpükten oluşan çok katlı yapılardır.

III) Kimyasallara Karşı Koruyucu Giysiler: İnsana zarar veren kimyasal maddelere karşı koruma sağlayan giysilerdir. Dünya’da çok farklı zehirli özelliklere sahip 100 binden fazla kimyasal madde kullanılmaktadır. Zehirli kimyasallardan kaynaklanan riskler ortaya çıktıkça kimyasallara karşı koruyucu görev üstlenen giysi ve ekipmanın kullanımı artmıştır. Bu durum belli ölçüde de kimyasallara karşı koruyucu giysilerin ve ekipmanın kullanılmasını öngören düzenleme ve standartlardan kaynaklanmaktadır.

IV) Mekanik Etkenlere Karşı Koruyucu Giysiler: Bu tip giysiler kesilme, yırtılma, aşınma ve metal sıçramaları gibi zararlara karşı korunmak için giyilir. Tüm bu etkenlere karşı koruyuculuk sağlanabilmesi için giysilerin yüksek mukavemetli tekstil liflerinden üretilmesi gerekmektedir [23].

V) Elektrikten Koruyucu Giysiler: Bu tip giysiler elektromanyetik ve elektrostatik olarak 2 ayrı grupta incelenen elektrik zararlarından korunmak için giyilir. Yüksek

voltajla çalışan kişiler, kesinlikle güç tutuşur, mukavim ve konforlu iletken koruyucu giysiler tercih etmelidirler. Bunu için doğal, sentetik ve metal ipliklerden üretilmiş giysiler tercih edilir.

VI) Temiz Oda Giysileri: Bu isimle adlandırılan giysiler çevreyi insandan kaynaklanan kirliliklerden koruyan giysilerdir. İnsan vücudunun her gün 1 milyar deri hücresi döktüğü ve insan vücudu ve giysilerin bir miktar toz, saç, iyonlar, kozmetikler, parfüm, tütün içerdiği göz önüne alındığında kirliliği önleyen bu tip giysilerin optik, uzay araçları, yiyecek ve ilaç sanayi ve otomotiv sanayinde ne kadar önemli bir yeri olduğu inkâr edilemez.

VII) Radyasyona Karşı Koruyucu Giysiler: Bu tip giysiler X ışını ortamında çalışanlar, kanser tedavi merkezlerinde çalışanlar ve iyonlaştırılan radyasyona maruz kalan diğer ortamlarda çalışan işçiler için gereklidir.

VIII) Yüksek Görünürlüğe Sahip Giysiler: Bu giysiler de koruyucu giysiler olarak ele alınmaktadır. Temelde üç ayrı tip olarak incelemek gerekir.

- Reflektive (yansıtıcı) materyaller: Işık etkisi altında kaldıklarında parlarlar.
- Fotoluminesant materyaller: Gün ışığı veya yapay ışığı emip depolar ve karanlıkta yeşil sarı renk verirler.
- Floresans materyaller: Kırmızı turuncu renk olarak gün boyu görünür.

Koruyucu giysilerin insan sağlığını ve güvenliğini koruma işlevini yerine getirmesinde giysinin konforu da önemlidir. Yeterli konforu sağlayamayan bir giysi üstlenen görevi yerine getirmede verimliliği azaltır. Eskiden daha ağır materyallerden yapılan çelik yelekler artık daha hafif ve dayanıklı olan tekstil materyallerinden (aramidlerden) üretilmektedir [23].

Dünyada çok sayıda iş yerinde çalışanların sağlıklarının ve güvenliklerinin tehlikede olması nedeniyle koruyucu giysi kullanılmasını zorunlu kılan uluslar arası ve yerel yasal düzenlemeler sıklaştırılmıştır.

Koruyucu giysi kullanımını gerektiren sektörlerde koruyucu giysilerin giyilmesi yönünde bilinç artmaktadır. Yukarıda belirtilen unsurla birlikte, dünyadaki mevcut savaşlar ve sürekli savaş tehlikesinin varlığı, koruyucu giysi kullanımını gerektiren

sektör ve iş kollarındaki gelişmeler, ağır iklim koşulları gibi faktörler sektöre olan talebi belirleyen en önemli faktörlerdir [23].

11 Eylül olaylarından sonra uluslar arası siyasette izlenen gergin politikalar sonucu koruyucu giysilere yönelik talep miktarı ve kullanımı artmıştır. Bu tarihten sonra özellikle ABD’de güvenlik endişesi nedeniyle bu tip giysilere yönelik talep patlaması yaşanmıştır [23].

II.2. KORUYUCU GİYSİLERİN TARİHİ GELİŞİMİ

II.2.1. Tarihsel Gelişim

Askeri tekstil bilimi yeni değildir ve ilk kaydedilen çalışmalar Kont Rumford veya Benjamin Thompson’a aittir. Rumford, Amerika ordusunda albay rütbeli bilim adamıydı. 1792 yılında tekstil materyalleri içinde tutulan havanın bu kumaşlar tarafından sağlanan ısı yalıtım üzerindeki etkisi konusunda ‘Felsefi Raporlar’ başlıklı makalesi yayınlanmıştır. Bu buluşunun önemi hemen anlaşıldığı için bu makalesi Copley Madalyası ile ödüllendirilmiştir [4].

II.2.2. 20. Yüzyıl Öncesi

19.yy’ın sonuna kadar, meydan savaşları yakın mesafelerde yapılmaktaydı. Askeri üniformalar, hem askeri alay tespiti, hem de düşmanı korkutmak için parlak, parıltılı ve renkli tasarlanırdı. Kırmızı gibi tehlike belirten renkleri büyük ölçüde kullanılırdı ve üniforma omuzlarının genişliğini artırmak için konulan büyük apoletler gibi süslerle tamamlanırdı. Uzun kasklar, askerlerin boynunu daha uzun göstermek için hayvan kürkleri (ayı derisi başlık), tüyler (devekuşu)’ den yapılmakta idi. Kullanılan materyaller yün, keçi yünü, pamuk, ipek, keten, deri, at derisi, domuz kılı, ayı, fok, kaplan, leopar kürkü, tavuk, tavus kuşu ve devekuşu gibi kuşların tüyleri gibi doğal kökenli materyallerdi. Bu tip üniformalar, ağır, rahatsız edici idi ve savaş meydanında pratik değildi. Aynı zamanda kısa sürede zarar görüyordu [4].

II.2.3. 20.Yüzyıl Sonrası

20.yy civarında, teknoloji ve bilimdeki avantajlar, gelişmiş nişan alma teknikleriyle daha öldürücü uzun menzilli silahların gelişmesidir. Görsel izleme donanımları, bu sıralarda daha gelişmiş hale geldi. Bu birleşik kombine etkiler, askeri strateji ve

taktiklerin hızla değişmesine sebep oldu ve böylece çarpışmalar uzun mesafede yapılabilirdi. Askerleri ve cepheyi arka planla birleştirerek saklamak önem kazandı. İngiliz kuvvetleri haki renkli üniformaları kabul etti. (Haki, Urdu ve Pers dillerinde toz ve gübre demektir.) İlk haki dimi kumaş, pamuklu dimi dokuma kumaştan üretildi ve dimi, bu tarihten önce Güney Afrika Boer Savaşında benimsendiği halde tropikal kullanım için 1902'de servise girdi. Bu pamuklu dimi kumaşın yumuşak iklim koşullarında eksik koruma sağladığı görüldü ve bu yüzden haki ve kahverengi renklerinde yünlü serj üniformalar üretilmiştir.

O tarihlerde çadır, siper, örtü, ağ, yük taşıma malzemeleri ve uyku sistemleri gibi giyim eşyası dışındaki tekstil materyalleri yün, pamuk, keten, jüt, kenevir ve kapok esaslı doğal liflerden üretilmekteydi. Perde, örtü ve çadır için kullanılanlar ağır, hantaldı ve böcek, rutubet ve biyolojik organizmalar tarafından bozulmaya müsaitti.

Doğal çevre de düşman hareketi kadar askeri kuvvetleri tehdit etmektedir. Tarih, hava koşullarının yendiği ordular, donanmalar ve son yıllarda hava kuvvetleri ile ilgili birçok örneklerle doludur. Bu örnekler, soğuk, ıslak veya sıcak iklimden dolayı çok sayıda kayıpların olduğu Napolyon Savaşları, 1. ve 2. Dünya Savaşları, Kore Savaşı ve en son Falkland Savaşı' dır.

1930'lu yıllarda İngiltere Savaş Ofisi, karada, denizde ve havadaki mekanikleşmenin gereksinimlerini karşılamak için yeni ve daha rasyonel savaş üniformalarına olan ihtiyacın farkına vardı. Bu daha iyi koruma, konfor ve pratiklik sağlamak içindi [4].

2.Dünya Savaşında hafif sağlam paraşüt kaplamaları için yeni lif olarak "Naylon" un kullanılması ve soğuk Kuzey Denizi'ne inmek zorunda kalan hava kuvvetleri personeli için hayatta kalmayı sağlayan üniformalar için Ventile pamuk kumaşların geliştirilmesi gibi önemli dönüm noktaları olmuştur. Ventile, Shirley Enstitüsündeki (şimdiki İngiliz Tekstil Teknoloji Grubu) bilim adamları tarafından bulunmuş ilk su geçirmeyen fakat su buharı geçiren bir tip kumaştır. Düşük bükümlü Sea Island pamuk ipliğinin çok sıkı konstrüksiyonda dokunması esasına dayanmaktadır. Bugün bile çoğu hava kuvvetleri tarafından yaygın şekilde kullanılan çok etkili streamid türevli su-itici apre (ICI Velan), bu teknik kumaşın su geçirmezliğini daha da iyileştirmiştir [4].

Çok iyi bilinen yünlü serj savaş üniformaları 1939'da ortaya çıkmıştır. Prototipleri 'Giysi Geliştirme Bölümü', Royal Dockyard, Woolwich Londra'da yapılmıştır. İlk resmi spesifikasyon E/1037 28 Ekim 1938'de CISC tarafından yayınlanmıştır."

Hafif gramajlı gabardin rüzgar geçirmeyen kumaştaki "Denison balpeteği deseni" ve havadan inen paraşütçüler için ilk kamuflaj deseni 1941'de geliştirilmiştir. Yüzbaşı

Denison'a seçkin bir tiyatro tasarımcısı Oliver Messel tarafından yönetilen özel bir kamuflaj ünitesi hizmet vermiştir.

Zırhlı savaş aracı personeli tek parça siyah pamuklu kot kumaş üretimi tulumla donatılmıştır. Bu, 1944'te çölde kullanım için kum renkli olanının geliştirilmesine yol açmıştır.

Amerikan ordusu 1943'te birkaç katlı savaş üniforma kavramını ortaya çıkardığında savaş üniforması olarak yünlü serj materyalinin, modası geçmişte kalmıştır. İngiliz ve diğer müttefikler de bunu takip ederek 1950'deki Kore Savaşlarında, hava koşullarından kaynaklanan ölümleri engellemek için kışlık üniforma olarak çok katlı sistemlerini geliştirmiştir.

Savaş Üniformasında bir sonraki dönüm noktası, zeytin yeşili % 100 pamuklu saten kumaşının geliştirilmesiyle 1970 yılında ortaya çıkmıştır. Bunu 1972 yılında ılıman ağaçlık bölge kamuflajı için ilk dört renkli karışık desenlendirilmiş materyal (DPM) izledi. İngiltere savaş üniformaları için bu şekilde kamuflaj baskılı materyal ortaya çıkaran ilk kuvvetlerden biri olmuştur.

1960'lardan günümüze kadar tüm büyük uluslar, askeri tekstiller, üniformalar ve ekipmanlar konusunda daha bilgili ve farklı hale gelmiştir. Bu gün mevcut olan en gelişmiş tekstil lifleri ve bu liflerden üretilen kumaşlar kullanılmaktadır. Silah sistemleri ve ekipmanları ne kadar gelişmiş olursa olsun, etkin bir şekilde kullanılmalarının, eninde sonunda son kararı verecek olan insana bağlı olduğunun farkına varılmıştır. Bu, silahlı kuvvetlerin konfor, hayatta kalabilme ve hareketlilik sağlama ihtiyaçları ile birlikte kişileri çevre ve savaş tehditlerinden korumayla ilgili uzun süreli problemlerin çözülmesinde, bilimsel ve teknik çözümlerin güvenilirliğinde önemli artışlara yol açmıştır [4].

II.3. KORUYUCU GİYSİ SEKTÖRÜ

Teknik tekstiller ve tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşlar, dünyada tüm tekstil tüketiminin yaklaşık olarak dörtte birini oluşturmaktadır. 2000 yılından bu yana büyüme oranlarında bir yavaşlama olmasına rağmen, teknik uygulamalar, lif, tekstil ve giyim pazarlarına kıyasla ilerisi için daha olumlu işaretler vermektedir. Gelişmekte olan ülkelerde büyüme rakamlarının %4 ile %5 arasında olacağı beklenmektedir.

Teknik tekstillerde örneğin geotekstil gibi bazı alanların diğerlerine göre daha hızlı büyümesi beklenmektedir. Dünyada geotekstil alanında kullanılan kumaşlara olan talebin 2005 ile 2010 yılları arasında %5,3 oranında büyüyeceği tahmin edilmektedir. Bu alanda Çin hem üretim ve hem de tüketim bakımından başlıca ülke konumundadır. İnşaat uygulamaları da büyümesi beklenen diğer bir alandır. İnşaat alanında kullanılan yeni tekstil materyalleri ve yapı içerisinde bu tekstil materyali miktarının artması gibi nedenler sonucunda, bu alanda aynı süre içerisinde %5 oranında büyüme beklenmektedir.

Diğer tarafından ayakkabı, giyim, mobilya, halı ve iç mekanlarda kullanılan tekstil materyallerinde, şu anda bulunduğumuz 10 yıl içerisinde ortalama %3 oranında büyüme beklenmektedir.

Bu çalışma dünya teknik tekstil ve tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş pazarı ile ilgili David Rigby Associates tarafından yapılan son derinlemesine çalışmadır. Burada yer alan tablolar Techtextil ticari fuarının organizatörü Messe Frankfurt için 1997 yılında yapılan ilk çalışmanın kapsamlı bir güncellenmiş halidir.

Bu çalışmada 2010 yılına kadar teknik tekstil ve tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş pazarı, lif tipi, başlıca kumaş tipleri ve bağımsız materyaller dikkate alınarak incelenmiş ve tablolar haline getirilmiştir. Bu çalışmada 210 farklı ülke pazarında 19 bağımsız lif tipi, 8 lif formu (örneğin kesikli lif, monofilament iplik), 19 adet tekstil ürünü tipi (dar dokuma kumaş, örgülü örme kumaş), 4 adet kaplama tipi içerisinde, 150 adet bağımsız teknik tekstil materyali analiz edilmiş ve araştırılmıştır [34].

Estetik özelliklerinden çok performans ve fonksiyonel özellikleri için kullanılan tekstil esaslı materyaller teknik tekstil kapsamında değerlendirilmiştir. Bu tanımlamada halat, ağır su geçirmez kumaşlar, kord kumaşı gibi materyaller ve çocuk bezi üst tabaka kumaşları gibi mamuller teknik tekstil kapsamında değerlendirilmiştir. Tülbent esaslı dokuma olmayan halı tabanı kumaşı teknik tekstil olarak sınıflandırılmıştır. Estetik amaçlı kullanılan iğneleme tekniği ile üretilen halılar kapsam dışı tutulmuştur. Buna benzer olarak ayakkabı sanayisinde gizlenmiş olarak kullanılan fonksiyonel materyaller teknik tekstil olarak düşünülmüştür. Buna karşın ayakkabıda tabanın üzerinde kullanılan estetik amaçlı materyaller teknik tekstil dışında tutulmuştur. Anlaşıldığı gibi teknik tekstil tanımlaması kullanılan lif tipine yada iplik türüne bağlı değildir. Materyalin kullanım alanına ve fonksiyonelliğine bağlıdır.

Teknik tekstil sanayisinin zenginliğine ve kompleks yapısına katkıda bulunan farklı materyallerde vardır. Filmler, membranlar, kağıt, plastikler ve köpükler, kompozit

yapılar, mineraller ve seramikler, metaller gibi birçok teknik tekstil bulunmaktadır [34].

II.3.1.Özet Pazar Tahminleri

Teknik tekstil ve tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşlar dünyada çok önemli bir rol oynamaktadır. David Rigby Associates tarafından yapılan araştırma sonuçlarına göre teknik tekstillerin 2000 yılındaki tüketimi, lif ve polimeri olarak 16.7 milyon tonun üzerinde ve mamul tekstil materyali olarak 92.9 milyar dolar maddi değere sahiptir. Ağırlık olarak baktığımızda 2000 yılında tüm tekstil alanlarında tüketilen tahmini 62.2 milyon ton lifin dörtte biri teknik tekstil alanında kullanılmıştır[34].

Teknik tekstil tüketimindeki tüm büyüme oranlarını incelendiğinde özellikle 2000 ile 2005 yılları arasında bir yavaşlama olacağı hususunda işaretler vardır. 1995 ile 2010 yılları arasındaki dünya tahminlerine bakıldığında, bu mevcut 10 yılın ikinci yarısından sonra (2005-2010) ilk yarısına göre daha yüksek büyüme oranları beklenmektedir. 1995 ile 2005 yılları arasında yıllık %3.5 olan ve 2005 ile 2010 yılları arasında yıllık %3.8'lik ortalama büyüme oranları tahminleri teknik tekstil dışındaki tekstil pazarları ile karşılaştırıldığında çok dikkat çekicidir.

Teknik tekstil tüketimine 2002 yılı sabit fiyatlarıyla bakıldığında, maddi olarak büyüme oranları miktar olarak büyüme oranlarından daha azdır. 1995 ile 2005 yılları arasında maddi olarak yıllık % 2.8 değerinde ortalama artışın, daha da artacağı ve 2005 ile 2010 yılları arasında yıllık %3.6 oranında gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. Maddi açıdan artış oranlarının daha az olmasının sebepleri aşağıda belirtilmiştir [34];

- Pazarda düşük fiyatlı liflere doğru bir yönelmenin olması. Örneğin koruyucu giysi ve spor çanta gibi alanlarda yüksek fiyatlı naylon yerine polyester lifi kullanımı.
- Özellikle tıbbi tekstillerin ve mobilya uygulamalarında yüksek fiyatlı dokuma ve örme kumaşların yerini daha düşük maliyetli tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşların alması.
- Örneğin kord kumaşı gibi yavaş büyüme oranına sahip materyaller birim başına yüksek fiyata sahip iken, lif takviyeli kompozitler gibi hızlı büyüyen materyaller birim başına düşük fiyata sahiptir.

Aşağıdaki Tablo, yüzyılın ilk yıllarında gelişmiş dünyada doymuş pazarların ve ekonomik büyüme oranındaki yavaşlamanın teknik tekstil tüketimine olan etkisini göstermektedir. 2000 ile 2005 yılları arasında hem Avrupa’da ve hem de Amerika’da yıllık %2.8’lik büyüme beklenmektedir. Bunun yanında büyüme lokomotif durumundaki Asya’da 1995 ile 2005 yılları arasında yıllık %4.0 ve 2005 ile 2010 yılları arasında %4.6’ya varan oranlarda büyüme beklenmektedir [34].

Tablo II.1: 1995-2010 Yılları Arasında Dünya’da Bölgesel Teknik Tekstil Tüketimi (000ton) [34].

Bölge	Yıllar				Yıllık Büyüme Oranı %		
	1995	2000	2005	2010	95-00	00-05	05-10
Amerika	4288	5031	5777	6821	% 3.2	% 2.8	% 3.4
Avrupa	3494	4162	4773	5577	% 3.6	%2.8	%3.2
Asya	5716	6963	8504	10645	% 4.0	% 4.1	% 4.6
Diğer Ülkeler	473	558	628	730	% 3.3	% 2.4	% 3.1
Toplam	13971	16714	19683	23774	%3.7	%3.3	%3.8

Bu alanda 150 teknik tekstil materyali 12 farklı uygulama alanında gruplandırılmıştır. Bu 12 farklı uygulama alanı, tarım tekstilleri, yapı tekstilleri, giyim tekstilleri, Jeotekstiller, ev tekstili, endüstriyel tekstiller, tıbbi tekstiller, ulaştırma tekstilleri, paketleme tekstilleri, koruyucu tekstiller, spor tekstilleri ve ekolojik tekstillerdir [34].

Tarım Tekstilleri	Tarım, bahçecilik, ormancılık, balıkçılık
Yapı Tekstilleri	Yapı ve inşaat alanında kullanılan materyaller
Giyim Tekstilleri	Ayakkabı ve giysi için kullanılan fonksiyonel materyaller
Geo Tekstiller	Jeotekstiller ve inşaat mühendisliği materyalleri
Ev Tekstilleri	Ev içerisinde kullanılan materyaller; mobilya ve yer kaplama materyalleri
Endüstriyel Tekstiller	Filtrasyon ve Sanayide kullanılan diğer materyaller
Tıbbi Tekstiller	Hijyen ve tıbbi materyaller
Ulaştırma Tekstilleri	Ulaştırma donanımları ve kumaşları
Ekolojik Tekstiller	Çevresel koruyucu materyaller
Paketleme Tekstilleri	Paketleme, depolama, koruma materyalleri
Koruyucu Tekstiller	Kişisel ve mülk koruma materyalleri
Spor Tekstilleri	Spor ve serbest zamanlarda kullanılan materyaller

Tablo II.2: 1995-2010 Yılları Arasında Tahmini Dünya Teknik Tekstil Tüketim Rakamları (000ton) [34].

Uygulama Alanı	Yıllar				Yıllık Büyüme Oranı %		
	1995	2000	2005	2010	95-00	00-05	05-10
Tarım Tekstilleri	1173	1381	1615	1958	% 3.3	% 3.2	% 3.9
Yapı Tekstilleri	1261	1648	2033	2591	% 5.5	% 4.3	% 5.0
Giyim Tekstilleri	1072	1238	1413	1656	% 2.9	% 2.7	% 3.2
Geo Tekstiller	196	255	319	413	% 5.4	% 4.6	% 5.3
Ev Tekstilleri	1864	2186	2499	2853	% 3.2	% 2.7	% 2.7
Endüstriyel Tekstiller	1846	2205	2624	3257	% 3.6	% 3.5	% 4.4
Tıbbi Tekstiller	1228	1543	1928	2380	% 4.7	% 4.6	% 4.3
Ulaştırma Tekstilleri	2117	2479	2828	3338	% 3.2	% 2.7	% 3.4
Paketleme Tekstilleri	2189	2552	2990	3606	% 3.1	% 3.2	% 3.8
Koruyucu Tekstiller	184	238	279	340	% 5.3	% 3.3	% 4.0
Spor Tekstilleri	841	989	1153	1382	% 3.3	% 3.1	% 3.7
Eko Tekstiller	161	214	287	400	%5.9	%6.0	%6.9
Toplam	13971	16714	19683	23774	% 3.7	% 3.3	% 3.8

Tablo II.3: 1995-2010 Yılları İçerisinde Teknik Tekstil Uygulama Alanlarının Üretim ve Maddi Değerine Göre Sıralanması [34].

Uygulama Alanı	Üretim Miktarı			Maddi Değeri		
	2000 Sıralama	2010 Sıralama	2000-2010 Sıra-Büyüme	2000 Sıralama	2010 Sıralama	2000-2010 Sıra-Büyüme
Paketleme Tekstilleri	1	1	8	10	10	6
Ulaştırma Tekstilleri	2	2	10	1	1	12
Endüstriyel Tekstiller	3	3	4	3	2	3
Ev Tekstilleri	4	4	12	4	5	11
Yapı Tekstilleri	5	5	3	6	4	4
Tıbbi Tekstiller	6	6	5	8	7	5
Tarım Tekstilleri	7	7	7	7	8	7
Giyim Tekstilleri	8	8	11	5	6	9
Spor Tekstilleri	9	9	9	2	3	8
Geo Tekstiller	10	10	2	12	12	2
Koruyucu Tekstiller	11	11	6	9	9	10
Ekotekstiller	12	12	1	11	11	1

Tablo II.3. 'de uygulama alanları, 2000 ile 2010 yılları arasında üretim miktarı, maddi değer ve büyüme hızı da dikkate alınarak sıraya dizilmiştir. Üretim miktarı göz önüne alındığında paketleme ve taşıma tekstillerinin en büyük sektör olduğu tabloda görülmektedir. Ancak bu uygulama alanların büyüme rakamları çok düşüktür. Üretim bakımından en fazla büyümenin eko tekstillerde, jeotekstillerde ve koruyucu tekstillerde olacağı beklenmektedir. Üretim miktarı ve maddi boyutu arasındaki fark en çok paketleme tekstillerinde görülmektedir. Dünyada paketleme

tekstili üretimi çok fazladır. Ancak bu materyallerin fiyatları düşüktür. Buna karşın spor tekstillerinin dünyada üretimi azdır ancak birim ürün başına fiyatı yüksektir [34].

Tablo II.4: 1995-2010 Yılları Arasında Dünya’da Teknik Tekstil Alanında Kullanılan Hammadde Lif Türleri (000ton) [34].

Polimer/ Lif Tipi	Yıllar				Yıllık Büyüme Oranı %		
	1995	2000	2005	2010	95-00	00-05	05-10
Doğal	3125	3462	3839	4447	% 2.1	% 2.1	% 3.0
Yapay/ Anorganik	10846	13252	15843	19327	% 4.1	% 3.6	% 4.1
Toplam	13971	16714	19683	23774	% 3.7	% 3.3	% 3.8

Teknik tekstil alanında mukavemetli ve çok yönlü oldukları için daha çok sentetik, rejenere ve anorganik esaslı lifler tercih edilmektedir. Bu liflerin 1995 yılında %78 olan payının, 2010 yılında %81’in üzerine çıkacağı tahmin edilmektedir. Çuval, halat ve halı tabanı gibi ürünlerin üretiminde kullanılan pamuk, jüt ve daha az miktardaki sisal gibi doğal liflerin payı 2000 yılında %21 olarak tespit edilmiştir [34].

Tablo II.5: 1995-2010 Yılları Arasında Dünya’da Teknik Tekstil Alanında Kullanılan Üretim Lif Türleri (000ton) [34].

Polimer/ Lif Tipi	Yıllar				Yıllık Büyüme Oranı %		
	1995	2000	2005	2010	95-00	00-05	05-10
Polimer/Lif	6186	7855	9647	12027	% 4.9	% 4.2	% 4.5
Kesikli İplik	3112	3401	3631	4039	% 1.8	% 1.3	% 2.2
Filament/Şerit İplik	4673	5458	6404	7708	% 3.2	% 3.2	% 3.8
Toplam	13971	16714	19683	23774	% 3.7	% 3.3	% 3.8

Kullanılan lif ve iplik türü bakımından teknik tekstiller pazarında; filament iplikler, şerit iplikler, filament ve tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşların üretiminde polimer lifler, tarak makinesinde tülbent haline getirilir. Kompozitler ve lif dolgularının üretiminde ise kesikli lifler hakimdir. Bu teknolojilerde ve mamul ürünlerde çoğunlukla yapay lifler ve anorganik lifler tercih edilmektedir. Polimer ve kesikli liflerin kullanımının çok hızlı bir şekilde 2010 yılına kadar yıllık %4’den daha fazla oranla büyüyeceği tahmin edilmektedir. Kesikli liflerden üretilen iplikler pazarda önemli bir paya sahiptir ancak 2000 yılında toplam giysi ve ev tekstili

üretiminden toplamından daha az oranda tüketilmiştir. Bu durum kesikli liflerden üretilen ipliklerin mukavemetlerinin düşük olduğunu ve teknik uygulamalarda tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşlara olan talebin arttığını açıkça göstermektedir [34].

Tablo II.6: 1995-2010 Yılları Arasında Dünya’da Mamul Ürün Türüne Göre Teknik Tekstil Tüketimi (000ton) [34].

Mamul Tekstil Ürün Tipi	Yıllar				Yıllık Büyüme Oranı %		
	1995	2000	2005	2010	95-00	00-05	05-10
Eğrilmemiş Lif	3289	4004	4774	5763	% 4.0	% 3.6	% 3.8
İplik Türünde Ürünler	1382	1570	1776	2079	% 2.6	% 2.5	% 3.2
Kumaşlar	9300	11140	13133	15932	% 3.7	% 3.3	% 3.9
Toplam	13971	16714	19683	23774	% 3.7	% 3.3	% 3.8

Dünya’da teknik tekstil alanında tüketilen kumaşların üçte ikisini tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşlar oluşturmaktadır. Bu rakam, tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşların teknik tekstil içerisindeki öneminin arttığını göstermektedir. Eğrilmemiş lifler kapsamından iplik haline dönüştürülmemiş ürünler anlaşılmalıdır. Eğrilmemiş lifler teknik tekstil pazarının yaklaşık olarak dörtte birini oluşturmaktadır. Bu durum, kompozitlerin içerisinde ve dolgu amaçlı olarak lif kullanımının arttığını göstermektedir. Kompozit üretiminde de çoğunlukla işlem görmemiş lifler kullanılmaktadır. İplik esaslı ürünlerin teknik tekstiller içerisindeki payı az fakat önemlidir. İplik esaslı materyaller olarak iplik, halat, balık oltası v.b. sayılabilir.

II.3.1.1. Paketleme Tekstilleri

Paketleme tekstilleri üretim miktarı bakımından teknik tekstiller içerisinde en büyük alanı oluşturmaktadır. Bu alan içerisine çuval kumaşları da dahildir. Paketleme tekstillerinin fiyatı ise yüksek değildir. 2000 yılında paketleme alanında 2.6 milyon ton civarında materyal tüketilmiştir. Bu tekstillerin maddi değerinin 4.4 milyar \$ tutarında olduğu tahmin edilmektedir. Paketleme tekstillerinin 2010 yılına kadar 3.6 milyon ton üretim miktarına ve 6.6 milyar \$ maddi değere ulaşacağı tahmin edilmektedir. Büyüme oranı tüm teknik tekstillerin ortalama büyüme oranıyla

orantılıdır. Bu alan içerisinde, çanta ve torba olarak kullanılan ağır dokuma kumaşlardan, çay poşetlerine, uzun ömürlü kağıtlar ve diğer yiyecek ve endüstriyel materyallerin paketlenmesinde kullanılan hafif tülbent, tülbent esaslı kumaşlara kadar birçok çeşit kumaş bulunmaktadır. Büyük paketleme materyaline ve bağlama materyallerine olan talep ekonomik büyüme, endüstriyel üretim ve ticaret ile yakın ilişkilidir. Paketleme alanında yapıştırıcı etkili bantlar ve plastik folyolarda çok miktarda kullanılmaktadır. Tüketicilere yönelik paketleme alanında tekstil materyallerinin kullanımı hala sınırlıdır ve fakat gelişmiş ülkelerde büyük oranda kullanılmaktadır. Ayrıca tüketici harcamalarının ve gelirlerinin artmasıyla, yiyecek kirlenmesine karşı önlemlerin artırılmasıyla ve tüketicilerin paketlenmiş güvenli yiyecekleri tercih etmesiyle talebin ileriki 10 yılda artacağı tahmin edilmektedir.

II.3.1.2. Ulaştırma Tekstilleri

Ulaştırma tekstilleri yavaş büyüyen ancak çok oturmuş bir sektördür. Maddi açıdan bakıldığında taşıma tekstilleri teknik tekstiller içerisindeki en değerli pazar konumundadır. 2000 yılında taşıma tekstilleri 25.6 milyar \$ değerindedir. Bu tekstillerin 2010 yılına kadar 29.3 milyar \$ değerine ulaşacağı tahmin edilmektedir.

Araba başına kullanılan tekstil materyali tüketimi fonksiyonel kullanım alanı kapsamında azalmaktadır. Ancak, yeni hava yastığı uygulamaları, köpük malzemelerinin yerini tülbent esaslı kumaşların ve kompozit yapıların alması ve araç içerisindeki kabin hava filtreleri gibi tekstil materyallerinin araç içerisinde kullanılabileceği birçok alan vardır. Kamyon örtüleri de taşıma sektöründeki önemli tekstil materyal kullanım alanlarından biridir. Yüksek tasarımlı perde sistemleri, kalın dokuma kayış türü bağlama kumaşları, halatlar ve kalın su geçirmez branda tarzı kumaşlar taşıma alanında kullanılan diğer ürünlerdir. Yüksek performanslı döşemelik kumaşlar, otobüs, tren, tramvay gibi toplu taşıma araçlarında önemli bir rol oynar. Emniyet kemerleri de güvenli bir seyahat için gerekli bir materyaldir. Havacılık alanında kullanılan kumaş ve diğer tekstil materyallerine daha sıkı performans ve güvenlik standartları uygulanır. Kompozit materyaller özellikle cam lifi esaslı kompozit materyaller denizcilik alanında tekne yapımında kullanılmaktadır. Denizcilik ise, halat ürünlerinin kullanıldığı başlıca sektördür [34].

II.3.1.3. Endüstriyel Tekstiller

Teknik tekstiller içerisinde hem üretim miktarı hem de maddi değer bakımından üçüncü sırada endüstriyel tekstiller yer almaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde endüstriyel proseslerin içerisine yeni tekstil materyallerin ilave edilmesi

sonucunda bu alanın büyüme oranı ortalamanın üzerinde seyretmektedir. Birim kumaş değerlerinde azalma olmasına rağmen, 2010 yılına kadar olan tahmin süresi içerisinde maddi boyutta en büyük sektörlerden biri olacaktır.

Teknik tekstiller birçok farklı şekilde sanayiye hizmet etmektedir. Endüstriyel tekstiller; sanayi materyallerinin ayrılması ve yabancı maddelerden temizlenmesi, prosesler arasında materyallerin taşınması, aşındırıcı tabaka ve diğer kaplama kumaşların içerisinde zemin materyali olarak kullanılması, sıvı ve atıkların temizlenmesi gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Endüstriyel tekstil alanında, hafif tülbent esaslı kumaşlardan, örme ağ yapısındaki kumaşlara, fırçalar ve ağır kaplanmış bant kayışlarına kadar birçok farklı tekstil ürünü bulunmaktadır. Özellikle maddi bakımından endüstriyel tekstiller teknik tekstil içerisinde en büyük alanlardan birini oluşturmaktadır. 2000 yılında tüketilen endüstriyel tekstiller 2.2 milyon ton civarındadır ve 13.4 milyar \$ değerindedir. Endüstriyel tekstillerin tüm teknik tekstillerin ortalama büyüme oranından daha fazla oranda büyüyeceği ve 2010 yılında bu rakamların 3.25 milyon tona ulaşacağı tahmin edilmektedir.

Endüstriyel tekstiller aşındıkça belli bir zaman süresi içerisinde değiştirilen materyallerdir. Netice olarak, endüstriyel tekstillere olan talep, endüstriyel faaliyetlerle oranlı olarak artar ve ya azalır. Geniş anlamda endüstriyel tekstillere olan talep artışı, başlıca;

- Materyal kontrol, taşıma ve proses otomasyon seviyesindeki artış,
- Çevreye duyarlılığının artması gibi faktörlere bağlıdır.

Bu materyallerin kullanım miktarı aynı zamanda o ülkenin sanayileşme seviyesine, yerel işçilik ücretlerine, o toplumun daha temiz ve daha güvenli bir çevreye olan duyarlılığına bağlıdır.

Sonuç olarak gelişmekte olan ülkelerde endüstriyel tekstillere olan talep daha fazla olacaktır. Bu bölgelerde büyüme oranı batı dünyasından hem daha fazladır hem de işçilik ücretlerinin, çevreye duyarlılık ve otomasyonun artması endüstriyel teknik tekstillerin gelişmesine katkı sağlayacaktır. Asya bölgesinde özellikle Hindistan ve Çin gibi ülkelerde ileriki yıllarda yüksek büyüme oranı beklenmektedir [34].

II.3.1.4. Ev Tekstilleri

Ev tekstilleri, tüm teknik tekstiller içerisinde hem üretim miktarı hem de maddi açıdan dördüncü en büyük sektördür. Bu sektördeki büyüme oranı diğerleri içerisinde en düşük olanıdır. Teknik tekstiller, ev içerisindeki mobilya, yer kaplaması, perde

gibi birçok eşyanın üretiminde önemli rol oynar. Halı tabanı, perde şeritleri, mobilya ve yatak gibi eşyalar için lif dolgu ve vatka türü malzemeler örnek olarak sayılabilir. 2000 yılında bu sektörde yaklaşık olarak 2.2 milyon ton ağırlığında tekstil materyali kullanılmıştır. Bu rakamın 2010 yılına kadar 2.9 milyon tona yükseleceği ve maddi değer olarak 8.8 milyar \$ tutarında olacağı beklenmektedir.

Halı, mobilya kumaşları gibi çok geleneksel ev tekstil ürünleri ve yatak pazarı Avrupa ülkelerinde çok olgunlaşmış durumdadır. Bunun yanı sıra gelişmekte olan ülkelerde zengin orta sınıf ailelerin sayısının artması ve kullanılabilir gelirlerin yükselmesiyle bu sektörde artış beklenmektedir.

Hindistan ve Çin gibi ülkelerde son yıllarda ev içerisinde kullanılan teknik tekstillerin tüketimi artmıştır. Bu sektörün bu ülkelerde kısa vadede yıllık %5’lik bir artış ile büyüyeceği tahmin edilmektedir. Standartlar ve tarzlar daha uluslararası hale geldiğinde, endüstrileşme dünya ile entegre olduğunda bu büyüme daha da artacaktır. Düşük maliyetli üreticiler ticari olanaklarını artırarak daha gelişmiş pazarlara bu sayede girebilecektir, batıdaki kurulmuş firmalarda gelişmekte olan ülkelere olan ihracatlarını artıracaktır.

Ev tekstili içerisindeki birçok materyale olan talep ekonomik sistem ile yakın ilişki içerisinde. İlk olarak bu sektördeki yatak, halı, mobilya gibi materyaller kolay bir şekilde ertelenebilen tüketici materyalleridir.. İkinci olarak bu alandaki materyallerin satışı yüksek oranda dönemsel ev pazarı ile ilgilidir [34].

II.3.1.5. Yapı Tekstilleri

Üretim hacmi bakımından beşinci en büyük kullanım alanı olan yapı tekstilleri en hızlı büyüyen sektörlerden biridir. Bu durum kısmen kompozit kullanımındaki hızlı büyümenin bir sonucudur. (Örneğin rüzgar türbinlerinde, lif esaslı lif takviyeli betonarme alanında) Yüksek büyüme oranı, geleneksel klasik yapı materyallerinin yerini yeni tekstil materyallerinin almasından kaynaklanmaktadır [34].

İnşaat ve mimari uygulamalarda tekstil materyalleri paylarını artırmaktadır. Günümüzde özellikleri eşit veya daha üstün olan tekstil materyalleri, klasik materyallerin yerini almaktadır. Tekstil materyalleri diğer materyaller ile

karşılaştırıldığında hafiflik, sağlamlık ve esneklik, kimyasal maddelerle bozunmaya, çürümeye karşı direnç gibi artı özelliklere sahiptir.

2000 yılında 1.65 milyon ağırlığında yapı tekstili tüketilmiştir. Bu materyallerin maddi değeri 5.9 milyar \$'dır. Bu üretim hacminin 2010 yılında 2.6 milyon tona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Yapı tekstilleri tüm teknik tekstiller içerisinde en hızlı büyüyen uygulama alanlarından birisidir.

Tüm inşaat alanlarında tekstil materyallerinin kullanımı, genel anlamda ekonomik gidişatla ve yapı sektörünün içerisinde bulunduğu değişimlerle yakın ilişki içerisinde. Bu sektör mevsimlik ve dönemsel bir yapıya sahiptir. Bunun yanı sıra inşaat sektörünün tüm ekonomik göstergelerden daha hızlı büyüyeceği tahmin edilmektedir. Bu kısmen hızlı nüfus artışının ve birçok Batı ülkesinde çok nüfuslu aile sayısında azalma olmasının bir sonucudur. Aynı zamanda yeni mağazacılık kavramlarının gelişmesi ve hizmet sektörünün büyümesi, dükkan ve ofis inşaatlarının artmasını sağlayacaktır.

Olimpiyat oyunları ve dünya futbol şampiyonası gibi faaliyetler sebebiyle, gerilme direnci yüksek kumaşların tüketimi, inşaat tekstillerinden çok fazla değişkenlik gösterir.

İnşaat alanında tekstil materyallerinin kullanım miktarı ve tüm inşaat tekstil materyali kullanımı, inşaat tekstillerinin büyüme oranının artmasına katkı sağlayacaktır. Rüzgar türbini ve betonarme gibi kompozit uygulamalarda lif kullanımının artması beklenmektedir [34].

II.3.1.6. Tıbbi Tekstiller

Tıbbi tekstiller, teknik tekstiller içerisinde ortalamanın üzerinde büyüme oranına sahiptir. Tıbbi tekstillerin faaliyet alanı içerisinde, hem doğrudan tüketiciye hem de tıbbi pazarlara yönelik sağlık ve hijyen alanında kullanılan tüm tekstil materyalleri yer almaktadır. Bu alanda gösterdiği performans ve birim fiyatı bakımından çok değişik birçok ürün bulunmaktadır. Kullanım alanına bakıldığında birçok tıbbi materyal bir defa kullanımlıdır. Tıbbi tekstil alanında kullanılan materyallerin büyük çoğunluğunu tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşlar oluşturmaktadır [34].

2000 yılında dünya çapında tıbbi ve hijyenik uygulama alanlarında 1.5 milyon ton ağırlığında tekstil materyali tüketilmiştir. Bu materyallerin maddi boyutu 5.4 milyar \$ tutarındadır. 2010 yılına kadar bu rakamın yıllık %4 artışla 2.4 milyon tona varacağı ve 8.2 milyar \$ değerine ulaşacağı tahmin edilmektedir.

Yaşlanma, daha uzun yaşama ve sağlık, bakım gibi konulara daha meraklı olan zengin nüfus gibi etkenler sebebiyle gelişmiş ülkelerde tıbbi tekstil sektörü sağlam bir büyüme potansiyeline sahiptir. Tıbbi/hijyenik bir defa kullanımlık materyaller içerisinde yaşlılar için nem, sıvı tutucu materyallerin yüksek kazanç getireceği tahmin edilmektedir.

Gelişmekte olan ülkelerde, hızlı büyüme, şehirleşme, genç ve marka bilinçli nüfusun artmasının bir sonucu olarak, tıbbi tekstillere özellikle bir defa kullanımlık emici materyallere olan talebin önemli oranda artacağı beklenmektedir. Bayan hijyenik materyaller bu bölgelerde hızlı bir şekilde kabul görmeye başlamıştır. Bir defa kullanımlık yatak örtülerinin, cerrahi giysilerin, başlıkların ve eldivenlerin kullanımı sürekli artmaktadır ve bu materyaller Çin gibi ülkelerdeki hastanelerde çokça kullanılmaktadır [34].

II.3.1.7. Tarım Tekstilleri

Tarım tekstilleri ve giyim tekstilleri benzer büyüklükteki uygulama alanlarıdır. Tarım tekstilleri alanında kullanılan materyallerin birim başına fiyatı düşüktür. Bu alanda tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşlar sıklıkla kullanılmaktadır. Tarım tekstilleri sektöründeki teknik tekstil uygulamaları, materyallerin ve hayvanların yetiştirilmesi ile ilgili tüm aktiviteleri içermektedir. Kullanım alanları, mahsul üretiminden, ormancılığa, bahçecilikten, hayvan ve kümes hayvanları yetiştiriciliğine ve balıkçılığa kadar değişiklik göstermektedir.

2000 yılında tarım sektöründe kullanılan materyaller tüm teknik tekstiller içerisinde ağırlık bakımından yaklaşık olarak %8'lik bir kısmı, maddi açıdan bakıldığında %6'lık kısmı oluşturmuştur. Tüketim rakamının 2000 ile 2010 yılları arasında yıllık bileşik %3.5'luk büyüme oranıyla 1.4 milyon tondan 2.0 milyona çıkacağı tahmin edilmektedir [34].

Balıkçılık, tekstil materyallerinin tüketildiği büyük alanlardan birisidir. Bunun yanı sıra, dünyada balık stoklarının azalması ve balık avlama filolarının anlaşmalar yapması gibi nedenler sonucunda balıkçılık sektörünün büyümesi sınırlanmıştır. Balık avlama yöntemleri daha endüstriyel olmaya başlamıştır. Eski küçük çaplı ağ ve

olta ile balık avlanma teknikleri değişmektedir. Bunun yanı sıra çok büyük çaplı ağların kullanılmasına karşı toplumda çevre bilinci gelişmektedir. Toplum baskısı bu büyümeyi durdurabilir. Bu sektörler ağlardan ve halat türü tekstil materyallerinden daha az aşınma ve daha uzun süre suda kalabilme, sağlamlık gibi farklı özellikler beklenir [34].

Toprak ile ilgili alanlarda kullanılan tarım tekstilleri içinde özellikle tülbent esaslı kumaşlar geleceğe yönelik iyi işaretler vermektedir. Tarım uygulamaları gelişmiş ülkelerde bile büyük oranda değişmektedir.

Birçok gelişmiş ülkede, tarım ve bahçeciliğe ayrılan toprak arazisi azalmaktadır. Bu sebepten üreticiler mevcut tarım arazilerinden çok daha fazla ve daha sık sürelerde mahsul almak istemektedir. Sonuçta tarım arazileri çok yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Tarım tekstilleri bu hedefin yerine getirilmesinde örneğin bitkiler ve hayvanlar için iklimi, havayı suni olarak kontrol ederek üreticiye yardımcı olabilir. Buna yanı sıra maliyetleri yüksek olduğundan dolayı tarım alanında tekstil materyallerinin kullanımı sınırlanmaktadır [34].

II.3.1.8. Spor Tekstilleri

Spor tekstilleri üretim miktarı olarak teknik tekstiller içerisinde en küçük alanlarından birini oluşturmaktadır. Ancak bu alanda pahalı lifler ve kaplama maddeleri kullanılması sebebiyle, birim başına ürün fiyatları yüksektir. Maddi yönden bakıldığında spor tekstilleri teknik tekstiller içerisinde ikinci en büyük sektördür. Spor tekstilleri sektörünün büyüme oranı çok yüksek değildir. Bunun nedeni sporcu çantası gibi bu alanda üretilen ürünlerin bir olgunluğa ulaşmış olmasıdır.

Dünya çapında spor olaylarına ve dışarıda boş vakti değerlendirmeye yönelik faaliyetlere olan ilgi ve katılımın artması sonucunda, spor ile ilgili ürünlerin ve cihazların kullanımı artmış ve sonuçta bu cihazlarda kullanılan tekstil materyallerinin tüketiminde büyük artış olmuştur. Sentetik lifler ve kaplama maddeleri, pamuklu kumaşlar ve diğer doğal lif esaslı tekstil materyallerinin yerini almıştır [34].

Üretim miktarı açısından baktığımızda, spor tekstillerinin üretimi azdır. 2000 yılında 1 milyon tondan daha az oranda tüketilmiştir. Birçok spor tekstili ürünleri doğrudan müşteriye sunulabilecek ölçüde bitmiş ürün olduğundan, bu ürünlerde yüksek performanslı lifler ve ileri teknoloji ürünü kaplama maddeleri kullanıldığı için bu ürünlerin birim başına fiyatları çok yüksektir. Maddi açıdan bakıldığında 2000 yılında spor tekstilleri tüm teknik tekstiller içerisinde ikinci en büyük sektörü

oluşturmaktaydı. 2000 yılında spor tekstilleri sektörünün maddi boyutu yaklaşık 13.9 milyar \$ değerindeydi. Spor çantaları, tekstil çantaları gibi olgunlaşmış ürünlere sahip bölgelerde, spor tekstillerinin sektörünün büyüme oranı düşüktür [34].

Diğer spor ile ilgili ürünlerin tüketimindeki artış, aşağıda sayılan toplumsal ve sosyolojik faktörlere bağlıdır;

- Boş zamanların sayısının artması
- Sağlıkla ilgili faaliyetlere yaşlı nüfusun gösterdiği ilgi
- Spor faaliyetlerine bayan nüfusun katılımının artması
- Kayak, golf, yelken gibi spor faaliyetlerin varlığı, bunlara katılabilme olanağı ve bu sporlara katılım sayısının artması
- Tekerlekli ayakkabı, snowboard gibi yeni sporların ortaya çıkması
- Bina, tesisat vb. spor imkanlarının artması

Birçok durumda, daha hafif, daha güvenli, daha ucuz, spor malzemelerinin ve kıyafetlerinin olması gibi faktörler spor faaliyetlerine katılımı artırmaktadır.

Amerika gibi spor faaliyetlerine katılım oranının yüksek olduğu ve hala artarak devam ettiği gelişmiş ekonomilerde spor ürünlerinin tüketimi çok yüksektir. Bunun yanı sıra, yaşama standartları ve yaşam tarzları hızlı bir şekilde değişen gelişmekte olan ülkelerde, spor tekstillerinin hem üretim ininin hem de tüketiminin orta ve uzun vadede çok hızlı bir şekilde artış göstermesi beklenmektedir [34].

II.3.1.9. Geotekstiller

Jeotekstiller; destek, drenaj veya ayırma amacıyla yer seviyesinde yada yer seviyesinin altında kullanılan dokuma, örme yada tülbent esaslı dokuma olmayan tekstil materyalleri olarak tanımlanmaktadır. Jeotekstiller, toprak setler, deniz kıyısındaki kıyı tasarım projelerine ilaveten binaların, köprülerin, barajların, otoyolların, tren yollarının, yaya yollarının inşaatları dahil birçok alanda kullanılmaktadır.

Jeotekstiller diğer teknik tekstiller içerisinde en yüksek büyüme oranına sahip olacağı tahmin edilmektedir. 2000 ile 2005 yılları arasında yıllık %4.6 oranında büyüme oranı, 2005 ile 2010 yılları arasında ise yıllık %5.3 oranında artış beklenmektedir [34].

Jeotekstil pazarı yüksek büyüme gösteren bir sektördür. Ancak diğer uygulama alanlarıyla karşılaştırıldığında, en az tekstil materyalinin kullanıldığı sektör gene jeotekstildir. 2000 yılına bakıldığında bu alanda 250000 ton'dan biraz fazla tekstil

materyali tüketilmiştir. Bu rakam tüm teknik tekstil pazarının %1.5'i demektir. Bu pazarın maddi boyutu 0.75 milyar \$ ölçüsündedir.

Jeotekstil pazarı ekonomik büyümedeki değişimlere karşı çok hassastır. Ulusal ve bölgesel idareciler büyük çaplı alt yapı projelerine fon oluşturmaktadır. Başarılı Batı ekonomilerindeki idareciler geçtiğimiz on yıl içerisinde büyük projelere yatırım yaptılar. Kuzey Amerika ve Batı Avrupa ekonomileri yavaşladığı için, idareciler şu anda yol yapım gibi alt yapı çalışmalarına mümkün olduğu kadar daha az oranda kaynak aktarmaktadır. Gelecek on yıl içerisinde ve daha ileri yıllarda Asya ve diğer dünyanın gelişmekte olan bölgelerinde alt yapı projelerini destekleyici programları görme olasılığı yüksektir [34].

II.3.1.10. Koruyucu Tekstiller

Koruyucu tekstiller üretim miktarı yönünden teknik tekstiller içerisinde en küçük boyuttaki uygulama alanlarından birisidir. Ancak koruyucu tekstillerin birim materyal başına maddi değeri yüksektir. Koruyucu tekstillerin gelişmekte olan ülkelerde tüketimi artmaktadır. Bu alanda Batı pazarlarında bir durgunlaşma göze çarpmaktadır.

Koruyucu tekstiller, birçok farklı koruyucu kıyafet yapımında kullanılan tüm tekstil materyallerini ve ürünlerini kapsamaktadır. 2000 yılında tüm teknik tekstil uygulama alanları içerisinde en az miktarda üretilen materyal grubu koruyucu tekstillerdir. 2000 yılında 250000 ton'dan daha az miktarda koruyucu tekstil üretimi yapılmıştır. Bu rakam toplam teknik tekstillerin %1.4'ünü oluşturmaktadır. Koruyucu tekstillerin 2000 yılındaki maddi değeri 5.2 milyar \$ idi. Buradan anlaşıldığı gibi koruyucu tekstil materyallerinin birim başına maddi değeri yüksektir.

Son yıllarda gelişmiş ülkelerde özel ve geleneksel üretim sanayisinde çalıştırılan insan sayısında azalma olmuştur. İşyerlerinde robotların, otomasyon sistemlerinin ve güvenlik cihazlarının kullanılması ile tehlikesi ile karşı karşıya kalan insan sayısı hem azaltılmaya ve hem de önlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmalar koruyucu kıyafetlere olan talebin azalmasına sebep olmuş ve düşük riskli çalışma ortamlarında kullanılan kıyafetlerin koruyucu özelliği geliştirilmiştir. Bu durum koruyucu tekstillerin kullanımını artırmıştır [34].

Gelişmekte olan ülkelerde sanayileşmenin oranının artması, sağlık, güvenlik ve hijyenik kuralların yerleşmesi ve yaptırımların artması ile, koruyucu özelliğe sahip kıyafetlere olan talep de artmıştır. Uzak doğu ve Çin gibi ülkeler mikro elektronik

parçaların üretiminin yapıldığı ülkelerdir. Bu parçaların üretiminde temiz oda denilen odalara ihtiyaç vardır. Bu odalarda elektronik parçaları kirlerden ve tozlardan korumak için sıcaklık, nem ve havanın kalitesi hassas bir şekilde kontrol edilmektedir. Bu ortamlardaki hava belirli zamanlarda filtrelerden geçirilmekte, toz parçaları ortamdan uzaklaştırılmaktadır. Bu odalarda silikon çipler, sabit diskler ve uydu gibi cihazlar üretilmektedir. Bu odalarda kullanılan giysilerde koruyucu tekstil kapsamında yer almaktadır. Bu ülkelerde elektronik üretiminin bir sonucu olarak bu tip koruyucu giysilerin kullanımı artmıştır.

Koruyucu materyaller sektörünün büyümesindeki en önemli neden günlük yaşamda doğrudan tüketiciye yönelik, özellikle su geçirmez nefes alabilir, yüksek performanslı koruyucu materyallere olan talebin artmasıdır [34].

II.3.1.11. Giyim Tekstilleri

Giyim tekstilleri sektörü tela, dikiş ipliği, yalıtım özelliğine sahip dolgu ve vatka gibi materyalleri kapsamaktadır. Bu materyaller bir görevi yerine getirmek amacıyla, ayakkabı veya giysinin çoğunlukla gizli kısımlarında kullanılmaktadır. Akıllı tekstil materyallerinin geliştirilmesinin bir sonucu olarak bu tip materyallerin teknolojik seviyesi artmaktadır.

Teknik tekstiller içerisinde giyim tekstilleri orta büyüklükte ve büyüme oranı çok düşük olan bir sektördür. 2000 yılında giyim tekstilleri alanında 1.2 milyon ton tekstil materyali tüketilmiştir. Bu materyallerin maddi değeri 5.2 milyar \$ dır. Bu tüketim rakamının yavaş bir büyüme ile 2010 yılında 1.7 milyon ton rakamına çıkacağı ve 8.3 milyar \$ değere ulaşacağı beklenmektedir.

Giyim tekstilleri içerisinde giysi ve ayak giyecekleri bu sektörün gelişmesine en çok katkı yapan en önemli materyallerdir. Ülkeler zenginleştikçe sahip oldukları gelirin daha az bir miktarını giysi ve ayak giyeceklerine harcadığı için, kişi başına düşen giysi ve ayak giyeceklerine olan talebin, kişi başına gelirden daha düşük hızda tarihi büyüme çizgisini sürdüreceği beklenmektedir. Buna ek olarak dokuma ve örme kumaşların yerini daha hafif tülbent esaslı dokuma olmayan materyallerin alacağı beklenmektedir [34].

Giyim tekstilleri sektörünün uzun vadede yavaş bir şekilde büyümesi beklenmektedir. Giyim tekstillerinin tüketimi, Amerika pazarına hizmet eden Meksika, Orta Amerika ve Karayipler gibi bölgelere ek olarak Güney Doğu Asya ve Çin gibi düşük maliyetli giysi kesim ve dikim alanlarında toplanacak ve gittikçe artacaktır [34].

II.3.1.12. Ekolojik Tekstiller

Ekolojik tekstiller de teknik tekstiller içerisinde yer almaktadır. Bu sektör hem üretim hem de maddi değer bakımından çok küçük boyuttadır. Ancak dünyada ekolojik ve çevre konularına olan ilginin artması sebebiyle, ekolojik tekstillerin 2010 yılına kadar yıllık %6 ile %7 arasında bir büyüme göstermesi sürpriz değildir [34].

II.4. KORUYUCU GİYSİLERDE KULLANILAN LİFLERVE ÖZELLİKLERİ

II.4.1. Yüksek Performanslı Lifler

Dünya tekstil sanayinde önceleri çok önemli yer tutan doğal lifler gün geçtikçe yerlerini sentetik liflere bırakmışlardır. Fakat kullanım alanları genişledikçe sentetik liflerin yetersizliği ortaya çıkmıştır. Gelişen teknoloji ile daha önceleri pek gereksinim duyulmayan kumaşlara, giysilere, kaplamalara ihtiyaç duyulmuştur ve bu boşluk teknik liflerin üretilmesiyle kapatılmaya çalışılmıştır.

Bugün teknik tekstil sanayinde oldukça geniş kullanım alanı bulunan teknik lifler veya endüstriyel liflerin üretim hızları artmaktadır. Bu lifler yüksek performanslı liflerdir. "Yüksek performanslı lifler" terimi açıkça tanımlanamamıştır. Bazen, çok sınırlı bir tanımlama ile; kompozitler, özel halat ve şeritler için kullanılan yüksek mukavemetli, yüksek modüllü lif tipleriyle eşit tutulmuş, bazen özellikle aşırı koşullara örneğin aleve, yüksek sıcaklığa ve kimyasallara dayanıklılık gibi özelliklere uygun olarak dizayn edilmiş lifleri kapsamaktadır. Bazen de, tıbbi uygulamaları da kapsayan endüstriyel kullanımlar için dizayn edilmiş özel lifleri ifade etmek amacıyla tanımlanmıştır [27].

II.4.1.1. Güç Tutuşur Polinozik Lifler (Tufban)

Japon Toyoba şirketi tarafından geliştirilen bir çeşit rayon olan polinozik liflere çok az miktarda güç tutuşur madde ilavesiyle LOI değeri %30-32'ye yükseltilecek bir liftir. Lifin piyasadaki adı Tufban olup, önemli özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

- Polinozik life özgü fiziksel özellikler, güç tutuşurluk maddesinin uygulanmasıyla bir değişikliğe uğramamıştır.
- Standart koşullarda lifin geri kazandığı nem yüzdesi 10-12 civarındadır.
- Boyanabilirlik özelliği normal polinozik lifler gibidir.

- Selüloz lifler için uygulanan boyarmadde sınıflarıyla boyanabilir.
- Renk haslıkları polinoziklerle aynıdır.

Yüksek sıcaklıkta yakıldığı zaman siyonojen gazı veya klorin gazı gibi toksik gazlar ortaya çıkmaktadır.

Bu liflerin teknikte kullanım alanları daha çok koruyucu giysiler ve izolasyon materyalleridir [27].

II.4.1.2. Güç Tutuşur PES Lifleri

Diğer doğal ve yapay liflerle karşılaştırıldığında polyester liflerin tutuşma sıcaklığının daha yüksek, alev alma sıcaklığı ve yanma ısısının ise daha düşük olduğu görülmektedir. Bu da, polyester liflerinin yanma tehlikesi çok fazla olmayan lifler olduğunu ispatlar [27].

II.4.1.3. Heim

Bu lifler Japon Toyoba firması tarafından, polyester liflerine %5-7 polifosfanat ilavesiyle LOI değeri yükseltilerek elde edilmiştir. Heim adı altında piyasaya çıkartılan bu lifler %0.6-0.7 kadar fosfor içermektedir. Ancak güç tutuşurluk sağlayıcı katkı maddesi polifosfonat polimer yapıda olduğundan, her bir polyester yapı taşına düşen katkı maddesi sadece 1.5 milimol kadardır. Heim liflerinin güç tutuşur özellik göstermesi polyester eriyiğinin viskozitesini düşürmesinin yanında, fosfor bileşiğinin katalitik etkisiyle parçalanma hızının ve kömürleşme eğiliminin artmasına ve belki de piroliz sonucu oluşan yanıcı gazların azalmasına dayanmaktadır. Heim liflerinin erime noktası 252°C olup, kopma dayanımları normal polyester liflerine kıyasla sadece %6-8 kadar düşüktür. Bu lifler normal polyester liflerine kıyasla daha koyu boyanmakta ve hatta açık-orta ton boyamalarda kaynama sıcaklığında kariyersiz boyanabilmektedir [27].

II.4.1.4. Policell

Du-Pont firması tarafından geliştirilen bu liflerin her biri yüzlerce mikro hücreden oluşmakta ve hücrelerin içerisinde tetraflordikloretan (Freun-12) bulunmaktadır. Kuru bir lif çekim yöntemine göre elde edilen hafif ve hacimli yapıya sahiptirler. Bu yüzden koruyucu giysilerde dolgu malzemesi olarak kullanılırlar [27].

II.4.1.5. Dacron 900F

Du-Pont firmasının piyasaya çıkardığı, tetrabisfenol A'nın etilenoksit katkısını komonomer olarak (%12 kadar) içeren bu kopolyester lifindeki brom miktarı %6 kadardır. Liflerin LOI değeri %28'dir [27].

II.4.1.6. Trevira CS

Kopolimer olarak organik fosfor bileşiği (alkilfosfin türevi) kullanılan bu lifler, Hoechst Firması tarafından üretilmiştir. Liflerdeki fosfor miktarı %1'den az olup, fiziksel ve teknolojik özellikleri normal polyester liflerinden büyük farklılıklar gösterir. Trevira CS liflerinin LOI değeri %28'dir [27].

II.4.1.7. Güç Tutuşur Poliamid Lifler

Poliamid 6.6. liflerinin erime noktası 250°C civarındadır. Bu lifler 150°C kadar mukavemetlerini kaybetmeden dayanırlar. Bu sıcaklıktan sonra ise sararma ve bozulma meydana gelmeye başlar. Genelde, aleve tutulan poliamid lifi önce yumuşar, sonra damlalar halinde erimeye başlar. Tutuşma ısıları 532°C civarındadır. LOI değeri %20'dir.

Son yıllarda moleküller arasında daha sıkı köprü ve zincir bağlarına sahip aromatik poliamidlerin üretimi ile bu liflerin termal özellikleri yüksek ölçüde geliştirilmiştir. Bu tip poliamid liflerinde güç tutuşma özelliği liflerin yapısına katılan aromatik gruplar tarafından sağlanmaktadır [27].

II.4.1.8. Nomex®

Nomex, Du-Pont'un yüksek sıcaklığa dayanıklı meta-aramid liflerinin tescilli ticari markasıdır. Du-Pont Firması tarafından geliştirilen bu poliamid lifi fenilen diamin ile isoftalik asidin kondenzasyonu sonucu edilir. Aromatik diaminler ile teraftalik asidin kondenzasyonu sonucu oluşan bu tip polimerlerin sıcaklığa dayanıklılığı oldukça yüksektir. Bunun nedeni moleküller arasındaki köprü ve zincir bağlarının çok kuvvetli olmasıdır. Nomex'in moleküler yapısı, liflere ısı ve alev direncini, dayanıklılığını ve estetiğin kendine özgü bileşimini kazandırmıştır. Bu esaslara uygun üretilen Nomex lifleri erimez ve akmaz. Yalnızca 380°C'yi aşan sıcaklıklarda karbonlaşmaya başlar. 180°C'ye kadar tamamen dayanıklı olup 260°C'de bir saat süre ile ısıtıldığında mukavemetinin sadece %30'unu kaybeder. Nomex lifleri zor tutuşur, sadece açık alevde yanma gösterir, alevden uzaklaşınca söner, yüksek sıcaklıklarda %2'lik büzülme oluşur. Pamuk ve diğer doğal liflerin aksine Nomex'in koruyucu performansı, sonradan bozulan yüzeysel koruyucu bir işleme bağlı değildir.

Nomex'in ısı ve alev direnci moleküler yapısının bir sonucudur. FR(güç tutuşur) yüzeysel işleme tabi tutulan diğer doğal veya insan yapımı liflerin bir çoğu, termal kazalar sırasında bozunmakta ve yüksek düzeyde zehirli gaz neşretmektedir. Nomex lifleriyle üretilen giysilerin yanma sonrası zehirli gaz çıkarma,neşretme düzeyi FR olarak üretilen liflere oranla oldukça düşüktür. Ayrıca koruyucu performans Nomex'in moleküler yapısının bir işlevi olduğundan sonradan bir yüzeysel işlem gerektirmez. Bu sebeple güç tutuşur bitim işlemi görmüş giysilerin aksine, giysi ne kadar yıkanırsa yıkansın performansı azalmaz.

Özellikle ısı ve aleve karşı korumada Nomex ile Kevlar (Du-Pont'un yüksek dirençli para-aramid lifleri) karışımları kullanılmaktadır. Kevlar ısı karşısında kumaşın çekmesini ve ayrıca alevin giysiyi delmesini önler. Nomex liflerinin hafifliği nedeniyle, bu liflerden üretilen giysiler oldukça rahat ve konforludur. Tulumlar, itfaiyeci ceket ve pantolonları gibi doğrudan alevle karşılaşan giysilerin dışında elektrik üretim ve dağıtım sanayisinde, polis teşkilatlarında, sporcu kıyafetlerinde ve uzay çalışmalarında da nomex koruyucu giysi üretiminde kullanılır [27].

II.4.1.9. HM 50

Teijin şirketinin para-aramid poliamid lifi Hm 50 ısı ve buhar dayanımı açısından oldukça güçlüdür. Hm 50'nin önemli özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

25 g/denier ile son derece yüksek kopma mukavemetine, sıkıştırma ve kesme direncine sahiptir. Mukavemeti çeliğin 7, cam, polyester ve naylonun 2.5 katıdır.

Yüksek değerde boyut stabilizesine sahiptir.

200°C kuru ısıda uzun süre kullanılabilir. Isıtma ile erimez, karbonize olur. Kısa süre için 500°C' ye kadar dayanıklıdır. 140-150°C' de doymuş buharlı (yaş) ısıda uzun zaman dayanması da önemli bir özelliğidir.

Buhara, suya, kimyasallara karşı oldukça dayanıklıdır.

Başta koruyucu giysi olmak üzere, inşaat tekstili, jeotekstil gibi birçok endüstriyel alanda kullanılmaktadır [27].

II.4.1.10. Teijinconex

Isı ve alev dayanımı oldukça yüksektir. 400°C civarında erimeden karbonize olur. Yanma sırasında çok küçük oranda gaz açığa çıkarır. 900-1500°C civarındaki aleve karşı kesin bir söndürme etkisi gösterir. Fiziksel özellikleri polyester ve naylonu andırır. LOI değeri %30-32'dir. Teijinconex'in teknik uygulamaları aşağıda belirtilmiştir [27]:

- Askeri üniformalar, itfaiye üniformaları, otomobil ve motosiklet yarışçısı giysileri gibi aleve dayanıklı giysi imali.
- Endüstriyel materyaller;
- Isı izolatörleri
- Filtre, kayış, ambalaj malzemeleri.

II.4.1.11. Apyeil

Apyeil ısıya dayanıklı ve alev geçirmez özellikleri ile yüksek performanslı meta-aramid tipi bir poliamid lifidir. Apyeil özel eğirme metotları ile filament halinde üretilir. En önemli özelliği ısıya ve aleve karşı dayanıklı olmasıdır. Bunun dışında antistatik özelliği de mevcuttur. Apyeil' in başlıca özellikleri aşağıda belirtilmiştir [27];

Mükemmel ısıya dayanıklıdır. Apyeil 1000 saat kadar 250°C' deki ortamda maruz bırakılırsa dahi orijinal mukavemetinin %80'ini korur. Yüksek sıcaklıktaki boyutsal değişimi %1'den daha azdır. Güç tutuşur bitim işlemi uygulanmaksızın da alev almaz. Aleve tutulduğunda delik oluşmaz. Organik ve inorganik kimyasallara karşı oldukça dayanıklıdır, %40'lık sülfürik asit çözeltisi içerisinde 95°C' de 24 saat sonra mukavemetinin %55'ini korur. Fiziksel özellikleri naylon ve polyestere benzemektedir. İşlenmesi kolaydır. Hem kendi başına hem de pamuk, yün gibi diğer liflerde birlikte eğrilebilir. Isıya dayanıklı diğer liflerde görülen renklenme Apyeil lifinde görülmez. Lif kalınlığı çapı 0.5 denier'den 5 denier'e kadar değişir. Apyeil içine ince karbon partiküllerinin ilavesiyle ısıya dayanıklılığı ve elektrik iletkenliği daha iyi olan "Apyeil X" lifi geliştirilmiştir. Bu lif daha çok küçük miktarlarda kullanılarak herhangi bir mamule elektrik iletkeni kazandırmak amacıyla kullanılır. Ayrıca yüksek sıcaklığa dayanıklı olması nedeniyle Apyeil X lifi pamuk / polyester karışımı kumaşlar için de kullanılabilir.

Apyeil endüstriyel materyaller içinde daha çok ısıya dayanıklılık özelliği sebebiyle, koruyucu giysiler içinde ise daha çok alev almazlık ve aleve dayanıklılık özelliği nedeniyle kullanılır. Apyeil endüstriyel materyal olarak filtreler için en çok aranan bir liftir [27].

II.4.1.12. Kevlar®

Şimdiye kadar geliştirilen en önemli sentetik organik liflerden birisidir. Du-Pont tarafından üretilmektedir. Birçok özelliği bir arada bulundurmasından dolayı, günümüzde sanayi uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Kimyasal olarak para fenilendiamin ile teraftalik asidin polikondenzasyonu ile elde edilen bir para-

amid liftir. Lif poliparafenilen teraftalamid moleküllerinden oluşur. Moleküler oryantasyonu son derece iyidir. Her bir molekül demeti; altı adet karbon atomundan oluşan bir halka üzerinde yer alır. Bu halkalar çok güçlü bağlarla birbirlerine tutunurlar. Her bir karbon halkası etrafında oksijen, hidrojen ve azot atomları dolaşır. Böyle bir zincirde binlerce molekül birbirine bağlanarak polimerin bir makro molekülünü oluşturur.

Kevlar liflerinin ortak özelliği, düşük lif ağırlığına rağmen yüksek kopma mukavemetine sahip olmalarıdır. İlk esneklik modülü oldukça yüksektir. Kevlar ayrıca mükemmel termal, boyutsal stabilizeye ve düşük kopma uzamasına sahiptir. Yanma direnci çok iyidir, alevden çekildiğinde kendi kendine söner ve erimez. Paslanmaya ve birçok kimyasala karşı dirençlidir. Kevlar ısı ve alev dayanıklıdır, iletken değildir; bu da aşınma direncinin daha da artmasına katkıda bulunur. Elektron radyasyonuna karşı dayanıklıdır. Yorulmaya mükemmel direnç gösterir. Bükümlü iplik halinde iyi paketlenbilme özelliğine sahiptir.

Kevlar tip olarak dört ana grupta incelenmektedir; Bunlar; Kevlar, Kevlar29, Kevlar49 ve Kevlar 149'dur. Otomobil lastiği, kuvvetlendirmede , Kevlar29 halat, kablo, kaplı iplikler ve balistik koruma amaçlı materyallerin üretiminde , Kevlar49 ise çoğunlukla kompozit materyallerin kuvvetlendirilmesinde kullanılır. Kevlar 149, Kevlar49'dan daha fazla kristalin bölgeye ve yaklaşık %35 daha büyük modüle sahiptir [27].

Tablo II.7: Kevlar ve Diğer Bazı Liflerin Mukavemetlerinin Karşılaştırılması [27].

	KEVLAR29	KEVLAR49	CAM	ÇELİK	NYLON
Kopma Direnci(cN/tex)	205	205	-	-	86
Kopma Direnci(MPa)	2900	2900	3400	2600	990

Kevlar'ın çubuk benzeri rijit yapısı camlaşma sıcaklığının yüksek olmasını ve düşük çözünürlüğe sahip olmasını sağlar. Bu durum konvansiyonel eğirme teknikleri ile eğrilmesini güçleştirir.

Başlıca kullanım alanları; kişisel balistik koruyucular, özel savunma teçhizatları, yarı sert ve sert komple zırh, kesme ve aşınma koruması için koruyucu eldiven, özel sanayi giysileri; bunların dışında ise uzay giysilerinde, otomobil lastiklerinde, paraşüt halatlarında ve yüksek verimli kayışlarda yaygın olarak kullanılır [27].

Tablo II.8: Kevlar ve Bazı Sanayi Liflerinin Tipik Fiziksel Özellikleri[27].

	KEVLAR29	KEVLAR49	CAM	GRAFİT	ÇELİK	NYLON
Gerilme Modülü(GPa)	60	120	70	235	200	5.6
Nem Geri Kazanma(%)	7	3.5	0.1	-	0	4.5
Kopmada Uzama(%)	3.6	1.9	4.5	1.5	2	1.8
Yoğunluk(g/cm ³)	1.44	1.44	2.6	1.76	7.85	1.14
Ayrışma	500	500	800	-	1600	265

Karvin lifi %5 Kevlar, %30 Nomex ve %65 FR-viskon karışımından elde edilmiştir. Aleve dayanıklı koruyucu giysilerde kullanılmaktadır. Karvin'den üretilen kumaşlar optimum giyim konforu, dayanıklılık ve koruma sağlayan kumaşlardır [10].

II.4.1.13 Kermel

Bu lifin fiziksel ve kimyasal özellikleri Nomex lifine benzer. Yüksek ısıya dayanır ve yüksek mukavemetlidir. Ancak fiyatı çok yüksek olduğundan, %10-15 viskoz ile karışım yapılırken statik elektriklenme problemi ortadan kalkar, ayrıca UV radyasyona karşı da direnç kazanmış olur. Kermel liflerinin karışımları da çok yüksek LOI değerine sahiptir. %25/50 Kermel lifi ile FR-viskon lifinin karışımı fiyat avantajı sağlar. %30-60 yün ile karışım ile üretilen kumaşlar daha konforlu ve dökümlüdür [10].

Tablo II.9: Kermel ve Karışımı Kumaşların Koruyucu Giysilerde Kullanılması [10].

Kermel ve Karışımları	Kullanım Alanları
% 100 Kermel	Askeri giysiler
	Polis üniformaları
	Özel Grup için giysi
Kermel/ FR Viskon	Askeri giysiler
	Bağımsız ve Profesyonel İtfaiyeci Giysileri
	Petrokimya
	Kimya
	Endüstrideki Güvenlik Hizmetleri
Kermel/ Yün	Askeriyede iç Çamaşırları
	İtfaiyeci giysileri
Kermel/ p-Aramid	İtfaiyeci Yelekleri
	Askeri giysiler
Kermel(Aside Karşı Koruyucu)	Sanayi giysileri

II.4.1.14. Poliimid

Bu lifler bir Avusturya şirketi tarafından P-84 adıyla üretilmiştir. Erime sıcaklığı 315°C ve bozulma sıcaklığı 500°C' dir. LOI değeri %34-38'dir. Konfor özellikleri çok iyi olan bu lif, %50-50 FR-viskoz/P84 karışımı olarak kullanılır. 800g/m²'lik kumaş olarak üretildiğinde eldiven yapımında kullanılır [12].

II.4.1.15. Güç Tutuşur Modakrilik Lifi (PAN)

Poliakrilonitril lifleri kısa süreli olarak 150°C' ye kadar sıcaklıklara kadar dayanıklıdır. Uzun süreli olarak ise 120°C' ye kadar ısıtılabilirler. Termoplastik bir lif olan PAN' ın LOI değeri yaklaşık olarak %18'dir [27].

II.4.1.16. Lufnen

Kanebo tarafından geliştirilen Lufnen modakril liflerinde LOI değeri %29-32'ye yükselmiştir. Termoplastik özellikleri gösteren bu lifin ısıtılarak büzülmesi %2'den daha azdır. Endüstride ise uçak ve oto döşemelerinde güç tutuşur kumaş olarak uygulama alanı bulmuştur [27].

II.4.1.17. Verel

Bir A.B.D. şirketi tarafından üretilen bu lifler tutuşmaya karşı son derece iyi bir dayanım gösterip 200-400°C' de yanmazlar. Boyanma özellikleri normal akrilik lifleri ile aynıdır [27].

II.4.1.18. Polichlal Lifi (Kordelan)

Japon Kohjin şirketinin geliştirdiği Kordelen lifinin LOI değeri %33.5 civarındadır. Çok yumuşak tutumlu ve yüne benzer özellikler gösteren bu filtre kumaşları ve güç tutuşur iç çamaşırı imalinde kullanılır [27].

II.4.1.19. Yüksek Performanslı Polietilen Lifi

DSM bu yeni lifin ve üretim yönteminin patentini aldı ve bu lifi 1986 yılında Dyneema olarak piyasaya tanıttı.

Dyneema'nın erime noktası 144-152°C arasındadır. Bu değer kullanılan test metoduna göre değişebilir. Mukavemet ve modül sıcaklığın artışı ile azalırken, sıfır derecenin altındaki sıcaklıklarda artar. -150°C kadar düşük, bir başka bozunma noktası bulunamamıştır. Bu nedenle bu materyal bahsedilen sıcaklıklar ile en fazla 80-100°C arasında kullanılabilir. Bu da büyük bir dezavantajdır.

Bu elyaf mukavemet açısından diğer yüksek performanslı elyaflara büyük üstünlük sağlar. Aramidlerden daha yüksek bir modüle sahiptir. Dyneema'nın diğer bir özelliği de çok düşük yoğunluğa sahip olmasıdır. Bu özellik yüksek dayanım ile bir araya gelince, ağırlık esas alındığında Dyneema'nın en güçlü sentetik elyaf olmasını sağlar. Yoğunluğu l'den az olan, bu nedenle suda yüzebilen Dyneema'nın mukavemeti iyi kalite bir çelikten 15 kat fazla olabilir. Dyneema'nın kopma uzunluğu çok yüksektir.

Polietilenden üretilen Dyneema; aromatik zincir, amid, hidroksilik veya kimyasal grup içermez. Böylece herhangi bir aşındırıcı, zarar verici ajandan ve çevre şartlarından etkilenmez. Dyneema'nın bu yüksek kristalin yapısı; nem, su, birçok kimyasal, ultraviyole ışık ve mikroorganizmalardan etkilenmez [27].

Bu liften dokunmuş kumaşlar özellikle hafif vücut zırhı yapımında kullanılırlar. [27].

II.4.1.20. Politetrafluoroetilen (PTFE)

Rutubet absorbe etmeyen ve ıslanmayan bu lifler termal özellikleri bakımından stabildir. 327°C' den itibaren bu özelliklerini kaybederek kütle haline dönüşmeye başlar. 205'ye kadar sahip oldukları mukavemetlerini kaybetmeden korur. Bazı uygulamalarda bu özelliklerini 288°C kadar sürdürebilir. Ancak 290°C'de dekompoze olmaya başlar. Ticari olarak Teflon lifleri olarak bilinen bu liflerin yararlı çevre sıcaklığı -73°C' den 275°C' ye kadardır. Alev almaz, tutuşmaz, dekompoze olarak erirler. 204°C' nin üzerine ısıtıldıklarında zehirli gaz açığa çıkarırlar. Sıcaklığın artışı ile birlikte açığa çıkan gaz miktarı da artar[16] .

Endüstride, filtrasyon işlemlerinde, emniyet kemerleri ve elektrik kablolarının aşınmalardan korunmasında ve elektrik izolatörü olarak kullanılır [27].

II.4.1.21. PBI:

PBI olarak bilinen polibenzimidazol, Hoechst AG'nin U.S kardeş firması tarafından üretilmiş yüksek performanslı bir organik liftir. Hoeschst Celanese, PBI' nın dünyadaki tek ticari üreticisidir.

PBI lifleri eşi bulunmayan bir termal ve kimyasal dayanım kombinasyonuna ve doğru tekstil özelliklerine sahiptir. Bu üstün özellikler, yüksek sıcaklıktan korumalı tekstil mamulleri için yeni ve heyecan verici mühendislik tercihleri sunmaktadır.

[27,18]: PBI, yanmaz, Isı ve aleve maruz bırakılınca erimez, damlamaz, çekmez veya gevrekleşmez.

Yüksek sıcaklığa tabi tutulduğunda çok az veya hiç duman çıkmaz, fakat zehirli gaz çıkarır.

Çevredeki kondisyonlara bağlı olarak 300°C veya yüksek sıcaklıklarda kuvvet ve bütünlük sağlar.

Asitlere, bazlara, çözücülere, yakıtlara ve buhara mükemmel dayanıklıdır.

Yüksek nem kazancına bağlı olarak mükemmel giyim rahatlığı sağlar.

Konvansiyonel tekstil tesisatında kolaylıkla işlenebilir.

Standart tekstil makinelerinde işlenmesi mümkündür, mükemmel bir kullanım rahatlığı vardır. Bu rahatlık büyük ölçüde PBI' nın %15 olan nem alma oranına bağlıdır. Bu olağandışı yüksek nem alma, Gilette araştırma enstitüsü tarafından pamukla kıyaslanabilecek seviyede olduğu belirtilen giyim rahatlığı sağlamaktadır. Hem pamuk, hem PBI kontrol edilmiş bir algılama çalışması sırasında nem ve yüzeysel doku ile bağıntılı duyumsamalar açısından kıyaslanabilir konfor değerlendirmeleri elde edilmiştir. LOI değeri %41'dir.

Başlangıçta NASA'da kullanılacak fren paraşütleri, zincir halatları ve güç tutuşur koruyucu uzay giysileri için geliştirilen PBI, Amerika, Avrupa ve Uzak Doğu'daki endüstriyel ve askeri pazarlar için geniş çaplı ticari kullanımlar içine alacak şekilde kullanım alanını genişletmiştir,

Başlıca kullanım alanları [27]:

- İtfaiyecilerin koruyucu donanımları
- Endüstride iş elbisesi olarak, kimya, gaz, elektrik vs. ile ilgili alanlarda çalışan işçiler için gömlek, pantolon, iç çamaşırı
- Dökümhanelerde işçilerin alüminine edilmiş giysilerinde
- Askeri yangın söndürme giysilerinde
- Otomobil yarışçıların kostümlerinde.

II.4.1.22. Fenolik

Bu lifler yüksek güç tutuşurluk özelliğine sahip LOI değeri %30-35 olan liflerdir. Tutuşma sıcaklığı 2500°C' nin üzerindedir. Kumaşlar açık aleve maruz kaldıklarında çekme ve bozulma olmaksızın, kısa bir süre dayanabilir. Sanayi, ordu ve spor uygulamalarındaki koruma giysilerinde kullanılır [11,12].

II.4.1.23. Kloro Lifleri (PVC)

Alevden çıktığında sıcak olmadığı için dokunulabilir ve deri yanığı riski yoktur. Termal konforları çok iyidir. Döşemelik ve perdelik olarak daha yaygın kullanılır [11,12].

II.4.1.24. Kyrol Lifleri

Yumuşak bir lif olup %6 nem içerir. Aleve maruz kaldığında yavaşça karbonize olur. Alüminyum kaplama yapılarak veya diğer liflerle karışım yapılarak kullanılır [11,12].

II.4.2. Anorganik Lifler

II.4.2.1. Cam Lifi

Saydam görünümlü olan cam liflerinin yüzeyleri son derece düzgündür. Yüzeylerinde sırt çizgilerine pek rastlanmaz. Cam lifleri oldukça ince üretilirler. Cam lifleri mukavemetlerinin yüksek oluşu ile tanınırlar. Kopma mukavemetleri 6 - 7.3 g/denier arasında değişir. Bununla birlikte ince liflerin mukavemetleri kalın liflere kıyasla daha iyidir. Cam liflerinin kopma anındaki uzamaları %2 civarındadır.

Yıkama işlemi, cam liflerinin mukavemetlerinin belirli bir oranda düşmesine neden olur. Mukavemet kaybı, lif çapının küçüklüğüne ve içerdiği alkali oranına göre artar. Az da olsa cam liflerinin mukavemetine ısı etkisi görülür. 250°C' den yüksek sıcaklıklarda ısı ve süre mukavemeti büyük ölçüde etkiler.

Cam lifleri 700°C' nin altında yumuşamazlar. %0.3 gibi çok az miktarda nem absorbe ederler. Bu yüzden yaş koşullarda kullanılmaya elverişlidirler. Cam liflerinin önemli özellikleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Yanmaz olması,
- Yüksek sıcaklıklara son derece dayanıklı olması,
- Dış etkilerle çözünmezler,
- Kolay yıkanır, çabuk kuruması,

- Yıkandığında çekmez olması,
- Elektriği ve ısıyı iletmez olması,
- Buruşmaz ve ütülenme gereği duyulmaması,
- Kimyasal etkenlerin pek çoğuna dayanıklı olması

Özellikle ısıyı geçirmemesi ve oldukça dayanıklı olması nedeniyle zararlı ışınlara ve yangına dayanıklı giysi, miğfer gibi koruyucu giysi yapımında tercih edilmektedir. Petrol taşıyan tankerler ve can kurtaran kayıklarında yangından koruyucu giysi yapımında oldukça kullanılır [27].

II.4.2.2. Metal Lifi

Modern tekstil sanayinde kullanılan metal lifleri iki ana grup altında toplanabilir [27]:

- Saf yumuşak metallere çekilenler
- Metal alaşımlarından, ince filamentler halinde çekilenler.

II.4.2.2.1. Saf Metal Lifi

Organik liflerle metal lifleri arasındaki en önemli fark bir metalin sertliği olarak da tanımlanan elastikiyetin Young modülünde kendini gösterir. Birçok organik tekstillerin Young modülü 500.000 p.s.i. civarında iken metallerinki 10.000.000 p.s.i.'i aşar.

Metallerin tekstil hammaddesi olarak kullanımını engelleyen bu yüksek elastikiyet modülüdür. Sadece modern çok ince metal liflerinin gündeme gelmesiyle istenen esneklik sağlanabilmiştir.

Birçok metal organik maddelerden daha yüksek yoğunluğa sahiptir. Metal lifleri kimyasal dayanıklılığın gerekli olduğu birçok yerde askeri ve sanayi amaçlar için kullanılabilirler.

Organik lifler genelde 120~150°C' ye kadar dayanabilirken metal lifleri 260°C'nin üstünde dahi kullanışlı yapısal fonksiyonlar gösterebilir. Metal tekstil lifleri ise 1000°C' nin üstünde dahi kolayca işlenebilir.

Bu lifler ısıyı iyi iletirler. Ayrıca uygun oranda karışım kullanıldığında bu lifler ısı kanalları gibi davranırlar. Böylece metal lifler karışımındaki organik liflerin ısı artışlarından etkilenmelerini önlerler. Kumaş sıcaklığı organik liflerin zarar görmesine neden olabilecek bir seviyeye gelmeden önce metal lifler bu ısıyı

uzaklaştırır. Bu özellikleri ile koruyucu giysi yapımı gibi uygulamalar için büyük önem taşır [27].

II.4.2.2.2. Multikomponent Metal Lifi

Metal liflerinin özellikleri büyük oranda üretiminde kullanılan plastik filmin ve ortada sıkıştırılan metalin yapısına dayanır.

Metalik lifler düz şerit gibi filamentlerdir. Renkli veya renksiz olabilirler. Uzama yüzdeleri %30-140 arasında değişir, gün ışığının etkisi altında bir miktar mukavemet kaybına uğrarlar. Asitlere karşı dayanıklıdır. Zayıf alkalilere karşı asetat butiratın dayanımı iyidir. Alerjik özellikleri yoktur. Saf metal lifleri ile aynı alanda kullanılırlar [27].

II.4.2.3. Karbon Lifi

Son yıllarda önemi ve üretimi giderek artan karbon liflerinde hammadde kaynakları çok çeşitlidir. Poliakrilonitril, polivinildenklorid lifleri, zift bu hammaddelere örnektir.

Özgül ağırlığı $1.74-2 \text{ g/cm}^3$ civarındadır. Kopma uzaması % 0.4-1.3 arasındadır. Mukavemeti ise 9.8-19.1 g/denier arasında değişir. Karbon lifleri üstün mekanik özellikleri yanında oksidasyon ve $2750-3300^\circ\text{C}$ ' ye varan termik dayanımı ile teknikte geniş kullanım alanına sahiptir. Ancak hammaddesinin ucuzluğuna rağmen fırın işlemi nedeniyle yüksek enerji gereksinimi bu liflerin pahalıya mal olmasına neden olur.

Karbon liflerinin kullanım alanları

- Uzay giysileri yapımı.
- Sporcuları koruyan giysilerin hareketli kısımlarında.
- Tutuşmaz olması sebebiyle çocuk pijaması üretimi [27].

II.4.2.4. Asbest Lifi

Asbest madenler arasında lifli yapıya sahip bir maddedir. Bundan uzun sağlam lifler elde edilebilmektedir. Bu lifler çok ince olup, genellikle $1-2\mu$ arasındadır, yüzeylerinin son derece düz oldukları görülür. Üst yüzeyleri pürüzsüz kenarları da girintisizdir. Bu durum asbest liflerinin iplik olarak eğrilmesini güçleştirir. Bu nedenle bitkisel liflerle karıştırılarak iplik yapılması gerekir. Asbest liflerinin uzunlukları inceliklerine göre çok fazladır.

Asbestin asitlere karşı dayanıklılığı iyi sayılır. Asbest liflerinin en önemli özelliği ısıya dayanıklı oluşlarıdır. Genellikle tüm asbest türleri 300°C' ye kadar ısıya dayanıklıdır. Aynı zamanda titreşimleri önleyici, sesi absorbe edici, elektrik ve ısı akımlarını kesici vs. gibi birçok özellikleri olan bu liflerden çok çeşitli uygulama alanlarında yararlanılmaktadır. Bunlar arasında, giysi yapımıyla, elektrik, kimya, plastik, otomotiv gibi sanayi alanları sayılabilir [27].

II.5. KORUYUCU GİYSİLERİN KULLANIM ALANLARI

II.5.1.Termal Koruyucu Giysiler

II.5.1.1. İtfaiye ve Kurtarma Hizmetleri için Koruyucu Giysiler ve Özellikleri

Yanmaz olarak nitelendirilebilecek kumaşlar genelde ateşe dayanıklı cam, cam lifi, asbest, amiant, silis kuvars gibi malzemelerden üretilen kumaşlardır. Bu yanmaz kumaşlar giyim sanayinde kullanılmaya uygun olmadığı için daha çok uzay teknolojisinde, endüstriyel sahalarda veya örtü gibi kişinin direk vücudu ile temas etmeyen klasik mamullerde kullanılmaktadır.

Özel fonksiyonları ile karakterize edilen teknik giysiler, kullanımları sırasında belli bir konfor seviyesini de sağlamalıdır, aksi halde pazardaki değerleri azalır. Örneğin, itfaiyeciler için koruyucu giysiler yüksek sıcaklıklara karşı mükemmel koruyucu özellik gösterirler ancak bu giysilerin su buharı geçirgenliği düşüktür. Terin buharlaşması sırasında sınırlı bir soğuma oluşması nedeniyle son yıllarda itfaiyecilerde öldürücü kalp krizleri bile görülmüştür.

Giysi olarak kullanılan yangına dayanıklı kumaşlar genelde güç tutuşur nitelikte olan kumaşlardır. Güç tutuşur kumaşlar kendi içerisinde alt gruplara ayrılır:

1. Güç tutuşur liflerden üretilen kumaşlar
2. Güç tutuşurluk sağlayan kimyasal maddelerin emdirme veya kaplama yoluyla aktarıldığı kumaşlar.

Güç tutuşur liflerden üretilen kumaşlar termoplastik olanlar ve termoplastik olmayanlar şeklinde iki gruba ayırmak mümkündür. Termoplastik olanlara örnek olarak polyester (PES) lifleri verilebilir. İplikleri çekme sırasında içine katılan fosforlu bileşiklerle, yakma dayanıklılığı olan tutuşur iplikler üretilir. Termoplastik olmayan liflerin ateşe ve aleve dayanıklılıkları, termoplastik olan sentetik liflerden daha fazladır. Ancak bu liflerde % 100 bu tarzda kullanıldıkları

zaman, giyim konusunda insan sağlığını ilgilendiren sıhhi bazı kriterler açısından bir takım sakıncalar ortaya çıkar. Belli bir düzeyde ateşle veya alevle temas olduğu zaman, ikinci derece yanıklara neden olabilmekte veya vücutta acıyı hissetme süreleri yani sıcaklığın vücuda iletilmesi için geçen zaman çok kısa olabilmektedir.

Kimyasal maddelerle yapılan güç tutuşurluk işlemleri değişik kimyasal maddeler ve organik bağlar vasıtasıyla gerçekleştirilebilmektedir. Bu işlemler kumaşın kendine özel yapısına ve hammaddesine göre bir farklılık göstermektedir. İpliğin cinsi, kullanım amacı, aktif maddelerin niteliği yönünden, ayrıca yıkama, kurutma ve temizleme dayanıklılıklarına göre kullanılan güç tutuşurluk maddeleri çok çeşitlilik göstermektedir.

Propan, pyrovatex gibi kimyasal maddelerin dışında, 60-70 civarında değişik kimyasal maddenin bu amaçla kullanıldığı söylenebilir. Örneğin, halıda kullanılan bir madde ile 0-6 yaş grubu ocuk giysilerinde kullanılan, çocuğun sağlığını ve deri solunumunu etkileyecek bir kimyasal maddeye kadar bir çok çeşit güç tutuşurluk maddesinden söz etmek mümkündür.

Termal koruyucu giysiler aşağıdaki koşulları sağlayabilmelidir:

- Aleve karşı dayanıklılık (Yanmaya devam etmemeli ve tehlike oluşturmamalı)
- Bütünlük (Giysiler zarar görmeden kalmalıdır, yani çekmemeli, erimemeli)
- İzolasyon (Giysiler, kişinin kaçarak kurtulması için ısı transferini geciktirerek zaman sağlamalıdır; yanma sırasında katran vb. sıvıları tortu olarak bırakmamalıdır)
- Sıvı iticilik (Yağların, çözücülerin, su ve diğer sıvıların nüfuzunu engellemelidir)

Avrupa'da aleve karşı koruyucu giysilerle ilgili olan materyallerde yn ve deri gibi ağır, geleneksel materyallerden daha yeni, yüksek niteliklere sahip m-aramid gibi liflere geçmek, ABD'den çok daha yavaş bir şekilde gelişmiştir. Kısa bir süre öncesine kadar aleve karşı koruyucu giysilerin Avrupa pazarında olan payı ABD'de olan miktarın yaklaşık yarısı olduğu tahmin edilmektedir. İtfaiyeciler için doğan ihtiyaçlar nedeni ile DuPont ve Rhone-Poulenc gibi lif üreticisi firmalar çeşitli kumaş ve giysi tiplerinin geliştirilmesi üzerine çalışmalar yapmaktadırlar. Bunun sonucu olarak da aramidlerin ve membranların hava alışverişine olanak sağlayan, yıkamaya

dayanıklı, konforun iyileştirilmesi ve tüketiciye dost çok daha kullanışlı ve çok yönlü kombinasyonları artan bir eğilim kazanmıştır. Örneğin İngiltere’de Neopren veya PVC ile kaplanmış pantolonlara Nomex 3’den yapılmış mikroporöz astarlarla ve Kevlar takviyeleriyle daha iyi nitelikler kazandırılmıştır. Bundan başka Proban veya Diğer kimyasal maddeler ile, aleve karşı koruyucu işlem görmüş pamuklu kumaşlar da ilave koruyucu olarak itfaiyecilerin günlük kullanımları için gömlek veya iç çamaşırlarında artan bir kullanıma sahip olmuştur.

İtfaiye alanında yeni geliştirilmiş çok yönlü ürünler ve halen mevcut ürünlerin yeni kullanımı aleve karşı koruyucu materyallerin tüketimini hacim ve değer olarak arttırmıştır. Yüksek mukavemetli liflerin bilinen özellikleri yanında iyi bir boyanabilirlik ve ısı alma kapasitesi vardır. Yüksek erime noktasına sahip olması yüksek ısı dayanıklılığını garantilemektedir ve bunlar itfaiye alanında da kullanılabilecektir.

İtfaiyeciyi buhar ve zararlı kimyasallara karşı korumak için tasarlanmıştır, fakat ısı izolasyon tabakasının ıslanması durumunda ortaya çıkabilecek izolasyon fonksiyonundaki kayıptan sakınmak itfaiyeci için önemli bir emniyet parametresidir. Aramid ve diğer yüksek modüllü lifler de aynen küçük ama artan miktarlarda acil hizmetler tarafından kurşun geçirmeyen emniyet giysileri için, kesme ve parçalamaya karşı ekstrem koşullar altında kullanılmaktadır. Çoğunluğu dokusuz yüzeylerden oluşan kimyasal maddelere karşı koruyucu giysiler de büyük miktarlarda kullanılmaktadır. DuPont tarafından üretilen Tyvek ve Corovin tarafından üretilen Corogard Polietilen dokusuz yüzeyler koruyucu giysilerde oldukça daha ucuz ve kolay olarak kullanılmaktadır.

Yeni bir lif olan PBO lifi Poli-p-Fenilbenzobisoksazal esaslıdır ve Dow Chemical Co./USA ve Toyoba/Japan Firmaları tarafından ortak olarak geliştirilmiştir. Bu lifin ticari adı Zylon’dur ve HM ve AS olarak iki çeşidi bulunmaktadır. Diaminorezosin ve Teraftalik asitten elde edilen yüksek mukavemetli ve ısıya karşı dayanıklı sentetik bir liftir. Gerçekte bu lifin ticari kullanımı 4-5 yıl içerisinde planlanmıştır. 650°C’ye kadar dayanıklıdır ve gelecekte ısı koruyucu giysilerde kullanılması düşünülmektedir.

Kaplanmış kumaşlar ve örme mamullerde kimyasal maddelere karşı koruyucu giysilerde kullanılır, fakat bunlarda kullanım koşullarına göre değerli dekontaminasyonlar kullanılır. Bu giysi parçaları giyim esnasında sert ve hacimlidir, üretimleri de yavaş ve emek yoğunudur.

Lyocell ve yüksek mukavemette Polyester karışımı 80/20 bazlı olarak geliştirilmiş Carrington Carrier&Workwear kumaşlar, Avrupa’da ilk aleve karşı koruyucu olarak donatılmış Lyocell bazlı kumaşlardır.

II.5.1.2. Isıya Dayanıklı ve Isıl Koruyucu Kumaşların Termal Analizi ve Performans Özellikleri

Modern teknolojik gelişmelerle birlikte, çalışanların maruz kaldığı zararların çeşitlerinde de çok büyük artış meydana gelmiştir. Bu zararların büyük çoğunluğu işyerlerinde karşılaşılan zararlardır.

Solunum cihazları, yüz maskeleri gibi donanımı ve koruyucu giysileri içeren bireysel koruyucu ekipman, zarar verici ortam ile kişi arasında bir bariyer oluşturmaktadır. Tehlikeler çok çeşitli ve özel olduğundan normal koşullar dışındaki çalışma ortamlarında kullanılacak giysiler de son derece çeşitlenmiştir. Dokuma, örme ve tülbent esaslı dokuma olmayan tekstil yüzeylerden üretilmiş koruyucu giysiler özel gereksinimleri karşılamak için çalışma koşullarını simule eden performans-değerlendirme teknikleri geliştirilmiştir.

Bir kumaşın termal koruma performansı (TTP) oranı; vücudun ısıya maruz kalmış kumaşın iç yüzüne gelen kısmında ikinci derece yanık oluşuncaya kadar, kumaşa verilen enerji miktarıdır (cal/m^2). Termal koruma performansı oranı ne kadar yüksekse kumaş sisteminin sağladığı koruma faktörü de o kadar yüksek olmaktadır [10].

İş yerlerinde olabilecek zararlar genel olarak şöyle sınıflandırılır:

- A) Kimyasal Zararlar;** Kimyasalların kullanıldığı fabrikalardaki; üretim, dağıtım, depo, kullanım ve elden çıkarma işlemleri boyunca oluşan sıvılar (spreyler), gazlar ve tozlar nedeniyle olmaktadır.
- B) Mekanik Zararlar;** Kesik, deri yırtılması şeklindeki bu zararlar; ordu, polis görevlerinin maruz kalabileceği kurşunlanma olayları, suikast ve isyan gibi olayları ve maden patlamaları gibi balistik tehditler ya da paketleme, cam ve kereste endüstrilerinde karşılaşılan kesik cisimlerden gelebilecek zararlar olabilmektedir.
- C) Radyasyon Zararları;** X-ışılar ve Gamma ışınlarından gelen iyonlaştıran, radyasyon ve mikrodalgalar (elektromanyetik radyasyon dalgaları) ile yüksek gerilimli güç hatlarından yayılan iyonlaştırmayan radyasyon olmak üzere iki başlık altında incelenebilirler.

D) Biyolojik Zararlar; Mikroorganizmaların neden olduğu hastalıkların geçişiyle ortaya çıkarlar Hepatit ve HIV (insanda bağışıklık eksikliği virüsü) gibi sinsi virüsler, vücut sıvılarına elle temasla ve/veya kirlenmiş çamaşırlar vasıtasıyla geçebilir.

E) Isıl Zararlar; Alevler, ısı, eriyik metal sıçramaları ya da sıcak gazlar ve buharlar nedeniyle ısı zarar olabilirler. İtfaiyeciler, dökümhane ve cam üretim işçileri, elektrik işçileri, uzay sanayisinde çalışanlar ve askeri personel ısı ortamlarla ilgili zararlarla karşılaşabilirler [10].

Isıl(Termal) zararlardan korunmak için ısı ve alev dayanıklı liflerden üretilmiş termal koruyucu giysiler giyilir. Termal koruyucu giysiler tutuşmamalıdır; bozulmadan kalmalı, yani çekmemeli, erimemeli ve sonradan parçalanıp kişinin aleve maruz kalmasına neden olabilecek kırılgan küller oluşturmamalıdır. Kişinin işini yapma yeteneğini azaltmayacak şekilde, ısı karşısında sağlayabileceği en yüksek değerde izolasyonu sağlamalıdır. Tablo II.10'da işçilerin az veya çok süreli koruyucu giysi giymesini gerektiren, ısı ve alevle karşılaşmasının işin önemli bir bölümünü oluşturduğu bazı iş alanları görülmektedir.

Tablo II.10: Alev ve Isı Karşısında Koruma Gerektiren Tehlikeli İş Alanları [10].

Sanayi türü	Alev	Sıcak Temas (Isıl)	Raydan Isı
Dökümhane (çelik ve cam üretimi, metal dökümü, demir dövme)	*	**	**
Mühendislik (kaynak, kesim, kazan işleri)	*	**	*
Yağ, gaz ve kimyasal maddeler	*	0	0
Cephane ve Fişekçilik	0	0	0
Havacılık ve uzay	*	0	0
Askeriye	**	*	*
İtfaiyeciler	**	*	*

Sanayinin farklı değişik alanlarında çalışanların güvenlik ve sağlığı üzerine artan ilgi, kişisel koruyucu giysi alanında yapılan çok sayıda araştırma ve geliştirme kadar çeşitli düzenlemelerin, standartların, çevresel ve mühendislik kontrollerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Yüksek sıcaklıktan koruyucu giysi ve kumaşların

termal(ısı) özelliklerinin değerlendirilmesinde uygulanan birçok test yöntemi vardır. Bunların arasında; kolay tutuşma testi, termal performans testi, yakma testleri, ısı

açığa çıkarma oranı ölçüm testleri, kendiliğinden sönme testleri, termo manken yanma testleri ve kumaşların izolasyon özelliklerini ölçen testler sayılabilmektedir [10].

II.5.1.3. Isı İzolasyon Materyalleri

Birçok ulusun askeri kuvvetleri, dünyanın bilinen en ağır koşullarında ayakta kalmak ve savaşmak zorundadır. Kuru izolasyon materyallerini temin etmek ve ısı izolasyon gerekli olduğundan soğuk/ıslak bölgeler en ciddi problemlere neden olmaktadır. Antarktika ve dağlık bölgeleri kapsayan soğuk/kuru bölgeler yüksek seviyelerde ısı izolasyonu sahip giyim eşyası, uyku tulumu ve diğer özel ekipmanın kullanılmasını ve taşınmasını gerektirmektedir. Askeri kuvvetler hafif gramajlı ve düşük hacimli parçalar için ısı konfordan vazgeçmeye meyillidir.

Liflerin yüzeyi ve aralarında hapsedilen hava nedeniyle tüm lifli maddeler ısının yayılmasına biraz karşı koyarlar. Lif yalıtımının etkinliğini gerçekten belirleyen ise liflerin havaya oranı ve liflerin sistem içine nasıl yerleştiğidir. Etkili bir yalıtkan %10-20 lif ve %80-90 havadan oluşmalı ve lifler sadece durgun havayı tutan büyük yüzey alanı olarak görev yapmalıdır. Liflerin çapı da ikinci derece bir etkiye sahiptir. Çok sayıda ince lif daha yüksek spesifik alana sahip olarak daha fazla durgun havayı tutar. Ancak ince lifler yoğun keçe tipi tabaka oluşturur. İncelik ile, giyim eşyası ve uyku tulumları için önemli özellikler olan, life yumuşaklık derecesini koruma, esneme ve sıkıştırıldıktan sonra eski haline dönme kabiliyetini veren, eğilme rijitliği arasında bir uzlaşma noktası vardır. İnce lif tabakaları düşük kalınlığın yani inceliğin önemli bir faktör olduğu izolasyonlu ayakkabılar ve eldivenler için daha uygundur [4].

II.5.1.4. Termal (Isı) Koruma Giysileri ve Fizyolojik Özellikleri

Koruyucu giysilerde kullanılan kumaşların termal özelliklerinin belirlenmesinde, radyan ve konvektif ısıya karşı oluşan korumada en büyük faktör kumaş kalınlığıdır. Fakat kumaş kalınlığı arttıkça, vücuttaki metabolik ısının terin buharlaşması ve kondüksiyon yolu ile uzaklaşması da engellenmiş olur [11,12].

Sıcak ortamlarda çalışanlar üzerlerindeki tüm fazlalıkları attıktan sonra ancak sıcağa tahammül edebilirler. Çünkü vücut sıcaklığını sürdürebilmek için buharlaşma yeterli soğutmayı sağlayabilir. Bu nedenle giysilerin su buharı geçirgenliğinin iyi olması gerekmektedir. Özellikle itfaiyecilerde oluşan yanıkların çoğunun koruyucu giysinin içindeki suyun, ısı karşısında buhara dönüşmesi ile olduğu tesbit edildiğinden,

giysilerde su buharı geçirgen bariyerlerin kullanılması ile buhar yanıklarının azaldığı gözlenmiştir. Ancak terin iç tabakalarda yoğunlaşması nedeniyle bu giysilerin su buharı geçirgenliği mükemmel değildir. İç tabakalarda su buharı önce suya dönüşür ve bu su, su buharı geçirgen tabaka tarafından çevreye verilemeyeceği için tehlike oluşturur [11,12].

Koruyucu giysilerde istenilen bir diğer özellik su geçirmezliktir. Ancak kumaşlara uygulanan su geçirmez kaplamaların, suyu geçirmeyip sadece su buharı difüzyonuna izin vermesi istenmektedir. Bu amaçla son yıllarda hava geçirgen yağmurluk kumaşların kullanımı artmaktadır. Bu tip kumaşlarda buhar geçiş özellikleri genellikle ASTM Test yöntemi veya benzer standartlar ile test edilmektedir.

Termal koruyucu giysiler, ısı, alev, eriyen metallerin sıçramaları, soğuk ve radyasyon kaynaklarından korumak için tasarlanmıştır. Alev, kontakt ısı, raydan ısı, erimiş metallerin damlamaları ve sıcak gaz ve buharlar termal riskleri oluşturmaktadır. İnsan cildi sıcağa karşı çok hassastır. 0.64 cal/cm^2 ($26,8 \text{ kJ/m}^2$) kadar düşük ısı enerjisi acı duymaya, $1-2 \text{ cal/cm}^2$ (50.2 KJ/m^2) ısı enerjisi de 2. derece yanıklara sebep olur. Yani acıya hassasiyet 450°C 'de deri tamamen yanar.

Termal koruyucu giysilerde kumaş konstrüksiyonu, gramajı, koruyucu giysilerin özelliklerini belirlemede önemli rol oynamakta, ısı kaynağına ve şekline göre kumaş yapısı ve gramajı farklı olmaktadır. Giysilerin koruyucu özelliği; koruma indeksi BS 3751 ile belirlenir. Bu test yöntemi dış giyside ki sıcaklık artarken, giysinin iç kısmın sıcaklığının 450°C 'ye ulaşmaya kadar geçen zamanı tanımlar.

Koruyucu giysilerde aynı ağırlıkta tek katlı bir kumaşın koruma indeksinin, yine aynı ağırlıkta fakat iki katlı bir kumaşa kıyasla daha az olduğu bulunmuştur. Bu alandaki ilk giysiler itfaiye erlerinin giysileridir [11,12].

II.5.2. Askeri Alanda Koruyucu Giysilerin Kullanımı

Savunma kuvvetlerinin bütün dünyada, karada veya havada, dokuma, örme, dokusuz yüzey, kaplama, laminasyon veya diğer kompozit formlarda her türlü teknik tekstillere önemli ölçüde ihtiyaç vardır. Teknik tekstiller, özellikle düşmana ait

evrelerde hareket etmesi, yaşaması, hayatta kalması ve savaşması gereken askeri kuvvetler için önemli özellikler sunmaktadır. Askeri kuvvetler, konfor ve hayatta kalabilmeleri için gerekli tüm malzemeleri taşımalı veya giymelidir. Bu nedenle en

hafif, kompakt, sağlam ve yüksek performanslı özel üniforma ve ekipmana ihtiyaçları vardır [4].

20. yüzyıl civarında, teknoloji ve bilimdeki avantajlar, gelişmiş nişan alma teknikleriyle daha öldürücü uzun mesafeli silahların geliştirilmesine neden olurken, görsel izleme donanımları daha da geliştirildi. Bu birleşik etkiler, askeri strateji ve taktiklerin hızla değişmesine sebep oldu ve böylece çarpışmalar uzun mesafede yapılmaya başlandı. Askerleri ve cepheyi arka planla karıştırarak saklamak önem kazandı. İkinci Dünya Savaşı'nda tekstil lifleri, kumaşları ve işlemlerinde, hafif sağlam, paraşüt kaplamaları için yeni bir lif olan "Naylon"un kullanılması ve soğuk Kuzey Denizi'ne inmek zorunda kalan hava kuvvetleri personeli için hayatta kalmayı sağlayan üniformalar için "Ventile" ismi verilen pamuklu kumaşların geliştirilmesi gibi önemli dönüm noktaları olmuştur. Ventile, Shirley Enstitüsü'ndeki bilim adamları tarafından bulunmuş ilk su geçirmez/su buharı geçiren kumaştır. Düşük bükümlü Sea Island pamuk ipliğinin çok sıkı konstrüksiyonlarda dokunması esasına dayanmaktadır. Bugün bile birçok hava kuvvetleri tarafından yaygın şekilde kullanılan çok etkili stearamid türevi su-itici apre (ICI-Velan), bu teknik kumaşın su geçirmezliğini daha da iyileştirmiştir [4].

Eskiden askeri koruyucu giysilerin asıl amacı askerleri yağmur, kar, soğuk, sıcak ve rüzgar gibi evre etkilerinden korumaktır. Günümüzde kimyasal, biyolojik, termonükleer ve daha etkili silahların ve radar sistemlerinin gelişimiyle askeri koruyucu giysilerden beklentiler de artmıştır.

Askeri giysiler ve tekstil ürünleri iki grupta inceleyebilir;

- Asker üniformaları, balistik koruyucu yelekler ve miğferler, kimyasal koruyucu üniformalar, soğuk iklim üniformaları
- Çadırlar, paraşütler, uyku tulumları ve diğer tekstil malzemeleri [29].

Gelişmiş bir savaş üniformasının başlıca gereksinimleri dört grupta incelenebilir;

- * **Fiziksel Talepler;** Sert hava koşullarına ve ağır kullanım şartlarına dayanıklılık, iyi yırtılma ve kopma mukavemeti, aşınma dayanımı.

* **Çevresel Talepler;** Su iticilik, rüzgar geçirmezlik, kir tutmazlık.

* **Fizyolojik Talepler;** Düşük ağırlıkta olma, kolay giyilme, minimum ısı stresi, hava, nem ve buhar geçirgenliği, konfor.

* **Savaşta Talep Edilenler;** Balistik koruma, aleve dayanıklılık, kimyasal ve biyolojik maddelere dayanıklılık, nükleer silahların uzun menzilli ısı etkilerine dayanıklılık, iyi kamuflaj özellikleri ve fazla ses çıkarmama özelliği [29].

Bu taleplerin yanı sıra özel görevler için olan üniformalarda patlayıcı yakıtlara, kuvvetli asitlere ve sıvılaştırılmış gazlara (oksijen, nitrojen, amonyak) karşı bazı özellikler geliştirilebilir. Askeri giysilerdeki son gelişmeler; yüksek performanslı lifler, kumaşlar, aleve dayanıklı malzemeler, mikro lifler, karışım iplikler ve dikişsiz dikim uygulamaları yönündedir [29].

Askeri tekstiller için başlıca fonksiyonel kriterler aşağıda tablolar halinde açıklanmıştır. Bunlar fiziksel, kamuflaj, özel savaş tehditleri, alev, ısı ve parlama ve ekonomik görüşlerdir.

Tablo II.11: Askeri Tekstiller İçin Fiziksel Gereksinimler [4].

Özellikler	Yorumlar
Hafif ağırlık ve düşük hacim	En az yer gereksinimi ile insanlar veya taşıtlar tarafından taşınması gereken parçalar
Yüksek mukavemet ve boyutsal stabilize	İyi olamayan koşullarda uzun zaman bakım gerektirmeden güvenle çalışabilme
Temizlenebilir özellikte	Konfor
İyi tutum ve dökümlülük	Sessiz, hışırtı
Düşük gürültü emisyonu	Harekete geçirici veya patlayıcı kıvılcımları engelleme
Anti statik	

Tablo II.12: Çevre Gereksinimleri [4].

Özellik	Yorumlar
Isı geçirmezlik	Soğuk/sıcak hava ile karşılaşan dıştaki malzemeler için
Su geçirmezlik	Soğuk/sıcak hava ile karşılaşan dıştaki malzemeler için
Rüzgar geçirmezlik	Soğuk/sıcak hava ile karşılaşan dıştaki malzemeler için
Isı izolasyonu	Soğuk/sıcak hava ile karşılaşan dıştaki malzemeler için
Su buhar geçirgenliği	Soğuk iklimler için
Çürümeye karşı dayanıklılık	Giysi ve özel ekipman (çadır vs. için)
UV ışına dayanıklılık	Çadırlar, örtüler, ağlar, vs. için
Hava geçirgenliği	Kuvvetli güneş ışığı alan çevre için
Bakterilerle parçalanma	Sıcak tropik iklimler için

Tablo II.13: Kamufaj, gizleme ve aldatma gereksinimleri [4].

Özellikler	Yorumlar
Görülebilir tayf	Malzemeleri görülen renklere benzemeye zorlamak
Ultraviyole (morötesi)	Kar ve buzun optik özelliklerine benzemek
Yakın kızılötesi	Görüntü kuvvetlendirici veya düşük ışık televizyonu tarafından izlendiğinde arka planın reflektansına benzemek
Uzak kızılötesi	İnsan veya sıcak cihazlardan yayılan ısı sinyallerini en aza indirmek için. Isıl görüntü izleyicilerle izlenme
Akustik yayınlar	Bazı tekstil materyalleri tarafından çıkartılan hışırtı gürültülerini kulaklıkla, yer sensörleri ve mikrofonlarla izleme
Radar spektrum	Hareketi Doppler radarla izlemek

Tablo II.14: Alev, Isı Ve Parlamaya Karşı Korunma Gereksinimleri [4].

Özellikler	Yorumlar
Güç tutuşma	Dış tabakaları alev ve ısıya maruz kalanlar
Isıya dayanıklılık	Isıl büzüşme ve bozunmayı önlemek
Erimeye dayanıklılık	İnsan derisi ile temasta olan tekstiller için
Az miktarda duman yayma	Kuşatılmış bölgelerdeki kaçışa izin vermek için
Düşük zehirlilik	Gemi, denizaltı, bina ve araç gibi sınırlanmış bölgelerde patlayıcı ürünlerden

Tablo II.15: Özel Savaş Alanı Tehlikeleri [4].

Özellikler	Yorumlar
Balistik parçalar	Bombalar, el bombaları, mermi kovarı, savaş başlıklarından
Düşük hızlı mermiler	Tabanca, pisttoldan
Yüksek hızlı mermiler	5.56mm'den 12.7mm'ye kalibreye kadar küçük kollu silahlardan
Oklar	küçük, keskin, iğne şekilli mermiler
Kimyasal savaş malzemeleri	kan maddeleri, sinir maddeleri
Biyolojik maddeler	bakteriler, zehirler, virüsler
Nükleer radyasyon	alfa, beta ve gamma radyasyon
Doğrultulan enerji silahları (DEW)	lazer telemetreler ve hedef tayin ediciler

Tablo II.16: Ekonomik Düşünceler [4].

Özellikler	Yorumlar
Kolay bakım	Şık, ütü istemeyen, kolay temizlenen
Minimum bakım	Savaş meydanlarında bulunmayan bakım kolaylıkları
Uzun depolama ömrü	Savaş stoklarının 10-20 yıl depolanması gerekir
Tamir edilebilme	Kişilerce veya atölyelerde tamir edilebilmesi
Zararlı kimyasal maddelerden arındırılabilir veya kullandıktan sonra atılabilir	Nükleer, biyolojik ve kimyasal kirlenme
Kolayca bulunabilir	Standart veya spesifikasyonlarla sanayiden temin edebilme
Minimum maliyet	Vergi verenler ve diğer kamu fonları ile alınma

Tablolara bakıldığında tekstil materyallerinden istenen özellikler arasında çatışmalar olduğunu görürüz. Bunlara genel olarak bakıldığında;

- ◆ Düşük gramajda yüksek mukavemet ve düşük hacimde iyi ısı izolasyonu elde etmek zordur.
- ◆ Balistik koruma ağır, hacimli ve oldukça esnek olmayan malzemelerin kullanılmasını gerektirir.
- ◆ Naylon ve Polyester gibi sentetik lifler yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak güç tutuşurlu özelliklerinin olmaması güç durumunda bırakmaktadır.
- ◆ İyi kar siperi özellikleri düz kontinü filament kumaşlarla sağlanmaktadır. Ancak bunlar da alev geciktirici formlarda mevcut değildir.
- ◆ Kontinü filament kumaşlar sürtüldüklerinde ve buruşturulduklarında karakteristik hışırtı gürültüsü oluşturarak gürültü çıkarmaya meyillidir.
- ◆ Mermilere ve bomba parçalarına karşı balistik koruma sunan malzemeler tedarik edildiğinde aynı zamanda balistik plakalar yüksek ısı yalıtımı sağlayarak kişide ısı stresine neden olmaktadır.
- ◆ Termofizyolojik özellikler göz önüne alındığında, su buharı geçiren ve havayı geçirebilen, su geçirmez kumaşların sağladığı klasik problemlerle karşı karşıya gelmektedir. Su buharı geçirgenliği sınırlanırsa, hareketlilik ile ilgili ısı stresi problemi oluşmaktadır. Aksine, su buharı ve hava geçiren kumaşlar kimyasal savaş maddelerine karşı koruma sağlamamaktadır. [4].

Konvensiyonel NBC pazarı küçülürken yeni ve daha düşük nitelikte ürünler geliştirilmiştir. Bunlar atılabilen dekontaminasyon giysileri, ucuz, hafif folye ve lamine taşıyıcı kumaş bazlı sivil koruma için giysileridir [9].

Askeri koruyucu giysilerin büyük bir kısmı radyoaktif, biyolojik ve kimyasal etkenlere karşı koruyucu giysilerdir (NBC = Nükleer, Biyolojik, Kimyasal). Giysiler ayrıca alev, nükleer boşalma, su ve sıvı geçirmeye karşı da belli bir dayanıklılığa sahiptir. Aynı zamanda yoğun faaliyetlerde kullanım için hafif ve vücudun yeterli nefes almasını sağlayıcı özelliklerde olmalıdır. NBC giysileri pazarı değişkendir ve hükümetin savunma bakanlığının politikasına bağlıdır [9].

Nükleer, biyoloji ve kimyasala etkenlere karşı (NBC) korumalı giysiler, askeri kullanım amaçlıdır. Bunlar çoğu zaman sentetik veya doğal liflerden dokunmuş ayrıca karbon lifler veya köpükten oluşan dokusuz yüzeylemlerden hazırlanmış, çok katlı yapıdadır. Balistik koruyucu giysiler, yüksek performans lifler ve membranlarla güçlendirilmiştir [11,12].

Balistik amaçlı kullanım askeriye yanında polis korumasında da geçerlidir. Aramid lifli iplikler balistik etkiye en fazla direnç gösterirler. Poliamid 6.6 ile üretilen kumaşlar ile karşılaştırıldığında aramid kumaştaki gerginlik daha geniş bir alana yayılmakta ve uzama daha düşük olmaktadır. Kevlar kumaştan üretilen kurşun geçirmez yelekler üç kattan oluşmaktadır. Mukavemet açısından bir kat yeterli olup diğer iki katman emniyet için kullanılmaktadır. Spektral liflerinden üretilen yelekler 30 kat neopren kaplı geliştirilmiş Kevlar yelekler kadar koruma sağlayabilmektedir.

Dokusuz kumaşların bir şekli olan iğneli keçelerde balistik amaçlı kullanılır. Ancak iğneleme sayısı balistik etkiyi azaltmayacak şekilde olmalıdır. Keçenin gramajı arttıkça performans, dokuma tekstilleri yönüne kaymaktadır. Bezayağı dokuma etkili kumaş yapısıdır. Kumaş yapısının yanında dokuma yağları, haşıklar veya nem de performansı etkilemektedir. Bu maddeler bir yağlama işlemi gibi mermi geçişini kolaylaştırmaktadır. Yüksek hızdaki kurşunlara karşı seramik zırh kullanılmaktadır. Simpateks membran giysilerin askeri alanda kullanımı önemlidir. 1996 yılında Akzo Nobel firması Alman askerlerine simpateks giysiler vermeye başlamıştır. Askeriye için global gelişim yönü; konforun, ekolojiye uygun ürünlerin ve iyileştirilmiş fiyat/nitelik oranının geliştirilmesidir. Bir giysinin çok özel gelişimi kombine BC- (biyolojik, kimyasal) ve ıslaklığa karşı koruma fonksiyonuna sahip olmasıdır. Biyolojik–Kimyasal koruyucu giysiler (biyoloji veya gazı baz alan savaş sistemleri) aktif karbonla yüklenmiş absortif giysi tabakalarından üretilir. Bu giysilerin en büyük dezavantajı metrekarede 200 gram aktif karbon içermeleridir ve bu da giyim konforunu olumsuz yönde etkilemektedir. Akzo Nobel yürüttüğü bu proje çevresindeki aktif karbon kullanmamayı hedeflemiştir ve simpateks membranın Cuprofan membranla kombinasyonu sayesinde bariyer özelliklerini elde etmeyi başarmıştır ve diyaliz membranı olarak da kullanılmaktadır [9].

II.5.3. Kurşun Geçirmez Kumaşlar

Koruyucu sistemler insan hayatını ve hayati önem taşıyan sistemleri korumak amacıyla tasarlanmıştır. Burada hedef; düşük maliyetli, hafif, rahat ve yüksek balistik korumalı materyaller üretmektir. Balistik savunmaya karşı koruyucu sistemler uzun süreden beri kullanılmaktadır. İlk başlarda çelik bu amaçla kullanılmaktaydı. Ancak çelikten yapılmış koruyucu sistemlerin çok ağır olmalarından dolayı kullanımları çok rahat olmamaktaydı.

Yüksek performanslı liflerin bulunmasından sonra lifli koruyucu sistemlerin üretimine geçilmiştir. Bu yeni sistemler daha hafiftir ve kullanımları daha rahattır. Bunlar yüksek performanslı polietilen lifleri ve para-aramidlerdir. Balistik koruyucu sistemlerde kullanılan liflerin yüksek dayanıklılık ve enerji absorpsiyonuna sahip olmaları istenir. Balistik çarpmaya maruz sistemlerin enerji absorpsiyon karakteristikleri materyal yapısına, materyal kopma kriterlerine, kumaş tipine, kumaş kat sayısına, kumaş gramajına, mermi kütlesine, mermi çarpma hızına ve mermi geometrisine bağlıdır. Balistik koruyucu sistemler dokunmuş kumaş, dokusuz yüzey veya kompozit formda bulunurlar.

II.5.3.1. Balistik Kumaşlarda Yapı-Özellik İlişkileri

Tarih boyunca insanlar yapılan savaşlarda minimum ölçüde kayıp verebilmek için çeşitli yöntemler denemişlerdir. Bu yöntemlerden biride, dokunmuş kumaşların mermi ve parça tesirli şarapnel gibi tehlikelerden koruyacak şekilde kullanılmasıdır. Bir başka deyimle tekstil yapıların, giyside olduğu gibi koruyucu amaçlı kullanıldığı gerçeğidir. Ancak ateşli silahlardaki gelişmeler ve hızlarındaki artışlar, tekstil yapılarının koruyuculuk etkisini negatif yönde etkilemiştir. Bu gelişmeler yeni tip yüksek modüllü liflerin ortaya çıkması ile tekstil yapıların koruyuculuk etkisini yeniden arttırıcı yönde gündeme getirmiştir.

Maruz kalınan tehlike genelde mermi tipi; delici, patlayıcı tipi parça tesirli ve bıçak tipi kesici olabilmektedir. Tehlikenin büyüklüğünü; kütlesi, hızı, malzeme tipi ve şekli gibi direkt ve kinetik enerjisi, tehlikeden uzaklığı ve tekrarı gibi dolaylı büyüklüklerle tanımlanmaktadır

II.5.4. Tıp Alanında Koruyucu Giysilerin Kullanımı

Bu tür malzemelerin kullanıldığı steril ortamlarda çalışan sanayi dalları olarak elektronik, özel kimya, ilaç ve gıda sanayi sayılabilir. İlk bahsedilen alanlarda hava, uçuşan katı partiküllerden, yani mekanik kirlerden, diğer alanlar için ise mikrobiyolojik kirlerden, yani bakterilerden arındırılmış olması gerekmektedir. Giysinin bariyer özelliği üretim prosesinin türüne ve taleplere göre değişmektedir. Giyim esnasında oluşan sürtünme etkisi ile kumaşın gözeneklerinden daha büyük partiküllerde geçebilmektedir. Bu nedenle bariyer kumaşlar yüksek sıklıkta bir homojen bir yapıya sahip olmalıdırlar. Bu etkinin oluşması için orta çaptaki partiküllerin filtrasyon etkisi % 70-90 olmalıdır. Ayrıca bu kumaşlar insan üzerinde ikinci bir cilt oluşturduklarından dışa doğru ısı ve nem iletimine olanak tanımalı ve hiçbir şekilde kirlilik kaynağı olmamalıdırlar. Kir parçacıkları yarıştırmacı, preperasyon ve yıkama maddeleri veya dış atmosferden gelen mekanik ve mikrobiyolojik partiküller giysilerin dikiş yerlerine yerleşmiş olup günlük kullanımda açığa çıkabilirler. Bu nedenle koruyucu giysilerin hiçbir şekilde bu duruma sebep olmaması gereklidir.

Ekstrem koşullarda ameliyat yapan cerrahlara daha fazla konfor sunabilmek için cildin nefes almasına olanak sağlayan, kan ile taşınabilen hastalıklara ve havada bulunun hastalık yapıcılara karşı koruyuculuk sağlayan, mikroporöz PTFE-membranlardan malzemeler de geliştirilmiştir. Tıbbi koruyucu giysilerin diğer tüketim talepleri olarak ani kesilmelere karşı korumaya, statik elektrik çarpmalarına daha az eğilim gösterme sağlayabilir.

Tıbbi ürünlerde pazar gelişimi genelde toplumun gelişimine, demografideki değişimlere (yaş ve cinsiyet dağılımı) ve sağlık risklerine karşı tutuma göre belirlenir. Lif ağırlığı ve kumaş yüzeyi olarak gelecekteki pazarın büyüklüğü ilk etapta kumaş ve dokusuz yüzeyin dağılımına bağlıdır ve bu da dayanıklı ve atılabilen malzemelere bağlıdır. Genelde tüketim masraflarının ve atık suyun daha düşük olması nedeniyle bir kez kullanıldıktan sonra atılan ürünler tercih edilmektedir.

İlaç ve elektronik sanayisi gibi steril alanlarda kullanılan koruyucu giysiler hiçbir şekilde toz tutmamalı ve aynı zamanda hijyeni de koruyabilmelidir. Yaşam döngülerinde de yıkanma veya sterilizasyonu dayanıklı ve konfeksiyon işlemine de uygun olmalıdır. Termomekanik bitim işlemi görmüş Polyester kumaşlar da bu amaç için uygundur. Lifleri ve kumaşları bakteri ve mantarların sebep olduğu zararlara

karşı koruma, bu mikroorganizmalara karşı doğal dayanıklı veya kimyasal modifikasyon yapılmamış lif bulunmadığından antimikrobiyel maddelerle yapılmaktadır. Bu mikroorganizmalar lif cinsine göre faaliyet göstermektedir. Sentetik lifler doğal liflere göre daha fazla koku absorbe ederler, ancak doğal lifler küf, yosun ve mantar saldırılarına daha açıktırlar.

II.5.5. Isısal Ve Elektriksel Risklere Karşı Yeni Koruyucu Giysiler

Güç tutuşur veya ısı izoleli koruyucu giysiler; Avrupa harmonik düzenlemelerindeki şahsi koruyucu donanımları; “koruyucu giysi kategorilerinin“ 2. ve 3.‘süne aittir. Yani, burada numune yapım kontrol mükellefiyeti ve de kontrol gözetimli yığinsal üretimli ürün söz konusudur. Ürünler kalite olarak yüksek değerli taleplere uygun özellikte ve sağlığı tehdit eden veya hayati tehlikeli iş risklerine karşı koruyucu olmaktadır. Kullanıma yönelik özellik talepleri olağanüstü şekilde çok yönlüdürler. Tehlike tipleri ve kullanım, “küçük bölgesel sınırlı alevlerden“ doğrudan yangının içine girerek “ağır alevlerle” savaşmaya kadarki durumlar için koruma gerektirmektedir. Kullanıcı çok sayıdaki ısı koruyucu malzemeler ve giysi sistemleri içinden doğrusunu seçmek için kısmen uğraş vermelidir [16].

EN ISO 2801’i “Isıya ve Aleve Karşı Koruyucu” standardı kullanılmaktadır. Bu uluslararası standart, yüksek ısı ve alev tehlikesine karşı koruyucu giysilerin, uygun verimlilikte ve basamakta seçilmelerini sağlamak için optimal bir rehberliği sağlamaktadır. Ayrıca ısıya karşı koruma giysilerinin bakımı ve kullanımı içinde genel tavsiyeler verilmektedir [16].

Tablo II.17: Isıya Karşı Koruyucu Giysilerin Gelişme Seyri [16].

Gelişme Seyri	Örnek
Yüksek değerli güç tutuşur kumaşların yapısal olarak sıcaklık dayanımlı liflerin optimal lif karışımlarının artan şekilde kullanımı	Basofil, Kermel HTA, Nomex Delta C, Nomex Delta TA, p84, Conex, PBI, Viskose FR/Aramid (65/35 veya 50/50)
Alevden koruyucu kumaşların gelişmesi	Schümer SECAN Plus (Pamuk FR), Proban, Pyrovatex
Çok katlı giysi yapılarının geliştirilmesi ve membranların kullanımının artması	Güç tutuşur 2-3 katlı laminasyon, Yüksek sıcaklıkta-Lamint gentex Dual, Mirror Fabric
Kombine koruma fonksiyonlu, Çok fonksiyonlu yapıların gelişmesi	Alev koruyucu+Elektrostatik, EX-Alanında koruma, Alev koruyucu+Hava koruyucu+İkaz etkili, Alev koruyucu+Kimyasallardan koruyucu, Alev koruyucu+Elektriksel tehlikelere karşı koruyuculu
Hafif ve verim kabiliyetli ısı izolasyonlu malzemelerin kullanımı ile koruma tesirine hiçbir etki yapmadan giysi konforunu iyileştirmek	Isı izolasyonlu tülbent esaslı dokuma olmayan tekstil yüzeyleri, Yangın blokeli tülbent esaslı dokuma olmayan tekstil yüzeyleri ve kompozitleri
Yeni koruma normlarının ve talep profillerinin oluşturulması	

Klasik alev/ısı koruyucu tiplerinin yanı sıra, yeni tür koruyucu giysiler için çok aktüel olan gelişme yönleri serisi vardır. Bilhassa özel olan, elektriksel tehlikelere karşı koruyucu giysidir ki bu giysilerin aynı zamanda diğer alev ve ısı koruyucu taleplerini de sağlamış olması gerekmektedir.

Elektrik izolesi koruyucu giysi; 500 V'lık alternatif akımı elektrik gerilimine doğrudan temas sırasında tehlikeli vücut elektriklenmesine karşı tüm vücudunu koruyabilen giysidir. Önemli gören tekniği kriteri, çok yüksek elektriksel izolasyon etkisi, bulunan gerilim kontrolüdür. Elektriksel olmayan taleplere, EN 532'ye göre kontrol edilen sınırlı alev yayılımı özelliği dahildir. Giysinin tutuşması daha doğrusu alev almasının mutlaka önlenmesi gereklidir.

Alevden koruyucu giysilerin bir serisi için tutuşmazlık garantisinin yanı sıra, elektrostatik tutuşma korunması için materyalin elektriksel iletkenliği aranır [16].

II.5.6. Ultraviole Işınlardan Koruyan Tekstiller

Yeryüzüne gelen güneş ışınlarının bir bölümünü oluşturan ultraviole ışın yoğunluğunda son yıllarda önemli artışlar gözlenmiştir. Bu durum, özellikle ciddi cilt

ve göz hastalıklarının sayısında artışlara neden olmaktadır. Giysilerin zararlı ultraviyole ışınlarına karşı cildi koruma düzeyleri değişik faktörlere bağlıdır.

Tekstil mamulleri arasında en kolay ve etkili UV koruyucusudur. Pamuk, ipek, PES ve viskon kumaşların UV geçirgenlikleri spektral fotometre yöntemi ile belirlenmiştir. Bu kumaşların UV koruyucu faktörü lifin cinsine, ipliğin cinsine, yüzey konstrüksiyonuna, metrekare ağırlığına mamulün nem içeriğine, rengine, gördüğü bitim işlemine ve kullanımı sırasındaki yaşlanma durumuna bağlıdır. Viskon liflerinin UV koruma faktörünü optimize edebilmek amacıyla daha az UV ışını geçiren yeni bir viskon ipliği geliştirilmiştir. Bu iplikten, optimum UV koruma faktörünü optimize edebilmek amacıyla, daha az UV ışını geçiren viskon ipliği geliştirilmiştir. Bu iplikten, optimum UV koruma faktörüne sahip, çok hafif yazlık giysiler üretmek mümkündür. UV koruma faktörü altında, güneşte kalma süresinin uzatılması durumunda deride bir kızarıklığın olmaması anlamına gelmektedir [19].

II.5.6.1. Tekstil Mamullerinin UV Geçirgenlikleri

Bir tekstil mamulünün UV geçirgenliği, onun iplik, iplik ara boşluklarının geçirgenliği ve liflerin geçirgenliği ile belirlenmektedir. Dolayısıyla bu etki lif cinsi ve mamul konstrüksiyonuna bağlıdır. Bir tekstil mamulünün UV geçirgenliğini azaltmasında başlıca iki olanak vardır. Mamul konstrüksiyonu daha fazla iyileştirebilir. Yani atkı ve çözgü iplikleri optimum oranlarda kullanılarak iplik sıklığı arttırılabilir. Bu tür bir optimizasyonda amaç, lifler tarafından derinin örtülme derecesini arttırmak, yani daha fazla bir lif yoğunluğuna ulaşabilmektir. Diğer yandan kumaşın UV geçirgenliğini azaltmak için lifleri absorpsiyon ve refleksiyon özelliklerinin iyileştirilmesi yoluna gidilmesidir. Yaz giysileri için sınıflandırması aşağıdaki şekilde yapılabilir [19].

Tablo II.18: Yaz Giysileri için Sınıflandırma Şeması [19]

USF–sahası	Transmisyon(%9)	Sınıflandırma	İşaretleme	Koruma kategorisi
40	2,5	Çok çok iyi koruma	40	3
30-40	3,3 – 2,5	Çok iyi koruma	30	2
20-29	5,0-3,4	İyi koruma	20	1

UV ışınlarına karşı koruyucu özellik taşıyan tekstillerde aranan en önemli husus, bu tekstil malzemelerinin yaz aylarında giyilebilecek şekilde hafif ve gözenekli olmalarına karşılık, UV ışınlarına karşı koruyucu özelliklerinin yüksek olmasının

istenmesi (UFP'nin 40'dan büyük olması) ve tropikal bitim işlemleri ile hazırlanan UV koruyucu özelliğe sahip kumaşların yıkama haslıklarının ve diğer haslıkların özelliklerinin de yüksek olmasının istenmesidir [32].

UV absorblayıcı maddeler bu ışınları seçimli olarak absorbe etmekte ve ısıya dönüştürmektedir. Bu maddeler liflere kovalent olarak bağlanabildikleri için UV koruyucu etkileri yıkamaya dayanıklı olmaktadır. Diğer bir olanak ise UV sahasında absorbsiyon yapabilen boyarmaddelerin kullanılmasıdır [19].

Bu boyarmaddeler de UV-absorblayıcı maddeler gibi life sağlam bağlarla bağlanabilmektedir. Liflerin UV geçirgenlik değerleri TiO_2 gibi pigmentlerin kumaşlara yerleştirilmesi ile iyileştirilmesi UV ışınlarını absorbsiyon ve refleksiyonu ile olmaktadır. Lifler üzerine aktarılan pigmentler lif yüzeyini çepeçevre kapladıkları ve yıkama soncu kumaştan uzaklaşmadıkları için etkileri de kalıcı olmaktadır. Pigmentlerin önemli bir avantajı etkinin kumaşın rengine bağlı olmamasıdır. Böylece istenen desenlerin uygulanması mümkündür [19].

Tekstil materyallerin UV geçirgenliklerini etkileyen faktörler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

-Örtücülük: Kumaş gözenekliliği, UV geçirgenliğini belirleyen en önemli özelliktir. Hava geçirgenliği az ve sık yapıli dokuma ve trikoların UV geçirgenliği daha az dolayısıyla koruma faktörleri yüksek olmaktadır.

-Giysiye oluşturan tekstil materyalinin cinsi:Doğal liflerden yün, UV ışınlarına karşı en iyi korumayı sağlamaktadır. Yünü, sırası ile ipek, keten ve pamuk izlemektedir. Sentetik liflerde ise en yüksek korumayı içerdikleri titanyum dioksit nedeniyle polyester lifleri göstermektedir. Polyester'i sırası ile poliamid ve poliakril lifleri izlemektedir. Ancak poliamid liflerinde de titanyum dioksit kullanıldığı durumlarda koruyuculuk değerleri polyester lifleri kadar olmaktadır.

-Çok Renkli Desenler; Özel olarak güneşten koruyucu etki sağlasın diye üretilmiş bir kumaşın koruma faktörünün en az 30 olması gerekmektedir. Bu tür bir giysiye koruma faktörü belirtilecek şekilde etiket verilerek bu özelliği belirginleştirilebilir. Koruma kategorisi II olan mamullerin USF değeri 30, kategori III' e giren mamuller ise USF' de 40+ ile çok mükemmel olarak değerlendirilmiştir.

Güneşten koruyucu giysilerin bu özelliklerini yerine getirebilmeleri için bunların yalnız etiketlenilerek dikkat çekici hale getirilmeleri yeterli değildir. Bu giysinin

kesim ve biçimi de önemlidir. Yani tekstil mamulünün vücudun çok büyük bir bölümünü örtecek şekilde olması kaçınılmazdır [19].

Koyu renkli giysiler, açık renkli giysilere kıyasla daha yüksek koruma sağlarlar. Aşağıdaki Tabloda materyal cinsi ve materyal rengine göre koruma faktörleri verilmiştir

Tablo II.19: Materyal Cinsi ve Rengine Göre Koruma Faktörleri [19].

Pamuk	UPF	Poliester	UPF
Beyaz	12	Beyaz	16
Açık mavi	18	Açık mavi	19
Siyah	32	Koyu kırmızı	29
Lacivert	37	Siyah	34

Daha önce de belirtildiği gibi özel pigmentlendirilmiş filament viskon (Enka Sun) ve atkısı matlaştırılmış modal ipliklerle sıkı bir kumaş yapısı ile amaca ulaşılmaktadır. Bu şekilde üretilmiş olan bir viskon kumaş çok iyi bir UV koruyucu etkiye sahiptir. Düşük gramajlı üretimi, iyi bir giyim konforu ile optimum UV koruma özellikleri karşılanabilmektedir.

-Nem İçeriğinin Etkisi; Viskonun nemi içeriğine bağlı birçok özellikleri bulunmaktadır. Öncelikle nem viskonun şişme değerini etkilemektedir. Diğer yandan viskonun nem içeriği depolama klima koşullarına doğrudan bağlıdır. Bu nedenle viskon (Enka Sun), PES, ipek ve pamuklu kumaşların nem içeriklerinin USF üzerine olan etkileri tespit edilmiştir [19].

Genel olarak giysilerdeki nem oranı arttıkça UV geçirgenliği artmaktadır. Aşağıdaki Tabloda doku tipi ve hammadde cinsine göre ıslak tekstil materyallerinin SPF değerleri verilmiştir.

Tablo II.20: Doku Tipi ve Hammadde Cinsine Göre Tekstil Materyallerinin SPF Değerleri [19].

Lif cinsi	Doku yapısı	SPF (Kuru)	SPF (Yaş)
Pamuk	Bezayağı	10	10
Pamuk	Dimi	15	5
Pamuk/PES	Dimi	130	95
Polyester	Bezayağı	20	15
Poliamid/Elastan	Triko	85	40
Poliamid	triko	5	5

Tekstil materyallerinin ıslak halde iken lif kesitinin şişmesine bağlı olarak doku yapısı kuru haldekine kıyasla daha sıkı hale gelebilir ve gözenekliliği azalır. Bu nedenle, kuru ve yaş durumdaki SPF değerlerinde daha az farklılık gözlenebilir.

Relatif nem değeri tüm kumaşlarda UV koruma faktörünü etkilemektedir. Bu etki farklı ama oldukça etkilidir. Relatif nem değerinin artması ile USF değerinin arttığı gözlenmektedir. Bu artış lifin cinsine çok fazla bağlıdır. İpek ve viskon liflerinin nem içeriğine olan bağlılığı daha fazladır. Bundan dolayı , liflerin doğal şişme özellikleri ile açıklanmaktadır. Bu liflerin nem içerikleri ne kadar fazla ise kesit şişmesi de o derecede fazladır. Kesit şişmesi fazlaştıkça atkı ve çözgü iplikleri aralıkları kapanmaktadır. Viskon liflerinin bilinen en iyi özelliği nem alma yeteneğinin iyi olması, şişme değerinin yüksek olmasıdır. Bu nedenle relatif nem değerinin UV koruma faktörü üzerine olan en büyük etkisi viskon liflerinde ortaya çıkmaktadır. Diğer yandan ipek liflerinin şişme değerinin düşük olmasına karşın bu liflerin çok ince olmasının etkisi söz konusudur. Bu nedenle atkı ve çözgü lif sayısı daha çok olacaktır. Bunun sonucu lifler tek tek az şişmiş olsalar da toplam etki fazla olmakta ve böylece artan relatif nem değeri ile birlikte UV geçirgenlik değeri azalmaktadır. Artan relatif nem değeri ile birlikte UV koruma faktörünün artması lif kesitinin şişmesi ile açıklanmaktadır. PES ve pamukta nem alma yeteneklerini, düşük ve şişme değerlerinin az olması nedeniyle bu liflerin UV koruma faktörleri relatif nemden çok az etkilenmektedir. Aslında viskon ve pamukta benzer etkilerin beklenmesine karşın, pamuktaki şişme değerini, uygulanmış olan apre işleminin engellediği düşünülmektedir.

Klima Süresinin Etkisi; Ölçüm değerlerinin sabitleşmesi ancak 18 saatlik bir klimalandırma sonunda olmaktadır. O nedenle en iyisi DIN 50014'e göre hareket edilmeli ve ölçüm öncesi örneklerin, öngörüldüğü gibi 24 saat %65 relatif nemde ve 22°C sıcaklıkta bekletilmelidir.

Boyamanın Etkisi; Kumaşa boyarmadde aktarılması onun UV geçirgenlik değerini düşürmektedir. Bunun yanında değişik boya tonları farklı absorbsiyon davranışlarına sahiptirler. Ölçümler sonucu ham beyaz kumaşa göre transmisyon değerlerinin azaldığı, en az yarıya düştüğü tespit edilmiştir. Ancak oldukça kalın olan bu kumaş yazlık bir giysi için uygun değildir. Sonuç olarak pigmentli ipliklerden üretilmiş hafif viskon kumaşlarla çok iyi koruyucu özelliğe sahip mamuller elde etmek mümkündür.

Güneşe bağlı UV geçirgenlik değeri özel pigmentli ipliklerden oluşturulmuş hafif ama sıkı dokunmuş viskon kumaşlarla oldukça azaltılabilmektedir. Bu şekilde optimize edilmiş bir kumaş olağanüstü iyi UV koruyucu özelliğe sahip olmakta ve bundan koruyucu giysiler üretilmektedir [19].

Tekstil materyalinin giyim sırasındaki gerginliği: Özellikle yapısında lycra ve elastan içeren mamullerin gergin halde iken gözenek yapıları genişlediği için koruma faktörleri değerlerinde azalma gözlenmektedir.

Tekstil materyallerinin kullanım süresi: Kullanım süresi boyunca fazla yıkanan ve tüylenen tekstil materyallerinin UPF değerleri artmaktadır.

II.5.7. Outlast Teknolojisine Sahip Kumaşlar

Outlast ısı düzenleme teknolojisine sahip lif, köpük ve kumaş gibi materyallerin yapısını anlamak için, öncelikle insan vücudunun ısıyı nasıl düzenlediğini incelemek gerekir. Kişi üşüdüğü zaman, deri boyunca kan taşıyan damarlar, akan kan miktarını azaltmak için büzülür. Bu sayede deriden dışarıya olan ısı kaybı azaltılmış olur. Kişi sıcak bir ortama girdiğinde ise, fazla ısının deriden dışarıya verilmesi için, damarlar açılarak geçen kan miktarı artırılır.

Yapılan araştırmalarda insan vücudu için uygun konfor sıcaklığı 33.3°C'tır. Sıcaklık 30.8°C'e düştüğünde üşüme hissi, 30 °C' nin de altına düştüğünde kaslar vasıtasıyla daha fazla enerji üretebilmek için titremeler başlar, 20 °C' de his kaybı ortaya çıkmaktadır. Sıcaklı 35.5 °C' nin üstüne çıktığında rahatsızlık ve terleme oluşmakta, 40 °C' ın üstüne çıktığında ise ağrı ve çeşitli rahatsızlıklar ortaya çıkmaktadır. Faz değişim materyallerinin kullanımı ile vücudun kendi yaptığı ısı düzenlemesine yardımcı olunmaktadır.

Faz değiştiren materyaller (PCM), faz değişim aralığı olarak bilinen 1°F'dan 20°F'a yakın olarak tanımlanmış sıcaklık aralığında, faz değiştirme ısısı şeklindeki enerjiyi bünyesine alma, depolama ve gerektiğinde serbest bırakma özelliğine sahip olan materyallerdir. Materyal ısıyı bünyesine alma, depolama ve serbest bırakma esnasında katı halden sıvı hale veya sıvı halden katı hale faz değiştirmektedir. Faz değiştirme aralığında büyük miktarda ısıyı bünyesine alma, depolama ve serbest bırakması için, kristalin yapı oluşturabilme yeteneği faz değiştiren materyallerin en önemli özelliğidir [20].

Faz değişim materyalini lif içerisine yerleştirmenin avantajları aşağıda belirtilmiştir;

- ❖ Faz değişim materyali lif içerisinde kalıcı olarak bloke edilmektedir.
- ❖ İplik eğirmede, örmede ve boyamada sorunsuz olarak alışlabilmektedir.
- ❖ Bu ipliklerden üretilen kumaşlar normal dökümlölük ve mukavemet göstermektedir.
- ❖ Çok yönlü kullanım alanı bulunmaktadır.

Bu teknoloji 1970’li yılların sonu ile 1980’li yılların başındaki NASA Uzay Araştırma Programı’nın bir sonucu olarak geliştirilen bir patent çalışmasıdır.

Klasik ısı izolasyonunda izolasyon derecesi, kumaşın kalınlığına ve yoğunluğuna bağlıdır. Kumaş kalınlařtıķa ve yoğunluk azaldıkķa sağlanan ısı izolasyonunun derecesi artmaktadır. Bu yeni teknolojiye kullanılan faz değişim materyali içeren kumaşlar ise kısa bir süre ısı bariyeri olarak davranmakta ve kumaşın ısı kapasitesi kumaş hacimliliğinden bağımsız olmaktadır.

Outlast lif, kumaş ve köpük malzemesi olarak üç şekilde üretilebilmektedir. Mikro termal materyallerin sentetik liflerin içerisine doğrudan yerleştirilmesi ile lifler, mikro termal materyalleri içeren bir tabakayla kaplanmasıyla kumaşlar ve mikro termal materyallerin köpük içerisine yerleştirilmesiyle de köpük formu elde edilmektedir.

Outlast lifleri genelde akrilik lifleridir. Bu lifler 2.2, 3.3 ve 5.0 dtex incelikte, kesikli veya kesiksiz lif olarak üretilebilirler.

Tüm Outlast olarak kaplanmış kumaşlar, astar veya i astar materyal olmaya yönelik olarak tasarlanmıştış. Kumaşlar bu şekilde insan vücudu ile daha yakın etkileşim halindedir. Outlast kaplanmış kumaşlar için geçerli olan tüm kurallar Outlast köpükler için de geçerlidir. Açık hücreli köpüklere kaplama yapılmasının faydası, köpük içinde küçük faz değiştiren materyallerin karışık şekilde dağıtılabilmesidir. Bunun anlamı, küçük faz değiştiren materyallerin köpüğün bir tarafına doğru toplanmasının sağlanabilmesidir. Bu önemli bir özelliktir. Bu sayede küçük faz değiştiren materyaller, dışarıdaki çevreden çok, insan vücudu ile daha etkileşim halinde olabilir. Ancak köpükler tamamen küçük faz değiştiren materyallerle doldurulmuş olsaydı, ısı düzenleme sisteminin etkisi de bir miktar azalırdı [20].

Astar olarak kullanılacak kumaşın üzeri parafin ile kaplanıp diğer giysilerin içerisinde kullanılır. Parafin, personelin hareketi sırasında vücutta açığa çıkan ve dışarı kaçan enerjiyi üzerine toplar ve depolar. Personelin herhangi bir sebeple hareketini azaltması veya durması halinde ise depolanmış enerjiyi tekrar personele geri vererek ve deri ısısının 29-37°C arasında kalmasını sağlayarak üşmesini engeller. Astar olarak kullanılacak kumaşın üzeri parafin ile kaplandığında ve bu ürünün de soğuk iklim giysileri içerisinde Polar Filiz yerine kullanılması halinde askerin performansının yaklaşık iki misli arttığı Fransız Hava Kuvvetleri'nin yaptığı testler neticesinde tespit edilmiştir [31].

Outlast lifleri aşırı ısınmaya ve istenmeyen soğuk bölgeleri dengeleyerek daha üniform bir ısı dağılımı temin etmektedir. Outlast lif ve kumaşları hantal, hacimli giysileri, çok katlı tabakaları ortadan kaldırmaktadır. Hem yıkamaya hem de kuru temizlemeye dayanıklıdır [9].

Outlast lif, kumaş ve köpük malzemeleri her yerde kullanılabilir. Bunlar; Parka, pantolon, ceket, yelek, atletik giysiler, termal iç giyim, uyku tulumu gibi dış giysiler, Çorap, eldiven, bot, ayakkabı, şapka, kask (dağcılık, snowboard, kayak için) gibi özel durum giysileri, battaniye, şilte, yastık kılıfı ve paspas gibi ev tekstilleri olarak kullanılmaktadır. Bunun dışında askeri alanda ve sanayi tipi koruyucu giysilerde kullanım alanı bulmaktadır.

II.5.8. Soğuk İklim Giysileri

Soğuk iklim giysileri ağır hava koşulları altında çalışanlar için dizayn edilmiş çeşitli iş giysileri, kayak giysileri, eldivenler, botlar ve yağmurlukları kapsayan, nefes alabilen (vücut terini dışarı atabilen) ancak su geçirmeyen özel kumaşlardan mamul ürünleri içermektedir. Askeri amaçlı kullanılabildikleri gibi spor ve çalışma alanlarında da kullanılırlar. Aşırı soğuk ve yağışlı ortamda kullanılacak olan soğuk iklim giyeceklerinin ısı izolasyonu sağlaması, yağmur ve kar suyunu dışarıdan iç kısma geçirmemesi ve içte oluşan teri dışarıya atması yani hava sirkülasyonu sağlaması beklenmektedir. Bu amaçla dış kumaş, ortada membran ve iç kısmında ince triko astardan mamul üç katlı nefes alabilir kumaşlar geliştirilmiştir. Üç katlı kumaşların asıl fonksiyonel katmanı orta kısımdaki nefes alabilen membrandır. Membranlar yapılarına göre hidrofilik ve mikro gözenekli olmak üzere iki kategoriye ayrılırlar [11,12].

Membranlar iç ve dış kumaşa genelde soğukta kırılğan olmayan poliüretan yapıştırıcılarla lamine edilmektedir. Ancak bu işlem sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli husus laminasyon sırasında yapıştırıcının membranların su buharı geçirgenliğini azaltmamasıdır. Yapıştırıcıyı noktalar halinde süren ve bu şekilde yapıştıran laminasyon silindiri ile yapışma noktaları arasında kalan membran kısımları ile nefes alabilirlik sağlanmalıdır.

Soğuğa karşı koruyucu giysilerin dizaynında deniz suyuna dalanlar ile suya mecburi iniş yapan hava mürettebatı da düşünülmüştür. Soğukla karşılaşma esnasında el, parmak ve üst koldaki deri sıcaklığına ilişkin denemeler gerçekleştirmiştir. Bu amaçla soğuğa karşı koruma giysileri giyen kişiler 60 dakika, -5,-15 ve -20oC sıcaklıktaki klima odasında tutulmuş ve termal hassasiyetleriyle iş performansları saptanmıştır.

Ruszkowski, soğukta çalışanlar için çok katlı termal izolasyon materyali geliştirmiştir. Elde edilen kumaş bir alüminyum folye, bir termoplastik tabaka ve akrilikten yapılmış iğnelenmiş bir tülbent esaslı dokuma olmayan tekstil yüzeyden oluşmaktadır. Meinander, giysi materyalleri ve kışlık çalışma giysilerinde nem ve ısı transmisyonunu ölçen bir yöntem geliştirmiştir [11,12].

II.5.9. Radyasyon Tehlikesinden Koruyan Giysiler

Günümüzde artık insanlar gittikçe artan oranda güneş ışınlarının yaydığı radyasyon ışınlarının yarattığı tehlikenin farkında olmaktadır. Tekstiller tip ve konstrüksiyonlarına bağlı olarak bu radyasyonun etkilerini bir dereceye kadar önleyebilmektedir. Bu koruma, faklı materyal, kumaş deseni ve terbiye türü seçimi ile daha da optimize edilebilmektedir. Güneş ışınlarından koruyan giysilere baktığımızda aranan başlıca özellikler giysinin sıcak iklimlere uygun olarak hafif ve seyrek dokunmuş olmaları ve giyimin rahatsız edici olmamasıdır. Bu özellikleri taşıyan giysilerin ise koruyucu efektleri düşüktür.

Radyoaktif çevrelerde, radyoaktif elementler içeren atık gibi radyoaktif maddelerin insan derisine geçişini önlemek için koruyucu giysiler kullanılır. Atıklar radyasyon yayar ve deri de radyoaktif enerjiyi emer, ve alınan dozla orantılı olarak zarar görür. Nükleer merkezlerde çalışanlar, röntgen ile çalışanlar, kanser tedavi merkezlerinde çalışanlar ve iyonize radyasyona maruz kalınabilecek yerlerde çalışanlar için radyasyondan korunma şarttır.

Alfa ve bazı beta radyasyonu üreten malzemelerle çalışırken, radyoaktif etki gösteren kirliliklerin ciltten, gözlerden, burun ve ağızdan uzak tutulması koruma için yeterlidir. Radyoaktif malzemeler insan dokusuna değmediği sürece zarar vermez. Bu durumlarda gözlükler, eldivenler, düşük ağırlıktaki koruyucu giysiler ve solunum yollarının korunması radyasyondan korunma için yeterlidir. Fakat gama radyasyonu söz konusu olduğu zaman radyasyon enerjisi giysiyi geçer ve vücuda girer. Gama radyasyonu yayan atık maddeler, yakın bölgelerdeki dokuya zarar verir [29].

Nükleer koruma için kullanılan kumaşlar pamuk, polyester/pamuk veya naylon/polyester karışımlarından üretilmiştir. 1980'lere kadar dimi veya saten pamuk dokumaları tüm nükleer korunma giysilerinde ana malzemedir. Son zamanlarda pamuk/polyester karışımları tercih edilmeye başlanmıştır. Pamuk/polyester dokumaları ABD'deki nükleer koruma giysilerinin %80'ini oluştururlar. Son dönemlerde, nükleer koruyucu giysi marketine başka sentetik kumaşlar tanıtılmıştır. Bu kumaşlara örnek olarak, polyester/pamuk karışımlarına göre çok daha iyi sonuç veren %99 naylon %1 karbon karışımlarından elde edilen kumaşlar verilebilir [29].

Bir kumaşın UV radyasyonunu geçirme tutumunu şu faktörler etkiler

- **Kumaşın Yüzey (Doku) Yapısı:** Bir kumaş ne kadar sık dokunmuş olursa koruma efekti o kadar yüksektir. Aynı doku yapısında olan iki kumaştan sık dokunmuş ve kalın olanın koruma faktörü daha yüksektir. Bu durum örtme faktörü ile yakından ilgilidir. Bunun anlamı, kumaşın % ne kadarının iplik ile kaplı olduğudur.
- **Lif Cinsi:** Giysi üretilecek kumaşlarda lif türleri UV radyasyon ışınları geçirgenliği bakımından farklılık gösterir. Ağartılmış (kasarlanmış) UV radyasyon geçirgenlik faktörü çok yüksektir. Ancak **ham pamuk** içerdiği pektin, doğal pigmentler ve balmumu nedeniyle UV ışınlarını emmek suretiyle daha yüksek bir koruma sağlamaktadır. **Poliamid lifleri** oldukça geçirgendir. **Polyester** ise V-B radyasyonlarını emici özelliğe sahiptir.
- **Renk ve Renk Derinliği:** Boyalar genellikle radyasyon ışınlarını emerler. Bazı boyarmaddelerin emiş kapasitesi UV ışınlarının tümü üzerinde etkilidir. Bunlar UV ışınlarını emici olarak kullanılır ve kumaşın koruma faktörünü artırır. Genel olarak aynı kumaş strüktüründe olan ve boyanmış kumaşlarda koyu renk olanın koruma faktörü daha yüksektir. Prensip olarak siyah ve benzeri koyu renkler maksimum koruma faktörüne sahiptir.

- **Nem Oranı:** Islak giysilerin koruma faktörü, kuru giysilere kıyasla daha düşüktür. İplik ve lifler üzerindeki su yayılma efektini azaltır, dolayısıyla UV geçirgenliğini artırır.
- **Terbiye İşlemleri:** Özel bazı terbiye işlemlerinin yardımıyla, kumaşın görünüm, tuşe veya hava geçirgenliğinden ödün vermeden UV geçirgenliği azaltılabilir. Kullanılan birçok lif türüne uygun ürünler piyasada mevcuttur.
- **Güneşten sadece giysilerle korunulmaz:** Giysiler en önemli UV koruyucularıdır. Ancak, direkt güneş ışığına maruz kalan birçok iş kolunda güneş siperlikleri, tenteler ve koruyucu tavan konstrüksiyonları altında çalışılabilir. Bunlar genelde sık dokunmuş ve ağır kumaşlardır [15].

Tablo II.21: UV Işınlının İnsan Teni Üzerindeki Etkileri [15].

180-280 Dalga Boyu (nm) UV-C ışınları	280-320 Dalga Boyu (nm) UV-B ışınları	320-400 Dalga Boyu (nm) UV-A ışınları
En büyük enerjiyi taşırlar fakat ozon tabakası tarafından engellendiğinden yeryüzüne kadar ulaşamazlar	Uzun vadede güneş yanığı oluştururlar. Kızarma ve şiddetli yanıklar söz konusudur. Cilt kanseri riskini taşırlar.	Vitamin D üretirler. Cilde çok derin nüfuz ederek ani bronzlaşma oluştururlar. Cildin erken yaşlanmasına yol açarlar.

Eskiden askeri koruyucu giysilerin asıl amacı askeri yağmur, kar, soğuk, sıcak ve rüzgar gibi çevre etkilerinden korumaktır. Günümüzde kimyasal, biyolojik, termonükleer ve daha etkili silahların ve radar sistemlerinin gelişimiyle askeri koruyucu giysilerden beklentiler de artmıştır [32].

Işınlardan cildi koruyabilecek en basit ve etkili araç olmalarına karşılık, UV ışınlarından koruyucu etkileri, lif tipi, iplik ve kumaş konstrüksiyonu, kumaş gramajı, nem miktarı ve terbiye türüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Pamuk, yün ve ipek gibi doğal lifler sentetik lifler ile karıştırıldığında daha az koruyucu özellik gösterir; işlem görmemiş pamuk, içerdiği pigmentler, pektinler ve mumlardan dolayı ağartılmış pamuktan daha az UV geçirgenliğine sahiptir. Alifatik yapıli poliamid elyaf, aromatik yapıli polyester liflerinden daha az UV radyasyonu absorplamaktadır. Sentetik liflerin içerisine katılan ve polimerin matlaştırılmasında kullanılan titan dioksit'in UV radyasyonu transmisyonunda önemli derecede

azalmalara yol açtığı da bilinmektedir. Tekstil materyallerinin boyanmasında kullanılan boyarmaddelerin de UV radyasyonu absorplama özelliğine sahip boyarmaddeler ve dolayısıyla bu tip boyarmaddeler ile boyanmış kumaşlar, yüksek UFP (Ultraviyole Koruma Faktörü) değerine sahiptir [32].

Bir tekstil materyalin koruma efektini belirleyebilmek için, önce onun UV radyasyon geçirgenliği ölçülür. Bu amaçla standartlar geliştirilmiştir. Ancak son yıllarda Avrupa’da “UV Standartları 801” olarak nitelenen bağımsız bir test etme ve sertifikasyon sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem sayesinde tekstiller UV radyasyonlarına karşı koruma özelliklerine göre derecelendirilmektedir [15].

Radyasyon ısına karşı koruyucu giysilerin özellikleri:

Özel koruma için kullanılan giysiler sızdırmaz yapıdadır. Kumaş İçine sızma ve yayılmadan korunma özel katmanlar tarafından sağlanır. Bunlar kaplanmış kumaş ile kalıcılık sağlayan bir taşıyıcı olabilir. X ışını ile çalışanları radyasyondan daha iyi korumak için, kurşundan yapılması gereken giysiler sıkça kullanılmaktadır. Mikro dalga röle kulelerin veya yüksek voltaj transmisyon hatların etrafında, hatta elektronik araçların (kişinin düşük seviyede elektromanyetik radyasyonu alabileceği araçlar) liflere ve kuruluğa bağlı iletken ve metal kullanarak elde edilen elektromanyetik siperler bu alanlarda kullanılmaktadır [11,12].

II.5.10. Kimyasal Maddelere Karşı Dayanıklı Tekstil Materyalleri

Kimyasal maddelere karşı dayanıklı koruyucu giysinin amacı vücudun tehlikeli kimyasal maddeler ile direkt temasa girmesini engellemektir. Günümüzde kullanılan tehlikeli kimyasal maddelerin sayısı göz önüne alınınca koruyucu giysinin önemi çok iyi anlaşılır.

Genelde gözenekli kumaşlar makro büyüklükteki partiküllere karşı koruma için, kaplama ve laminat kumaşlar ise sıvı ve gazlara karşı koruma için kullanılırlar.

Sıvı ve Gaz Halindeki Kimyasal Maddelere Karşı Koruyuculuk; Sıvı ve gaz içeren kimyasal maddelere karşı koruyuculuk için özel filmlerle kaplanmış veya laminatlanmış kumaşlar uygundur. Tehlikeli koşullarda ve zehirli maddelerle çalışırken bu tarz giysiler kullanılmalıdır.

Saranex, Tyvek ile laminatlanabilen çok katmanlı bir filmidir. Saranex 23P çok katmanlı bir yapıya sahiptir. Dış katman düşük yoğunlukta polietilen, ikinci katman Saran, üçüncü katman etilenvinilasetat (EVA) kopolimeri ve iç kısmı Tyvek'tir. EVA yapıştırıcı özelliktedir. Saranex değişik dikim tekniklerinin kullanıldığı mamullerin üretimi için uygundur.

Kimyasal maddelere karşı koruyuculuk sağlayan basit giysiler eldivenler, botlar, yüz koruma tertibatları ve önlüklerdir. Başlıklar, tüm vücudu örten giysiler, sıçramalara karşı koruyucu giysilerin kullanımı ile daha fazla korunma sağlanabilir. Daha gelişmiş kapsüller içeren giysiler gaz geçişini engeller [29].

Koruyucu giysi üretiminde, lif ve kumaş seçimine, kesme, dikme ve incelemelere büyük özen gösterilmelidir. Son mamulün kullanım koşullarına bağlı olarak özellikle dikiş tipleri kritik rol oynar. Bunlara Kapalı (sızdırmayacak şekilde kapanmış)dikişler ile biye takma veya bantlı dikişler uygulanır. Kapalı dikiş ultrasonik, ısıl veya RF metotlarıyla uygulanmalıdır. Bu metotlar, zehirli madde penetrasyonuna en dayanıklı birleştirme metotlarıdır [29].

II.5.11. Güç Tutuşur Kumaşlar

Yanmaz kumaş denince alev etkisiyle yanmayan kumaşları, güç tutuşur kumaş denilince de yanabilen ancak yanması geciktirilmiş yanma hızı çok düşürülmüş, alevi yaymayan ve alev kaynağı uzaklaştırıldığı zaman bir iki saniye gibi çok kısa süre içinde sönebilen kumaşlar anlaşılmalıdır.

Güç tutuşur giysilerinden beklenen özellikleri gösteren lifler başlıca iki gruba ayrılır [11,12].

II.5.11.1. Yapıları İtibariyle Güç Tutuşur Lifler

Doğal yapılar itibariyle güç tutuşur lifler aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür.

-Aramid Lifleri: Tank mürettebatının, pilotların, astronotların ve itfaiyecilerin koruyucu giysilerinde kullanılır. Aramid lifi aromatik poliamid liflerinin kısaltılmış şeklidir. Aramid liflerinin ilk tanıtımı Nomex ve Kermel olarak yapılmıştır. Aramidlerin ticari olarak önem kazanan iki tipi vardır. İlk tipi yüksek ısıya dirençlidir ve meta aramid grubu olarak isimlendirilir. Bunlar orta derecede mukavemete ve düşük modüle sahiptir ama sıcaklığa karşı mükemmel direnç gösterirler. Kullanım alanı büyük ölçüde yanmazlık üzerinedir. Bu gruptaki lifler 600-800 °C sıcaklığa kadar erime ve bozulma göstermeden dayanabilirler. Aramid

ailesinin ikinci tipi para-aramid veya beta aramid grubudur. Bu gruba giren lifler yüksek mukavemet ve modüle sahiptir. Sertlikleri çok yüksek olduğu için çok amaçlı kullanıma elverişlidir. Yanmaya ve kimyasal maddelere karşı korumada m-aramidler, silah ve kesilmeye karşı korumada ise para aramidler tercih edilir [11,12].

-Nomex: Aramid liflerinin ilkidir. İlk olarak Dupont firması tarafından 1962’de elde edilmiştir. Kimyasal yapısı poli (m-fenilen-isoftalamid) (MPTA)’dır [11,12].

Nomex lifleri itfaiye ve ordu personelinin giysilerinde kullanılır. 250 °C’deki mukavemeti oda sıcaklığındaki mukavemetine eşittir. Bu liflerin konforu iyidir, giysi yapımına uygundur, nem alma özelliği naylon 6 ve 6.6 ye eşittir. Bu lifler çok pahalı olduklarından % 30 nomex, % 5 Kevlar ve % 60 Güç tutuşur Viskon karışımı lifler (Karvin) ile giysi daha ucuza mal olabilir. Teijin firması tarafından Conex lifleri olarak üretilmektedir [11,12].

-Poliamid-imid lifleri: Kermel ismiyle bilinen bu liflerin fiziksel ve kimyasal özellikleri Nomex lifine benzer. Yüksek ısıya dayanır ve yüksek mukavemetlidir. Ancak fiyatı çok yüksek olduğundan, %10-15 viskon ile karışım yapılırsa statik elektriklenme problemi ortadan kalkar, ayrıca UV radyasyona karşı da direnç kazanmış olur. Kermel liflerinin karışımları da çok yüksek LOI değerine sahiptir [11,12].

-Poliiimid lifleri: Bu lifler bir Avusturya şirketi tarafından P-84 adıyla üretilmiştir. Erime sıcaklığı 315 °C ve bozulma sıcaklığı 500 °C’dir. LOI değeri 34-38 dir. Konfor özellikleri çok iyi olan bu lif, 50/50 Güç tutuşur viskon/P84 karışımı olarak kullanılır. 800 g/m² gramajlı kumaş olarak üretildiğinde eldiven yapımında kullanılır [11,12].

-Polibenzimidazol (PB) lifleri: Hoechst-Elanese Firması tarafından üretilmiştir. 815 °C’de bile asbest liflerinden daha dayanıklı olduğu gözlenmiştir. Pahalı olmalarına rağmen kimyasal ve termal kombinasyonunun dayanıklı olmasından dolayı koruma giysileri için idealdir [11,12].

-Fenolik lifler: LOI değeri 30-35 olan bu liflerin tutuşma sıcaklığı 2500 °C’nin üzerindedir. Dolayısı ile sanayide ve orduda koruyucu giysi olarak kullanılır [11,12].

-Kyrol lifleri: Yumuşak bir lif olup %6 nem içerir. Aleve maruz kaldığında yavaş yavaş karbonize olur. Alüminyum kaplama yapılarak veya diğer liflerle karışım halinde kullanılır [11,12].

-PolivinilKlorür Lifleri (PVC): Alevden çıktığında sıcak olmadığı için dokunulabilir ve deri yanığı riski yoktur. Termal konforları çok iyidir. Döşemelik ve perdelik olarak daha yaygın kullanılır [11,12].

-Yarı (Semi)-karbon lifleri: PAC liflerinin kısmi karbonizasyonu ile üretilmiştir. Erimiş metal sıçramalarına dayanıklıdır. 1000⁰C alev sıcaklığına dayanıklı bu liflerin, hava geçirgenliği de iyi olduğundan giysi açısından da konforu iyidir. Ünlversal karbon lifleri özellikle polis ve güvenlik kuvvetleri üniformalarının üretiminde elbiselerinde kullanılmaktadır. Panox/yün karışımları uçuş giysileri için uygundur. Panox/aramid karışımlarının abrazyon direnci yüksek olduğu için tank mürettebatının giysilerin de ve genelde iç giysilerde cildi korumak için kullanılır. Bunun için 60/40 Panox/modakrilik karışımı lifler çift-Jersey kumaş ve 60/40 yün/panox karışımı lifler çift Jersey kumaş üretiminde kullanılır. uygulanır. [11,12].

-Basofil melamin lifleri: Yüksek performanslı, ısıya dayanıklı bir liftir [11,12].

II.5.11.2. Kimyasal İşlemlerle Elde Edilen Güç Tutuşur Lifler

Bu grupta viskoz durvil (fosfor içeren rayon), karvin (%5 kevlar %30 nomex ve %65 Güç tutuşur(FR)-viskon), PES (LOI değeri 28.4), Naylon 6 (LOI değeri 31'in üzerinde) akrilik/modakrilik lifler (LOI değeri 18'den 33'e çıkarılmıştır), güç tutuşur selüloz lifleri (LOI değeri 19) ile güç tutuşur yün lifleri (LOI değeri 24) yer almaktadır.

Elektriksel kıvılcımlara maruz kalan elektrik işçileri için de tek ve çok katlı kumaş konstrüksiyonları geliştirilmiştir. Tek katlı giysilerde en çok nomex, kevlar, cam, novoloid, güç tutuşur pamuk, güç tutuşur pamuk/polyester lifleri; iki katlı giysilerde iç katman kumaşı olarak güç tutuşur pamuk, aramid, novoloid, dış katman kumaşı olarak güç tutuşur pamuk/polyester, güç tutuşur yün, aramid, PBI ve PBI/para aramid kullanılmaktadır. Bu kumaşların test edilmesinde Isı ve Aleve Karşı Koruma Standartları (ISO 6942-1981) dışında Manitoba Üniversitesinde bir Flash Tester yöntemi de geliştirilmiştir [11,12].

II.5.12. Diğer Alanlarda Kullanılan Koruyucu Giysiler

Bu grup altında yağ işçileri için Güç tutuşur –İç çamaşırlar ve Aramid/Goreteks giysiler et işletmelerinde ve kamyon üretiminde çalışan insanlar için Kevlar eldivenler bulunmaktadır. Bu eğilim daha yoğun kısıtlamalar ve işverenler için uyarılar çerçevesinde daha da artacağı tahmin edilmektedir.

Sonuç olarak daha yüksek mukavemetli (konvensiyonel) dokuma ve örgü giysiler aleve, ısıya, yırtılma, delme ve kesmeye karşı koruma için tüketiminin tüm Avrupa’da artacağı beklenmektedir.

Pestisidlere karşı koruyucu materyaller bulaşma etkilerine karşı kullanılmaktadır. Pestisidlerin kullanılması sırasında sıcaklık, nem, hız ve rüzgarın yönü gibi parametreler önemlidir. Pestisid aplikasyonlarında; deri teması solunum temasından daha fazladır. Yapılan çalışmalar giysilerin deri yoluyla bulaşmasını engellediğini göstermektedir. Burada lif cinsi, kumaş yapısı, metrekafe ağırlığı ve uygulanan terbiye işlemleri önemlidir. Sentetik lifler pestisidlere karşı doğal liflerden daha fazla direnç göstermektedir, ayrıca kaplanmış kumaşlar da dokuma kumaşlara göre deri temasında daha iyi koruma sağlamaktadır.

Avrupa’da olduğu gibi dokusuz yüzeyler için dokuma ve örme kumaştan daha hızlı bir gelişim beklenmektedir. Hızlı ortadan kaldırma ve geri kazanmanın tercih edildiği yerler olan kirli ve tehlikeli aktiviteler için tek kullanımlık veya yaşam süresi kısıtlı giysilere talep arttığı için, dokusuz yüzeylerde %14’ ten daha fazla (miktar olarak) bir gelişim payı tahmin edilmektedir. Ayrıca yine bu ülkelerdeki askeri alanda batıdan daha fazla bir potansiyel de bulunmaktadır.

II.6. KORUYUCU GİYSİLERE UYGULANAN TEST STANDARTLARI

Koruyucu giysiler kişinin zararlı maddelere, kötü çevre koşullarına maruz kalma riskini önlemek ve bu riskten korunmasını sağlamak ve/veya bu riski azaltmak için giyilen giysilerdir. Koruyucu giysilerin birinci derecede termal, kimyasal, balistik ve mikrobiyolojik özellikler göstermesi istenir. Bu özellikteki liflerin kullanılabilir olması için konfor, tutum, renk, tasarım, kolay bakım ve dayanıklılık gibi özelliklere de sahip olması gerekir. Bu çalışmada, çok yaygın kullanım alanı kullanım bulmalarına rağmen, koruyucu giysiler; termal, tıbbi ve hijyenik, balistik, kimyasal maddelere karşı koruyucu özelliklere sahip tekstiller olarak sınıflandırılarak incelenmiştir.

Bu giysilerde kullanılan lifler, sahip olması gereken özellikler, polimer sanayisindeki gelişimin sonucu olarak üretilen yüksek performanslı lifler, yapısal özellikler ve giysilere uygulanan test yöntemleri ile standartlar saptanmaya çalışılmıştır.

II.6.1. Isı Ve Aleve Karşı Koruyucu Giysiler İçin Özel Standartlar

İtfaiyeciler için koruyucu giysilerin özellikleri: EN 469

Bu tip giysiler ısı veya alevden kaynaklanan riskleri önlemek için yangın söndürme esnasında giyilir. Giysi dizaynına ilişkin gereksinimlerin yanında, yanma davranışı, alev veya radyasyonla karşı karşıya kalma durumunda ısı transferi, radyan ısıya karşı dayanım, yırtılma ve gerilme dayanımı, boyut değişimi, hava geçirgenlik, yüzey ısılanması da incelenir [11,12].

İtfaiyeci giysilerinin dizaynında en az 3 katman vardır. Bunlar; dış katman, nem/ısı bariyeri ve koruyucu iç astardır. Burada en dış katman 225 g/m² ağırlığında %75 m-katman ilk olarak alevden korunma ve aşınmaya karşı dayanıklılık sağlar. Dış katmanın altında ateşin yakınında iken suyun içeri girmesini ve giysinin içinde sıcak buhar oluşmasını engelleyen veya su buharının dışarı atılmasını sağlayan bir buhar/nem bariyeri vardır. 130 g/m² ağırlığında, %85 m-aramid, % 15 p-aramid tülbent esaslı dokuma olmayan tekstil yüzeye PTFE veya neopren kaplanmış gözenekli bir yapıdadır. Buhar bariyerinden sonra termal(ısı) bir katman daha vardır. Bu ısı bariyerinin amacı, durgun hava boşluğu oluşturmak ve giysinin çok katmanlı yalıtıcı özelliklerine katkıda bulunmaktır. Isı bariyeri 200 g/m² ve 120 g/m²

ağırlığında %100 aramidden yapılmış tülbent esaslı dokuma olmayan (nonwoven) bir yüzey ile kaplı ve pamuktan üretilmiş keçedir. Isı bariyerinden sonra iç astar yer alır. Bu 170-110 g/m² ağırlıklarında % 50 m-aramid, % 50 FR viskondan dokunmuş bir kumaştır.

İtfaiyeci giysisi için EN 469 da olması gereken özellikler göz önüne alınır. Uygulanacak standartlar aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Tablo II.22: İtfaiyeci Elbiseleri İçin Uygulanacak Standartlar [11,12].

▪ Alev yayılma testi EN 592	▪ Isı transferi (alev) EN 367
▪ Isı transferi (radyasyon) EN 366 B	▪ Radyan ısıya maruz kalan malzemenin mukavemeti EN 366 A ve ISO 5081
▪ İplik ısı direnci testi ASTM 191 A	▪ Boyut değişimi ISO 5077, AACC 135
▪ Su buharı geçirgenliği EN 368	▪ Yağmurlama testi
▪ Thermo-man testi	▪ Geri yansıtma ve florasan testi
▪ Kopma mukavemeti testi	▪ Yırtılma dayanımı testi NFPA 1971
▪ Sıvı geçirim testi	▪ Termal koruma performans testi
▪ Dikiş dayanımı testi ASTM D 1683	▪ Eldiven için EN 659 ve EN 388
▪ Başlık için, NFPA 1972-1985 uygulanır. (13,14,15)	

İtfaiyeciler için tasarlanan koruma giysilere uygulanacak test yöntemleri oldukça çeşitlidir. Araştırmacılar yeni test yöntemleri de geliştirmektedir. Bunlardan birisi de ASTM D 4108-82'nin bir versiyonu olarak geliştirilen NFPA 1971'dir. Burada TPP (Thermal Protective Performance) Termal Koruma Dayanımı saptanmaktadır [11,12].

*** Isıya maruz kalan sanayi çalışanları için koruyucu giysilerin özellikleri: EN 531**

Diğer önemli bir termal korunma ise erimiş metal sıçramalarından ve metal sanayisinde yüksek ısı kaynaklarının civarında çalışmaktan korunmadır. Erimiş metal parçalarının sıçramasına ve kıvılcımlara karşı koruma sağlayacak giysilerin belirlenmesinde, sadece metal miktarı değil, metal tipinin de önemli olduğu belirtilmektedir. Bu alanda kullanılacak materyallerin çoğu nomex, kevlar, PBI vb. liflerdir. Ayrıca BASF firmasının ticari ismi BASOFİL olan lifleri de bu alanda

kullanıma uygundur. EN 373 ve EN 531'e göre performans değerleri oldukça yüksek bulunmuştur [11,12].

*** Kaynak ve benzeri aktivitelerde kullanılacak koruyucu giysilerin özellikleri:
EN 470**

Kaynak ve benzeri aktivitelerin uygulanması alevle kesme esnasında giyilen koruyucu giysilerdir. Açık alev veya UV radyasyonla kısa süreli temasa karşı korunmak amacıyla giyilir. Bekleme odacıklarında 8 saat süreyle giyilebilir. Bu giysiler için de boyut değişimi, yırtılma ve gerilme dayanımı, yanma davranışları, erimiş metal damlaları ile karşılaşma davranışları giysilerin elektriksel dayanımları incelenmektedir [11,12].

*** Radyasyon ısısına karşı koruyucu giysilerin özellikleri:**

Özel koruma için kullanılan giysiler sızdırmazdır. İçine sızma ve yayılmadan korunma özel katmanlar vasıtasıyla sağlanır. Kaplanmış kumaş ile kalıcılık sağlayan bir taşıyıcı olabilir. X ışını ile çalışanları radyasyondan daha iyi korumak için, ekseriya kurşundan yapılmış giysiler sıkça kullanılmaktadır. Mikro dalga rölö kulelerin veya yüksek voltaj transmisyon hatların etrafında, hatta elektronik araçların (kişinin düşük seviyede elektromanyetik radyasyonu alabileceği araçlar) liflere ve kuruluğa bağlı iletken ve metal kullanarak elde edilen elektromanyetik siperler bu amaçla kullanılmaktadır [11,12].

II.6.2. Termal Koruyucu Giysiler İle İlgili Test Bilgileri

Koruma giysilerinde kullanılan kumaşların termal özelliklerinin belirlenmesinde, radyan ve konvektif ısıya karşı oluşan korumada en büyük faktör kumaş kalınlığıdır. Fakat kumaş kalınlığı arttıkça, vücuttaki metabolik ısının terin buharlaşması ve kondüksiyon yolu ile uzaklaşması da engellenmiş olmaktadır.

Sıcak ortamlarda çalışanlar üzerlerindeki tüm fazlalıkları attıktan sonra ancak sıcağa tahammül edebilirler. Çünkü vücut sıcaklığını sürdürebilmek için buharlaşma yeterli soğutmayı sağlayabilir. Bu nedenle giysilerin su buharı geçirgenliğinin iyi olması gerekmektedir. Özellikle itfaiyecilerde oluşan yanıkların çoğunun koruyucu giysinin içindeki suyun, ısı karşısında buhara dönüşmesi ile olduğu tespit edildiğinden, giysilerde su buharını geçiren bariyerlerin kullanılması ile buhar yanıklarının azaldığı

gözlenmiştir. Ancak terin iç tabakalarda yoğunlaşması nedeniyle bu giysilerin su buharı geçirgenliği mükemmel olmaz. Çünkü İç katmanlarda su buharı önce suya dönüşür ve bu su, su buharı geçirgen tabaka tarafından çevreye verilemeyeceği için tehlike oluşturur.

Koruyucu giysilerde istenilen bir diğer özellik su geçirmezliktir. Fakat kumaşlara uygulanan su geçirmez kaplamaların, suyu geçirmeyip sadece su buharı difüzyonuna izin vermesi gerekir. Bu amaçla son yıllarda havayı geçiren dolayısıyla su buharını geçiren yağmurluk kumaşların kullanımı artmıştır. Bu tip kumaşlarda buhar geçiş özellikleri genelde ASTM Test yöntemi veya benzer standartlar ile test edilmektedir. Burada iki test metodu ele alınmıştır. Kumaş numunelerinin testi için “Termal Koruma Prosedürü” adlı laboratuvar testi metodu ile tam beden giysilerin testi için “insan Testi”. Bu testlerin her ikisinde de “Parlak Alev” koşulları taklit edilmiştir. “Parlak Alev” terimi Amerikan terminolojisinden alınmıştır ve aşırı yüksek sıcaklıklarda, ani, büyük boyutlu alev veya ısı infilâkı anlamına gelmektedir.

Farklı ısı kaynakları için varsayılan ısı miktarı 17 ile 80 j/cm² de bile ulaşabilmektedir. Ortalama ısı akışının elde edilen değerleri 6,0 ve 13,4 W/cm² arasında değişir. Burada anlatılan test metotları için 8,4 W/cm² (2,0 cal/cm²) lik bir test ısı akışı parlak alev değeri olarak alınmıştır.

Verilen herhangi bir materyalin koruyucu performans değerlendirmesi, test kumaşı ile transfer edilen ısıya insan dokusunun vereceği tepki ile belirlenir. İnsan dokusunun ısıya olan toleransı hakkında tıbbi açıdan çok iyi dokümanlar vardır. Grafiklerde insan dokuları tarafından alınan ısı akışı ile buna maruz kalma süresi arasındaki ilişki gösterilir. Bu grafiklerdeki yol, hafif acı veren yanıklardan ikinci derece yanıklara kadar uzanır [17].

Saptanan TPP (Termal korunma performansı) derecesi, bize termal koruyucu giysilerin değerlendirilmesine temel teşkil ederek kesin bir nicel değer verir. Esas olarak, yüksek bir TPP derecesine sahip bir kumaş, yanıklar oluşmadan önceki kritik süreyi uzattığı için tercih edilme sebebidir. Düşük TPP derecesine sahip kumaşlar, gerçek yanmada geçen olaylarda ateş karşısında çok kısa bir süre için korunma sağlar.

Çeşitli materyallerin performans dereceleri mukayese edilerek kumaş gramajlarındaki farklar, TPP derecesi gramaja bölünerek bulunabilir. Bu durumda en yüksek spesifik TPP derecesine sahip kumaş en iyi korunmayı sağlayacaktır [17].

II.6.2.1. Termal Korunma Performansı Test (TPP) Sonuçları ve Etkileri

Tutuşan ve yanan kumaşlar doğru değerlendirme vermezler, çünkü sürekli yanma, test metoduyla tayin edilemeyen birtakım zorluklara yol açacaktır. Alev alan materyaller hakkındaki TPP bilgisi bu yüzden eksiktir ve rapor edilemez. Yanmadan önce test etmek için bir olasılık, dikey alev testinin yapılması olacaktır [17].

II.6.2.2. Koruyucu Giysi İçin Değerlendirme Testi: Ölçek 1:1 (Termo-İnsan Testi)

TPP testi metodu ile çeşitli materyallerin termal koruyucu değeri hakkında değerli bulgular elde edilse de, termal koruyucu giysilerin ani vakalarda nasıl davranacakları hakkında tam bilgi alınamaz. Bu soruya cevap bulmak amacıyla Amerikan Ordusu 60'lı yılların sonlarında ısı akışı ölçerler yerleştirilmiş bir manken geliştirdiler .

Cam liflerinden yapılan “ TERMO-İNSAN”, 180cm boyunda ve 52 beden giyen normal, yetişkin bir insan büyüklüğünde bir mankendir. Her biri vücut yüzeyinin 0,82'sini kaplayan, 122 ısı ölçer, vücudun tüm bölgesine dağıtılmak suretiyle yerleştirilmiştir. Test sahasında, realistlik parlak alev koşullarını taklit etmek amacıyla, iki farklı seviyede sekiz büyük propan gazı memeleri yerleştirilmiştir ve böylece test giysisinin % 80'ni, 8,4 W/cm²'lik bir ısı akışıyla ateşe maruz kalmaktadır. “Termo-İnsan” test yöntemi diğer yönden tamamıyla termal koruyucu bir giysinin davranışı ve taklit edilmiş yaşam koşulları hakkında bilgi verir. Bu yöntemin önemli değerlendirme kriterlerin ikinci ve üçüncü yanık çeşitleridir [17].

Test işlemi esnasında, gaz memesi sistemlerinin merkezi bir kontrol ile sürekli ve eşit bir şekilde ateşte kalma sağlar. Ateşte kalma zamanı ayarlanabilir. Bu koşullar altında realistlik ateşte kalma süreleri 3 ile 10 saniye arasında değişir. 3 saniyelik süreler yüksek derecede koruyucu özelliği olan giysiler için en gerçek limiti verir; 10 saniyenin üzerindeki süreler hayatta kalma şansını sınırlar [17].

Isı transferi ile insan dokusunun zedelenme derecesini ölçmek için tıp bakımından kabul edilen kriterler ikinci ve üçüncü derece yanıklar olarak tanımlanır. İkinci derece yanıklar 100 ile 2000 μ M (deride su toplanması) arasında deride derinlik oluşturan ve izi geçmeyen deri zedelenmeleridir. Üçüncü derece yanıklar, deride iz bırakan, 200 μ M'un üzerinde deride derinlik oluşturan deri zedelenmeleridir. İnsan vücudunun ısıya karşı toleransı bilgi bazında kaydedilmiştir.

Bir manken ile yapılan termal koruma test sonuçları şöyledir: Ateşte kalma süresinin ilk 4.5 saniyesinde manken, normal pamuklu iç çamaşırı ve bunun üzerine % 100

meta-aramid liflerinden üretilen, 170 g/m²'lik kumaştan dikilen bir uçuş kıyafeti giydirilmiştir. Bilgisayar tarafından verilen sonuçlarda %14'ü ikinci derece ve %43'ü üçüncü derece yanık olan toplam %57 oranındaki yanık görülmüştür.

Benzeri süre içinde bir ateşte kama vakasında mankene, aynı B çamaşırları giydirilmiş, aynı dizayn ve spesifikasyonlara sahip ancak harmanı %95 meta aramid ve %5 para-aramid liflerinden olan "Nomex III'ten yapılan bir uçuş kıyafeti giydirilmiştir. Burada da elde edilen bilgisayar sonuçları %8 ikinci derece ve %24'ü üçüncü derece yanık olan toplam %32 oranında yanıkları göstermiştir. Bu örnekler gösteriyor ki, gramajda ve dizaynda her iki kıyafet de aynı olmasına rağmen lif bileşenlerindeki farklılığın termal performans üzerinde büyük bir etkisi vardır [17].

Meta-aramid "Nomex" ile %5 para aramid "Kevlar"ın dahil edilmesi kumaşı ateşte kalma esnasında, giysi çekmeden ve açılmadan insanı koruyarak, termal koruyucu özelliği artırır.

BÖLÜM III

KORUYUCU GİYSİLERİN YAPISI

Koruyucu giysiler; dış kısımda dokuma, en alt kısımda çözgülü örme ve ara katman olarak ta tülbent esaslı yüzey, filtre katmanı olan karbon ve kimyasal bağlayıcılarından oluşmaktadır.

III.1 FİLTRE KATMANI (ARA KISIM)

Zehirli kimyasal maddelere karşı koruyucu özellik taşıyan bu katman, koruyucu giysinin en önemli kısmıdır. Çünkü bu kısım giysinin yapısal bütünlüğünü tamamlar ve ayrıca koruyucu iç kumaşın performans özelliğine de katkıda bulunur, dolayısıyla koruyucu giyside görülen herhangi bir eksiklik genelde uygun olmayan filtre katmanından kaynaklanır.

İç kumaş özellikleri

- Yeteri kadar mukavemetli olmalı,
- Çok sert olmamalı, esnek olmalı
- Uygun bir nefes alabilirlik göstermeli,
- Yıkama ve kuru temizlemeye dayanıklı olmalı,
- İyi bir tekstil yapısı göstermeli.

Uygun bağlayıcıların uygulandığı bir kumaş yapısının geliştirilmiş özellikleri

- Mukavemet, yumuşaklık, liflere adezyon, esneklik / tutum, düşük yüzey gerilimi, sağlamlık(sıkılık), kalıcılık, güç tutuşurluk, hidrofilite, hidrofobite, antimikrobiyal özellik, organik maddelere uygunluk, boyutsal stabilite ve çözücülere, yıkamaya, asitlere karşı dayanıklılıktır [6].

III.1.1Bağlayıcılar

Koruyucu kumaştaki eksikliklerin oluşmamasına yardımcı olmak için, bugün filtre katmanında kullanılan kimyasal bağlayıcıların performansı ve yararlı olması yönündeki araştırma ve geliştirme üzerine büyük bir çaba harcanmaktadır.Bu amaçla, koruyucu kumaşın yapısal ve performans gereksinimleri için sentetik bağlayıcı maddeler geliştirilmiştir. Bunlar oldukça iyi bir esnekliğe sahiptir ve çeşitli uygulama prosesleriyle, konumuzla ilgili olarak örneğin baskı yöntemiyle kumaşa kolayca uygulanabilirler.

Kumaş mukavemetini artırmak için bağlayıcı miktarı artırılabilir, fakat bu durum kumaşın sertleşmesine sebep olur. Ancak, yumuşaklık istenirse mukavemetten biraz fedakarlık etmek, daha doğrusu mukavemet ve yumuşaklık arasında bir denge kurulması gerekir. Bu amaçla, fiyat yönünden pahalı olmasına rağmen akrilik esaslı kauçuk yapısındaki bağlayıcılar kullanılabilir [6].

İdeal bir bağlayıcı için bazı genel özellikler son kullanım durumuna göre aşağıdaki yönde değişebilir.

a) Mukavemet;

Kumaşın mukavemeti uygulanan bağlayıcının mukavemeti ile yakından ilgilidir.

b) Liflere adezyon;

Adhezyon mekanizmasının tam anlamıyla anlaşılmamasına rağmen adezyon liflerle bağlayıcı arasındaki yaklaşma olarak tanımlanır.

c) Esneklik / Tutum;

Bilhassa yumuşak bir tutum istendiğinde bağlayıcı, liflerin bazı hareketlerini engellememeli.

d) Elastikiyet geri kazanma;

Kalıcı deformasyonu önlemek için, kumaş gerilim altında iyi bir elastikiyet geri kazanma özelliği göstermeli.

e) Yıkama, kuru temizlemeye dayanıklılık;

Son kullanım durumuna göre kumaşlar kuru temizleme işlemlerine dayanıklı olmalı.

f) Eskime dayanımı;

Bağlayıcı stabil olmalı ve kumaşın depolanma ve kullanımı esnasında yapısı değişmemeli.

g) Renk ve solma durumu;

Bağlayıcıdan değişik renkler istenebilir, renk haslığı ve sararma problemleri göz önünde tutulmalı.

h) Diğer gereksinimler;

Güç tutuşur olmalı ve kimyasal maddelere, hava, oksijen, ışık, ısı vs gibi etkenlere karşı dayanıklı olmalı [6].

III.1.1.1.Bağlayıcıların sınıflandırılması

Bağlayıcı çeşitlerinin çok fazla olmasından dolayı, kullanılan polimerin kimyasal yapısı, fonksiyonel ve fikse durumu göz önünde bulundurarak, sınıflandırılma aşağıdaki gibi yapılabilir:

III.1.1.2. Kimyasal Yapıya Göre Sınıflandırma

III.1.1.2. 1. Bütadien kopolimerleri

Polibütadien, bütadienin polimerleşmesi sonucu oluşur. Moleküldeki atomların özel yerleşmesine (cis-trans) göre iki tip polimer vardır. Genelde bu tip bağlayıcılar yalnız olarak kullanılmaz ve aşağıda belirtildiği gibi diğer ticari polimerlerle kopolimerize olarak kullanılır.

a) Stiren / bütadien kauçuğu(SBR) ve kopolimerleri:

Bütadien ve stiren 72:28 gibi özel bir oranla kopolimerize olur.

b) İzo bütilen izopren

Bu madde kopolimerize olarak bütül kauçuğunu oluşturur ve bu kauçuk GR-S' ye kıyasla ısıya ve hava etkisine yani eskimeye karşı daha dirençlidir.

2 kloro 1, 3-Bütadien'den, kloropren kauçuğu (neopren) elde edilir. Multiflament naylon ve polyester kumaşlar; havaya karşı dayanma, abrasyon direnci, uzun süre fleksibilite özelliği göstermesi için neopren ile kaplanır. Bu madde siyah ve gümüş renktedir ve yanmaz özellik gösterir. Çadırlar, koruyucu giysiler, hava çantaları, botlar ve uçaklar neopren ile kaplanabilir [6].

c)Bütadien / akrilo nitril kauçuğu (NBR)

Bütadien-akrilo nitril oranına bağlı olarak farklı özellikte bir seri kopolimeri içerir. Bunlar sıvı yağlara, aromatik yakıtlara karşı mükemmel derecede dirençlidir. Almanlar Buna-N, (%25 akrilo nitril içeren), Amerika ise Budaprene (chemigum, chemivic ve Hycar) ticari adı vermiştir.

Bütadien monomeri elastikiyet, stiren ve akrilo nitril monomerleri sırayla çekme mukavemeti, yağ ve solventlere karşı koruyucu özellik kazandırır. Dezavantajı, molekülde çift bağ bulunması nedeniyle oksidasyon ve rengin solması gibi istenmeyen özellik göstermeleridir [6].

III.1.1.2. 2. Akrilik polimerler

Bunlar akrilikler veya akrilik kauçuklar ve akrilik asit esterlerinin alkollerle yaptığı, orta zincir uzunluğunda polimerlerdir. Bu ürünler aynı zamanda akrilonitrillerle kopolimerize olurlar. Son yıllarda akrilik polimer emülsiyonları düşük sıcaklıkta fıkse edilen uygulamalar için geliştirilmiştir. Bu akrilik polimerler, akrilik esaslı bağlayıcılar olup, çok yaygın bir şekilde kullanılan genelde çeşitli modifikasyonlarda düşük Tg'ye sahip, metil-etil ve bütıl akrilat kopolimerleridir.

Akrilik asit türevleri: Bunlar istenen özelliğe göre ekseriye stiren, akrilonitril, vinil klorür veya vinil astetat ile kopolimerize olurlar. Stirenden dolayı sert, akrilonitrilden dolayı çözücülere karşı dirençli, vinil halojenlerden dolayı güç tutuşur ve vinil asetat'tan dolayı ekonomik özellik gösterirler [6].

III.1.1.2. 3. Vinil kopolimerleri

Vinil klorür, vinil asetat gibi iki çeşitli vinil kopolimeri vardır. Vinil esaslı bağlayıcılar sert tutumludur. İç ve dış plastikleşme özellik gösterirler. İç plastizer olarak etilen ve akrilat monomerleri kullanılır. Dış plastizer ise vinil klorürden ibarettir. Tg değerinin düşük olmasından dolayı vinil astetat pek fazla sert değildir ve avantajı düşük fiyatlı olmasıdır. Klorürler sararma problemi oluştururlar. Kimyasal yapıları, camlaşma sıcaklığı (Tg) ve bağlayıcının sertliği ile yakından ilgilidir [6].

III.1.1.3. Fonksiyonel Yönden Sınıflandırma

Bir bağlayıcının fonksiyonel özelliği, polimer zincirlerine bağlı olan fonksiyonel gruplardan ileri gelir, yani bu gruplar bağlayıcının özelliklerini etkiler.

Bağlayıcı özelliklerini modifiye etmek için, özel fonksiyonel özelliğe sahip az miktarda monomerlerle kopolimerizasyon sağlanır. Bağlayıcıların ana fonksiyonel özelliklerini karboksil ve amid yan zincirleri sağlar [6].

III.1.1.3. 1. Karboksil Fonksiyonu:

Bu fonksiyon kopolimerize akrilik asit veya metakrilik asit içeren bağlayıcılarla ilgilidir. Karboksilik asit fonksiyonel grubu, çapraz bağlanma için yan zincir oluşturduğundan bu tip bağlayıcılar çapraz bağlanabilir özellik gösterirler.

III.1.1.3. 2. Amid Fonksiyonu:

Bu fonksiyon kopolimerize akrilamid içeren bağlayıcılarla ilgilidir. Amid fonksiyonu çapraz bağlanmış yan zincir oluşturur ve hatta bağlayıcılar kendi kendine bile çapraz bağlanma yapabilir [6].

III.1.1.3. 3. N-Metilol Amid Fonksiyonu:

Bu fonksiyon akril amidin formaldehit ile reaksiyon vermesinden sonra oluşur. Substitüye akrilamid grupları içeren bağlayıcılar kendi kendine çapraz bağlanma özelliğine sahiptir [6].

III.1.1.4. Fikse Tipine (çapraz bağlanma durumuna) Göre Sınıflandırma

Bu sınıflandırma bağlayıcıların çapraz bağlanabilme özelliğine göre yapılır ve çapraz bağlanma maddeleriyle reçineler arasındaki reaksiyon ile ilgilidir. En yaygın fikse reçinesi, n-metilol gruplarının reaksiyonunu içeren melamin formaldehit ön kondensat reçinesidir [6].

III.1.1.4.1.Çapraz bağlanma yapmayan polimerler:

Bu tip polimerler hiçbir fonksiyonel grup içermezler, çapraz bağlanma yapmazlar.

III.1.1.4.2.Çapraz bağlanma yapabilen polimerler:

Bu tip polimerler asit veya amid fonksiyonel grupları içerirler. Bunlar ilave edilen fikse reçineleri ile reaksiyon verebilirler. Fakat çapraz bağlanma derecesi sınırlıdır.

III.1.1.4.3.Kendi kendine çapraz bağlanma yapan polimerler:

Bu tip polimerler n-metilol fonksiyonel gruplarını içerirler. Birbirleriyle reaksiyon verirler, ilave edilen fikse reçineleriyle yüksek derecede çapraz bağlanma yaparlar.

III.1.2.Kauçuk (lateks) Binderleri

Bir lateks polimeri sulu bir ortamda, son derece ince sıvı veya katı polimer partiküllerinin disperslenmesi ile oluşmuştur. Lateks polimeri, genelde sulu ortamda bir vinil monomerinin az miktarda diğer monomer (komonomer) ile birleşmesi sonucu oluşur ve yüksek molekül ağırlıklı bir polimer elde edilir. Lateks'e bazı özellikler kazandırmak için yüzey aktif maddeler, stabilizerler ve diğer ilave maddeler ilave edilir. Bağlayıcı olarak kullanıldığında uygulamaya hazır duruma getirmek için, lateks diğer komponentlerle birleştirilir. Bu şekilde hazırlanan bağlayıcı başlangıçtaki durumdan daha farklı özellikler gösterir. Bu hususta geniş çapta araştırmalar yapılmaktadır. Bağlayıcı özelliği, polimeri oluşturan monomerin camlaşma sıcaklığı (Tg) ile sıkı bir şekilde bağlıdır. Monomerin camlaşma sıcaklığı düştükçe polimer daha yumuşak olur.

Tablo III.1 Bağlayıcı olarak kullanılan lateks polimerlerinin üretiminde kullanılan bazı yaygın monomerlerin camlaşma sıcaklıkları [6].

Monomer	Tg (°C)
Etilen	-125
Bütadien	-78
Bütil Akrilat	-52
Etil Akrilat	-22
Vinil asetat	+30
Vinil Klorür	+80
Metil Metakrilat	+105
Stiren	+105
Akrilonitril	+130

Polimerik lateks oluşturmak için seçilen monomerler, aynı zamanda bağlayıcının hidrofilik veya hidrofobik yapısı üzerine de önemli derecede etki ederler. Bu durum bağlayıcıların absorban özelliğini artırdığı gibi kumaşın yaş mukavemetini de etkiler. Daha önce belirtildiği gibi bağlayıcı özellikleri komonomerlerin bulunması ile önemli derecede değişebilir [6].

Tablo III.2 Aşağıda lateks bağlayıcıların kimyasal tipleri mukayese edilmiş olup, her tip bağlayıcının avantaj ve dezavantajı kadar relatif performansı da belirlenmiştir [6].

Bağlayıcı tipi	Yumuşaklık, Tg °C	Sertlik, Tg °C
Akrilik	- 40	+ 105
Stirenlenmiş Akrilikler	- 20	+ 105
Vinil Asetat (VAc)	+ 30	+ 40
Vinil Akrilikler	-10	+ 30
Etilen Vinil Asetat (EVA)	-20	+115
Stiren Bütadien (SB) veya stirenbütadien kauçuğu (SBR)	-30	+80
Polivinil Klorür(PVC)	+30	+80
Etilen/Vinil Klorür (EVC)	0	+30

Bağlanma kimyasal ve mekaniksel olabilir. Bu tip bağlanmalar yaygın olarak spreyleme, rotasyon, baskı ve köpük metotları ile gerçekleştirilir. Bunlardan tercih edilen, konumuzla ilgili olan baskı metodudur. Bu metotta yani NBC korunma amaçlı koruyucu tekstillerin kumaş üretiminde bağlayıcı sadece daha önce tesbit edilen alanlara basılır ve bazı alanların bağlayıcı içermeyen bir durumda kalması sağlanır. Basılı kısımlar kumaşın mukavemeti, yumuşaklığı, absorban özelliği, tutum ve dökümü düşünülerek dizayn edilir. Baskı, örneğin rotasyon baskı makinesiyle yapılabilir. Bu amaçla baskı silindirleri bağlanma yerleri göz önünde bulundurularak daha önceden desenlendirilir. Baskıdan sonra karbon granülleri kumaş üzerine dökülür, daha sonra kurutulur ve fikse edilir. Kumaş, vakum yoluyla tutunmayan karbon granüllerinden temizlenir [6].

III.1.3. Karbon Granülleri ve Karbon İçeren Kumaşlar

Bir karışımdan spesifik maddeleri elimine etmek istendiğinde, adsorbanların kullanılması önerilir. Aktif karbon'un, yüksek kapasitesinden dolayı adsorbanlar arasında çok önemli bir yeri vardır. Şöyle ki üretimde uygun başlangıç materyali ve aktivasyon türü seçilmek suretiyle aktif karbon ilgili uygulama alanına adapte edilebilmektedir. Aktif karbonun önemli bir uygulaması, koruyucu kumaşlarda ve endüstriyel maksatlar için kullanılan filtrelerdir. Bunlar genelde daldırma metoduyla kaplama sıkma suretiyle üretilirler. Bu tip tekstillerde ekseriye bir taşıyıcı kumaş üzerine bir bağlayıcı ve adsorban karışımı yerleştirilmiştir. Burada bağlayıcı düşük bir adsorban özelliğe sahiptir ve kumaşın tutumunun arzu edilmeyen değişimine yol açmaktadır. Çünkü bağlayıcı, filamentleri veya lifleri birbirine

yapıştırdığı için, bilhassa koruyucu kumaş, dolayısıyla koruyucu giysi özelliğinde bir dezavantaj oluşturmaktadır. Son zamanlarda önemli bir gelişme kaydedilmiştir. Üretilen koruyucu materyal, bir veya iki tarafında, bir yapıştırıcı kompozisyon içeren destek kolonları üzerinde yaklaşık 0.5 mm. çapında adsorban granülleri taşıyan hava geçiren esnek bir tabakadan ibarettir ve bu hava geçiren materyal bir çok ihtiyacı karşılamaktadır, fakat bunların üretimi karışık ve ince granüllü aktif karbon nedeniyle gerekli granüller adsorban yönüyle oldukça pahalıdır. Alman Normları da aynı zorluk ve pahalılığa işaret etmektedir.

İlk durumda, toz halinde bir adsorban ve bir polimer bağlayıcı karışımı spesifik bir şekilde hava geçirgen esnek taşıyıcı kumaş üzerine empregne edilir. İkinci durumda yapıştırıcı ilk önce spesifik bir şekilde empregne edilmekte, kaplanmakta veya basılmaktadır. Daha sonra aktif karbon granülleri bunun üzerine fikse edilmektedir. 0.2-0.4 mm büyüklüğünde aktif karbon granüllerinin kullanılması iyi bir adsorptif kapasite ve uygun bir adsorpsiyon kinetikleri sağlar. Bununla beraber bunun üretimi ilave ve kısmen karışık proses aşamaları gerektirmektedir.

Bu tip kumaşların ortak özelliği, prosesin bir sonucu olarak yapıştırıcı veya bağlayıcı madde oranının, aktif karbon baz alındığında oldukça yüksek olmasıdır. **Son yıllarda uçucu maddelere, özellikle savaş gazlarına karşı koruyucu bir materyalin temel niteliklerini optimizme etmek ve onun üretimini basitleştirmek amacıyla çalışmalar yapılmaktadır.**

Özellikle, koruyucu materyal, giysi olarak dizayn edildiğinde, aktif karbon uygulamasıyla taşıyıcı tabaka olarak kullanılan kumaşın hava geçirgenliğinin sadece biraz azaltılması ve zemin dokusunun kumaş tutumunu temel olarak koruması önem arz etmektedir. Bu maksatla, aktif karbon mümkün olduğu kadar az miktarda bağlayıcı ile fikse edilmelidir. Bunun yanında karbon / bağlayıcı katmanının aşınma direnci yüksek olmalı ve birim alan maksimum miktarda aktif karbon içermelidir [35,36].

Diğer bir metoda göre de bağlı aktif karbon yapışkan granülleri veya damlaları esnek taşıyıcı materyal üzerine spreyleme yoluyla yerleştirilir. Bu metotta partikül büyüklüğü 0.1 ila 50 µm (tercihen 1-10 µm) olan ticari toz aktif karbon kullanılmaktadır. Örneğin, partiküllerin %95'i 3 µm'den küçük olacak şekilde fabrikalarda öğütülmüş bir aktif karbon da kullanılabilir. BET metoduna göre test edilmiş aktif karbonun iç yüzeyi beher gram için 600 ila 1500 m²'ye ulaşmaktadır.

Eğer kendi kendini temizleyen koruyucu bir materyal üretmek istenirse, aktif karbonun mezo(orta) ve/veya makro gözeneklerine enzimler ve/veya hareketsiz hücreler yerleştirilir. Sözü edilen enzimler veya hücrelerin kimyasal kirleticileri, özellikle savaş gazını temizleme kabiliyetleri vardır. Hücre veya enzimler bilhassa fosforik asit esterlerini parçalayabilen türden olmalıdır.

Özellikle absorbe edilmiş hareketsiz hücre ve/veya enzimler içeren aktif karbon partiküllerinin kumaş yüzeyine serilmesi, adsorbe edilecek maddeler için seçici bir geçirgenliğe sahip ince bir polimer tabaka ile kaplamak suretiyle yapılmaktadır. Bu kaplama makro molekül çaplı olabildiği gibi mikrometre cinsinden de olabilmektedir. Örneğin, akrilat dispersiyonları (BASF'in Acronal 50 D ve 27 D maddeleri) ile partikülleri ön işleme tabi tutarak aktif karbon partiküllerini makro molekülün bir filmi ile sarmak mümkündür. Söz konusu bu film, özellikle kimyasal kirleticiler veya savaş gazı gibi istenilen adsorbanlara geçirgenlik sağlamakta fakat ter, deterjanlar, katı ve sıvı yağlar gibi maddelere geçirgenlik sağlamamaktadır. Bu durum; koruyucu materyallerin bileşik yapılu koruyucu giysiler için kullanılması halinde, büyük fiziksel gerilim altında uzun süre giysi giymenin bir sonucu olarak ortaya çıkan bir hareketsizliği önlemek için ve kimyasal kirleticilere karşı çok uzun süre bir koruma temin etmek için önem arz etmektedir.

Aktif karbona ilaveten, kullanılan aktif karbonla yaklaşık aynı büyüklükte toz halinde iyon değiştiriciler, silisik asit, metal oksitler ve hidroksitler, bilhassa alüminyum oksit ve hidroksit gibi diğer bilinen adsorpsiyon maddeleri de kaplama için kullanılabilir. Ayrıca, koruyucu materyalin alev almasını zorlaştıran alev karşı koruyucu maddelerin yani alev almayı geciktirici maddelerin birlikte kullanılması tercih edilen bir uygulamadır. Tercih edilen başlıca alev almayı geciktirici maddeler brom bileşikleri ile kombine edilmiş antimon trioksittir. Alev almayı geciktirici maddeler tercihen polimer bağlayıcılarla karıştırılır [35,36].

Poliüretan çeşitli tür polimer bağlayıcılar kullanılmaktadır. Örneğin poliüretanlar, poliakrilatlar (örneğin ACRONAL) veya elastomerler kullanılabilir. Elastomerler halojenleşmiş, özellikle NEOPREN veya BAYPREN gibi klorlanmış veya florlanmış bileşikler şeklide de olabilir. Bağlayıcılar tercihen sulu dispersiyonlar halinde uygulanırlar. Diğer yandan, "High Solids" (BAYER) ismi altında pazarlanan solvent içermeyen poliüretan sistemler de kullanılabilir. Bağlayıcı olarak poliamidler, polyesterler, veya etilen-vinil asetat-kopolimerleri gibi füzyon yapıştırıcıları da çok uygun olan maddelerdir.

Yapıştırıcı, aktif karbonun mezo (orta) büyüklükteki gözeneklerinin içine nüfuz etmemesi için yüksek molekül ağırlıklı veya bir dereceye kadar ön çapraz bağlanma işlemi yapılmış yapıda olmalıdır. Çoğu durumlarda, özellikle aktif karbon spreyleşmeden önce, polimer bir bağlayıcı ile karıştırıldığında bu polimer bağlayıcı aktif karbon partiküllerinin yukarıda değinilen sarılma ve onların birbirlerine ve taşıyıcı tabakaya adezyon fonksiyonunu iki kat artırır [35,36,37].

Tercih edilen bağlayıcı; sıvı, çoğunlukla viskoz sistem olarak uygulanırsa (örneğin solüsyon veya dispersiyon halinde) ve aktif karbon spreyleşmeden önce ilave edilirse bu karışım bir düzeden taşıyıcı tabaka üzerine spreyleşir. Bu proses çeşitli şekillerde değiştirilebilir. Örneğin, taşıyıcı tabaka üzerine polimer bağlayıcı bir dispersiyon veya solüsyon halinde ilk önce tek başına basınç altında tercihen havasız olarak spreyleşir ve aktif karbon tozu spray içine hızla sevk edilir. Toz ve damlacıklar uçuşma halinde birleşirler ve karbonun yapışkan küreciklerini veya damlacıklarını oluşturmak için çözücü veya dispersleyici madde buhar haline dönüşürken sözü edilen kürecikler ve damlacıklar taşıyıcı tabakaya çarpar çarpmaz ona yapışırlar. Sonra soğutulmak suretiyle katılaşırlar.

Bu oluşum, kalın hamur veya lapa olmamak kaydıyla viskoz bir solüsyon veya dispersiyonun spreyleşmesini göstermektedir. Polimer bağlayıcının bir solüsyonu veya dispersiyonu yerine füzyon yapıştırıcıları veya bahsi geçen “High Solids” (“Yüksek Katılar”) gibi erimiş bağlayıcılar da spreyleşebilir, spreyn içine yine aktif karbon tozu hızla sevk edilir.

Aktif karbon tozu ince spray tanecikleriyle sağlam bir şekilde bağlanır ve taşıyıcı tabakaya çarptıkları zaman yapışırlar ve soğutularak katılaştıran aktif-karbonun yapışkan kürecikleri oluşur. Taşıyıcı tabaka üzerindeki hava geçirgen kaplamanın, özellikle bir tekstil kumaşının kompozisyonu, aktif karbon ve bağlayıcıya yapılan ilave maddelere bağlıdır. Yukarıdaki açıklamadan anlaşıldığı gibi, bağlı aktif karbon kaplaması da diğer adsorbanları veya aleve dayanıklı maddeleri içerebilir. Bağlayıcıların aktif karbona oranı; taşıyıcı tabaka üzerinde gerekli kaplama adezyonu ve aktif karbon kaplaması içinde yeterli derecede bir bağlayıcı ve ayrıca düşük bir aşınma direnci sağlayacak şekilde ayarlanır. Bu hususta her bir 100 kısım aktif karbon için, 5 ila 15 kısım bağlayıcıyı yeterli ve uygun görülmektedir. Her şey hesaba katılırsa bağlı aktif karbonun kısmi kaplamasında m² başına 50 ila 250 gram, tercihen 80 ila 220 gram aktif karbon içeren esnek hava-geçirgen koruyucu bir materyal üretilir [35,36].

Bağı aktif karbon kaplama kalınlığı ve cinsi değıştirilebilir. Bu, sadece operasyon şeklini spreyleme ve tekrar spreyleme işlemlerini bir adımda yapmak suretiyle değil, aynı zamanda aktif karbon-bağlayıcı karışımının spreyi içine bir düzgünleştirici madde spreylenecek kalıcı bir şekilde de değıştirilebilir. Yüzey gerilimini yükselten bu maddeler diğerleri arasında tekstillerin su geçirmez apresiyle ilgili olarak bilinirler. Kimyasal açıdan bakıldığında bunlar, örneğin poliviniliden florür-heksafloropropilen kopolimerleri, silikon 230 (WACKER) gibi silikonlar veya SCOTCH GUARD (3M) gibi bilinen empregnasyon maddeleridir. Bu düzgünleştirici maddeler; ana akıntı içinde, püskürtme düzesinin hemen arkasında bir taşıyıcı içinde dispersiyon olarak, örneğin 45 derecelik açı ile, uygun şekilde spreylenebilir.

Kumaşın bir geçişinde temin edilebilen ilave madde miktarı nedeniyle bağı aktif karbon ile kaplanan noktalar, bir kaç milimetre büyüklüğünde adacıkları oluşturabilir. Bu adacıkların arasında eşitçe dağılmış geniş boşluklar kalmaktadır. Bu durumda, hemen hemen tam bir kaplamanın olmadığı görülür

Bu adacıklardaki aktif karbon kaplaması bir kaç milimetre çapına erişmesine rağmen taşıyıcı tabakanın hava geçirgenliği en fazla %20 oranında azalmaktadır (genellikle %10'dan daha az). Bu da şaşırtıcı bir şekilde yeterli olmaktadır. Daha önce değinilen, bu tür koruyucu bir tekstil materyalinin tutum özellikleri de mükemmel olmaktadır. Hatta taşıyıcı materyal olarak özellikle yüksek hava geçirgenliğine sahip çok ince bir tekstil materyalinin kullanımı halinde püskürtme düzesinden geri dönen kumaş yüzeyi tamamıyla kendi orijinal görünümünü korumakta ve kızıl ötesi ışınları yansıtması için kullanılan boyalar bir değışikliğe uğramamaktadır. Böylece, aktif karbon kaplama kumaşın içine nüfuz eder ve bu da sağlam bir şekilde tutunmasını sağlar [35,36].

III.1.3.1 Aktif Karbon

Yaygın olarak kullanılan endüstriyel adsorbanlar arasında çevre kirliliğini kontrol amacıyla, bu gün kullanılan adsorbanların en önemlisi, yüksek gözenekliliğe sahip aktif karbonlardır . Ticari olarak aktif karbonlar, odun, turba, linyit, kömür, mangal kömürü, kemik, Hindistan cevizi kabuğu, pirinç kabuğu, fındık kabuğu ve yağ ürünlerinden elde edilen karbonların çeşitli işlemlerden geçirilerek aktive edilmesiyle elde edilirler.

1900' lü yılların başında, bugünkü aktif karbon üretiminin temelini oluşturan patentler yayınlanmıştır. Bu patentler, bugün bile hala geçerli olan aktif karbon üretiminin iki temel prensibini açıklamaktadır. Bunlar kimyasal aktivasyon ve gaz aktivasyonudur. 1920 yılından sonra, ilk olarak, aktif karbon su arıtılmasında kullanılmaya başlanmış, fakat yaygın bir kullanım sağlanamamıştır. Ancak, 1927 yılında Almanya'da içme suyundaki klorofenol kokusu büyük problem yarattığından, şehir suyunun hazırlanması sırasında aktif karbon kullanımı da büyük önem kazanmıştır. Aktif karbon, 1929 yılında Hamm Water Works'da granüller formda, bundan bağımsız olarak 1930'da Harrison tarafından Michigan Bay City'de, yine 1929 yılında Spalding tarafından içme suyundaki kokuların uzaklaştırılması amacıyla toz halinde kullanılmıştır. 1932 yılına gelindiğinde Amerika'da 400 fabrika, 1943 yılında ise yaklaşık 1200 fabrika istenmeyen kokuların kontrolünde aktif karbonu kullanmıştır.

Aktif karbon, büyük kristal formu ve oldukça geniş iç gözenek yapısı ile karbonlu adsorbanlar ailesini tanımlamada kullanılan genel bir terimdir. Aktif karbonlar, insan sağlığına zararsız, kullanışlı ürünler olup, oldukça yüksek bir gözenekliliğe ve iç yüzey alanına sahiptir. Aktif karbonlar, çözeltideki molekül ve iyonları gözenekleri vasıtasıyla iç yüzeylerine doğru çekebilirler ve bu yüzden adsorban olarak adlandırılırlar. Aktif karbonun iç yüzeyi(aktifleştirilmiş yüzey) çoğunlukla BET yüzeyi olarak (m^2/g) ifade edilir. Yüzey alanı azot (N_2) gazı kullanılarak ölçülür. Su arıtımında kullanılan aktif karbon taneciklerinin iç yüzey alanının yaklaşık 1000 m^2/g olması istenmektedir. Kirlilik oluşturan maddeler, aktif karbonun yüzeyinde tutulacağından, yüzey alanının büyüklüğü kirliliklerin giderilmesinde oldukça etkili bir faktördür. Prensip olarak, yüzey alanı ne kadar büyükse, adsorpsiyon merkezlerinin sayısının da o kadar büyük olduğu düşünülür. Literatürde bulunan aktif karbonun yüzey alanı ve gözenek sistemi ile ilgili sayısal değerler aşağıda verilmiştir [35] ;

Tablo III.3 Aktif karbonun yüzey alanı ve gözenek sistemi ile ilgili sayısal değerler [35].

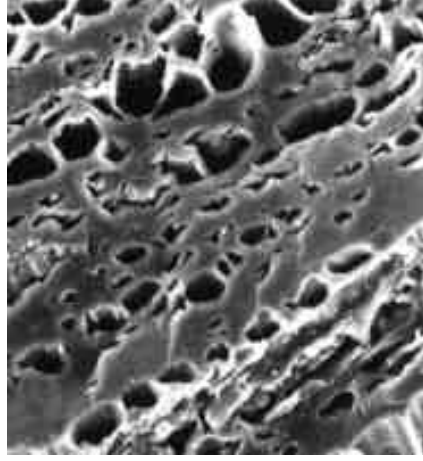
Yüzey alanı:	400-1600 m^2/g (BET N_2)
Gözenek hacmi:	>30 $m^3/100g$
Gözenek genişliği:	0,3 nm-1000 nm

Karbon taneciğinin yüzeyi gaz, sıvı ve katı maddeleri çeker ve yüzeyde ince bir film tabakası oluşturur, yani adsorbe eder. Aktif karbonun adsorban olarak tercih edilmesinin başlıca iki nedeni vardır. Bunlar;

1-Belirli maddeleri çekebilmesi için çekici bir yüzeye,

2-Fazla miktarda maddeyi tutabilmesi için geniş bir yüzeye sahip olmasıdır.

Kirliliğin giderilmesinde etkili olan diğer bir parametre de gözenek büyüklüğüdür. Gözenek büyüklüğünün belirlenmesi, karbonun özelliklerinin anlaşılmasında oldukça kullanışlı bir yöntemdir. Gözenekler silindirik veya konik şeklinde olabilir. Aktif karbonun gözenek yapısını gösteren ve Taramalı Elektron Mikroskobu ile çekilen fotoğraf aşağıda verilmiştir [35].

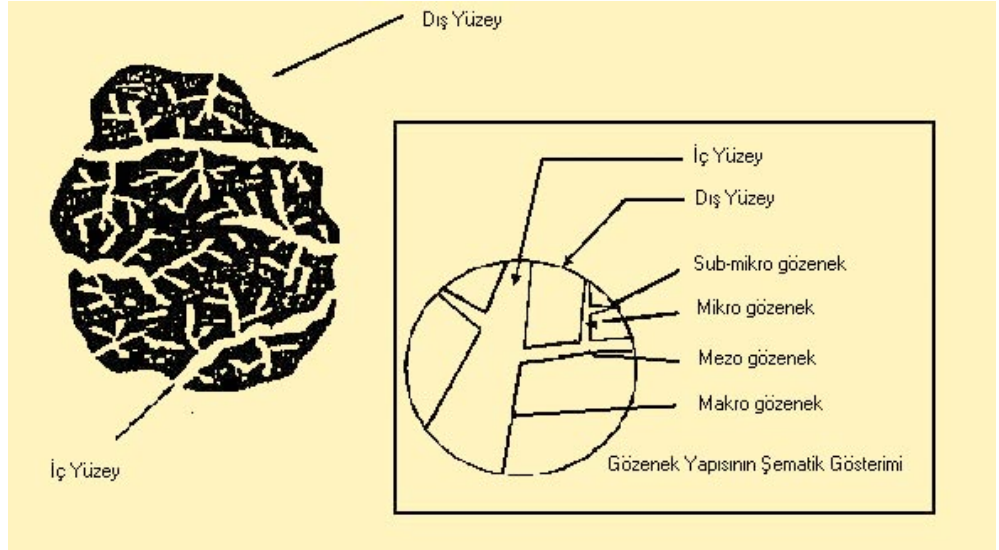


Şekil III.1: Aktif karbonun gözenek yapısı. Fotoğraf TEM ile alınmıştır [35].

Adsorpsiyon için gözenek yapısı, toplam iç yüzeyden daha önemli bir parametredir. Gözeneklerin büyüklükleri, uzaklaştırılacak olan kirliliklerin tanecik çaplarına uygun olmalıdır. Çünkü, karbon ve adsorplanan moleküller arasındaki çekim kuvveti, molekül büyüklüğü gözeneklere yakın büyüklükte olan moleküller arasında daha büyüktür.

The International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) adsorbanlar için gözenek büyüklüğünü yarıçaplarına göre aşağıdaki gibi dörde ayırmıştır;

1. Makro gözenekler($r > 25$ nm)
2. Mezo gözenekler ($1 < r < 25$ nm)
3. Mikro gözenekler($0,4 < r < 1$ nm)
4. Submikro(yarı mikro) gözenekler($r < 0,4$ nm) (Şekil III.34)



Şekil III.2 : Şematik olarak aktif karbon modeli [35].

Adsorpsiyon ve desorpsiyon için önemli olan aktif karbon gözenek sistemi, Şekil III.2 'de şematik olarak gösterilmiştir. Mikro gözenekler iç yüzeyin önemli bir kısmını teşkil ederler (~%95). Makro gözenekler ise adsorpsiyon için oldukça önemli olmamakla birlikte, ancak mikro gözeneklere doğru difüzyonun hızlı olması için iletici olarak gereklidir. Makro gözenekler molekülün aktif karbon içerisine girmesini, mezo gözenekler daha iç bölgelere doğru taşınmasını sağlarken, mikro gözenekler ise adsorpsiyon olayı için kullanılırlar [35].

III.1.3.2 Aktif Karbon Türleri

Günümüzde kullanılan en iyi aktif karbonlar çeşitli kömürlerden ve doğal materyallerden elde edilir. Bunlar: taş kömürü, mangal kömürü, turba, linyit, odun, kemik; Hindistan cevizi, fındık ve pirinç kabuğu; meyve çekirdekleri ve yağ ürünleridir. Bu materyallerden elde edilen aktif karbonlar genellikle sert ve yoğundur. Suda bozunmadan uzun süre kullanılabilirler. Aktif karbonlar değişik özelliklere sahip şekillerde üretilir. Bunlar;

1. Toz halindeki aktif karbonlar,
2. Granül halindeki aktif karbonlar,
3. Palet halindeki aktif karbonlardır,

Karbonun kimyasal aktivasyonu sonucu, toz haldeki aktif karbonlar elde edilir. Bu karbonlar, günümüzde atık suların temizlenmesi işlemlerinde en çok kullanılan aktif karbonlardır. Gaz aktivasyonu ile yapılan granüle ürünler ve paletler daha ziyade

gazların saflaştırılmasında kullanılırlar. Ancak granüle haldeki aktif karbonların da atık su işleme sistemlerinde oldukça iyi sonuçlar verdiği bilinmektedir. Granüle ve toz haldeki aktif karbonlar organik ve inorganik maddelerin uzaklaştırılmasında mükemmel sonuçlar vermektedir. Bu aktif karbonlar, biyolojik olarak işlem görmüş atık suları ve organik kaynaklı endüstriyel atıklar içeren atık suları temizlemek için de yıllardır kullanılmaktadır [35].

III.1.3.2.1. Aktivasyon Teknikleri

Aktif karbon üretimi için, karbonca fakir olmayan tüm maddeler, çeşitli aktifleştirme yöntemleriyle aktifleştirilerek kullanılabilirler. Bu aktifleştirme yöntemleri kimyasal aktivasyon ve gaz aktivasyonu olmak üzere ikiye ayrılır [35].

III.1.3.2.2. Kimyasal Aktivasyon

Bu teknik genellikle turbo ve odun temel kaynaklı çiğ materyallerin aktivasyonu için kullanılır. Çiğ materyal çinko klorür, fosforik asit veya potasyum hidroksit ile doyurulur. Daha sonra karbonu aktive etmek için 500-800 °C sıcaklığa kadar ısıtılır. Aktive edilen karbon yıkanır, kurutulur ve öğütülerek toz haline getirilir. Kimyasal aktivasyon sonucu oluşturulan aktif karbonlar, genellikle büyük moleküllerin adsorpsiyonu için kullanılırlar ve oldukça geniş gözenek yapısı sergilerler [35].

III.1.3.2.3. Gaz Aktivasyonu

Bu aktivasyon tekniği genellikle kömür ve meyve kabuklarının aktivasyonunda kullanılır. Çiğ materyal öncelikle karbonizasyon olarak adlandırılan ısıl bir işleme tabi tutulur. Bu işlem gözenekleri küçük olan karbonlu bir ürün oluşmasına yardımcı olur. Daha sonra bir inert gaz örneğin N₂ atmosferinde ve 800-1100°C sıcaklık aralığında aktivasyon işlemi gerçekleştirilir. Böylece, başlangıçta karbonizasyon ile oluşturulan ara materyal, aşağıda verilen su-gaz reaksiyonu ile gaz fazına dönüştürülerek mevcut gözenekler genişletilir ve sayıları artırılır.

Elde edilen aktif karbon sınıflandırılır ve elenip tozu giderilerek kullanıma hazır hale getirilir. Gaz aktivasyonu ile elde edilen aktif karbonlar da kimyasal aktivasyondan elde edilenler gibi iyi bir gözenek yapısı sergilerler. Hem sıvı hem de gaz fazındaki molekül ve iyonların adsorpsiyonu için etkin bir şekilde kullanılırlar [35]

III.1.3.3. Adsorpsiyon

Adsorpsiyon, bir yüzey veya ara kesit üzerinde bir maddenin birikmesi ve derişiminin artması olarak tanımlanmaktadır. Tanımda kullanılan ara yüzey bir sıvı ile bir gaz, katı veya bir başka sıvı arasındaki temas yüzeyi olabilir. Başka bir tanımlama ile adsorpsiyon, yüzeye saldırma kuvvetlerinden dolayı moleküllerin yüzeye yapışması olayıdır. Çözünmüş bir bileşğin aktif karbon tarafından adsorpsiyonunun üç adımda gerçekleştiği belirtilmektedir [35];

1. Adsorbanın dış yüzeyine adsorplanan maddenin taşınması,
2. Dış yüzeyde oluşan adsorpsiyonun küçük bir miktarı hariç, adsorblanan maddenin karbonun gözeneklerine difüzyonu,
3. Adsorbanın iç yüzeylerinde çözeltinin adsorpsiyonu.

Yine başka bir kaynakta adsorbsiyonun üç temel adımda oluştuğu belirtilmiştir. Bu adımlar;

- a) Film difüzyonu: Adsorplanacak olan, çözünen moleküller karbon partiküllerinin içine girerek yüzey filmi oluştururlar.
- b) Gözenek difüzyonu: Karbon gözeneklerinden, adsorpsiyon merkezine doğru çözünen moleküllerin göçünü içerir.
- c) Karbon Yüzeylerine Çözünen Moleküllerin Yapışması: Çözünen molekül, karbon gözenek yüzeyine bağlandığında tutunma meydana gelir.

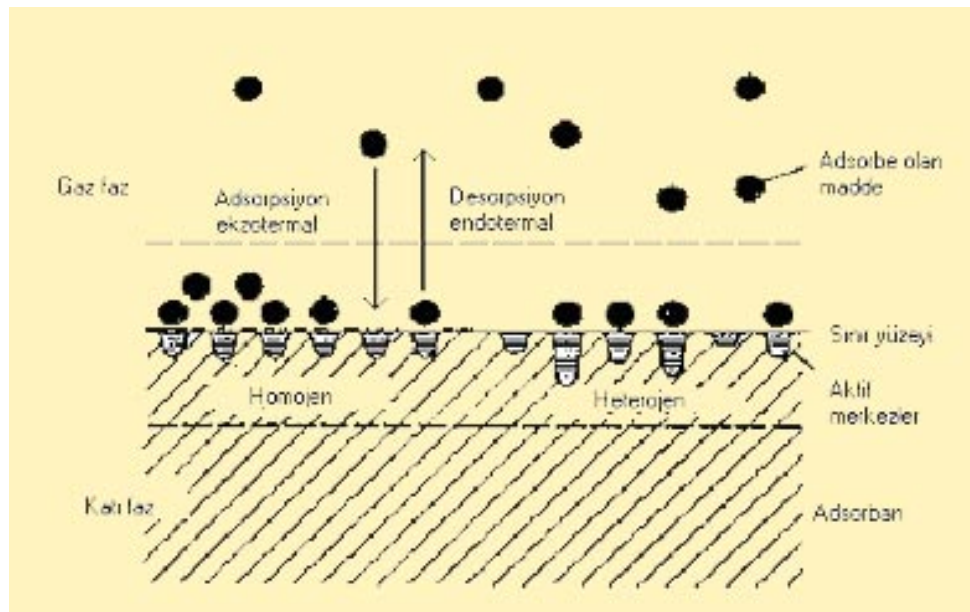
Aktif karbon üzerinde meydana gelen adsorpsiyonun, üç farklı süreçte olabileceği belirtilmektedir. Eğer adsorpsiyon bir yüzeydeki dengelenmemiş Van Der Waals kuvvetleri yardımıyla gerçekleşiyorsa, buna fiziksel adsorpsiyon denir. Bu tip adsorpsiyon termodinamik anlamda tersinirdir. Düşük adsorpsiyon ısısı ile karakterize edilir ve adsorpsiyonun derecesi sıcaklık yükseldikçe azalır. Yüzey moleküllerinin değerlik kuvvetleri nedeniyle yüzey üzerinde adsorplanan maddenin monomoleküler tabakası ile bir kimyasal bağın oluşmasından kaynaklanır. Adsorpsiyon yüksek sıcaklık gerektirir ve termodinamik anlamda tersinir değildir. Sıcaklık çok yükselirse fiziksel adsorpsiyon olayı kimyasal adsorpsiyona dönüşebilir. Aktif karbon üzerine çözeltilerin adsorplanmasından sorumlu elektriksel çekim kuvvetlerinin etkisi olarak tanımlanır. Ayrıca negatif yüklü karbon partikülleri ile pozitif yüklü adsorplanan moleküller veya iyonlar arasındaki elektriksel çekim

difüzyon sırasında ortaya çıkan engelleri azaltır. Bu yüzden de adsorpsiyonun verimliliği artar.

Adsorban yüzeyine moleküller adsorplandıkça yeni moleküllerin adsorpsiyonu için daha az yer kalır ve sonuçta adsorban etkin adsorpsiyon özelliğini kaybeder. Adsorbana etkin adsorpsiyon özelliğini yeniden geri kazandırma işlemine “geri kazanım” denir. Aktif karbonun fiziksel kuvveti geri kazanım süreci boyunca dayanabilecek büyüklükte olmalıdır. Ancak zamanla ısısal yayılma, büzülme ve sonuçta yapının parçalanması nedeniyle az bir miktar aktif karbon kaybolur veya oksitlenir.

Katı Faz Üzerinde Adsorpsiyon Desorpsiyon İşlemleri

Adsorpsiyon, yapılan diğer tanımların yanı sıra bir katı adsorbanın yüzeyinde adsorplanmak suretiyle çözünen maddelerin zenginleştirilmesidir. Aktif merkez olarak adlandırılan adsorbanın yüzeyi üzerinde yer alan atomlar arasındaki bağ kuvvetleri tamamen doyurulmamıştır. Bu aktif merkezlerde yabancı moleküllerin adsorpsiyonu yer alır. Adsorban üzerinde adsorplanmış bir madde, kendisine oranla daha şiddetle adsorplanan bir madde tarafından yer değiştirir. Yer değiştiren madde karbon tarafından desorplanır veya serbest bırakılır. Bu olay daha çok tercih edilen türlerin adsorpsiyonu boyunca devam eder. Kimyasal adsorpsiyon, adsorplanan maddenin fonksiyonel gruplarından dolayı oluşur ve adsorban kararlı bir bağ oluşturmak için etkileşir. Desorpsiyon olayı, kimyasal olarak adsorplanan maddelerden daha çok fiziksel olarak adsorplanan maddeler için daha uygundur. Katı faz üzerindeki adsorpsiyon ve desorpsiyon işlemleri Şekil III.3 de şematik olarak gösterilmiştir [35].



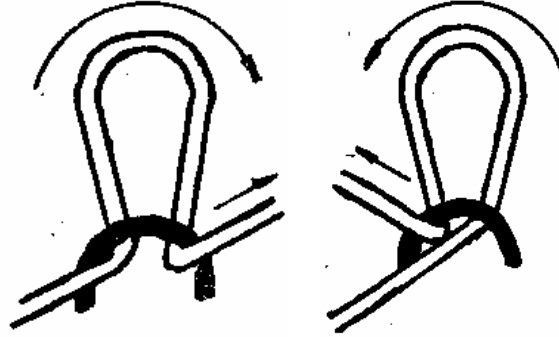
Şekil III.3: Katı faz üzerinde adsorpsiyon ve desorpsiyon işlemleri [35].

III.2. ÇÖZGÜLÜ ÖRMECİLİK

Çözümlü örme çok iplikli bir örmecilik olup çözgü ipliklerinin boyuna doğrultuda bağlantılar meydana getirmesiyle elde edildiği için kompleks bir örgü çeşididir. Örme kumaş oluştuktan sonra, iplik bağlantıları boyuna doğrultuda olduğundan kumaşı tekrar sökmek konstrüksiyonuna göre, çok zor hatta imkansızdır. Yapı olarak ta çözgümlü örme kumaşlar dokuma kumaşlara yakın bir boyut stabilitesi gösterdikleri için tam olarak atkı örme kumaşlar arasında yer almazlar. Dokuma ve atkı örme kumaşlar arasında yer alırlar [24].

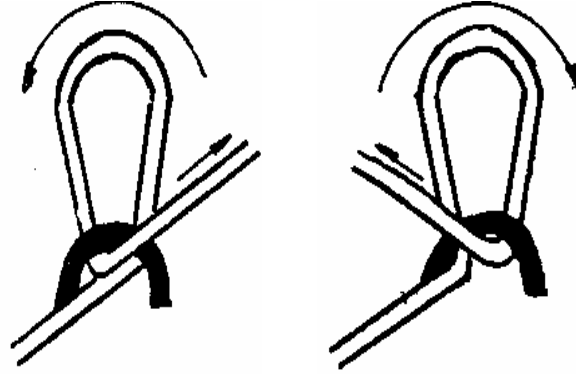
Çözgümlü örmecilikte iki tür ilmek yapısı vardır. Bunlar ; Açık ve Kapalı ilmek şeklindedir [25].

Açık İlmek : Herhangi bir delikli iğnenin bir örücü iğne üzerine yaptığı üst yatırımın yönü aynı delikli iğnenin bir sonraki ilmek sırası için yapacağı alt yatırımın (aynı veya farklı iğneye) yönüyle aynı olursa üst yatırımın yapıldığı iğneden çıkan ilmek formunda oluşturulur. Açık ilmeğin ayakları birbiri ile kesişmez [25].



Şekil III.4 : Açık İlmek Yapısı [25].

Kapalı İlmek : Herhangi bir delikli iğnenin bir örücü iğne üzerine yaptığı üst yatırımın yönü, aynı delikli iğnenin bir sonraki ilmek sırası için alt yatırımın (aynı veya farklı iğneye) yönüyle ters olursa üst yatırımın iğneden çıkan ilmek formunda oluşur. Kapalı ilmeğin ayakları birbirine çapraz durumdadır [25].

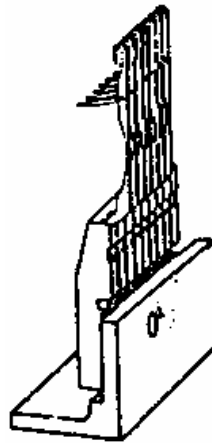


Şekil III.5 : Kapalı İlmek Yapısı [25].

III.2.1. Kumaş Oluşumunu Sağlayan Elemanlar

III.2.1.1. İğneler

Örmecilikte kullanılan iğneler temelde baş, gövde ve topuk kısımlarından oluşurlar. Çözümlü örme sistemlerinde çalışırken ayak kısımları örmede etkin rol oynamazlar ve sadece grup çalışması yaparak örmeyi sağlarlar. Çözümlü örme makinelerinde iğneler topluca hareketlidir. İğneler özel kalıplara tek tek dizilir ve kalıba erimiş kurşun dökülerek makine inceliğine göre belirli genişlikte bloklar halinde hazırlanır. Bu bloklar iğne rayına vidalanarak tutturulur. İğnelerden birinin bozulması halinde bozuk iğnenin bulunduğu blok çıkarılarak yerine yenisi takılır. Sürgülü (Bileşik) iğne çözümlü örme makinelerinde yaygın bir şekilde kullanılan iğne türüdür [24].



Şekil III.6 : Blok Halinde Çözümlü Örmeye Kullanılan İğne Görünüşü [24].

Çözümlü örme yapıların üretiminde kullanılan iğne çeşitleri;

- Kancalı (veya dilli) iğne
- Sürgülü iğne
- Esnek uçlu iğne

Yapıları bakımından kullanılan tüm iğneler hassas, düzgün yüzeyli, sürtünme ve aşınmaya dayanıklı yapıda olmalıdır. İğne yataklarının zarar görmemesi için iğne malzemeleri, iğne yatağından daha yumuşaktır [24].

III.2.1.1.1 Kancalı İğne

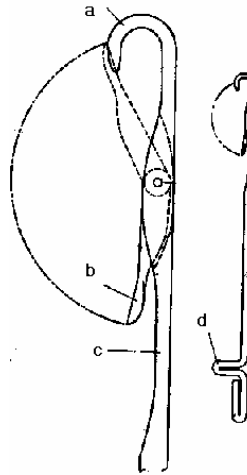
Kancalı uçlu iğne ismi, baş kısmının kanca şeklindeki kıvrımından almıştır. İğnelerin baş kısımları örmede asıl işi gördüklerinden hassas ve itinalı olarak yapılmışlardır [6]. Baş kısmındaki kanca dil ilişkisi örme işleminin yapılmasını sağlar.

Kancalı uçlu iğne üç temel bölümden oluşur :

Baş kısmı : İpliğin şekil alarak ilmek oluşturulduğu kısım. Kanca (a) ve dil (b) olarak iki kısım vardır.

Gövde kısmı : İğnenin sarsıntısız ve düzgün olarak hareketini sağlayan kısım (c).

Ayak kısmı : İğnenin hareket almasını sağlayan kısımdır. (d) Topuk



Şekil III.7 : Kancalı Uçlu İğne [25].

III.2.1.1.2. Esnek Uçlu İğne

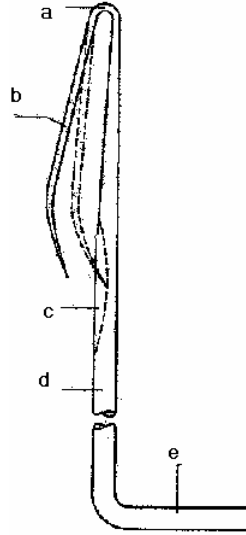
Adını örme işlemini gerçekleştiren baş kısmından almaktadır. Esnek uçlu iğne denmesinin nedeni ince uçlu kıvrılmış kısmının oluk şeklindeki girintinin içine girecek kadar esnemesindendir. Çalışma esnasında esneme yardımcı bir baskı elemanı tarafından gerçekleştirilmektedir. Esnek ucun oluğa tam girmesi nedeniyle dışarıda herhangi bir iplik takılmasına meydan vermemesi gerekir [25].

Esnek uçlu iğne üç temel bölümden oluşur :

Baş kısmı : İpliğin şekil alarak ilmek oluşturulduğu kısım. Baş kısmı (a) Esnek uç (b), Oluk (c)

Gövde kısmı : İğnenin sarsıntısız ve düzgün olarak hareketini sağlayan kısım. (d)

Ayak kısmı : İğnenin hareket almasını sağlayan kısımdır. (e) Topuk



Şekil III.8 : Esnek Uçlu İğne [25].

III.2.1.1.3. Sürgülü (Bileşik) İğne

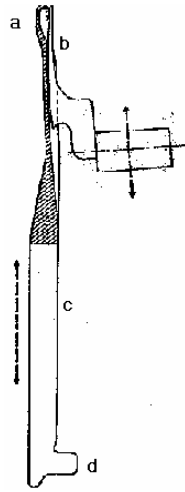
Sürgülü iğne iki parçadan oluşur. Birinci parça iğnenin gövdesini, topuğu ve kancasını içeren asıl kısmıdır. İkinci parça ise iğnenin gövdesinin içindeki kanalda yukarı aşağı hareket eden ve iğnenin kancasını kapatmak için kullanılan, kapatma elemanıdır. Kancalı uçlu iğnelerdeki dil kısmının görevini burada kapatma elemanı üstlenmiştir [25].

İğne yukarı doğru hareket ederken, kapatma elemanı da hareket ederek iğnenin ağzını açar ve iplik beslenir, daha sonra iğne aşağı doğru hareket ederken, kapatma elemanı yukarı doğru hareket ederek iğnenin ağzını kapatarak ipliğin iğnenin ağzında kapalı kalmasını sağlayarak örme işleminin gerçekleşmesini sağlar [25].

Baş kısmı : İpliğin şekil alarak ilmek oluşturulduğu kısım. Kanca (a), Sürgü (b)

Gövde kısmı : İğnenin sarsıntısız ve düzgün olarak hareketini sağlayan kısım (c).

Ayak kısmı : İğnenin hareket almasını sağlayan kısımdır. (d) Topuk



Şekil III.9 : Sürgülü (Bileşik) İğne[25].

III.2.1.2 Delikli Yatırım Elemanı

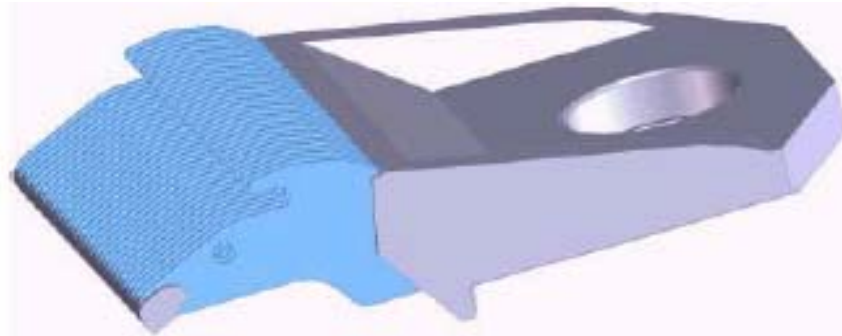
Leventlerden gelen çözgü ipliklerini örücü iğnelere vererek örme işlemini sağlayan elemanlardır. Bunlar, yassı hale getirilmiş tellerin ucuna delik açılmasıyla elde edilirler. Daha sonra kancalı iğnede olduğu gibi kalıplara dizilip erimiş kurşun dökülerek makine inceliğine göre belli genişlikte bloklar halinde hazırlanırlar ve yatırım rayına vidalanarak tutturulurlar [24].



Şekil III.10 : Blok Halinde Çözümlü Örmeye Kullanılan Delikli Yatırım Elemanının Görünüşü [25].

III.2.1.3. Tutucu Platin

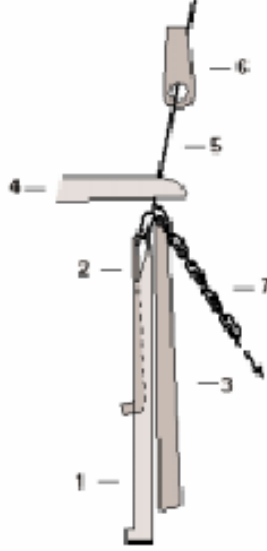
Örme işlemi sırasında iğne yükselirken önceden örülen kumaşı tutarak iğne ile beraber yükselmesini önleyen elemandır. Bunlar da kancalı iğne ve delikli yatırım elemanında olduğu gibi bloklar halinde olup platin rayına vidalanarak tutturulmuşlardır. Birinin bozulması halinde bozulan platinin bulunduğu blok çıkarılıp yenisi takılır [24].



Şekil III.11 : Tutucu Platin [25].

III.2.2.Çözümlü Örmek Makinelerinin Kumaş Üretim Ögeleri

III.2.2.1. Sürgülü İğnenin İlmek Oluşturması



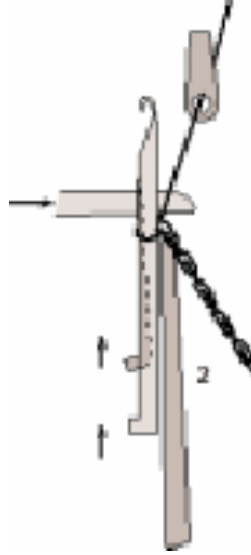
Şekil III.12 : Çözümlü Örmek Makinesinde Sürgülü İğne Örmek Bölgesi Görünüşü [5].

- 1- Bileşik iğne : İğneler sert iğne çubuğunda birleştirilir ve aynı zamanda hareket ederler.
- 2- Kayar kol (kapatıcı eleman) : Sert kol içine iğne kancalarını kapatıcı elemanlar yerleştirilir ve aynı zamanlıca iş görürler.
- 3- İlmek aşırma çubuğu,
- 4- Tutucu platin : Platinler sert platin kolunda birleştirilir ve aynı zamanda hareket ederler.
- 5- İplik sonu : İplik sonları genelde bir çözgü levendine beslenemez.
- 6- İplik rehberleri : İplik rehberleri aynı zamanda rehber iğneler olarak isimlendirilir. Aynı zamanda hem de aynı zamanda işlem gördürülür. Bir veya birkaç iplik rehberi her bir iğneye tahsis edilir.
- 7- Çözümlü örmek kumaş [5].

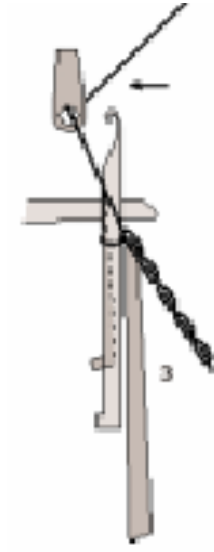
İlmek oluşumunun mekanizması



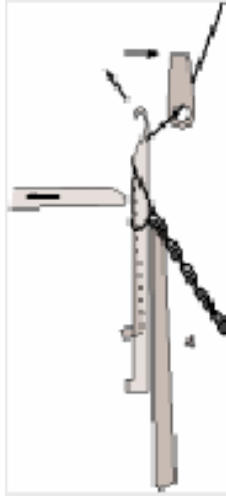
Şekil III.13: İğneler Aşırtma Konumunda, Önceki İlmek Kursunun Tamamlanmasından Sonra İğne ve Diğer Örmek Elemanları En Alçak Pozisyonda Bulunuyor. Tutucu Platinler İğneler Arasına Yerleştirilir ve Yeni İlmek Oluşturmak İçin Örmek Elemanları Kademe Kademe Hareket Etmeye Başlarlar [5].



Şekil III.14 : İğneler Boşalma Pozisyonu Olan En Yüksek Pozisyona Çıkarılır. Kapatıcı Öğeler İğnelere Göre Daha Az Yükselirler Bundan Dolayı Kancalar Açılır. Kumaş Tutucu Platinlerle Kontrol Edilirler [5].



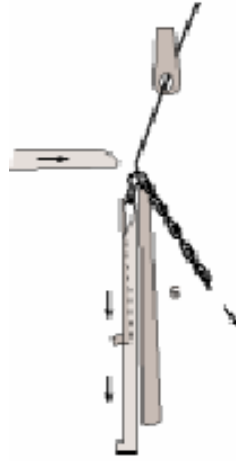
Şekil III.15: İplik Rehberleri (Rehber Kollar) İğneler Arasından Üst Yatırımı Gerçekleştirmek İçin Kanca Bölgesine Sallanır [5].



Şekil III.13: İplik Rehberleri Belirlenen Desene Göre Örneğin 1, 2 İğne Yana Doğru Hareket Ederek Alt Yatırım Gerçekleştirilir. Bundan Sonra İğneler Arasına Salınırlar. Bunun Sonucunda Alt Yatırım Gerçekleştirilir. Tutucu Platinler Geri Çekilmek İçin Hareket Eder [5].



Şekil III.17: İğneler Alçalırlar Kapatıcı Öğeler İğnelere Göre Daha Yavaş Alçalırlar. Bundan Dolayı İğne Kancaları Kapatılır Yenice Sarılan İpliklerin Kanca İçerisinden Çıkması Engellenir. İplik Rehberleri Yana Yanal Hareket Ettirilir ve Alt Yatırım İçin Hareket Eder [5].



Şekil III.18: İğneler En Alçak Pozisyon Olan Aşıрма Pozisyonuna İner ve Bir Önceki İlmek İğne Sapından İğne Kancası Üzerinden Kayarlar. İğne Kancalarının İçindeki İlmekler Önceki İlmekle Bir Birine Bağlanır Böylece İlmeklerin Yeni Sırası Üretilir. Bu İlmek Oluşum Safhalarının Sonucunda Çözümlü Örmek Kumaş Üretimi Gerçekleştirilmiş Olur [5].

III.2.2.2. Desenlendirme

Desenlendirme genelde baklalarla yapılmakta olup bunun yanında diskli, jakarlı ve elektronik desenlendirme söz konusudur [24].

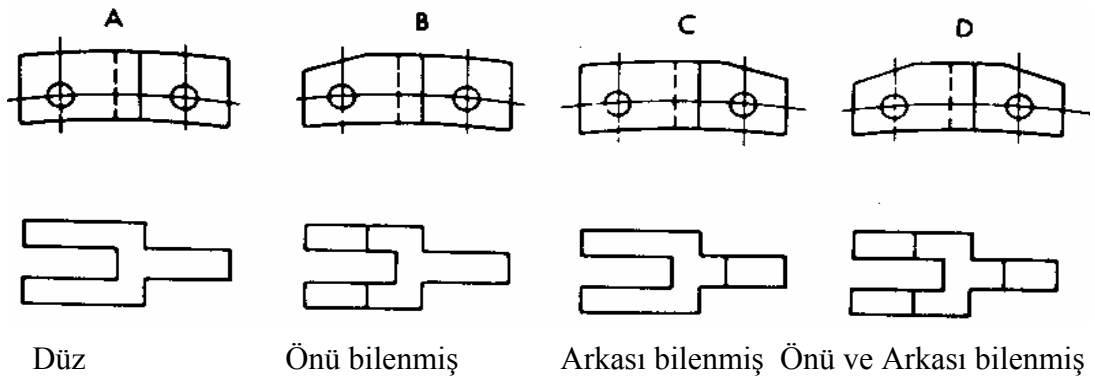
III.2.2.2.1. Bakla Sistemleri İle Desenlendirme Mekanizmaları

Baklalarla yapılan desenlendirme, desene göre hazırlanan baklalar pimlerle arkaya dizilerek desen zinciri elde edilir. Elde edilen bu zincir makinenin zincir tamburuna takılarak makinenin çalışmasıyla döndürülür. Desen zincirini oluşturan baklalar numaralarına göre farklı yüksekliklere sahiptir. Bu yükseklik farklılıklarına göre ara

bağlantı elemanlarıyla yatırım gerçekleştirilir. Bu hareketin ne kadar olacağı yani yatırım rayının kaç iğne aralığı yanal hareket edeceği bakla numaralarıyla belirlenmiştir. Sıfır numaralı bir baklada yatırım rayının hareketi sıfır, 1 numaralı baklada bir iğne aralığı, 2 numaralı baklada iki iğne aralığı şeklindedir. Baklalar zincirdeki yerleşimlerine göre düz, önü bilenmiş, arkası bilenmiş, hem önü hem arkası bilenmiş olabilir. Buradaki amaç farklı yüksekliklere sahip baklalar arasında, bunlara temas eden makaranın yumuşak geçişini sağlamak ve çalışmayı mümkün kılmaktır. Aksi halde baklalar bilenmeyecek olursa bunlara temas eden makaranın baklalardan baklaya geçişi çok sert olacağı ve yüksekliği fazla olan baklalara takılacağı için çalışması mümkün olmaz veya darbeli çalışır [24].

Yatırım rayı baklaların düz kısımlarında salınım hareketi, bilenmiş kısımlarında ise yatırım hareketi yapar. Bu nedenle bilemenin çok düzgün olması gerekir. Eğer bileme düzgün olmazsa yatırım hareketi tam olmayacağından salınım esnasında delikli yatırım elemanlarıyla kancalı iğneler birbirine çarparak kırılırlar. Bir bakla bileneceği zaman bakla rektefiye kalıbına konur, alt yatırım ve üst yatırım yerleri işaretlenir. Daha sonra bileme aparatına yerleştirilir ve aparatın hareketli kolu yardımıyla zımpara taşında bilenir. Baklalara çalışırken yavaş çalışmak gerekir. Aksi halde sarsıntı artacağı için çalışmak güçleşir ve bir takım düzgünsüzlüklere sebep olur. Kullanılan baklalar 3 tiptir [24].

- 1- Standart baklalar
- 2- E baklaları
- 3- Spesiyal baklalar



Şekil III.19: Desen Baklaları [24].

III.2.2.2.1.1. Standart Baklalar

Kısa bakla, N baklası veya normal bakla olarak ta isimlendirilmektedir. Genelde çözücü otomatlarında kullanılan bu baklaların delikleri arasında kalan mesafeleri kısa fakat zemin alanları oldukça geniş bir dikdörtgen şeklindedir. Yükseklikleri maksimum 30 mm' ye varan bu baklalar normal üst yatırımları yapmaya elverişli olup büyük alt yatırımlara ise uygun değildir [24].

III.2.2.2.1.2. E Baklaları

H baklası olarak da tanınırlar. Genellikle Raschel makinesin de kullanılan bu baklaların tabanları dar ve delikleri arasındaki mesafe uzundur. Büyük yatırımları yapmaya elverişlidirler.

III.2.2.2.1.3. Spesiyal Baklalar

S baklası olarak da isimlendirilirler. İki ayrı desen tamburu veya biri desen diski diğeri tamburla çalışan desenlendirme mekanizmalarında kullanılırlar. S baklalarının belirtilmesi en yüksek kısma göre numara vererek ve bu kısmın önde veya arkada oluşana göre v veya h harfleriyle harflendirilerek yapılır.

Temel işlev baklaların yerine getirmesiyle birlikte desenlendirmede rol oynayan bir diğer faktör çözgü ipliklerinin yatırım raylarındaki taharlama düzenidir. Leventlerden gelen çözgü iplikleri yatırım raylarının ucundaki delikli yatırım elemanlarından geçirilirken yani taharlanırken, elde edilecek desene göre dolu tahar yada yarı veya kısmi tahar düzeni uygulanabilir.

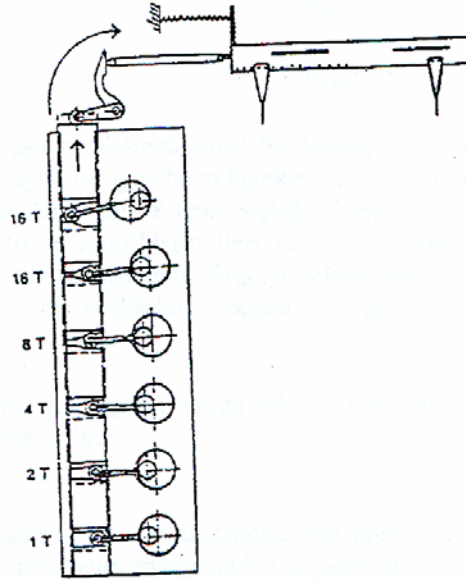
III.2.2.2.2. Elektronik Kontrollü Desenlendirme Mekanizmaları

SU veya "Summary Drive" mekanizması Karl Mayer makine üreticileri tarafından geleneksel zincir baklalı mekanizmaların yerine kullanılmak üzere geliştirilen bir mekanizmadır. Bu sistem uzun ve pahalı sistemlerin yerini almak üzere geliştirilen ilk mekanizma değildir. Ancak diğer mekanizmalar ticari olarak rağbet görmemişlerdir [26].

Bu mekanizma günümüzde bir çok tip makinede kullanılmaktadır ve desen baklalarının kullanımını kaldırdığı için çok raylı desenlendirme alanında yeni ufuklar açmıştır. Daha önce kullanılan baklalar yüzünden ulaşılamayan büyük desen tekrarı boyutlarına ulaşılmıştır. Binlerce desen baklasının kullanılmasını gerektirecek desenler kolaylıkla üretilebilmektedir [26].

Desenlendirme maliyeti oldukça düşmüştür. Baklaların birbirine bağlanması düşünüldüğünde düzenleme takma, çıkarma, yıkama için oldukça yoğun el emeği gerektirmektedir ve bu baklaların makineye takılması ve çıkarılması esnasında bir çok zaman kaybı olmaktadır [26].

Şekil.III.16 de bu mekanizmalar açılanmıştır. Her bir desen rayı ayrı birer adet üniteye bağlanmıştır. Her ünite 6 adet şaft üzerine monte edilmiş 6 adet eksantrik kamdan oluşmuştur. Şaftlar dönerler bu esnada üzerlerine sabitlenmeyen kamlar dönmez [26].



Şekil III.20 : Elektronik Kontrollü Desen Mekanizması [26].

Kamın iki tarafına yerleştirilen elektromıknatıslar bir mikroprosesör tarafından elektrik sinyali göndererek çalıştırılır ve kam şaftta kilitlenerek şaftla birlikte döner. Eksantrik, hareket itici rayına ileri doğru iter ve ray üzerindeki silindir bölünmüş rayın yukarı hareket etmesini sağlar. Düşey hareket bölünmüş rayın üst tarafında yatay bir harekete dönüştürülür [26].

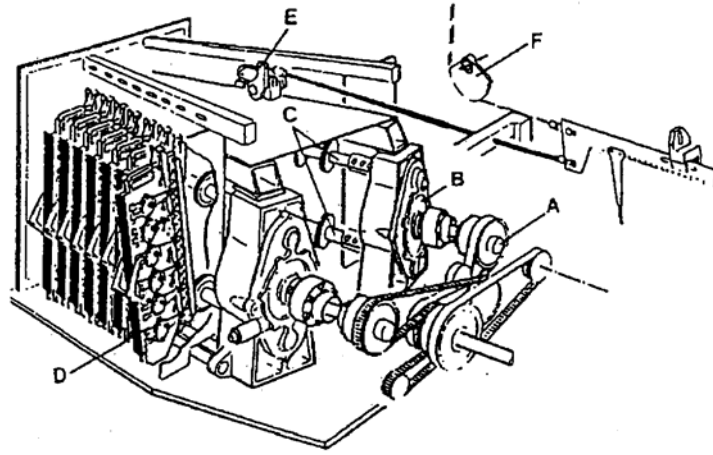
Diğer elektromıknatısa gelen sinyal kamın, şaftın diğer tarafına yapışmasını sağlar, böylece silindir bölünmüş rayda dışarı çekilir. Ray kısalır ve bu hareket rehber rayın diğer tarafa doğru yatay hareket yapmasını sağlar.

Her bir eksantrik kam, çalıştırıldığında yanal bir hareket yaptırır. En alttaki kam ileri veya geri hareketinde rehber rayın bir iğne boyu hareket ettirir. İkinci kam 2 iğne boşluğu, üçüncü kam 4 iğne boşluğu, dördüncü kam 8 iğne boşluğu, beşinci ve

altıncı kam 16 iğne boşluğu hareket sağlar. (Şekil III.16) Eksantriklerin iler veya geri hareketi toplam 47 iğne boşluğu hareket ettirebilecek kadar yaptırabilir. Örneğin rehber rayını 11 iğne boşluğu sağa hareket ettirebilmek için birinci, ikinci ve dördüncü eksantrik kamı ileri hareket ettirilir. $1+2+4=11$ [26].

Bu pozisyonda rehber rayının 5 iğne boşluğu sola hareketi yapabilmesi için bir ve dördüncü kam çekilirken üçüncü kam itilir. $11-8+4-1=6$ [26].

Çok raylı Raschel makinesinin SU sürücüsünün tam görünüşü Şekil III.17’de gösterilmektedir. Şaftların dönüş hareketi makinenin ana şaftından sağlanmıştır ve her 6 kama ayrı ayrı kayış ve dişlilerle iletilmiştir (A,B,C). Yatay parçalı ray tarafından hareket ettirilen (E) kolu rehber rayını iter ve ray düzeneği (F) rehber rayını eksantrikler geri çekildiği zaman çeker [26].



Şekil III.21 : SU Sürücüsü [26].

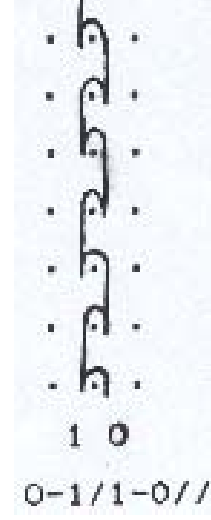
III.2.2.3. Temel Örgü Elemanları

Yukarıda anlatılan desenlendirme mekanizmasıyla elde edilen ve örgüyü oluşturan temel yatırım hareketlerinin örgü raporları tek iğne üzerinden 5 iğneye kadar sırasıyla franse, triko, tuch, saten ve samt şeklinde olup bunlara ilaveten birde atlas hareketi mevcuttur. Bu örgüler açık ve kapalı olmak üzere iki tip olup örgü raporları ve bakla dizilişleri aşağıdaki şekillerde verilmiştir. Örgü raporları, eşit aralıklarla düzgün olarak sıralanan noktaların üzerine çizilerek belirtilir. Enine nokta sıraları ilmek sırasını, boyuna noktalar ise ilmek çubuklarını sembolize eder. Noktalar arası Raschel makineleri için 0,2,4,6,..... şeklinde ikişer, diğerlerinde ise 0,1,2,3,4,..... şeklinde birer artarak numaralandırılır. Bu numaralar aynı zamanda desen zincirindeki bakla yüksekliklerini ve numaralarını da göstermektedir.

Numaralandırma, Raschel makinelerinde desen zincirinin takıldığı tambur sağda olduğu için sağdan sola doğru yapılır [24].

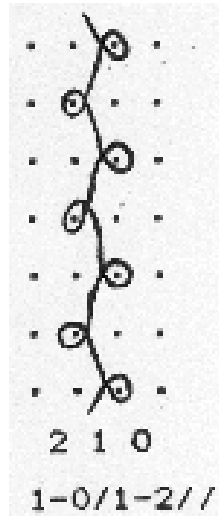


Kapalı Franse

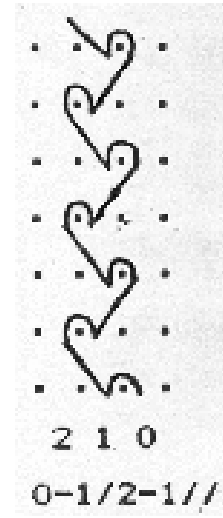


Açık Franse

Şekil III.22: Franse Örgüsünün Teknik Çizimi [24].

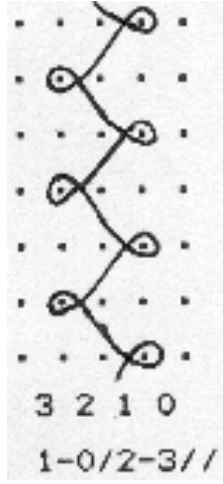


Kapalı Triko



Açık Triko

Şekil III.23: Triko Örgüsünün Teknik Çizimi [24].

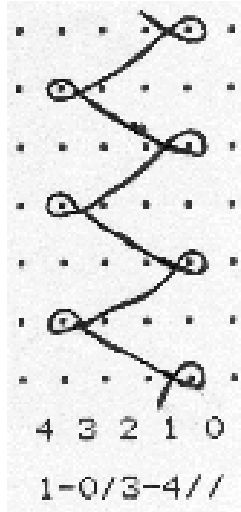


Kapalı Tuch

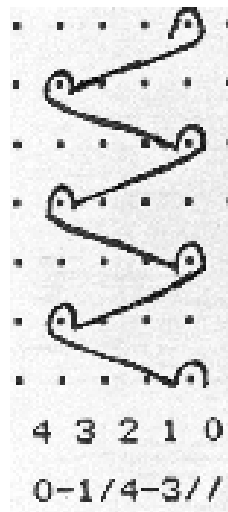


Açık Tuch

Şekil III.24: Tuch Örgüsünün Teknik Çizimi [24].

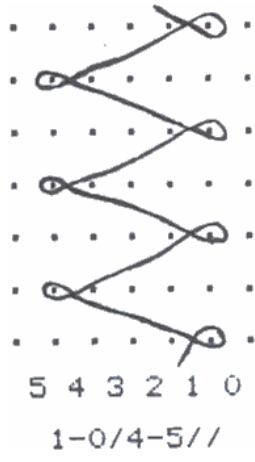


Kapalı Saten

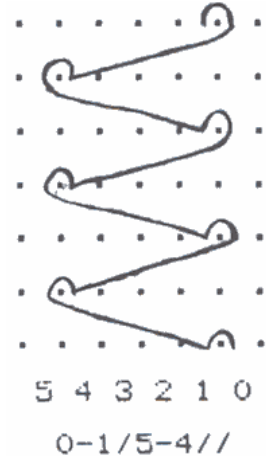


Açık Saten

Şekil III.25: Saten Örgüsünün Teknik Çizimi [24].



Kapalı Samt



Açık Samt

Şekil III.23: Samt Örgüsünün Teknik Çizimi [24].

III.3. TÜLBENT ESASLI DOKUMA OLMAYAN YÜZEYLER (NONWOVEN)

III.3.1. Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Tekstil Yüzeylerine Giriş

Tülbent esaslı dokuma olmayan yüzeyler tülbent tabaka haline getirilmiş kesikli veya filament halindeki liflerin mekanik, kimyasal, termik yöntemlerle uygun bir baēlama işlemi sonucunda birbirine tutturulması ile elde edilen tekstil yüzeyleridir. Teladan, vatkadan ve belli bir yönde veya tesadüfen daēıtılmıř lif yığınının oluşan materyallere tülbent esaslı dokuma olmayan yüzeyler adı verilir. İ tutarlılıkları mekanik, termik, kimyasal bir yöntemle veya bu yöntemlerin birlikte uygulanmasıyla saēlansa da dokuma ve bilinen ynl keçe kumaşları kapsam dışı olarak kabul edilmektedir.

Tülbent esaslı dokuma olmayan yüzeyler herhangi bir tülbent esaslı dokuma olmayan prosesi ile üretilen materyal anlamına gelmektedir. Bunun içerisinde battaniyeler ve lif karışımlarından üretilen halılar tülbent esaslı dokuma olmayan yüzeyin tanımının kapsamının dışında kabul edilmektedir. Aynı zamanda ıslak serme tekniēi ile üretilen cam lifleri, lif dolgularından üretilen kumaşlar ve lif tabakaları da kapsam dışında yer almaktadır.

Tülbent esaslı dokuma olmayan yüzeyler, tarak tülbent, lif tülbent, gelişi güzel yayılmış veya yönlendirilmiş lifler kullanılarak yapılabilen klasik tekstil kumaşları, plastik filmler, köpük tabakaları, metal folyaları gibi tekstil veya tekstil olmayan malzemelerle birleştirilebilen ve onlarla birlikte mekanik, termik veya kimyasal tekniklerle baēlanan veya birleştirilen tekstil yüzeyleri şeklinde de tanımlanabilir. Tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey; kesikli veya filament halde, doēal veya yapay liflerden oluşturulmuş, kaēdı kapsam dışına alan ipliēe dönüştürülmemiş ve bir çok baēlama tekniklerinin herhangi birisi ile baēlanmış kumaş olarak da tanımlanabilir [22].

Kaēıt ile tülbent esaslı dokuma olmayan tekstil yüzeyleri (nonwoven) arasındaki farkı görüp anlamak için materyalin tanımlanması gerekir. Materyal ařaēıdaki özelliklere sahip ise tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey olarak tanımlanır. Bu tanım EDANA (Avrupa Tek Kullanımlık rnler ve Nonwoven Birliēi) ve INDA (Uluslararası Nonwoven Kumaş Endüstrisi Birliēi)

tarafından yapılmıştır. Lifli miktar dokunun %50'den daha fazlasını meydana getiriyor ise uzunluğun çapa oranı 300'den daha büyük olan lifler kullanılıyor ise bu kumaşlar tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey olarak isimlendirilir (kimyasal olarak düzenlenmiş bitkisel lifler hariç). Dokunun lifli miktarı toplam kütlenin %30'undan daha fazla ise ve aşağıdaki kriterlerden birini veya ikisini yerine getiriyor ise bu kumaşlar tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey olarak isimlendirilir. [22].

III.3.2 Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Tekstil Yüzeylerinin Tarihi Gelişimi

Eski zamanlardan beri bilinen hayvansal lifler (yün v.b.) çeşitli işlemlerle keçe haline getirilirdi. Konuyla ilgili uzmanların birçoğu tülbent esaslı dokuma olmayan yüzeyin yeni bir sektör olmadığını dokumacılıktan da daha önceden başladığını vurgulamaktadır. Örnek olarak bitkisel gövdeden çıkarılan uzun lifler ağ şeklinde sarılmış ve doku haline dönüştürülmüştür. 1854 yılında August Belford ürettiği pamuk keçesini 114. İngiliz patent numarası olarak almıştır. Patent, doldurulmuş ve vatkalanan yapıp geliştirilen ürünler şeklinde tanımlanmıştır. Bu şekilde çağdaş tülbent esaslı dokuma olmayan sanayi doğmuştur. August Belford tarafından çıkan döküntü ve kısa pamuk liflerini nişasta ile bağlayıp doku haline getirmiştir.

Lifleri işleyen meslekler ve daha sonra bu konuda oluşan sanayi, insanlık tarihinin en eski ve önemli faaliyet dalıdır. Bu sanayi geleneksel tekstil sanayinin de en eski alanı olup, 1770-1780'lerde ilk iplik eğirme makineleri işletmeye alınmış ve bunu on yıl kadar sonra dokuma makineleri izlemiştir. 1789'da ilk uzun, elekli kağıt makinesi bulunmuş ve 1825'ten itibaren sanayi üretimine geçilmiştir. Kimyasal lif alanında ilk patentler 1883-1884 yılları arasında alınmıştır. Sanayi üretimine ise 1890'da Fransa'da başlanmıştır. Bugünkü anlamda sentetik lif sanayi ise İkinci Dünya Savaşı'nın bir ürünü olmakla beraber 1930-1940 arasında sanayi anlamında üretime geçmiş bulunmaktadır [22].

Tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş teknolojisinin gelişmesine, temel sanayilerden hepsinin belli bir katkısı olmuştur. Özel kağıt üretimi konusunda 1936 yılında Dexter Amerika Birleşik Devletlerinde ıslak üretim tekniğini ortaya koymuştur. 1995 yılı itibariyle ıslak serme tekniği ile üretilmiş cam lifi esaslı tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşların Amerika pazarı 267000 tonun üzerindeydi. Aynı sene Freudenberg firması iplik eğirmede kullanılan taraklama tekniğinden esinlenerek kuru sistemde araştırmalara başlamış ve yöntem 1948'de ticari olarak

uygulanmıştır. Sentetik liflerden iplik üretiminde kullanılan eğirme teknolojisini esas alarak 1965'de Dupont ve Freudenberg firmaları, birbirinden ayrı olarak ve farklı teknikler ile bu günkü sonsuz lifli işlem tekniğini geliştirmişlerdir [22].

Tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey sanayi ticari amaçlı olarak Avrupa' da 1920 yıllarında Amerika' da ise 1930 yıllarında başladı. Fakat iğneleme ile yapılan bağlama tekniğinin başlangıcı 1890 yıllarına kadar uzanmaktadır. Japonların yıllar önce duttan elde edilen lifleri ıslak işlem tekniği uygulayarak tekstil dokusu haline dönüştürmesi, Japonya' da tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey sanayisinin başlangıç tarihi olarak kabul edilir. Amerika, Avrupa ve Japonya gibi ülkeler arasında bu işin ticari geçerliliği 1960 yılında başlamıştır. Sonuç olarak 3 ülke bugün tülbent esaslı dokuma olmayan yüzeyleri üretiminin ve tüketiminin büyük miktarını ellerinde tutmaktadır. 1991 yılında Kuzey Amerika, Batı Avrupa ve Japonya'da, dünya çapında top halinde üretilen tülbent esaslı dokuma olmayan materyallerin yaklaşık %90' ı üretilmekteydi. Bu 6-10 milyar \$ değerindeydi. Amerikan Pazar Araştırma Bürosu Visionquest' in hesaplamalarına göre 1994' te dünya çapında tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey üretiminin % 45'ten fazlasını 1.8 milyon tonluk üretim ile Kuzey Amerika, %27' sinide Batı Avrupa yapmaktaydı. Bunlar birlikte toplamın %70' ten fazlasını kapsamaktaydı. 2000 yılına kadar dünya çapında 2.6 milyon tonluk bir üretim beklenmektedir. Artış oranının sanayi bölgelerinde % 5-7, diğer bölgelerde de % 7-15 arasında olacağı tahmin ediliyor. Bu ülkelerde tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey sanayisinin gelişmesinde en önemli itici güç bu ülkelerin sanayileşme ekonomileri, artan yaşam ve gelir standartları, daha katı çevre kuralları ve geleneksel kullanımdaki örme ve dokuma materyaller ile yer değiştirmesidir [22,3]

Tülbent esaslı dokuma olmayan tekstil yüzeylerinin kullanım alanları aşağıdaki ana başlıklar altında verilmiştir.

- Konfeksiyon
Konfeksiyon yardımcı materyalleri (telalar)
Sıcak tutan materyaller (vatkalar)
Sutyen ve kol askısı
- Yatak Takımları
Battaniyeler - Çarşafklar
Yatak örtüleri - Yastık yüzleri
Minderler, toz koruma örtüleri, dekorasyon kumaşları, yatağın etek kısmı telaları.
- Mobilya
Halılar - Perdeler
Duvar kağıtları
Mobilya dolgu malzemeleri
- Ayakkabı, Çanta Materyalleri
Üst deri - Süet
İç astarlar
Çizme astarları
Yağmurluk malzemeleri
Çanta astarlıkları
- Sanayi Malzemeleri
Klima malzemeleri, sıvı, hava, toz tutucu filtreler
Mendiller (çeşitli temizleme malzemeleri)
Elektronik malzemeler, izolasyon malzemeleri, bantlar, pil ayırıcıları, kablo kaplamaları ve disket kaplamaları)
- İnşaat Mühendisliği
Asfalt kaplamalar, toprak stabilize materyalleri, filtre malzemeleri, erozyon önleme malzemeleri, takviye malzemeleri, plan kartonları, yapay çimler
- Yapı malzemeleri
Çatı kaplamaları, yer döşemeleri, ses geçirmez materyaller ve paketlenme malzemeleri, akustik tavanlar, yalıtım kumaşları, ev ve boru yalıtımı kumaşları
- Ziraat ve Bahçe Malzemeleri
Isıya dayanıklı materyaller, rüzgar çiti malzemeleri, güneş perdesi malzemeleri, meyve koruma malzemeleri, zararlı böceklerle karşı koruma

	malzemeleri, fidanlık malzemeleri, çeşitli kaplama malzemeleri
• Günlük Yaşam	Paketleme malzemeleri, mutfak eşyaları, kozmetik mendiller, çeşitli su emici gereçler, çadırlar, zarflar, haritalar, tuvalet eşyaları, kitap ciltleri, paspaslar.
• Tıbbi Koruma Malzemeleri	Tıbbi malzemeler (yara bantları, nezle maskeleri) Yapışkan bantlar, cerrahi başlık, maske, galoş, sünger, ortopedik padler, bandajlar ve bantlar, önlük, steril paketleme, altlık bezi, elektrotlar, ultraviyole filtresi
• Hijyenik Ürün ve ve Temizlik Malzemeleri	Çocuk bezi, kadın bağı, tampon, yetişkinler için idrar tutma materyalleri, kuru ve ıslak temizlik bezleri, kozmetik uygulayıcılar ve temizleyici kumaşlar, elektrik süpürgesi torbaları, parlatma bezi [22].

III.3.3 Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Sanayisinde Kullanılan Lifler

Lifler, tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşların temel elemanıdır. Tülbent esaslı dokuma olmayan yüzeyler, liflerden maksimum derecede yararlanan bir üretim teknolojisidir. Seçilen lif büyük oranda üretilen materyalin özelliklerini belirler. Lifler, müşteri gereksinimleri, maliyet, işlenebilirlik ve mamul özelliklerine göre seçilir. Tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey sanayisi bu gün 2 milyon tonluk global pazarı ve dünyanın lif tüketiminin %5' lik miktarını ele geçirmiştir. Yıllık büyüme oranı da iki basamaklı sayılarla geleneksel tekstil sanayisinin seviyelerini aşmış durumdadır [22].

Tülbent esaslı dokuma olmayan materyallerde çok büyük oranda yapay lifler kullanılmasına rağmen, ağaç hamuru olarak tabir edilen normal liflerden çok kısa olan selüloz esaslı materyaller de tülbent esaslı dokuma olmayan üretiminde kullanılmaktadır. Ağaç hamuru, düşük maliyeti, absorban yapısı ve hacimlilik özelliği sebebiyle tercih edilmektedir. Pamuk doğal yapısından kaynaklanan çok üstün özelliklere sahiptir. Viskoz, rayon (viskon) ise, tek kullanımlık ve hijyenik alanda kullanılacak tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşların üretiminde kullanılmaktadır.

Pamuk, rayon, asetat gibi selüloz esaslı materyallerin tümü emicidir, mikrop türü maddeler için taşıyıcı olarak kullanılır. Viskon lifinden üretilen tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşlardan tıbbi/cerrahi/hijyenik materyallerde ve temizlik bezi olarak yararlanılır. Sentetik lifler içerisinde polipropilen de geniş oranda tercih edilen bir lifdir. En önemli özelliği ucuz olmasıdır, ayrıca erime ısısı düşüktür, hidrofobiktir, hacimlidir ve termoplastiktir. Polyester lifleri ise mukavemetin ve mekanik özelliklerin önemli olduğu yerlerde kullanılır. Naylon liflerinin en önemli özelliği ise elastikiyetidir. Farklı tür iç/dış yapılara sahip bikomponent lifler, ısı ile bağlanmış tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş üretiminde geniş olarak kullanılır.

Tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey sanayisinde, temelde polipropilen, polietilen, polyester ve viskon en çok kullanılan liflerdir. 1985 yılına kadar tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey sanayisinde en çok kullanılan lif viskon idi. 10 yıllık zaman içerisinde bu lifin fiyatının artması sebebiyle Amerika ve Batı Avrupa’da kullanımı azaldı. 1970-1980 yılları arasında viskon ve polyester lifleri ön plandaydı. 1985-1995 yılları arasında Batı Avrupa’ da ve Kuzey Amerika’ da viskon’ un payı %28’ten %10’ a düşmüştür. Tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey sanayisinin üretim oranının artmasıyla polipropilen liflerinin payı %33’ ten %44’ e, polyester liflerinin payı ise %39’ dan %40’ a artış göstermiştir. Batı Avrupa’ da polipropilen lifleri % 46’ lık pazar payıyla başı çekerken, polyester %18, viskon da sadece %8’ lik pazar payına sahiptir. Özellikle sonsuz lifli işlem ürünü olan tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşların üretiminde polipropilen liflerinin önemi gittikçe artmaktadır. 1995’ te polipropilen lif üretim oranı % 46 olmuş, polyester lifleri de %12 değerine ulaşmıştır.

Günümüzde tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey üretiminin %99’unda yapay lifler hakimdir. 2001 yılı itibariyle tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş üretiminde %63 ile polipropilen, %23 ile polyester, %8 viskon/rayon, %2 akrilik, %1.5 poliamid, %3 diğer lifler kullanılmaktadır [22].

Tablo III.4 Kullanılan Life Göre Üretilen Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaşın Negatif ve Pozitif Özellikleri [22].

Lif Tipi	Pozitif Özelliği	Negatif Özelliği
Polyester	İyi derecede eski haline dönme özelliği Isı ile fikse olma Yüksek elastikiyet İyi dökümlülük özelliği Islak halde yüksek mukavemet	Tüyleneğe eğilimli
Asetat (filament)	İyi tutum Tüyleneğe problemi yok İyi derecede eski haline dönme özelliği İyi derecede dökümlülük Kolay bağlanma Düşük fiyat	Islak halde düşük mukavemet Aşınmaya karşı düşük direnç Düşük yumuşama noktası
Poliamid	Islak halde iyi mukavemet Kirlenmeye karşı iyi direnç Çabuk kuruma Kimyasal maddelere iyi direnç İyi elastiklik özelliği İyi derecede ısı ile işlenebilirlik	Kötü derecede tutum özelliği , Işık haslığı değeri düşük Tüyleneğe karşı direnci düşük Yüksek fiyat
Viskoz rayon (filament)	İyi mukavemet Yüksek hacim İyi dökümlülük özelliği Tüyleneğe problemi yok Kolay temizlenme, düşük fiyat	Islak halde düşük mukavemet Yavaş kuruma Sert tutum Aşınmaya karşı düşük direnç
Poliakrilonitril (Akrilik)	İyi derecede eski haline dönme özelliği İyi dökümlülük özelliği Kimyasal maddelere mükemmel derecede direnç Yumuşak tutum Yüksek hacim Neme karşı iyi derecede direnç Mükemmel güneş ışığı haslığı	Aşınmaya karşı düşük direnç Tüyleneğe problemi var Yüksek fiyat
Pamuk	Aşınmaya karşı iyi direnç İyi derecede hacimlilik Islak halde yüksek mukavemet Yumuşak tutum Kolay bağlama Mükemmel nem alma gücü Düşük fiyat	Kirlenmeye karşı düşük direnç Yüksek kırıma özelliği Düşük seviyede lif düzgünlüğü
Tablo III.1 Devamı		
Yün	Yüksek hacimlilik özelliği Yüksek elastikiyet Yumuşak tutum ve sıcak tutma Çabuk eski haline dönme özelliği İyi nem alma gücü	Tüyleneğe problemi var. Aşınmaya karşı düşük direnç Yüksek seviyede boyutsal çekme özelliği Düşük mukavemet Değişken fiyat

III.3.4 Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş retim Teknikleri Ve Sınıflandırılması

Tülbent Esaslı Dokuma olmayan kumaşlar, ipliğe dönüştürülmemiş ve çeşitli yöntemler ile birbirine tutundurulmuş doğal veya sentetik esaslı kesikli yada sonsuz liflerin (filament) oluşturduğu özel bir yüzeydir. 10g/m²' den 4000 g/m²'ye kadar birim ağrılıklarda retiler. Tıbbi alanlarda tek kullanımlık ürün olarak, otoyollarda jeotekstil amaçlı, toprak kaymasını önlemek amacıyla yamaçlarda kullanılır. İstenilen yumuşaklıkta ve sertlikte retiler. Bu esasında kullanılan lif, varsa kimyasal madde ve üretim tekniğiyle ilgilidir.

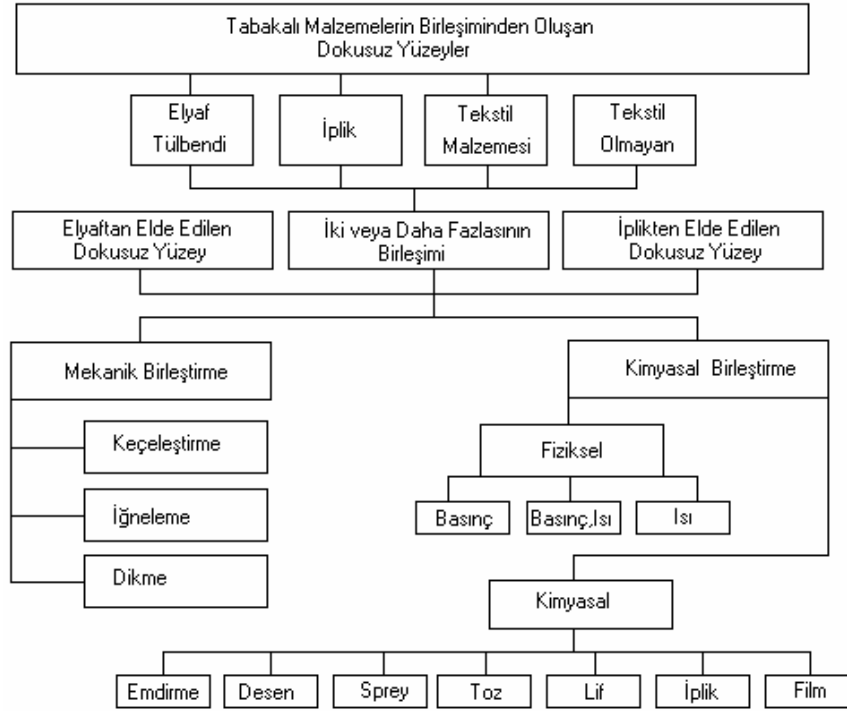
Tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşlar, son yıllarda tekstil alanında önemli bir dilime sahip olmuştur. Tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşlar günümüzde giysi olarak değil de farklı alanlarda kullanılmak üzere üretilmektedir. ocuk bezleri, telalar, oto bagaj kumaşları, elektrik izolatörü, filtrelerde, asfalt yapı altlarında takviye olarak kullanılması bunlardan sadece bir kaçıdır. Yeni tekstil liflerinin ve üretim tekniklerinin geliştirilmesi, tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşlara yeni pazarlar kazandırmaktadır.

Genelde rme ve dokuma kumaşlar bir insanın en çok karşılaştığı ve en çok kullandığı kumaşlardır. Tekstil kumaşını kullanan; onun başlangıçta en çok yararı, estetiği ve fiyatı ile ilgilenir. Kumaşın yararlılığı, kullanım sırasındaki performansını ve dayanıklılığını içermektedir. Tekstil kumaşının esnekliğinin, mukavemetinin ve yapı bütünlüğünün aynı kalması kumaş yapısının yeteneğine bağlıdır. Bu karakteristik özellikler liflerin ipliğe, ipliğin de kumaşa belli üretim yöntemlerinin kullanımı ile kolayca sağlanabilir. Bu durum, hem filament liflerden yapılmış iplikler, hem de kesikli liflerden yapılmış ipliklerin ikisi için de geçerlidir.

Hem kesikli hem de filament liflerden diğer bir yararlanma yöntemi ise tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş sektöründe doku oluşurmada kullanılan çeşitli teknikler vasıtası ile liflerin doku haline dönüştürülmesidir. İstenen doku mukavemetinin, yapısal bütünlüğün ve diğer mekanik ve fiziksel özelliklerin sağlanması için geçen 50 yıllık zaman içinde sayısız doku üretim teknikleri geliştirilmiştir [22].

Gelişmiş sanayi ülkelerindeki bu gelişmeler tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey sektörünün gelişmesini teşvik etmiş ve ek olarak, tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey sektöründeki dokuların üretim aşamasında verimlilik oranı onu, tekstil sektörünün cazip bir alanı durumuna getirmiştir.

Tablo III.5 Dokusuz Yüzey Elde Etme Sistemleri [22].

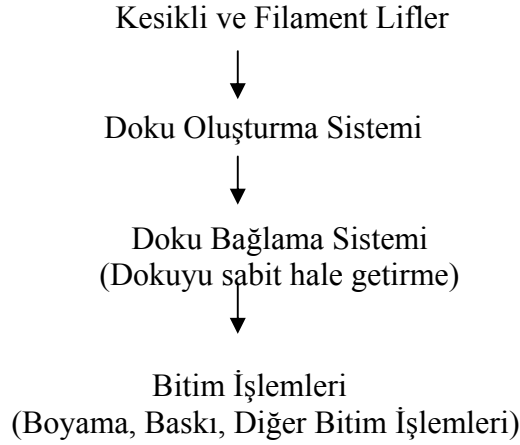


Dünyanın her tarafında, hacimli tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşı istendiğinde, kesikli lifler kullanılır. İkinci geniş kategoride, filament esaslı teknik olan sonsuz lifli işlem (spunbond) ve eritilerek püskürtme (melt-blown) teknikleridir. Tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey elde etme teknikleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Kullanım alanlarının artması ile lif tipleri, bağlama ve bitim tekniklerinde gelişmeler olmuştur. Lif tiplerinin seçimi son kullanım uygulamasına bağlı olacaktır.

Nem ve su toplama, tehlikelerden koruma, akışkanların veya tehlikeli gazların filtrasyonu verebileceğimiz birkaç son kullanım uygulamalarıdır. Pamuk, jüt, koko, polyester, polipropilen, rayon gibi çok kullanılan liflerin yanında polifenilen, bisülfite, novoloid, seramik, cam, karbon ve panox lifleri de özel uygulamalar için tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey sektöründe kullanılmaktadır [22].

Tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey üretim sisteminde, bir ürünün üretim aşamasında takip edilen proses aşağıda belirtilmiştir.

Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan(Nonwoven) retim Prosesi [22].



III.3.4.1 Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Yapılarda Doku Oluşturma Teknikleri

rnlerin tl veya doku haline gelebilmesi için ilk olarak lifin boyu, inceliği, kıvrımı, kimyasal yapısı ve diğer özellikleri göz önüne alınarak harman yapılır. Burada unutulmaması gereken en önemli nokta son üründe istenen özelliklerdir.

Tülbent esaslı dokuma olmayan üretim prosesinde temelde 3 doku oluşturma sistemi mevcuttur. Bunlar;

a) Kuru İşlem

- Tarak Makinesi
- Havalı Serme Makinesi

b) Islak İşlem

- Islak Serme Makinesi(Kağıt retiminde kullanılan yöntem)

c) Filament Esaslı İşlem

- Polimer esaslı maddelerin eritilerek düzelerden pkrtlmesi esasına dayanan doku oluşturma teknikleridir. Sonsuz Lifli İşlem (spunbond) ve Eritilerek Pkrtme(melt-blown) [22].

III.3.4.2 Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Yapılarda Doku Bağlama Teknikleri

İster kesikli ister filament lif kullanılsın kuru işlemlerin yapısal bütünlüğünde eksiklikler mevcuttur. Hidrojen grubunun bağlama gücü kullanılarak liflerinin birlikte tutulduğu selüloz esaslı kağıtlarda bu durum farklıdır. Sonuçta liflerin bazı bağlama teknikleri kullanılarak bir arada tutulması gerekir.

Doku bağlamada temelde 3 teknik kullanılır. Bunlar ;

a) Kimyasal Bağlama (Chemical Bonding)

- Püskürtme sistemi
- Emdirme sistemi
- Rakle sistemi ile yüzeyin kaplanması
- Köpük sistemi
- Baskı sistemi

b) Mekanik Bağlama (Mechanical Bonding)

- İğneleme (Needle Punching)
- Su Jeti ile Bağlama (Spun-lace)
- Dikerek Bağlamalı Nonwoven Dokular (Stitch Bonding)

c) Isı ile Bağlama (Thermal Bonding)

- Silindirler ile bağlama (Kalenderleme Tekniği)
- Fırın Sistemi

Liflerin uzunluk, incelik, kıvrım, lif yüzeyi, enine kesiti gibi özelliklerinin yanında, doku oluşturma ve doku bağlama teknikleri, dokunun mukavemet, uzama, deformasyondan sonra eski haline gelme, sertlik gibi mekanik özellikleri ile yumuşaklık, hacimlilik, aşınma, dökümlülük, tutum gibi fiziksel özellikler de önemli ve büyük etkiye sahiptir [22].

III.3.4.3. Isı İle Bağlama Tekniği

Isı ile bağlama tekniği; tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey prosesi içerisinde tülbent doku veya kumaş bağlama tekniği olarak tanımlanmaktadır. Isı ile doku bağlama; tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey prosesinde doku oluşturma aşamasından veya doku sabitleme aşamasından gelen, tülbent veya kumaşların içerisindeki lifleri, termoplastik özelliklerinden yararlanarak birbirine bağlayan, tülbent dokunun mukavemetini, boyut sabitliğini artırmak için ısı ve basınç kullanan bir tekniktir. Termoplastik özelliğe sahip malzemeler, ısı ile bağlama aşamasından önce tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşın kullanım alanına göre toz, lif, iplik, film veya ağ şeklinde tülbent dokuya ilave edilir. İlk ısı ile bağlanmış tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş 1940'lı yıllarda üretilmiştir. Bu ürünlerde yapıyı oluşturan taşıyıcı lif olarak viskon, bağlayıcı lif olarak da selüloz asetat ve vinil klorür kullanılmıştır.

Bu teknikte kimyasal madde kullanılmaz. Sadece liflerin termoplastik özelliğinden yararlanılır. Isı ile bağlama tekniğinde çeşitli makineler kullanılmaktadır. Bunlar

aşağıda belirtildiği gibi kalender silindirleri, fırın sistemi ve ultrasonik bağlamadır [21].

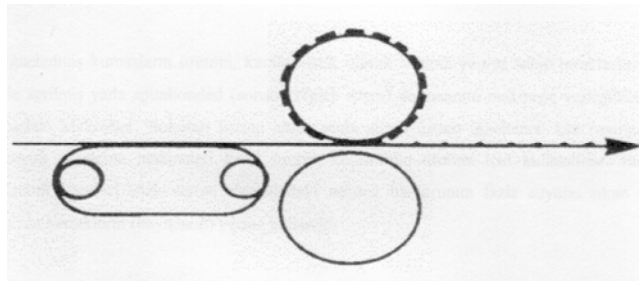
- i. Kalender silindirleri
 - a) Noktasal bağlama tekniği
 - b) Alan bağlama tekniği
- ii. Fırın Sistemi
- iii. Ultrasonik Bağlama

Isı ile bağlama tekniğinde bağlayıcı olarak düşük sıcaklıkta erime özelliğine sahip lifler, tozlar, granüller ve bikomponent lifler kullanılır. Bu lifler dokuyu oluşturan temel materyalle %5-50 oranında lif açma ve harmanlama makinelerinde karıştırılır. Kesikli lifler kullanılacaksa tülbent dokusu tarak makinesinde hazırlanır. Filament lifler kullanıldığında eritilerek bağlama (spunbonded) ve eritilerek püskürtme (melt blown) teknikleriyle doku oluşturulur. Daha Sonra bu lifler sıcak hava veya sıcak bir yüzey ile temas ettiğinde eriyerek çevresindeki lifleri birbirine bağlar. Bu şekilde ısı ile bağlanmış kumaş üretilmiş olur.

Kalender silindirleri ile iki farklı teknikte lifler bağlanmaktadır. Bunlar;

- a) Noktasal bağlama tekniği
- b) Alan bağlama tekniğidir

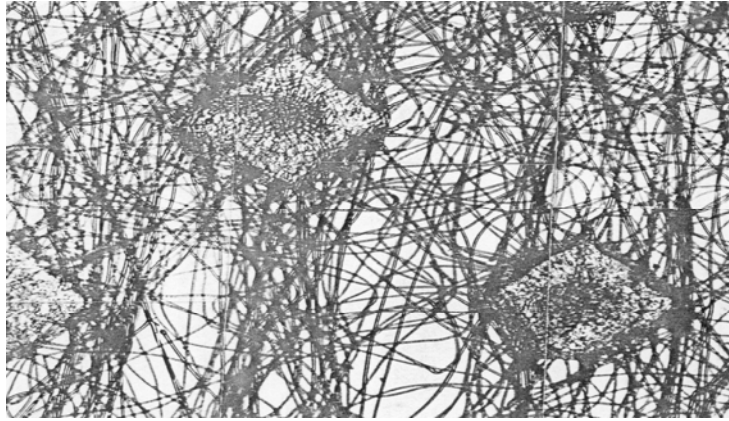
Noktasal bağlama tekniğinde bir çift silindir kullanılmaktadır. Bu silindirlerinden üstte olanı gravürlü, diğer bir deyişle kabartma şekilli, diğeri ise düz yüzeylidir. Tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey iki silindir arasından geçer, kabartma desenin kumaşa temas ettiği noktalarda bağlayıcı maddenin erimesi sonucunda, tülbent doku bağlanmış olur. Silindirlerin sıcaklığı kullanılan liflerin erime sıcaklığının üzerinde ayarlanır [21].



Şekil III.27: Noktasal Bağlama Tekniği [21].

Kabartma kısma gelen doku içerisindeki lifler sıcaklık ve basınç ile eriyerek çevresindeki lifleri bağlar. Eğer ısı yeterli değil ise lifler tam olarak erimez ve bağlama işlemi gerçekleşmez. Bu sebepten kalender sıcaklığı liflerin erime

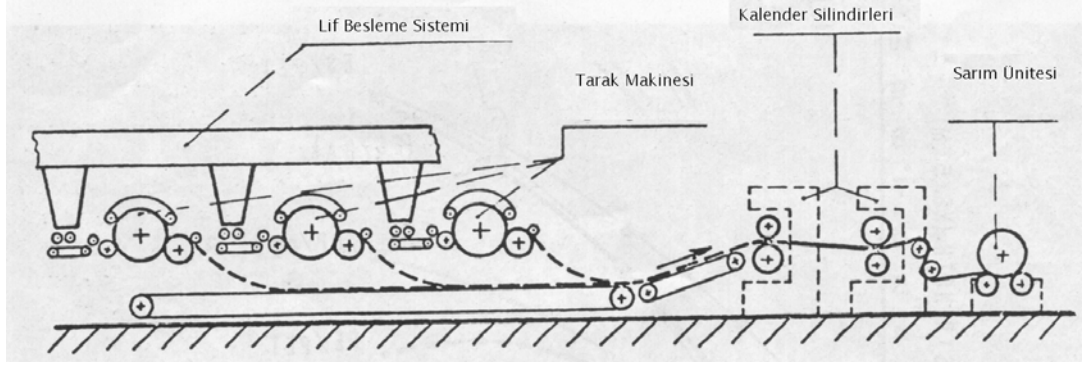
sıcaklığının biraz üzerinde olmalıdır. Bu teknikte, kabartma deseni olarak en çok piramit şekli, lif olarak da polipropilen lifleri kullanılmaktadır. Kalender silindirleri kullanılarak üretilen kumaşların yüzeyleri pürüzsüz, tüysüz, kağıt gibi ince ve her noktası eşit görünüme sahiptir. Genelde tarak makinesinden çıkan tülbent dokusu kesintisiz olarak kalender silindirlerine girer ve burada doku sabitleme aşaması tamamlanmış olur. Tek kat tarak tülbent'i 80g/m^2 'yi geçmez. Bu teknikte genelde $15\text{-}60\text{ g/m}^2$ arasındaki birim ağırlıklarında kumaşlar üretilir ve genelde tek bileşenli lifler kullanılır [21].



Şekil III.28 : Noktasal Bağlama Tekniği ile Üretilen Kumaş Örneği [21].

Kumaş yüzeyini %8-15 oranında bağlayan desenler piyasada fazlasıyla tutulmaktadır. Daha farklı desenler seçilerek kumaş yüzeyinin %35'inin bağlanması sağlanabilir.

Alan bağlama tekniğinde ise, iki silindir de düz yüzeylidir. Alan bağlama tekniği ağır gramajlı materyallerin üretiminde kullanılır. Filtre ve halı tabanı alanında kullanılacak kumaşların üretiminde bu teknikten yararlanılır. Bu teknikte iğneleme tekniği ile üretilmiş tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey ilave olarak kalender silindirlerinden geçirilebilir. Bu sayede iğnelenmiş kumaş içerisindeki lifler eritilebilir. Bu sayede ilave bir doku bağlama işlemi ve ayrıca yüzey pürüzleştirme çalışması yapılmış olur. Bu teknikte bikomponent lifler ve termoplastik lifler kullanılabilir. Bu bağlama aşamasında ısı, basınç ve çalışma hızı değiştirilebilecek parametrelerdir.

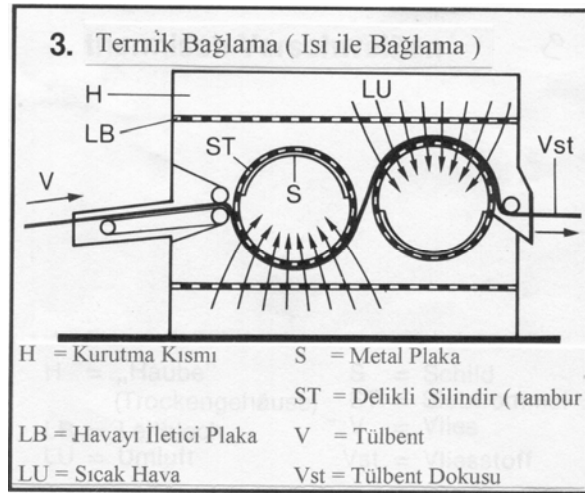


Şekil III.29: Kalender Silindirleri ile Kumaş Üretim Prosesi [21].

Kalender silindirleri kullanılarak pürüzsüz ve parlak yüzeyli, kalınlığı düşük, kağıt gibi ince tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşlar üretilir [21].

III.3.4.4. Fırın Tekniği

Yüksek hacimli kumaşlar istendiğinde fırın teknolojisi tercih edilmektedir. Özellikle filtre, yatak, mobilya ve giyim sanayisinde bu teknikle üretilen kumaşlar tercih edilmektedir. Kalender silindirlerinden tek farkı kumaşa basınç uygulanmamasıdır. Sadece sıcak hava ile termoplastik maddelerin erimesi ile tüm kumaşın bağlanması sağlanmaktadır. Fırın donanımı kullanılarak yüzey bağlanmış yani tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşlar üretilebilir. Materyalin fırın içerisinde kalma süresi dokunun ağırlığına ve kalınlığına bağlı olarak ayarlanır. Bu tip kumaşlarda yüksek mukavemet elde etmek için bağlayıcı lif ya da toz miktarı daha yüksek olmalıdır. Isıya hassas düşük erime noktasına sahip liflerin miktarının artışı, kumaşın daha sert ve daha düşük uzama göstermesine sebep olur [21].



Şekil III.30 : Fırın Tekniği [21].

III.3.4.5. Ultrasonik Bağlama Tekniği

2 yeni ısı ile bağlama tekniği geliştirilmiştir. Bunlar laser ve ultrasonik teknolojisidir. Ultrasonik bağlama prosesinde, doku içindeki belirli bölgelere hızlı bir şekilde ses dalgalarının uygulanır. Bu dalgalar ısı enerjisine dönüştürülür ve bu sayede liflerin eritilerek kumaşın bağlanması gerçekleştirilir. Doku, ultrasonik titreşim kaynağından uzaklaştırıldıktan sonra, yumuşayan lifler, soğur ve bağlantı noktalarında katılaşır. Sentetik lifler kullanıldığında, bu lifler kendi kendine bağlanma özelliğine sahip olduğundan ilave bağlayıcı maddeye gerek kalmaz. Doğal lifleri bağlamak için, karışım içerisine sentetik lifler ilave edilir. Bu teknikle üretilen kumaşlar yumuşak, hava geçiren, emici ve mukavemetlidir. Bu bağlama metodu, yorgan, mont gibi ürünlerin üretiminde tercih edilir [21].

III.3.4.6. Isı ile Bağlama Tekniğinde Kullanılan Bağlayıcı Maddeler

Isı ile bağlanmış tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş üretiminde bağlayıcı olarak kullanılabilecek birçok madde vardır. Bunlar;

- Lifler
- Tozlar ve granüller
- Dokular

Bağlayıcı olarak kullanılacak madde aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır;

- Etkili polimer akışına sahip olmalıdır
- Dokuyu taşıyan ana materyale iyi derecede yapışmalıdır
- Taşıyıcı liften daha düşük erime noktasına sahip olmalıdır.
- Uygun sertlik/elastiklikte olmalıdır

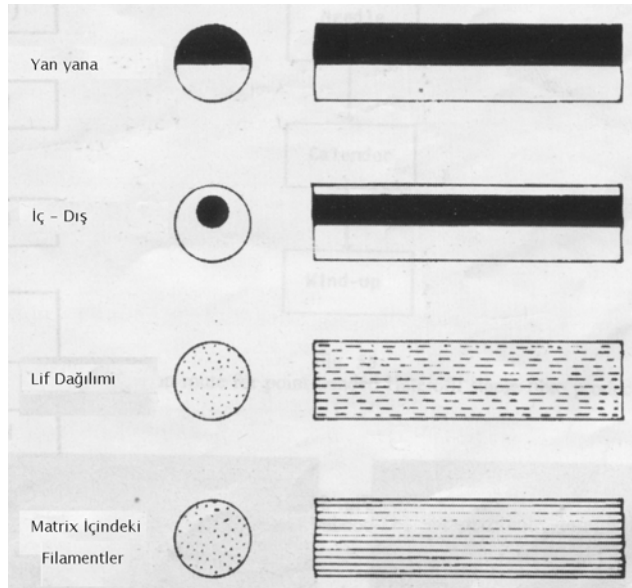
Isı ile bağlama tekniğinde, temelde iki farklı lif kullanılır. Bunlardan birincisi dokunun temelini oluşturan yüksek sıcaklıkta erime noktasına sahip lifler, diğeri ise bağlayıcı olarak kullanılan düşük erime noktasına sahip liflerdir. Bağlayıcı lifler içerisinde düşük sıcaklıkta eriyen lifler, tozlar ve bikomponent lifler bulunmaktadır. Örneğin selüloz hamurundan yapılan tülbent doku içerisine olefin esaslı (polietilen, polipropilen) lifler ya da doku üzerine tozlar serpilmiştir. Bir sonraki aşamada fırın içerisinden veya kalender silindirlerinden geçirilmesiyle dokunun bağlanması

sağlanabilir. Buna ilaveten düşük erime noktasına sahip polyester esaslı tozlar da sanayide kullanılmaktadır. Isı ile bağlama tekniğinde, düşük sıcaklıkta erimesi ve ucuz olması sebebiyle polipropilen en uygun olan ve en fazla kullanılan materyaldir. Ayrıca aşağıdaki ham materyal kombinasyonları da kullanılmaktadır.

- Polipropilen ve polyester gibi %100 ısıya duyarlı termoplastik lifler
- Termoplastik lifler ve diğer lif karışımları
- %100 bikomponent lifler
- Bikomponent lifler ve diğer lif karışımları
- Normal lifler ile termoplastik tozların karışımları [21].

III.3.4.6.1. Bikomponent Lifler

Termoplastik bikomponent liflerin kullanımı son zamanlarda gittikçe artmaktadır. Ancak bu liflerin fiyatı kullanım miktarını sınırlayan etkenlerden biridir.



Şekil III.31: Farklı Yapılarda Bikomponent Lifler [21].

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi birçok farklı tip bikomponent lif vardır. Bunlar içerisinde başlıca olarak yan yana bikomponent, iç-dış bikomponent, lif dağılım şeklindeki bikomponent ve matris şeklinde bikomponentler sayılabilir. Yan yana bikomponent lifler, kendiliğinden hacimli olarak kabul edilir. Bu tür liflerde filament içerisindeki iki polimer de farklı uzama ve kısalma özelliklerine sahiptir. Isı ile karşılaştığında hacimli yapılar üretirler [21].



Şekil III.32 :Yan yana Trilobal enine kesit [21].

İç-dış şeklindeki bikomponent lifler kendiliğinden bağlanan lifler olarak kabul edilir. Lif içerisinde dış kısımda düşük erime özelliğine sahip polimer, iç kısımda ise yüksek erime noktasına sahip polimer yer almaktadır. Isı karşısında dış kısım eriyerek tülbent yapı bağlanmaktadır. Bazı dış-iç bikomponent liflere örnek olarak PE/PP, PE/PET, Co-PET/PET, PP/PET verilebilir. Bu ürünlerin kesikli tipleri, bikomponent liflerin tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey prosesinde en büyük ticari kullanımını oluşturmaktadır. Genellikle dış kısım oranının mümkün olduğunca düşük olması istenir [21].



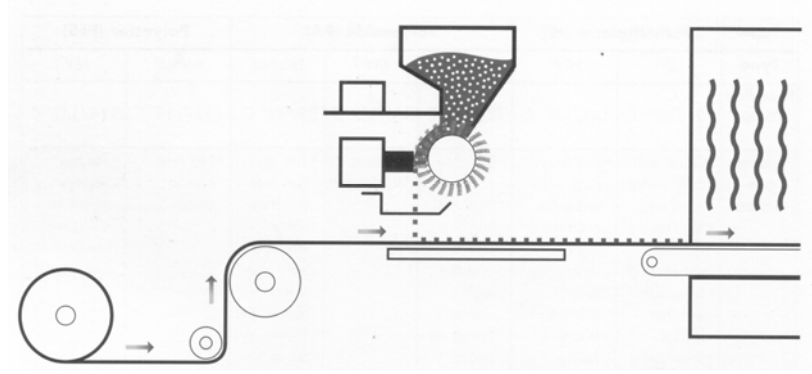
Şekil III.33 : %10 Co-PET dış-%90PET iç



Şekil III.34 : Trilobal enine kesitli iç/dış bikomponent lif [21].

III.3.4.6.2.Bağlayıcı Tozlar

Bağlayıcı toz madde olarak çoğunlukla polietilen kullanılır. Toz maddeler çoğunlukla tülbent doku üretildikten sonra üzerine çeşitli yöntemlerle serpilir. Toz maddeler fırından geçirilerek dokulara bağlanması sağlanır.



Şekil III.35: Fırça Yardımıyla Bağlayıcı Toz Maddenin Kumaşa Uygulanması [21].

Bağlayıcı dokular veya kumaşlar ısı ile bağlama aşamasından önce sandviç şeklinde tülbent tabakaları veya iğnelenmiş kumaş arasına yerleştirilir. Bu sayede dokunun mukavemeti ve boyut sabitliği artırılır [21].

III.3.4.7. Isı ile Bağlama Tekniğinin Avantajları

Isı ile bağlama tekniğinin kimyasal bağlama tekniğine kıyasla üstünlükleri aşağıda belirtilmiştir.

- 1) Üretim prosesi basit ve temizdir.
- 2) Bağlayıcı olarak kimyasal madde kullanılmadığı için üretim maliyeti daha düşüktür.
- 3) Ortamdan uzaklaştırılacak su bulunmadığı için enerji maliyeti azaltılmıştır.
- 4) Su ve havanın kirlenmesi söz konusu değildir.
- 5) Üretilen birim alan kumaş daha mukavemetli ve daha yüksek aşınma direncine sahiptir.
- 6) Bakım ve temizleme maliyeti düşüktür.
- 7) Kumaş daha yumuşak tutumlu üretilir [21].

III.3.4.8. Isı ile Bağlama Tekniği ile Üretilen Kumaşların Kullanım Alanları

Isı ile bağlama tekniği, özellikle bebek bezlerindeki ve yetişkin bezlerinde kullanılan kaplama kumaş üretiminde kullanılmaktadır. Tela, ayakkabı astarı, pil ayırıcısı, tıbbi materyal, tek kullanımlık bone ve doktor önlüğü, yer kaplamaları, çalışma giysisi 3 boyutlu filtre kumaşlar, döşemelik olarak ve benzeri alanlarda tercih edilmektedir [21].

III.4.DOKUMA

Dokuma, atkı ve çözgü olarak bilinen iki grup ipliğin dik açıyla birbiri içinden geçirilmesiyle üretilir. Çözgü iplikleri kumaş uzunluğu boyunca kenara paralel gitmesi ve atkı iplikleri ise kumaşın bir kenarından diğer kenarına geçmesiyle oluşur [8].

III.4.1 DOKUMACILIĞIN TARİHSEL GELİŞİMİ

Dokunmuş kumaşların M.Ö. 6500 yıllarında kullanıldığına dair arkeolojik buluntuların mevcut olması, iki iplik sistemiyle tekstil yüzeyi oluşturma metodu olan dokumacılığın günümüzden en az 800 yıl kadar önceleri de bilindiğini ortaya koymaktadır. Bugün bildiğimiz dokuma formundan hiç bir farkı olmayan ilk kumaşların hasır örme tekniğinden esinlenerek ortaya çıktığı da iddia edilmektedir. Bu ilkel dokuma tekniğinden harekette ilk dokuma tezgahının yapımı M.Ö. 4000 yıllarına rastlamaktadır.

Dokumacılığın bu dönemlerinde başlangıcı tam olarak bilinmemekle birlikte, doğuda insan gücüyle çalıştırılan ve dokuma düzlemine sahip tezgahlar kullanılmaktaydı. Avrupa'nın M.S. 3. Yüzyıla kadar bilinmeyen ağızlık açma mekanizmaları Çin'de çok gelişme göstermiştir. Şüphesiz bu gelişmede Çin'in tek ipek üreticisi olması da büyük rol oynamıştır. Doğunun dokumacılıktaki üstünlüğü binlerce yıl devam etmiş, fakat bu esnada dokuma tezgahlarında sistem açısından büyük bir gelişmeye rastlanmamıştır.

Dokumacılığın ve dokuma tezgahlarının gelişimi son 850 yıl içerisinde gerçekleşmiştir. 12 yüzyılda İngiltere'de tezgahların standart bir tasarıma sahip olarak kullanıldıkları tamamen ağaçtan yapıldıkları bilinmektedir.

Standart el tezgahı olarak belirtilen 12. Yüzyıl dokuma sistemlerinde çözgü levendi arkaya, kumaş silindiri ise öne takılmaktaydı ve çözgüler yatay düzlemde gerdirilmekteydi. Tarak, şasiye yukardan salınım yapabilecek şekilde mafsallaşmaktaydı. Gücü çerçeveleri, pedallara basılarak çalıştırılırken, mekik elle fırlatılmaktaydı.

Ağızlığın oluşumu ve atkının tefelenmesi, kumaş kalitesini önemli ölçüde ıslah etmiş olmasının rağmen, insan gücü gerektiren atkı atma işlemi mekanize edilmeden tam olarak dokumacılığın gelişmesi mümkün olmamıştır. Kumaş eninin dokumacı kolunun atışı ile sınırlı olması, geniş kumaşlar için iki kişinin çalışmasını gerektirmiştir. Dokuma tezgahının tasarımında 18. Yüzyıla kadar önemli bir gelişme görülmemiştir. İlk kez 1733 yılında İngiliz John Kay mekiğe tekerlekler takıp, basit bir mekanizma yardımıyla fırlatılmasını sağlamıştır. Bir sicimi çekerek mekiğe hareket veren bu sistemin geliştirilmesi dokuma işlemini çok kolalaştırmış ve üretimi olağanüstü artırmıştır. Çünkü dokumacı ayakları ile pedallara basıp, ağızlık açarken, tek eliyle ortadan saran bir ipi çekerek atış yapabilmekte ve yine salınım yaptırılan tarak atkısı tefelemektedir.

Dokuma tezgahının, dokuma makinesi haline gelmesi üç temel sistemin, ağızlık açma, atkı atma ve tefe vurma sistemlerinin mekanize edilerek kol gücü yerine başka bir gücün kullanılmasıyla mümkün olmuştur. Ticari bir kullanıma sahip olan ilk mekanik dokuma tezgahını İngiliz din adamı Edmund Cortwright 1785’de gerçekleştirmiş ve patentini almıştır.

Mekanik tezgahın bulunmasını izleyen 50 yıl içerisinde ile buluşlar yapılmış, esas yapısı dökme demirden olan, ağaç ve deri kısımları bulunan “üsten vuruşlu” pamuklu tezgahların kullanımı giderek yaygınlaşmıştır. Bu tezgahlar küçük yapısal farklılıklarla yün, keten ve jüt ele dokuyabiliyorlardı. İpekli dokuma tezgahı ise Fransızların etkisi altında “alttan vuruşlu” olarak yapılmışlardır.

İngiltere’de özellikle atkı atma sistemlerinin geliştirilmesi ve tezgahın mekanize edilmesi yönünde çalışmalar devam ederken, Fransa’da daha çok desenlendirme olanaklarının artırılması yönünde çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar 1801 yılında J.M. Jacquard’ının kendi ismi ile anılan Jakar makinasını icat etmesiyle doruğa ulaşmış ve bu sayede gücülerin teker teker otomatik kumandası gerçekleştirilebilmiştir. 1867’de Hattersley ve Smith “Keignley” armürünü geliştirerek mekanik tezgahlar üzerinde önemli bir aşama kaydedilmesini sağlamışlardır. Bu ağızlık açma jakar sistemi kadar geniş desenlendirme olanağına sahip olmamakla birlikte sağlam yapılı ve jakardan daha hızlı çalışan bir sistem avantajına sahipti.

Tezgahın mekanik hale getirilmesinden sonra ortaya yeni bir sorun çıkmış bulunuyordu. Bu herhangi bir iplik kopuşu veya arıza anında tezgahın durdurulması ve masuranın bitmesi halinde de değiştirme işlemi içi çalışmanın kesilmesi gereği

idi. Ancak, başlangıçta mekanizasyon finansal açıdan yeteri kadar kuvvetli değildi ve elde yeteri kadar ucuz iş gücü vardı. Bu nedenle ilk zamanlar dokuma makinesinin yalnız başına çalışması bir dokumacının birkaç tezgahı birden çalıştırması düşünülüyordu.

Mekanizmaların geliştirilip, dokuma tezgahının makine haline gelmesiyle diğer enerji kaynaklarından yararlanmak düşünülmüştür. Bu konuda ilk akla gelen su gücü olmuş ve bir su değirmeninin milinden alınan tahrikle çalışan tezgahlar tasarlanmıştır. Bununla birlikte daha kullanışlı olan “buhar gücü” ekonomik bakımdan uygun bulunarak ilk dokuma tesisleri kurulmuştur. Büyük bir buhar makinesi kurmak daha ekonomik olduğundan, 400-800 tezgahın çalıştırıldığı büyük dokuma fabrikalarında gerekli güç fabrikanın üst kısmında uzanan bir trasmisyon milinden kayış kasnak tertibatları vasıtasıyla her bir dokuma makinesinin miline aktarılırdı. 1895 yıllarında elektrik motorları ticari önem kazanmaya başlayınca buhar tesisleri yavaş yavaş yerlerini elektrik motorlarına bıraktılar. Yalnız bu ilk motorlar yine bir çok dokuma makinesinin birden çalıştırmaktaydı. 1930’ların başına nihayet her makineye bir motor takılarak bugün bildiğimiz tahrik sistemlerine geçilmiş oldu.

Dokuma makinelerinin mekanizasyonuna bağlı olarak kaydedilen bazı gelişmeler ise şöyledir:

1796 yılında Robert miller tarafından, kısa atkı atıldığında tezgahı durduran bir mekanizma yapılmıştır. Bu sistem bugün dahi kullanılmaktadır.”

1890 yılında, atkı masuralarının doğrudan tezgah üzerinde sarılması düşünülmüş ise de o sıralarda teknolojik seviyenin ve maliyetin buna imkan vermesi yüzünden, bu fikir ancak 1950 yıllarında A.B.D’de Leessona firmasının “ünifil” sistemini geliştirmesiyle gerçekleşebilmiştir.

Amerika’ya göç eden J.H. Northrop yapımına İngiltere’de başladığı “otomatik masura değiştirme sistemini” 1894 tamamlamıştır. Bu mekanizma dokumacılık tarihinin en önemli icatları arasındadır.

1910 yılında İsviçre’de Ruti firması büyük bir kapasiteye sahip olan “masura magazini”ni denemiştir. Çok karışık olan bu sistem tutunmamış ve ilk ticari kutu tipi masura magazinleri yine İsviçre’de George Fischer firması 1958 yılında imal etmiştir.

Dokuma makinesine, çözgü kopuşlarında durdurma ve otomatik çözgü salma cihazlarının ilave edilmesi suretiyle daha çok mekanizasyon sağlamıştır. 1970’li

yıllardan itibaren, elektronik kumanda ve kontrol sistemleriyle dokuma makinelerinde hızlı bir otomasyon dönemine girilmiştir.

19. yüzyılın ikinci yarısında kamçılı dokuma makineleri, çift kat kadife dokuma makinesi gibi özel kontrüksiyonlu bazı dokuma makineleri geliştirilmiştir. Ancak, otomatik tezgahlarda kullanılacak mekik ağır ve hassas bir yapıda olması nedeniyle, makine hızını ve dolayısıyla üretimi kısıtlayıcı bir faktör olarak araştırmacıları başka atkı atma sistemlerini geliştirmeye zorlamıştır.

Kancalarla atkının atılabileceği düşünülerek ilk paten 1898’de alınmıştır. Bu konuda 1925 de Gabler sistemi, 1930’da ise Dewas sistemi getirilmiştir.

Bu diğer alternatif de bir tutucu mekikçik sistemi ile atkının ucundan tutularak ağızlıkta taşındığı sistemdir. Bu yöntemde ilk patent 1511 yılında alınmış ancak ticari öneme sahip ilk Sulzer mekikçikli dokuma makinesi 1953’de ortaya çıkmıştır.

Hava jeti ile atkının atılabileceği ilk kez 1914 yılında düşünülmüş, gerçekleştirilmesi ve ticari bir önem kazanması 1980’li yıllarda mümkün olmuştur.

Dokuma makinelerinin üretiminin sürmesini ve geliştirilmesini teşvik eden en önemli etken “dokunmuş kumaşların” yerini tutabilecek bir tekstil yüzeyinin bulunamamasıdır. 1965-75 yılları arasında “örme kumaşların üretimi” gözle görülür bir artış gösterdiğinde dokuma masrafları imalatı duraklamıştır. Ancak örme kumaşların tutum ve diğer özellikler bakımından dokuma kumaşları tam olarak ikame edemeyeceği anlaşıncaya dokuma makineleri tekrar birinci plana çıkmıştır ve bu durum halen devam etmektedir.

III.4.2 DOKUMA HAZIRLIK İŞLEMLERİ

III.4.2.1 BOBİNLEME

Bobinleme temel olarak, ipliğin bir bobinden diğerine transfer edilmesidir. Bobinleme özellikle ring kesikli iplikler için çok gerekli bir hazırlık işlemidir.

Bobinleme prosesi; ileri ki, proseslerde uygun olarak kullanılabilecek bir bobin meydana getirir. Ring iplik makinesinde iplik kops üzerine sarılmaktadır. Bu masura üzerine sarılan iplik yaklaşık olarak 80-100 g. arasında olduğundan bu masuranın çözgü hazırlama amacıyla çağlıklarda ve atkı atma sırasında dokuma makinelerinde kullanılması verimlilik açısından uygun değildir [8].

Bunun yanında kops adı verilen bu küçük masuralar üzerindeki iplik miktarı düğümleme yada splice tekniği birleştirilerek bobin üzerinde toplanır. Modern bobin makinelerinde düğümleme yerini splice tekniği ile yapılan bağlamaya bırakmıştır.

Bobinleme prosesi iplik kusurlarını temizleme olanağı sunar. İplik üzerindeki ince, kalın yerler, nepsler yada lif üzerindeki zayıf noktalar bobinleme işlemi sırasında temizlenir. Böylece iplik kalitesi artırılır. Kesikli iplikler bu tip temizleme operasyonlarına gereksinim duyar. Çünkü bu tip hatalara kesikli ipliklerde rastlanmaktadır. Artık bobinleme işlemi eğirme işlemi ile birlikte bütün olarak düşünülmektedir. Çünkü iplik makinesinden çıkan kopslar bobin makinesinde birleştirilmektedir. Kopsların daha düzgün olarak üretilmesi bobinleme işleminin verimini direk olarak etkilemektedir. İyi kalite bobin oluşturulmasında, konik masuranın durumu, bobindeki iplik kuyruklarının hazırlığı, splice yada düğümlerin düzgün olarak oluşturulması, neps, yabancı iplik, bant şeklinde sarım, sertlik, yoğunluk, düzgün sağılma gibi hataların düzeltilmesi gerekmektedir [8].

III.4.2.1.1 BOBİNLEME PROSESİ

Bobinleme işleminde 3 temel bölge vardır. Bunlardan birincisi, ipliğin kops üzerinden sağılmasıdır. Kops sağılma için optimum pozisyonda ve cağlık yada magazin içerisinde tutulur. İpliğin kopstan çekilmesi 2 yolla yapılabilir.

III.4.2.1.1.1 Birinci Bölge

III.4.2.1.1.1.1 İpliğin Sağılması

a) Yan taraftan yapılan çekim ile – Bu metotta kops döndürülür. Çekim sırasında iplik dönmez. Sonuç olarak iplik bükümü değişmez. Bu bir avantajdır.

İplik dönmediği zaman kops döndürülmek zorundadır. Bu da ilave olarak ekipman ve güç gerektirir. Bu bir dezavantajdır. Yüksek bobinleme hızlarında atalet sebebiyle masuranın dönüşü iplik geriliminin değişmesine neden olur. Başlangıçta yüksek gerilim meydana gelir. Çünkü sarıcı sistem, kopsun ataletini yenmek zorundadır.

b) Üst taraftan yapılan çekim – Bu sistemde kops dönmez. Bu yüzden kopsun dönmesiyle oluşan problemler yaşanmaz. Bu metod basittir ve ekstra güç ve ekipmana gerek duymaz [8].

Bu sistemin dezavantajı ipliğin çekilmesi sırasında balon oluşmasıdır. Çünkü iplik kopstan yüksek hızlarda çekilmektedir. Santrifüj gücü ipliğin balonlaşma ile eğrisel

bir yol takip etmesine sebep olur. İpliğin balonlaşması ipliğinin geriliminin değişmesine neden olur. Her zaman mevcut kops üzerinden 1 tam sarılmış iplik sağılır. Bu uzunlukta olan büküm miktarı yapılan dönüş hareketi ile değişir. Bu değişim düzgün sarılmış iplikler için önemsiz olabilir. Ancak metal, polimer yada kauçuk esaslı düz ipliklerde ipliğin düz kalması gerektiğinden 1 büküme bile izin verilmez. Bu tip iplikler üstten sağılım metodu kullanılarak sarılamaz. Yandan çekim metodu kullanılmalıdır [8].

III.4.2.1.1.1.2 Gerilim Düzenleme ve Temizleme Bölgesi

Gerek düzenleme temizleme bölgesinde, istenen bobin yoğunluğuna ve büyüklüğüne göre istenen uygun gerilim verilmektedir. Bu bölgenin en önemli parçası gerilim cihazdır. Diğerleri, iplikteki ince, kalın yer ve nepsleri tespit eden temizleme parçası ve makineyi durdurma cihazdır.

Durdurma parçası, iplik kopması yada kopsun bittiğinde bobinleme işlemini durdurur. İplik bir rehber tarafından bu bölgede yönlendirilir.

İki rehber tipi vardır. Bunlar açık ve kapalı tip rehberlerdir. Kapalı rehberlerde ipliğin geçebileceği bir yer bulunur. Açık rehberlerde bu yoktur. Bunun yanında açık rehberler daha az pozitif rehberlik sağlar. Buradaki mühendislik konuları, rehber pürüzsüzlüğü, iplik kusurlarına hasarlarına neden olan iplik ve rehber arasındaki aşınma olayıdır. Rehber şayet çok sert olursa, aşınma sebebiyle iplikte hasar meydana gelir. Rehber çok yumuşak olursa, o taktirde, sürtünme meydana çıkar. Rehberler genellikle paslanmaz çelikten yada seramikten yapılmaktadır.

Tel rehberleri istenen şekilde üretmek kolaydır. Seramik kaplı metal rehberler özellikle sentetik lifler için tercih edilir. Bu rehberlerde metalin kolay şekil alma özelliği ile seramiğin aşınmaya karşı direnç özelliği birleştirilmiştir. Mat yüzeyli alüminyum kaplanmış iplik rehberleri de sentetik ve karışım iplikler için önerilir. Parlak yüzeyli alüminyum kaplanmış iplik rehberleri doğal iplikler için kullanılır. porselen iplik rehberleri mat yada cam tabakalı üretilir. Bu rehberler doğal yada sentetik ipliklerin aşınmasına dayanıklıdır [8].

III.4.2.1.1.2 İkinci Bölge

III.4.2.1.1.2.1 Gerilim Cihazı

Gerilim cihazı uygun bobin yoğunluğunu sağlamak için ipliğe uygun bir gerilim sağlar. Bu cihaz aynı zamanda bir detektör olarak hizmet vermektedir. İplik içerisindeki aşırı oranda zayıf noktaları tespit eder.

III.4.2.1.1.2.2 İplik Temizleyicileri

İplik detektörlerinin amacı, iplik üzerindeki ince ve kalın yerleri tespit ederek ortadan kaldırmaktır. İplik detektörleri mekanik ve elektronik olarak ikiye ayrılır.

Mekanik detektörler, çok basit yapıya sahiptir. 2 adet paralel bıçaktan ibarettir. Plakalar arasındaki mesafe, istenen iplik çapına göre ayarlanır. İplik üzerindeki kalın yer bu plakalar arasından geçemez ve iplik kopar. Sonuç olarak, bu tip cihaz yalnızca, iplik üzerindeki kalın yerleri tespit ederek ortadan kaldırabilir.

Günümüzün temizleyicileri daha gelişmiş ve elektriktir. Elektronik temizleyicilerde iplik üzerinde sürekli olarak ince, kalın yer ve nepsler kontrol edilir. Elektronik detektörler başlıca 2 tiptir. Bunlar kapasitif ve fotoelektrikli olanıdır. Plakalar arasından geçen ipliğin kütlesi tespit edilir. Oluşturulan sinyal ipliğin fiziksel boyutlarına bağlı değildir. Sinyal belirli bir değere vardığında iplik kesilir.

Foto-elektrikli detektörlerde, iplik bir ışık kaynağı ve fotosel arasından geçer. İplik kalınlığındaki herhangi bir düzensiz değişimler fotosele gelen ışık miktarında değişime neden olur. Fotoselin rezistansı değişir. Bu rezistans değişimi, bobinleme prosesini durdurmak ve ipliği kesmek için sinyal gönderen bir sinyal amplifikatörü tarafından tespit edilir.

Son teknolojik temizleme sistemleri yabancı lifleri de, tespit edebilir. Bu lifler sınıflandırılır ve sonuçta bobinleme işlemi sırasında iplik kalitesi artırılır [8].

III.4.2.1.1.2.3 Durdurma Hareketi

Bu parçanın amacı, iplik koptuğunda yada kopstan masuradan iplik gelmediği zaman bobinleme işlemini durdurmaktır. Durdurma hareketleri makineden makineye değişmektedir. Genelde mekanik durdurma hareketi, yay ile birlikte hissedici cihazdan oluşur. İplik varken bu cihaz aktif olmayan pozisyonudadır. İplik koptuğunda da yada kopstaki iplik bittiğinde, bu cihaz aktif duruma döner. Elektronik

durdurma cihazları da ipliğe mekanik temas olmadan basit bir şekilde ipliğin varlığını hisseder.

III.4.2.1.1.3 Üçüncü Bölge

III.4.2.1.1.3.1 Bobinleme Bölgesi

Bu bölgede iplik bobini ilerideki uygulamalara uygun olacak şekilde ve büyüklükte sarılır. Kullanım alanına göre konik, silindirik, tüp, boyanacak bobin masurası, masura gibi birçok bobin ve masura tipi vardır.

Bobinlerdeki temel ihtiyaç, ipliğin geriliminin her zaman eşit olmasıdır. Eşit gerilim uygun bir bobinleme için gereklidir. Gerilim düzenleyici cihaz içerisinden geçen iplik üzerindeki gerilim sabitse, bobindeki gerilimde iplik hızı sabit tutulmak kaydıyla sabit olacaktır. Bobindeki gerilim iplik hızının bir fonksiyonudur.

Bobinin dönüşü 2 yolla gerçekleştirilir. Bunlar pozitif iğ idaresi ve sürtünme ile idaredir.

III.4.2.1.1.3.2 Travers Mekanizması

Travers mekanizması bobinin yatay eksen boyunca ipliği dağıtmak için kullanılır. İpliğin dağıtılması bobin eni boyunca eşit olarak yapılmaktadır.

Sürtünme idaresi ile çalışan bobin makinelerinde kasnak içerisindeki travers yarıkları kullanılır. İplik yarıklar içerisine yerleştirilir ve kasnak dönüş hareketi yaptıkça bobin uzunluğu boyunca iplik ileri-geri hareketi yapar.

Pozitif iğ idaresi ile çalışan bobin makinesinde, ileri-geri hareket eden bir travers kullanılır. Dıştan idare eden traversler ipliği bobin eni boyunca ileri-geri taşır.

III.4.2.1.2 BOBİN TİPLERİ

Bobinleme desenine bağlı olarak, iplik bobinleme tipleri paralel, paralel yakın ve çapraz sarılmış olarak 3 ana gruba ayrılır [8].

III.4.2.1.2.1 Paralel sarılan bobinler

Bu bobinler çözümlerine benzer. Bu bobinlerde birbirlerine paralel birçok iplik bulunmaktadır. Bu bobinler için, kenarlardan iplik çıkmasını önlemek için destek yada flanşlar kullanılır. Bu tip bobinlerin kullanım alanı sınırlıdır.

III.4.2.1.2.2 Paralel yakın bobinler

Bu tip bobinlerde bobine sarılan bir adet iplik ucu vardır. Paralele yakın sarılmış bobinlerde, kendiliğinden destekli değildir. Bu yüzden stabilite için bobin uçlarının konikleştirilmeye yada flanşa ihtiyacı vardır.

III.4.2.1.2.3 Çapraz sarılmış bobinler

Bu bobin tiplerinde, yalnızca tek adet iplik ucu büyük bir helix açısında bobine sarılır. Bu açı genellikle, 80°'den daha azdır. Bu tip bobinleme sonucunda sarılan ipliklerin stabilitesi iyidir. Bu yüzden bobin uçlarının flanş ile desteklenme yada konikleştirilmesine ihtiyaç yoktur. Bu yüzden bir konik yada silindirik tip masura bu bobinleme işleminde kullanılır.

Travers hızının ve bobinleme hızının oranı bobin tipinin çapraz sarılması yada paralele yakın olup olmayacağını tanımlar. Şayet travers hızı çok büyükse, oransal olarak çok hızlı olarak birbirini izleyen iplik halkaları birbirlerine açık açılarda serilecektir. Bu şekilde çapraz serilmiş bobinler üretilir. Şayet V_t yavaş hareket ederse birbirini izleyen iplik halkaları birbirlerine çok yakın olacaktır. Bu şekilde paralele yakın sarılmış bobinler üretilir [8].

III.4.2.2 ÇÖZGÜ HAZIRLAMA

III.4.2.2.1 ÇÖZGÜ HAZIRLAMA AŞAMALARI

Çözgü ipliğinin hazırlanması, atkı ipliğine kıyasla daha karışık bir işlemdir. Çözgü ipliği dokuma makinesinde çok çeşitli gerilimlere maruz kalmaktadır. Dokuma işlemi sırasında gerilim olarak, dinamik uzama/kısalma, büküm yönünde ve tersinde dönme, sayılabilir. Bunlara ilave olarak, metal yüzey ve iplik arasındaki aşınmalar ve eğilme bükülme gerilimleri vardır. Modern dokuma makineleri yüksek hızlarda çalıştıklarından çözgü hazırlama işlemlerinden ekstra talepleri olmaktadır. Çözgü ipliği dokuma sırasında gerilim ve sürtünme ile oluşan aşındırma kuvvetine karşı koyabilmesi için her noktası, yeterli ve eşit mukavemete sahip olmalıdır. Düğüm sayısı da minimum seviyede tutulmalıdır. Atılan düğümler standart tipte olmalı ve bu düğümlerin büyüklükleri çerçevelerdeki gücü gözleri ve tarak dişlerinden rahatça geçebilecek boyutta olmalıdır. Çözgü makinesindeki iplikler birbirine paralel ve eşit gerilimde olmalıdır.

Çözü ipliğinin hazırlık aşamaları bobinleme, çözgü hazırlama, haşıllama, taharlama ve düğümlleme operasyonlarından oluşmaktadır. Bobin hazırlamanın amacı, çözgü makinesinin cağıklarında kullanılabilecek iyi kalitede ve yeterli büyüklükte bir bobin oluşturmaktır. Çözgü hazırlama için ipliğın bobinlenmesi genellikle yüksek gerilimde yapılır.

III.4.2.2.2 ÇÖZGÜ HAZIRLAMA

Genel anlamda çözgü hazırlama tek uçlu bir bobinden ipliğın alınması, birbirine paralel çözgü ipliklerinin oluşturulması ve bu iplik tabakasının bir levend üzerinde toplanması olarak özetlenebilir. Günümüzün çözgü hazırlama makineleri, kaba ve ince filament ve kesikli iplikler, monofilamentler, tekstüre işleml görmüş pürüzsüz yüzeyli iplikler, ipek ve cam gibi diğler özel sentetik iplikler gibi çok çeşitli materyallerin hazırlanmasında kullanılır. Genellikle statik elektrik oluşturan iplikler için statik elektriğı alan cihazların kullanımı tavsiye edilmektedir.

Çözgü levendi dokuma makinesine yerleştirildiğı için genellikle dokuma levendi olarak isimlendirilir. Dokuma levendinde birkaç bin adet çözgü ipliğı bulunmaktadır. Amaca bağılı olarak birçok çözgü hazırlama işleml vardır.

III.4.2.2.2.1 Seri Çözgü Hazırlama

Direk çözgü hazırlama işlemlinde, iplikler cağıklara yerleştirilmiş olan tek uçlu bobinlerden çekilir ve direk olarak levende sarılır. Direk çözgü hazırlama tek işlemlde dokuma levendi üretmek için kullanılır. Bu işleml özellikle haşıl işlemline gereksinimi olmayan mukavemetli iplikler için tercih edilir. Bu ipliklere örnek olarak, filamentler ve monofilamentler verilebilir. Çözgü levendinde az sayıda çözgü ipliğı sarılacaksa o taktirde de bu sistem tercih edilir.

Direk çözgü hazırlamada daha az sayıda çözgü ipliğinden oluşan levendler hazırlanır. Bu levendler daha sonra haşıl işlemlinde diğleriyle birleştirilir ve dokuma makinesinde kullanılacak levend üretilmiş olur. Örneğın 9000 tel kapasiteli bir dokuma levendi hazırlanacaksa, o taktirde seri çözgü makinesinde her biri 1000 tel kapasiteli 9 levend hazırlanır. Yalnız bir aşamada yalnızca tek aşamada levend hazırlanacaksa, cağııkta 9000 adet bobin bulundurmak ve bu iplikleri kontrol etmek imkansızdır. Haşıl makinesine hazırlanan levendlerde cm başına 3-4 inch başına 8-10 adet iplik önerilmektedir. Çözgü levend sertliğı 50-60 tavsiye edilmektedir. Sertlik, gerilim ile uygulanmalıdır [8].

Direk çözgü makinesi, kesikli, rejenere ve filament esaslı ipliklerin sarılmasında da kullanılır. Direk çözgü hazırlanmasında flanşlı bir levend kullanılır. İpliklerin tümü aynı anda sarıldığından, flanşlar levenddeki yeterli iplik stabilitesini sağlar. Standart iplik flanş çapları, 800-1400, 1250 ve 1400 mm' dir. Çözgü makinesine, isteğe bağlı olarak eklenen diğer parçalar arasında, şerit uygulayıcı, statik elektriği alma cihazı, toz ve uçuntuları uzaklaştırma cihazı, iplik depolama, muayene birimleri, yağlayıcılar, gerilim silindiri ünitesi, levend kaldırma ünitesi, kontrol platformu, tarak üzerinde üfleyici sistemler ve sarım ekranı sayılabilir.

III.4.2.2.2 Konik Çözgü Makinesi

Konik çözgü hazırlama makinesinin diğer isimleri, kalbalı, renk desenli, bölümlü çözgü hazırlamadır. Kalbalı çözgü makinesinin dolap kısmının bir kenarı konikleştirilmiştir. Çözgü ipliği levend üzerine bölümler (kalbalar) haline sarılmaktadır. Her bir kalba, bir açı oluşturmak için kalbaların uzunluğu boyunca, kasnağa sarım sırasında yan yana sarılmış birçok bağlanmış kalba ucu bulunmaktadır. Burada önemli olan her bir kalbada aynı sayıda ve aynı uzunlukta iplik bulunmasıdır. Bu uzunluk ölçüm silindiri tarafından tespit edilir. Çözgü sarım hızı 20-800 m/min arasında ayarlanabilir.

Dolap üzerine sarılan ipliklerin kaymasını önlemek için bir tarafı belirli bir açıda, konik haldedir. Sarılacak iplik uzunluğuna göre hipotenüs değeri değişmektedir. Koniğin yuvarlak enine kesiti, ilk ve sonraki kalbaların sarımında, iplik uzunluklarındaki farklılıkları yok eder. Konik açısının ayarlanabilmesi bazı makinelerde mümkündür. Bunun yanı sıra, sabit konik açısı, yanlış açı ayarlandığında, iplik üzerinde basınçtan kaynaklanan izleri önler. Dolap üzerine sarılan iplik miktarı α konik açısı ve her bir kalbanın uzunluğuna oranıdır. Dolap genellikle kompozit malzemeden yapılır. Örneğin sentetik reçine ile bağlanmış cam lifi aşırı basınca dayanıklıdır [8].

III.4.2.3 HAŞILLAMA

Bobin ve çözgü hazırlama aşamalarından sevk edilen bobinlerdeki ipliklerin özellikleri ve kalitesi iyi olmasına karşın henüz çözgü ipliği olarak dokuma makinesinde kullanıma uygun değildir. Dokuma prosesi, çözgü ipliğinin mukavemetli, pürüzsüz, elastik ve bir dereceye kadar uzama yeteneğine sahip olmasını ister. Çözgü ipliğinde bu özellikleri elde etmek için, çözgü ipliğine dokuma

prosesinden önce koruyucu bir film tabakası uygulanır. Bu film tabakasına haşıl ismi verilmektedir. Dokuma kumaş üretiminden sonra iplik üzerindeki haşıl maddesi haşıl sökme işlemi ile iplik üzerinden kaldırılır. Bu yapılması zorunlu bir işlemdir. Haşıl işleminin ana sebepleri şunlardır;

- İpliğin mukavemetini artırmak
- Dokuma işlemi sırasında birçok problemlere sebep olan iplik tüylülüğünü azaltmak
- Dokuma işlemi sırasında çözgü ipliği diğer ipliklerle ve dokuma makinesinin metal aksamı ile sürekli temas halinde olduğundan ipliğin aşınmaya karşı direncini artırmak
- Yüksek hızlarda çalışan dokuma makinesinde dokuma işlemi sırasında uçuntu ve tüy oluşumunu azaltmak

İyi bir haşıl işlemi yapmak için, haşıl penetrasyonunu, iplik tüylülüğü, iplik uzama ve iplik aşınma direncini ve haşıl maddesinin film oluşturmasının önemini anlamak gereklidir. Haşıl film tabakası, iplik gövdesinden içeriye aşırı bir penetrasyon yapmadan iplik yüzeyine kaplanmalıdır. Eğer haşıl maddesi iplik gövdesinden içeriye aşırı bir oranda nüfuz ederse, tam anlamıyla bir haşıl sökme işlemi mümkün olamaz.

Bunun yanında dokuma işlemi sırasında haşıl maddesinin çıkmasını önlemek ve haşıl filminin ipliğe bağlanmasını sağlamak için yalnızca yeterli bir penetrasyon uygulanmalıdır. Aşağıdaki terimler haşıllama ile ilgili olarak kullanılmaktadır.

- Haşıl Konsantrasyonu - Haşıl patındaki kuru katı haşıl maddesinin kütlesi
- Haşıl Alma (eklenen haşıl miktarı) – Haşıllanmamış ipliğin birim ağırlığı başına haşıl teknesinden alınan yaş patın kütlesi
- Haşıl Yüzdesi – Haşıllanmamış ipliğin birim ağırlığı başına kuru haşıl maddesinin kütlesi

Haşıllama işlemi sırasında dikkat edilecek diğer noktalar şunlardır;

- Haşıl makinesinin günlük gerilim kontrolü özellikle MJS (Murata hava jetli eğirme) ve open-end ipliklerle çalışma yapılırken çok önemlidir. Maksimum gerilim ipliklerin kopma mukavemetinin %5'ini aşmamalıdır. Ring iplikler için bu değer 15-20 g., open-end ve hava-jetli iplikler için 12-15 g.'dır. Kaba iplikler kullanıldığında bu değer 30 g'a çıkmaktadır [8].

- Alınan haşıl miktarı, iplik yapısının yanında haşıl karışımının viskozitesi tarafından etkilenir. Karışımın viskozitesi, reçete, haşıl karışımındaki katı madde miktarı, haşıl maddesinin türü, mekanik karıştırma derecesi, sıcaklık ve kaynama zamanı tarafından kontrol edilir. Düz filamentler, tekstüre işlemi görmüş filamentler ve kesikli iplikler farklı oranlarda haşıl maddesi alırlar.
- Haşıl makinesinin teknesindeki ve kurutma silindirlerinde iplikler arasındaki mesafe çok önemlidir.
- Kesikli iplikler için kullanılacak haşıl maddesinin seçiminde genellikle maliyet ön planda tutulmaktadır. Filament iplikler için haşıl maddesi seçiminde lif ile uygun olan madde seçilmektedir.
- Su da çözünebilen haşıl maddeler su jetli dokuma makinelerinde problemlere neden olabilirler.
- Haşıllama işleminden önce ıslatılan iplikler aynı performansta gerekli olan haşıl madde miktarını azaltabilirler. Bu ıslatma işlemi özellikle pamuk iplikler için uygulanır.
- Haşıl makinesinde iplikleri sevk eden rehber silindirler yüzeylerinde çentik ve sivri kenarların olmamasına dikkat edilmelidir. Bu durum hava jet tekniği ile üretilen iplikler için daha önemlidir. Bu silindirlerin yüzeyleri sıklıkla düzeltilmelidir.
- Haşıl işlemi sırasında çözgü ipliklerinin gerdirme sebebiyle uzaması doğru bir şekilde kontrol edilmelidir. İyi bir dokuma için ipliklerin bir miktar uzaması sağlanmalıdır. Levend kısmı ile haşıl teknesi arasındaki mesafede uzama %0.5 değerini aşmamalıdır.
- Bazı durumlarda gerekli olan haşıl makinesinin çok yavaş ileriye doğru hareket etmesi sırasında uygun olmayan bir haşıllama meydana gelir [8].

III.4.2.3.1 HAŞIL MADDELERİ

Nişasta maddesi selüloz esaslı liflerin haşıllanmasında kullanılan en eski ve bilinen film oluşturma maddesidir. Düşük maliyeti ve kolay bulunabilme özelliği sebebiyle dünyada en çok kullanılan maddedir. Amerika’da çoğunlukla sarı mısırdan türetilen mısır nişastası kullanılır. Avrupa’da patates nişastası çok popülerdir. Amerika’da kullanılan patates nişastası da çoğunlukla ithalat yoluyla sağlanmaktadır. Dünyanın diğer bölgelerinde ise, başka tür nişastalar kullanılmaktadır. Örneğin avize ağacı

nişastası Orta Amerika'da ve bir miktar Güney Amerika, Batı Afrika ve Asya'da, tapyoka ve manyok gibi uzun kök nişastalar hala Brezilya ve Tayland'da, pirinç nişastası bazı Uzak Doğu ülkelerinde kullanılmaktadır. Bazı haşılama uygulamalarında yalnız belirli tip haşıl maddelerinin kullanımı gereklidir. İleriki yıllarda mısır nişastasının kullanımının artacağı beklenmektedir.

PVA maddesi nişastadan sonra haşıllamada kullanılan ikinci en büyük film oluşturan maddedir. Bu madde çoğunlukla polyester ve polyester/pamuk gibi sentetik ipliklerin haşılmasında kullanılır. Düşük haşıl sökme sıcaklığının gerekli olduğu yün ipliğinin haşılmasında bu madde kullanımı uygundur.

Haşıl maddesi olarak en çok nişasta ve PVA kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra belirli özel amaçlar için diğer haşıl maddeleri geliştirilmiştir ve kullanılmaktadır. Karboksimetil selülozda geçmişte çokça kullanılmıştır. CMC ağaç hamurundan ve pamuk linterinden ve artığından üretilmektedir. CMC maddesi ile haşıl çözeltisi hazırlamak daha zordur. CMC pamuğa iyi yapışma özelliğine sahiptir. Orta derecede film mukavemeti ve aşınma direncine sahiptir. Bu haşıl maddesi yüksek oranda suda erime özelliğine sahip olduğundan haşıl sökme işlemi kolayca yapılabilir. Aynı zamanda, düşük BOD (biyolojik oksijen ihtiyacı) tip kirletmeye sahiptir. Tüm bunlara rağmen, CMC haşıl maddesinin yerini, büyük oranda PVC maddesi almıştır.

Poliakrilik asit esaslı haşıl maddeleri (poliakrilatlar, poliakrilamidler) naylon, akrilik, asetat, polyester gibi hidrofob liflerin haşılmasında kullanılmaktadır. Çünkü poliakrilik asit esaslı haşıl maddeleri bu liflere iyi oranda bağlanırlar. Bu haşıl maddeleri, suda çözünmez bir yapıya dönüştürülebilir ve su jetli dokuma makinelerinde kullanılabilir.

Film oluşturan polimer maddelere ilave olarak, yağlayıcı maddeler ve diğer çeşitli ilave maddeler haşıl karışımı içerisine eklenmektedir. Yağlayıcı madde ipliğin aşınmaya karşı direncini artırmak için haşıl karışımına eklenmektedir.

Parafin yada gliserin ipliğin daha iyi yağlanmasını sağlamak ve vaksı sertleştirmek için kullanılır. Üre, şeker ve gliserin gibi nemlendirici maddeler haşıl maddesi içerisinde bir miktar nem bırakmak için kullanılır. Nem haşıl filmini daha esnek ve daha az gevrek yapar. Yüksek nişasta derecesi haşıl filminin kuru olmasını sağlar. Bu durum dokuma makinesinde ağızlık açılması sırasında probleme eden olur. Nem derecesi kullanılan nişastaya, nişastanın derecesine ve işletme şartlarına bağlıdır. Standart nem derecesi %2-10 arasındadır [8].

III.4.2.4 TAHARLAMA

Taharlama işlemi, lamel, gücü teli ve tarak olarak isimlendirilen dokuma makinesi elemanları içerisinde çözgü ipliğinin geçirilmesidir. Düğümlleme işlemi de, yeni bir desen olmadığı durumlarda, bitmiş çözgü iplikleri ile yeni levenddeki iplik uçlarının birbirine bağlanmasıdır.

Çözgü ipliklerini lamellerden taharlamak için taharlama makineleri kullanılır. Uzun iğne yardımıyla bu işlem gerçekleştirilir. İğnenin hızı dakikada 200 telin taharlanmasını gerçekleştirdiğinden bu makineler çözgü iplik sayısı 3000'den fazla olan uygulamalarda ekonomiktir.

Lamel telinden sonra çözgü ipliği gücü telinin içerisinde geçirilir. 1 çözgü ipliği bir gücü telinden geçmektedir. Bu işlem taharlama adı verilen bir plana göre yapılmaktadır. Daha sonra iplik tarak içerisinde geçirilir. Tarak dişi tarak içerisindeki 2 tel arasındaki aralıktır. Genelde tarak dişinden 1-3 arasında iplik geçirilir. Tarak planı tarağın kapladığı alan başına iplik sayısını belirler. Tarak dişinden geçecek iplik sayısı tarak numarası ile iplik çapına bağlıdır. Tarak dişi içerisinde geçen herhangi bir iplik diş içerisinde yukarı ve aşağı rahatça hareket edebilmelidir[8].

III.4.3 DOKUMA MAKİNELERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Dokuma makinelerinin sınıflandırılmasını çeşitli şekillerde, yapmak mümkündür. Faz sayısına, atkı atma sistemine, ağızlık açma mekanizmasına göre sınıflandırmalar yapılmıştır.

III.4.3.1 Faz sayısına göre dokuma makinelerinin sınıflandırılması.

III.4.3.1.1 Tek fazlı dokuma makineleri

Endüstride kullanılmakta olan dokuma makineleri tek fazlı sistemlerdir. Mekikçikli, kancalı veya akışkan jetli dokuma makineleri belli bir çalışmanın da, dokuma işlemlerinden ağızlık açma, atkı atma ve tefe vurma safhalarını bir kez gerçekleştirmektedirler. Tezgah üzerinde aynı anda ikinci bir ağızlık açma, atkı atma veya tefeleme yapılması mümkün değildir.

III.4.3.1.2 Çok Fazlı Dokuma Makineleri

Bir dokuma makinesinde, aynı anda farklı yerlerde birden fazla dokuma işlemi gerçekleştiriliyorsa, bunlara çok fazlı dokuma sistemleri denir. Bunlardan

belli bir anda, birden daha fazla yerde ağızlık açılırken, atkı atma ve tefe vurma işlemleri de yapılmaktadır.

Çok fazlı dokuma makineleri kendi aralarında ikiye ayrılmaktadır.

1. Yuvarlak dokuma makineleri: Eskiden jüt, şimdilerde polipropilen veya polietilen şeritlerden çuval dokuyan 4 veya 6 mekikli makinelerdir.

2. Düz çok fazlı dokuma makineleri: Bu makinelerde dokuma işlemi aynı anda bir çok yerde vuku bulmaktadır. Küçük atkı taşıyıcılar önlerine açılan ağızlıkta ileri gelirken, bir atkılık iplik uzunluğunu kumaş enince taşırlar. Tefeleme sürekli olup, genellikle profilli dönel bir tarak ile gerçekleştirilir. Çalışma hızı çok yüksek olmayan buna karşılık atkı kayıt hızı 2000m/dak. Civarında bulunan makinelerdir. Sıra ağızlıklı ve dalga ağızlıklı sistemler düşünülmüş olmakla birlikte ticari bir önem kazanamamışlardır.

İki fazlı sert kancalı dokuma makinelerinin de düz çok fazlı tezgahlar sınıfına alınması gerekmektedir.

III.4.3.2 Atkı atma sistemine göre dokuma makinelerinin sınıflandırılması:

III.4.3.2.1 Mekikli dokuma makineleri

Atkının içinde masura taşıyan bir mekikle kaydedildiği dokuma makinalarıdır.

1. El tezgahları

Bunlar insan gücüyle çalışan dokuma sistemleridir.

2. Mekanik dokuma makineleri

Motor gücüyle tahrik edilen fakat masura değiştirme mekanizması olmayan dokuma makineleridir.

3. Otomatik dokuma makineleri

Bunlar otomatik masura değiştirebilen makineler olup, eskiden mekik değiştiren tipleri de yapılmaktaydı. Bu tiplerin imalatı 1960 yılından bu yana durdurulmuştur [8].

III.4.3.2.2 Mekiksiz dokuma makineleri

Mekiksiz atkı kaydeden dokuma makineleri ayrıca sınıflandırılmaktadır.

1. Balistik atkı atma sistemleri (Mekikçikli Dokuma Makineleri)

Bunlar tek veya çok mekikçikli dokuma makinelerini kapsamaktadırlar. Atkı taşıyıcı sert bir kütle olup fırlatıldığı zaman atkıyı da beraberinde götürmektedir. Tek mekikçikli Textima ve Novostav dokuma makineleri iki taraflı atış yaparken çok mekikçikli olanlar (Sulzer) tek taraftan atkı atabilmektedirler.

III.4.3.2.3 Kancalı Dokuma Makinaları

Bir veya daha çok sayıda kanca tarafından atkı kaydının yapıldığı sistemlerdir. İlk zamanlar Gabler atkı transfer sistemini kullanan bu makineler artık yalnızca Devas, uç transfer sistemiyle çalışmaktadırlar. Kancalı tezgahlar esas olarak sert kancalı ve esnek kancalı olarak alt sınıflara ayrılmakta ve bunlar tekrar gruplanmaktadır. Esnek kancalı tezgahlar genellikle çift kancalı olmakla birlikte tek esnek kancalı modellere de rastlanmaktadır. Sert kancalı dokuma makinelerini, tek, çift, teleskopik ve iki fazlı olanlarından başka, yüz yüze halı veya kadife dokuman iki kancalı modelleri de imal edilmektedir.

III.4.3.2.4 Akışkan jetli dokuma makineleri

Atkı kaydının bir akışkan jeti (hava veya su) yardımıyla gerçekleştirdiği dokuma makineleri son zamanlarda büyük önem kazanmıştır. Jetli dokuma sahasında önceleri su jetli dokuma makineleri atılım yapmış fakat hava jetli dokuma tekniği bunların önüne geçmiştir. Üzerinde en çok araştırma yapılan bu sisteme geleceğin dokuma yöntemi gözüyle bakılmaktadır.

Bütün bu temel sistemlerden başka bunların bileşimleriyle de atkı kaydı yapılabilir. Masurasız mekikle, havalı kanca ile vb. yapılan atkı atma işlemleridir.

III.4.3.3 Ağızlık açma mekanizmalarına göre dokuma makinelerinin sınıflandırılması:

Değişik yöntemlerle atkı kaydı yapılan dokuma makinelerinde ağızlığında ağızlığın açılması için üç temel mekanizma kullanılmaktadır. Bu mekanizmaların seçimi ve kullanılmasında dokuma makinesinin dizaynı ve üretilcek kumaşın cinsi birinci derecede önem taşımaktadır. Ağızlık açma mekanizmaları bakımından dokuma makineleri şu şekilde sınıflandırılmaktadırlar [8].

III.4.3.3.1 Kamlı (Eksantrikli) Dokuma Makineleri

Bunlar desenleme kabiliyeti az, yani küçük raporlar dokuyabilen buna karşılık en yüksek devir sayılarında çalıştırılabilen tezgahlardır.

III.4.3.3.2 Armürlü Dokuma Makineleri

Kamlı olanlara göre daha büyük desenleme olanağı bulunan delikli karton veya elektronik sistemlerle programlanabilen dokuma makineleridir. Çalışma hızları bakımından dokuma makinesine sınırlama getirirler. Kamlı tezgahlar kadar hızlı çalıştırılmazlar.

III.4.3.3 Jakarlı Dokuma Makineleri

Desenleme kabiliyeti en yüksek olan dokuma makineleridir. Tezgahın üst kısmına kurulmuş bir ilave şasiye monte edilen jakar makinesi vasıtasıyla, çözgü ipliklerini tek tek kontrol etmek, mümkün olmaktadır. Kamlı ve armürlü sistemlerin gücü çerçevelerini kontrol etmelerine karşılık, jakarlı sistemde harniş kaytanları yardımıyla bizzat gücü grupları kaldırılıp indirilir. Jakarlı dokuma makineleri çalışma hızı bakımından en sonda yer alırlar. Bunların armürlü tezgahlardan daha yavaş çalışmaları gerekir.

Ağızlık açma mekanizmalarının kombinasyonu ile, “kamlı-jakarlı” veya “armürlü-jakarlı” dokuma makineleri da imal edilmektedir [8].

BÖLÜM IV

NÜKLEER, BİYOLOJİK VE KİMYASAL KORUNMA AMAÇLI KORUYUCU TEKSTİLLER

IV.1. KİMYASAL MADDELERE KARŞI KORUYUCU GİYSİLER

Modern kimya savaşı Birinci Dünya Savaşında başladı. O zamandan beri boğucu, sinirlendirici, kabarcık oluşturun ve sinir maddeleri gibi çeşitli kimyasal maddeler savaşta kullanıldı. Askerleri, kimyasal ve biyolojik savaş ajanlarına karşı korumak için, ABD Ordusu için yarı geçirgen kumaş sistemleri ve geçirgen olmayan kumaşlar kullanılmıştır.

Halen nefes alınabilir, kimyasal etkenlere karşı koruyucu kumaş sistemlerinde aktif karbonlu iç kumaşlar kullanılmaktadır. Bu tip kumaş sistemleri, ısı kaybı için serinleticidir ve mükemmel bir şekilde kimyasal madde buharlarını geçirmeme özelliği taşımaktadır. Ayrıca bu tip elbiselerin dış kumaşlarına ek olarak yapılan bir apre işlemi de uygun bir sıvı geçirmezliği sağlamaktadır.

Nefes alınabilir, kimyasal etkenlere karşı koruyucu kumaşlar, örneğin aktif karbon ile kaplanmış poliüretan köpüklü naylon örme yapıda bir iç kumaş olabilir ve bir dış kumaş bu sisteme lamine edilebilir. Yarı geçirgen, nefes alınabilir kumaşlar iki formda üretilirler. Bunlar kaplanmış veya lamine edilmiş şekilde olurlar. Bu tip kumaşlar, kullanım amacına göre niteliklerini etkileyecek şekilde gözeneksiz ultra gözenekli veya mikro gözenekli yapıda olurlar [2,11].

Gözeneksiz kumaşlar katı yapıları nedeniyle iyi bir kimyasal, biyolojik ve çevresel etkenlere karşı korunma sunmalarına rağmen düşük su buharı transmisyon hızına sahiptirler yani su buharını geçirmezler.

Mikro ve ultra gözenekli kumaşlar ise yüksek su buharı transmisyon hızı, yüksek hidrostatik direnç, aerosol direnç (savaş gazlarının havadaki karışımına karşı direnç) ve kimyasal, biyolojik etkenlere karşı mükemmel derecede koruma gibi en çok arzu edilen özellikleri taşımaktadır. Kimyasal ve biyolojik etkenlere karşı koruyucu kumaş veya giysi için potansiyel olarak kullanılabilen çok sayıda yarı geçirgen materyaller bulunmaktadır. Bununla birlikte bunların yalnız pek azı dengeli özelliklere sahiptir. Bugün mikro gözenekli yarı geçirgen bir membran aktif karbon içeren bir köpükle kombine edilerek ABD ordusu tarafından Savaş Alanı İle İlgili Hava Mürettebat Üniformasında kullanılmaktadır.

Seçimli geçirgen kumaşlar yarı geçirgen kumaşların bir türünü teşkil etmektedir yani bunlar nefes alınabilir yani havayı geçirir yapıdadır. Bu tip kumaşlar ince, hafif, esnek olmalı ve yalnız su buharı moleküllerini geçirebilmeli, yani nefes alınabilir olmalı, fakat sıvı aerosol ve buhar şeklindeki kimyasal ve biyolojik savaş maddeleri moleküllerine geçiş izni vermemelidir.

Seçimli geçirgen kumaşlar, absorban maddelere gereksinim duymadan da kimyasal madde buharlarının geçişine engel olmaktadır. Entegre koruyucu kumaş sistemlerinde seçimli geçirgen membranlar kullanılarak rüzgâr, yağmur, kar ve ıslak hava gibi koşullara karşı çevresel koruma da sağlanabilir. Seçimli geçirgen materyaller üzerine ABD Ordusu Netick Merkezi'nce araştırmalar yapılmaktadır. Geçirgen olmayan koruyucu materyaller lastik ve kaplamalı kumaşlardan üretilirler ve bunlar petrol, yağ ve yağlayıcılar (makine yağlayıcıları, POL) içeren kimyasallara karşı fiziksel bir bariyer oluştururlar. Geçirgen olmayan kumaş sistemleri, kimyasal ve biyolojik savaş maddelerinden korunmayı en iyi şekilde sağlamalarına rağmen, bunları giyen şahıs için sıcak ve orta sıcaklıktaki iklimlerde ısı stresine sebep olurlar ve aşırı derecede düşük su buharı transmisyon hızı nedeniyle soğuk iklimlerde insan vücudu titremektedir. Bu nedenle hiç geçirgen olmayan giysiler uzun süre kullanılamaz ve bu materyaller için alakalı bir mikro klima soğutma sisteminin kullanılması gerekir [2,11].

IV. 1.1. Kimyasal Savaş Maddeleri

Herhangi bir zehir bir terörist madde olarak kullanılabilir, fakat bunların bazıları özellikle bu amaç için geliştirilmiştir. Bu tip maddelerin karakteristik bir özelliği

vardır ki bunun üstesinden gelmek en zehirli endüstriyel zehirden daha zordur. Örneğin Sarin'in çeşitli türlerinin zehir etkileri, genelde karşılaşılan endüstriyel zehirli kimyasallardan daha fazladır.

Bundan başka, sarin ve diğer organofosfat kimyasal savaş maddeleri (örneğin, soman, tabun, V-maddeleri) acetylcholinesterase inhibitörleri yani hızlandırıcılarıdır ve bu nedenle bunlar kümülatif zehirlerdir, yani toplu ölümlere sebep olurlar. Hatta bu maddelerin düşük bir konsantrasyonunun devamlı solunması, örneğin bunlardan zehirlenmiş çok sayıdaki kişinin bulunduğu klinik ortamda bile, zehir etkisi gösterir.

Tablo IV.1 solunumla ilgili bilgileri vermektedir [2,11].

Tablo IV.1: Zehirli Kimyasal Maddelerin Mukayeseli Relativ Toksik Değerleri [2].

Kimyasal madde	8 saat AELTWA(mg/m ³)	Sağlık ve yaşamı hemen etkileme miktarı (mg/m ³)
Klor	3,0	30
Siyanür klorür	0,6	Tayin edilmemiştir.
Fosgen	0,4	8
Mustard gazı	0,003	Karsinojen
Sarin	0,0001	0,2

Hayatı ve yaşamı ani olarak tehdit eden diğer kimyasal savaş maddeleri de, deri yoluyla veya direkt olarak son derece zehir etkisi gösterir. Şöyle ki, bu tip maddeler ayakkabı üzerinde ve giysilerde veya atıklarda bulunabilirler [2,11].

Dünyada çok farklı zehirli özelliklere sahip yüz binden fazla kimyasal madenin kullanıldığı sanılan ve son 10 yılda kimyasal tesislerde pek çok büyük programlar oluşturuldu. Ayrıca pek çok çalışan da zehirlenme sonucu çalışamaz hale gelmiştir. Zehirli kimyasallardan kaynaklanan riskler ortaya çıktıkça koruyucu görev üstlenen giysi ve donanımın kullanımı da arttı. Bu durum belirli ölçüde kimyasallara karşı koruyucu giysilerin ve donanımın kullanılmasını öngören düzenleme ve standartlardan kaynaklanır [2,11].

Personel koruyucu giysileri, çalışanları zararlı kimyasal ve fiziksel maddelere karşı koruyan ve geniş bir kullanım alanı bulunan giysilerdir.

Kimyasal koruma için kullanılan materyaller tehlikesiz birikintilerden korumayı sağlayan basit önlüklerden kaplamalardaki hassas kimyasal maddelere kadar

çeşitlilik gösterir ve zehirli kimyasal maddelerin sızması ve yayılmasına karşın yüksek seviyede koruma sağlamak amacıyla çeşitli dallara ayrılırlar [2,11].

Kimyasal madde: insan sağlığını tehdit eden kimyasal maddeler üretim, dağıtım, depolama veya kullanım aşamalarında zarar verebilen sıvı, gaz veya toz formundaki maddeler olabilir.

Koruyucu giysilerin tasarlanması ve seçiminde;

- Zehirli maddelerin miktarı
- Hangi formda oldukları ve
- İçerikleri büyük önem taşımaktadır.

Zehirli maddelerle temas halinde bulunan çalışanlar kauçuk eldiven ve botlu tek parça giysilerle korunmaktadırlar. Bu tip durumlarda uygun korunma seviyesi:

- Kimyasalla temasın deride bırakacağı hasar
- Kimyasala maruz kalma periyodu
- Temasta bulunma riski taşıyan vücut bölgesi
- Giysinin geçirgenliği ve sızdırmazlığı
- Potansiyel kontaktın karakteristiği örneğin hava, sıvı veya gaz
- Teneffüs ve sindirim gibi kimyasala maruz kalınabilecek diğer yollar
- Esneklik, yırtılma mukavemeti, aşınma mukavemeti ve ısı koruyuculuk gibi giysiden beklenen diğer fiziksel özellikler
- Maliyet özelliklerine bağlıdır [2,11].

IV.1.2. Kimyasal Koruyucu Giysilerin Sınıflandırılması

Kimyasal koruyucu giysi çalışan ile kimyasal madde arasında bariyer oluşturmalıdır.

Koruyucu giysi öğeleri koruma gerektiren vücut bölümlerine veya görülebilecek zarara göre beş sınıfa ayrılır:

1. Kapşon, yüz siperliği ve gözlük(baş ve gözler için)
2. El ve kollar için eldiven ve kolluklar

3. Gövde için ceket, pantolon, apron ve önlükler
4. Vücudun tamamını koruyan giysiler
5. Ayaklar için bot ve ayakkabılar

Tekstil bariyer sistemlerinin en temel ölçütü madde temasını önlerken aynı zamanda termal konforsuzluğa yol açmamalarıdır [2,11].

Bariyer mühendisliğinde karşılaşılan teknik sorunlar:

Bariyer materyal birleşimleri ve olası darbelerin birbirine olan etkisini önceden tahmin etmek sorun için faydalı olacaktır. Zarar verici maddeler buhar, aerosol ve sıvı olarak sınıflandırılmıştır. Aerosol genelde gaz ortamında asılı kalan sıvı parçacıklardan oluşur [2,11].

Tekstil bariyer materyallerinin 4 çeşidi ve 3 hasar çeşidi:

Bariyer tipleri geçirgen, yarı geçirgen seçici geçirgen ve geçirgen olmayan bariyerler olarak sınıflandırılmıştır. Bu kavramlar gelecekte değişebilir. Bu malzemeler farklı mekanizmalardan bariyerler oluştururlar ve korumada konfor derecesine göre farklı reaksiyon gösterirler [2,11].

IV.1.2.1. Tehlikeli Partiküllere Karşı Koruma

Tehlikeli parçacıkların havada temasına ve sızmasına karşı dirençleri koruyucu malzemelerin efektiflik derecesini belirler. Hammadde kompozisyonunun etkisi ve bunların direnç dereceleri üzerine araştırmalar yapılmıştır. Saranex laminasyonlu Tyvek ve Polietilen kaplamalı Tyvek havadan yayılan solunabilir toz ve boyaya karşı geçirmezliğe sahiptir. Ateşe dirençli Viskoz astarlı PVC kaplamalı sentetik derinin fosfora karşı gösterdiği koruma derecesi de incelenmiştir [2,11].

IV.1.2.2. Sıvılara Karşı Koruma

En yaygın yaralanma şekli sıvıların dökülmesinden kaynaklanan sızıntılardır. Asitlere karşı korumada yün kumaşların ve kıyafetlerin geliştirilmesi pek çok araştırmanın konusu olmuştur. Asit ve diğer aşındırıcı kimyasallara karşı korumanın değerlendirilmesi oluk testiyle yapılır. Sıkı konstrüksiyonlu yün keçe kumaşlar kimyasallara karşı iyi koruma sağlarlar. Düşük ağırlıklı yün kumaşlara %1 Nuva

F(Hoechst), florokarbon aplikasyonu, kumaşa su ve yağ iticilik kazandırır ve koruma seviyesini yükseltir [14].

Asitten koruyucu akrilik lif bazlı kumaşların kimyasallara karşı koruma seviyesi ve kimyasal direnci üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Polietilen kaplamalı, Soronex film laminasyonlu, spunbonded polyolefin Tyvek kumaşın kullanımına dökülme riski bulunan paketlerin taşınması sırasında U.S Courier Service personeli tarafından kullanılan tek parça giysiler örnek verilebilir [2,11].

Çalışırken petrol ve türevleriyle temasta bulunan çalışanlar ve petrol tanklarını temizleyenler için üretilen koruyucu giysiler petrol ürünlerine geçirgen olmamalıdır. Isı ve ateşe karşı dirençli olmalıdır [2,11].

IV.1.2.3. Zehirli Buhar ve Gazlara Karşı Koruma

Solunum yoluyla oluşabilecek zararların önlenmesinde güvenlik maskelerinin rolü küçümsenmeyecek derecede büyüktür. Yüksek konsantrasyonda zararlı gaz ve buhara maruz kalınması durumunda tek parça ve solunum aparatı içeren bir giysinin kullanılması tavsiye edilir.

Maruz kalınan gaz ve buhar eğer düşük konsantrasyonda ise maske ile birleşik neoprene, butil kauçuk, polivinil klorit ve polietilen giysiler giyilmesi yeterlidir. Koruyucu kumaşlarda difüzyonu azaltmak için aktive edilmiş karbon parçacıklarının kullanımı üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Kapsüle edilmiş aktif karbon tabakası bulunduran bir membran ve aktif karbon empregne edilmiş polliüretan köpük kumaş içeren kompozit kumaş kullanılmıştır [2,11].

Koruyucu giysilerde termal, biyolojik, fiziksel, kimyasal test yöntemleri ve değerlendirilmeler:

Koruyucu giysilerin bariyer efektini değerlendirmede kullanılan yöntem, zararlı sıvı kimyasalların kumaştan nüfuzunu (geçişini) ölçen ASTM F739-81 testidir. Bu yöntem, sıvının kumaştan geçme süresi ve durgun durumda geçiş oranını ölçecek şekilde tasarlanmıştır [2,11].

Ayrıca sıvı ve gazların geçişine karşı koruyucu giysilerin dayanımına ait ASTM F739-85, kauçuk özelliklerine sıvıların etkisini ölçen ASTM F739-79 ve kimyasal maddelerin plastiklerin dayanımına etkilerini test eden ASTM D543-84 yöntemleri de mevcuttur [11].

Tekstil materyallerinin söz konusu kimyasal madde içerisine çok kez daldırılıp çıkarılarak tartıldığı **daldırma testi** ve yüzeyde herhangi bir bozulmanın olup olmadığının saptandığı **degredasyon (bozulma) testi** de yaygın olarak uygulanmaktadır [11].

IV.2. PESTİSİDLERE KARŞI KORUYUCU GİYSİLER

Zararlı kimyasal maddeler içerisinde sulu ekstraksiyon maddeleri, kuru temizlemede kullanılan organik çözücüler, asitler, bazlar olmasına rağmen, en fazla zararlı olan **zirai mücadele ilaçları** yani pestisidlerdir. Bu nedenle pestisidlerin insan vücuduna etkileri ve test yöntemleri üzerinde daha ayrıntılı olarak durulacaktır.

Pestisid: zirai mücadelede bitki zararlılarından korunmak amacıyla kullanılan kimyasal maddelerdir [11].

Bunlar tarım ilaçlarından olup, böcekleri öldürmek üzere kullanılırlar. Piyasada **organofosfatlar** ve **karbamatlar** olarak bulunurlar. Etken maddeleri **AchE İnhibitörleri** dir.

- Diazinon,
- Metaklor,
- Ortrazin,
- Hekzaklorbenzol vs. yaygın olarak kullanılan pestisidlerdir.

İnsanlar pestisidlere, oral, solunum ve deri yoluyla maruz kalabilirler.

Ortaya çıkardıkları **belirti ve bulgular:**

- Bradikardi (kalbin atım sayısının azalması)
- Bronkospazm
- Solunum salgılarında, tükürükte artma
- Terleme
- Pinpoint pupiller (gözbebekleri iğne başı büyüklüğünde olur.)
- Kas seyirmeleri
- Paraliziler

Bu faktörler koruyucu bariyerlerin (giysilerin) seçiminde önemlidir. Ayrıca maddelerin agregasyonu ve partikül büyüklüğü, aplikasyon yöntemleri, uygulama

alanları (tarım tipi,sera...), sıcaklık, rutubet, aplikasyon sırasındaki rüzgar hızı ve yönü de etkili faktörlerdir [11].

Pestisid uygulamalarında termal karşılaşma genel olarak solunumdan daha yüksektir. Derinin temas ettiği pestisid miktarını azaltmak için araştırmacılar çalışmalarını, deri-pestisid temasına karşı bariyer oluşturacak yüksek etkinlikli koruyucu giysilere yöneltmişlerdir. Pestisidlerin insan vücuduna etkisi üzerine araştırmalar; **absorbsiyon, desorbsiyon ve transmisyon** konuları üzerinde yoğunlaşmaktadır[11]:

a. Absorbsiyon: Pestisid koruyucu giysiye absorbsiyonun azaltılması ile derinin pestisid ile temas etmesi azaltılabilir. Bu alanda florokarbon polimerleri gibi kir itici bitim işlemlerinin etkili olduğu gözlenmiştir [11].

b. Desorbsiyon: Pestisid desorbsiyonu tekstillerin koruyuculuk yeteneklerinin değerlendirilmesinde önemli bir konudur. Etkin kullanım koşulları altında koruyucu giysiler tekrar tekrar kullanılır. Absorbe edilen pestisid ev tipi yıkamalar ile kolaylıkla uzaklaşmıyorsa, bulaşmanın tekrarı giysi üzerindeki pestisid konsantrasyonunu arttıracaktır. Bu durumda deri absorbsiyonu ve insan vücuduna verilen zarar da potansiyel olarak artacaktır. Bundan dolayı çoğu araştırmalar pestisidin kumaştan desorbsiyonuna veya uzaklaştırılmasına yöneliktir [11].

c. Transmisyon (Geçiş): Koruyucu giysilerin etkinliklerinin değerlendirilmesinde iki önemli faktör absorbsiyon ve desorbsiyon olmasına rağmen, giysi üzerindeki pestisidler insan vücuduna transfer edilmedikçe zararsızdır. Yüksek absorbsiyon ve düşük desorbsiyon yeteneğine sahip bazı materyaller mükemmel koruyucu giysi materyalleri olarak görev yapabilirler [11].

IV.2.1. Pestisidlere Karşı Koruyucu Giysilerde Kullanılan Kumaş Konstrüksiyonları

Tarım işçileri pestisid uygulamaları sırasında giysi olarak, Jean ve dokuma tulumları tercih etmektedir. Bu amaçla yapılan araştırmalarda %100 Pamuk, %100 PES, %50/50 Pamuk/PES karışımı kumaşlar kullanılır. Yapılan çalışmalardan, kumaşlardan pestisid penetrasyonu kumaş geometrisinin, lif ve iplik özelliklerinin, kumaş ağırlığının, incelik ve dokuma konstrüksiyonunun etkili olduğu bulunmuştur.

Denim gibi dimi konstrüksiyonlu ağır dokuma kumaşların koruyuculuk etkileri iyidir. Ancak nonwoven kumaşlar konforlu olmadığından tercih edilmemektedir.

Pestisidlere karşı koruyucu giysilerde yapılan çalışmalardan, pestisid penetrasyonu ile ilişkili kumaş ağırlığı ve inceliğın direkt korelasyonlu olduğu bulunmuştur.

Ayrıca kumaş geometrisinin, pestisid penetrasyonunun dayanımı üzerinde de etkili olduğu gözlenmiştir. Uygulanan bitim işlemlerinin pestisid penetrasyonuna etkisi incelenmiş, buruşmazlık bitim işlemi görmüş kumaşların işlem görmemişlere kıyasla, sentetik liflerin de doğal liflere kıyasla, pestisid kimyasallarına karşı daha dayanıklı olduğu gözlenmiştir.

Buruşmazlık işlemi görmüş 65/35 PES/Pamuk karışımı kumaşlarda en düşük absorbans ve emicilik en düşük düzeyde gözlenmiştir. Yapılan araştırmalarda, lamine kumaşların panathion, Guthion, dinoseb pestisidlerine karşı pamuklu dimi giysi ve denimlerden daha iyi koruma sağladığı anlaşılmıştır.

Koruyucu giysiden deriye pestisid geçişı 3 mekanizma ile gerçekleşir: Bunlar **buharlaşıma, sıvı ve katı geçişleridir.**

Spreyleme yöntemine göre yapılan bir aplikasyondan sonra pestisid, giysiden cilde direkt olarak bulaştığı gibi buhar kaynağı olarak difüzyon yoluyla da cilde bulaşır.

Çeşitli kumaş tabakaları üst tabaka olarak koruyucu giysi kumaşı ile beraber üst üste yerleştirilir. Koruyucu giysi ve insan vücudu arasındaki relatif hareket nedeniyle, pestisid bulaşmış kumaştan deriye sürekli transfer olabilir. Sürtünme veya friksiyonel geçiş nedeniyle buna ‘**katı geçiş**’ denir [4,11].

IV.2.2. Pestisidlere Karşı Koruyucu Giysilere Uygulanan Test Yöntemleri

Vücut hareketleri vasıtasıyla giysiden cilde pestisid geçişini tayin etmek için AATCC Crockmeter Yöntemi uygulanır. Sürtme testleri kuru, (su ile) yaş ve ter çözeltisi ile yapılır . Ter çözeltisi AATCC 15-1985’e göre hazırlanır. Emdir-kurut yöntemine göre pestisid bulaştırılmış kumaştan sürtme testi ile domuz cildine transfer olan pestisid ekstrakte edilir. Organik çözücülerde ekstrakte edilmiş olan pestisid gaz kromatografisi ile analiz edilir. Koruyucu giysilerde katlı yapıların, tek tabakaya kıyasla daha iyi koruma sağladığı gözlenmiştir. Pestisid koruyucu giysiler genelde, birkaç kere kullanıldığı için kumaştaki pestisid artıklarının yıkama ile uzaklaştırılması çeşitli şekillerde incelenmiş ve yıkanabilirliğın; pestisid tipi, uygulama şekli, lif tipi, kumaş konstrüksiyon parametreleri, uygulanan bitim işlemi ve derecesi, yıkama prosedürü gibi çeşitli faktörlere bağılı olduğu gözlenmiştir.

Araştırmacılar, pestisidlerin su bazlı ve yağ bazlı emülsiyonları ile denemeler yapmışlar ve bunların uzaklaşmasının pamuk kiri uzaklaşmasına benzediğini gözlemlemişlerdir.

Yağ esaslı formülasyona sahip Guthionun, Gore-tex' ten uzaklaşması zorken, Captan' ın %100 Pamuktan uzaklaşması, sentetik liflere göre daha zor olmaktadır. Yıkama sıcaklığı artırıldığında, uzaklaşan pestisid miktarının da arttığı gözlenmiştir. Pamuk/PES karışımı kumaşlarda yıkama öncesi ve sonrası pestisid miktarları saptandığında, pestisidin PES ve Pamuk liflerinin yüzeyinde ve ayrıca pamuk lifinin lümeninde bulunduğu görülmüştür. PES lifinin içinde de pestiside rastlanmıştır. Yıkama ile PES'in üzerindeki pestisid uzaklaşırken, pamuk lümenindeki pestisid uzaklaşmamaktadır.

Buruşmazlık bitim işleminin yıkama sonrası pestisid (malathion) kısmına herhangi bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Ancak, su itici, kir itici gibi florkarbon esaslı bitim işlemlerinin pestisid penetrasyonunu azalttığı bulunmuştur.

ASTM Tuz Spreyi Testi, pestisid penetrasyonunu saptamak için uygulanır. Ayrıca, bu test yönteminin bir modifikasyonu olarak metilen mavisi aerosol sprej test yöntemi de geliştirilmiştir. Sprej test sonuçları kabul-red olarak değerlendirilir. Test edilen kumaşın üzerinde metilen mavisi olduğunda kumaş reddedilir [11].

IV.3. TEHLİKELİ MADDELER

Herhangi bir maddenin elde edilmesi, işlenmesi, saklanması, paketlenmesi, kullanılması, atılması ve taşınması sırasında gerekli/uygun önlemler alınmadığında; çevrenin, halkın, kullananların ya da sağlık personelinin sağlığını ve güvenliğini fazlasıyla tehdit ediyorsa bu tehlikeli madde'dir [11].

Tehlikeli maddeler :

- Kimyasal,
- Radyoaktif,
- Zehir etkili olabilirler ve bu maddeler
- Katı halde,
- Sıvı halde,
- Gaz halinde, bulunabilirler

IV.3.1. Tehlikeli Maddelerin Sınıflandırılması

Tehlikeli maddeler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler.

- PATLAYICILAR

- GAZLAR
- SIVI MADDELER
- KATI MADDELER
- OKSİTLEYİCİLER
- TAHRİŞ EDİCİ MADDELER (KOROZİF MADDELER)

Uluslararası sınıflandırma numaraları [11]:

NUMARASI	OLUŞTURDUĞU TEHLİKER
1	PATLAYICILAR
2	GAZLAR
3	SIVI MADDELER
4	KATI MADDELER
5	OKSİTLEYİCİLER, ORGANİK PEROKSİTLER
6	ZEHİR
7	RADYOAKTİF MADDELER
8	TAHRİŞ EDİCİ MADDELER
9	BUNLARIN DIŞINDA

- **PATLAYICILAR**

Etken madde ile reaksiyona girdiklerinde zehirli gaz ve ısı yayarlar,

- **GAZLAR**

A Sınıfı Zehir kapsamındaki gazlar ve sıvılar insan sağlığı için çok tehlikeli olan buhar oluşturlar

Amonyak, alevlenmeyen gaz olarak sınıflandırılrsa da, alevlenen, çok zehirli bir gazdır

Klor, zehirli, tahriş edici ve oksitleyici olduğundan kendi etiketini taşır.

- **SIVILAR**

Parlayıcı sıvılar (alevlenen), Parlama noktası : 38°C (100 °F) derecenin altında

Kolay tutuşabilen sıvılar Parlama noktası : 38 °C (100 °F) derecenin üzerinde

- **KATI MADDELER**

Alevlenen Katı Maddelerin diğer patlayıcılardan farkı, sürtünme sonucu tutuşması ve ısıyı çok uzun süre muhafaza etmesi ve sürekli içinden yanmasıdır.

- **OKSİTLEYİCİLER**

Sıvı oksijen, oksitleyici bir maddedir

Oksitleyiciler, hemen oksijenini verip tutuşmayı teşvik ederler

Organik Oksitleyiciler de hemen oksijenini verip tutuşmayı teşvik eder ve yanarlar.

- **KOROZİF(TAHRİŞ EDEN) MADDELER**

Canlı dokuyu tahrip eden veya demiri aşındıran/paslandıran maddelerdir

Genelde zehirli ve reaktiftir [9,11].

IV.4. TEHLİKELİ KİMYASAL MADDELERE KARŞI KORUYUCU GİYSİLER

Korunma Seviyeleri; Kimyasal buhar ve gazlardan tam korunma sağlayan kendi bünyesinde solunum cihazı bulunan ve mühürlenmiş dikiş yerlerine sahip olan, tam kapsüllü takımları kapsayan ‘A seviyesi’nden , düşük seviyeli korunma sağlayan önlükler ve botları içine alan ‘D seviyesi’ne kadar uzanır [9].

IV.4.1. Koruyucu Giysi Çeşitleri

Koruyucu giysilerde aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır.

A SINIFI KORUYUCU GİYSİ:

- Solunum yolları ve deri en üst düzeyde korunur.
- Giysi kişiyi tamamen içine alır
- Bilinmeyen madde veya solunumla veya deri yoluyla emildiğinde kişiye zarar veren maddelerin bulunduğu sıcak bölge ekibinin giysisidir [9].

B SINIFI KORUYUCU GİYSİ

- Solunum güvenliği en üst düzeydedir
- Deri koruması zayıftır
- Giysi kişiyi tamamen sarmalamaz ancak kimyasal maddelere karşı dayanıklıdır
- Genelde ılıman bölgedeki dekontaminasyon ekibinin giysisidir [9].

C SINIFI KORUYUCU GİYSİ

- Sızdırmaz giysi, botlar, eldiven ve göz koruyucusundan oluşur
- Değişik maddelere göre havayı temizleyebilen maskesi vardır
- Kontaminasyon (bulaştırma) olasılığı olan hastaların taşınması esnasında giyilir [9].

D SINIFI KORUYUCU GİYSİ

- İtfaiyeci giysisidir, tehlikeli madde kazalarında koruyucu değildir [9]. .

Koruyucu Giysiler;

- Kimyasal maddenin özelliğine göre seçilmelidir.
- Tüm kimyasal maddelere uygun tek bir giysi YOKTUR .

- Uygun giysilerin sızdırmazlık süreleri daima kontrol edilmelidir.
- Lateks eldivenler kimyasal maddelere karşı dayanıklı DEĞİLDİR .
- Nitril eldivenler çoğu kimyasallara karşı yüksek düzeyde koruyucudur.
- Deri botlar, kimyasal maddeleri sürekli emerler [9].

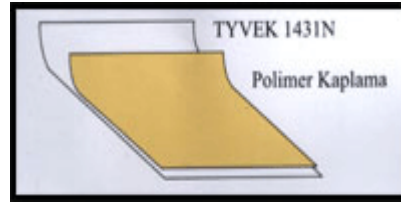
Bu alanda kullanılan en yaygın giysi tipi Tyvek birleştirilmiş olefinden yapılır ve sade veya kaplanmışdır. Kaplanmamış şekilde, belli korunma ve buna bağlı olarak düşük seviyeli, tehlikesiz kimyasal korunma alanları için kullanılır. Yüksek seviyeler için ise; polietilen ile kaplanmış Tyvek, laminasyonlar, polietilen kaplanmış olefinler ve çok çeşitli sızma ve yayılmadan korunma sağlayan ekzotik kopolimerlere kadar çeşitlilik gösterirler. Kaplanmış gramaj, istenilen kullanıma ve dayanıklılığa dayanarak 150-335 g/m² arasında değişir. Gaz veya buhardan korunmak için. mühürlenmiş dikiş yeri yapılır.

Dayanıklı giysiler için butil, EDMP, Viton (Dupont) ve benzeri kimyasal dirençli polimerlerle kaplanmış naylon veya polyester alt tabakalar (zemin) kullanılır. Bunlar mühürlenmiş, A seviyesinde, kendi bünyesinde solunum donatımı bulunan bazen de soğutma cihazına sahip giysilerdir.

Bu tip kullanıldıktan sonra, genelde temizlenir ve tekrar kullanılır. Daha hafif giysiler, benzer kimyasal korunma sağlarken, dayanıklı giysiler ağır işlerde kullanılır ve daha iyi bir dayanıklılık sağlarlar [38].

Bu alanda bir kısmı ithal olmakla beraber yeni ürünler geliştirilmektedir. Gelişme segmanı sınırlı kullanım için daha hafif materyaller yönündedir. Artan rahatlık ve giyme ve çıkarma kolaylığı sağlayan gelişmiş özellikler düşük maliyetle birleşince daha fazla ilgi çeker. Bu yeni giysiler kimyasal koruyuculuk sahası için (bariyerli korunmanın önemli olduğu yerlerde olduğu gibi) yeni malzemelere kapıları açabilir, fakat bunlar potansiyel sorunlar içerirler. Çoğu üreticiler sorumluluk sahibidir ve geniş denemeler yaparlar, ancak giysilerin hızlı bir şekilde çoğalmaları, hangi giysinin en iyi olduğuna ve kullanım için hangisinin seçileceğine ait birtakım karışıklıklar ortaya çıkarmıştır. Sızma ve yayılma denemelerinin raporu tutulduğu halde, denemeler her zaman tamamlanmış ve mukayese edilebilir durumda olmayabilir. Bu nedenle ne kadar iyi performans gösterdiklerine ilişkin bir bilgi yoktur. Zemin katman örneğin; son mamule büyük katkıda bulunur. Zemin katman değiştirilince sızma denemelerinin bir değeri kalmaz. Sürekli olarak kapsamlı

denemeler yapılmalıdır. Bu, zaman alır, pahalıdır ve bu alanda tasarım veya gelişmeye geri adım attırır [38].



Şekil IV.1: TYVEK "C" Kimyasallara Karşı Koruyucu Giyisi Şekilleri [38].

- **TYVEK PRO –TECH ‘C’**

TYVEK "C" kimyasallara karşı koruyucu giyim eşyalarında kullanılmak üzere geliştirilen bir maddedir. Bu madde TYVEK 1431N kumaşının polimerle kaplanmasından elde edilir. Polimer TYVEK içindeki boşlukları kapatarak kumaşı sıkıştırır ve oldukça yüksek basınç altında bile birçok sıvının girişini önler [38].

TYVEK"C" aşağıda söz edilen maddelere karşı üstün bir koruma sağlar:

- Zararlı toz ve pudralar
- İnorganik asit ve bazlar
- Aerosol veya sprej halinde bazı kimyasallar
- Su bazlı tuz eriyikleri.



Şekil IV.2: TYVEK "F" Kimyasal Maddelere Karşı Koruyucu Giysi Şekli [38].

- **TYVEK PRO-TECH ‘F’**

TYVEK "F" Kimyasallara karşı koruyucu giyim eşyalarında kullanılmak üzere geliştirilen yüksek performanslı bir bariyer maddedir. Bu madde TYVEK 1431N kumaşının, polimer ile kaplı bariyer filme yapıştırılan polietilen TYVEK'in haddelenmesi ile elde edilir. Film ve polimer bileşimi TYVEK içindeki boşlukları kapatarak kumaşı sıkıştırır ve oldukça yüksek basınç altında bile birçok sıvının ve gazın geçmesine dayanıklı, çok sıkı bir materyal oluşmasını sağlar.

TYVEK "F" aşağıda sözü edilen maddelere karşı üstün bir koruma sağlar:

Aerosol veya sprey halinde bazı kimyasallar,

Organik ve İnorganik asit ve bazlar,

Zararlı toz ve pudralar,

Organik çözücülerin çoğu,

Kan ve kan kaynaklı patojenler ve

Sanayide yaygın olarak kullanılan zararlı ve zehirli birçok gaz ve buharlar [38].

TYVEK	PRO-TECH	Tulumlara	Neden	İhtiyaç	Duyulur?
--------------	-----------------	------------------	--------------	----------------	-----------------

- Her türlü boyama ,toz boya kaplama,yüzey hazırlama ve kumlama işlemlerinde kullanılır.

- Zehirleyici döküntüler ve sanayi ve trafik kazaları sonucu oluşan her türlü zararlı madde sızıntılarının temizlenmesi ve toplanmasında kullanılır.

- İlaç ve ham maddesi üretim aşamalarında, ilaçlamada, aşı üretimi ve aşılama da kullanılır.

- Temiz oda uygulamalarında, örneğin biyotıp araştırmalarında, sterilizasyon işlemlerinde ve entegre elektronik devrelerde kullanılır.

- Zehirli ve paslandırıcı malzemelerin taşınması,kullanılması ve işlem den geçirilmesi sırasında döküntülerin temizlenmesi,sızıntılar ve taşlamalarda;tehlikeli bakım işlerinde örneğin temizlik,basınçlı su ile temizlik,tankların ve boruların bakımı ve işaretlenmesinde kullanılır.

- Yiyecek ve içeceklerin işlenmesi ve taşınması,yemek hazırlıkları,kurutma,paketleme,sarma işlemlerinde kullanılır.
- Zirai kimyasalların ve gübrelerin hazırlanması,üretimi, paketlenmesi ve kullanımında kullanılır. Ayrıca zirai ilaçlamada mükemmel sonuç verir [38].
- Nükleer reaktörlerin bakım işlemlerinde,elektrik trafolarında,araştırma laboratuvarlarında olağanüstü dökülme,saçılma,taşma olaylarında.
- Asbest tozunun bulunduğu ortamlarda,gemi söküm ve bakım işlerinde,kimyasal fabrikalarda,otomotiv conta ve fren balatası üretim işlemlerinde kullanılır [38].

	
Gıda ve Et İşleme Tesisleri	Çöp Temizleme ve Toplama İşlemleri
	
İlaç Sanayii	Tarımsal İlaçlama

Şekil IV.3: Çeşitli Sektörlerde Kullanılan Koruyucu Giyisi Şekilleri [38].

IV.4.2. Askeri Alanda Kullanılan Kimyasal Maddelere Karşı Koruyucu Giysiler

Kimya sanayinde karşılaşılan tehlikeli durumlara paralel olarak , savunma bakanlığı'ndan , roket iticiler ve okside edici gereçler gibi fazla aşındırıcı ve zehirli olan kimyasal savaş gereçleri ile temas halinde bulunan personelin korunmasına karşı koruyucu giysiler istenmiştir.

Parçalanen füze ve roketler gibi savaş gereçlerini yok etmek amacıyla yok etme ekipleri oluşturulmuştur. Bu füze ve roketlerin oluşturdukları risk , savaşlarda karşılaşılan kimyasal tehlikelerin yanı sıra , kırmızı dumanlı nitrik asit yüksek dayanımda peroksit edilmiş dimetil hidrazin ve diğer tehlikeli kimyasal maddeleri taşıyan zarar görmüş oksidasyon tanklarında bulunan yağ artıklarından kaynaklanır.

Koruyucu sistem kişiyi mümkün olduğu kadar bütün olarak kapsüle alır. Giysinin dışı, kapşon ayrılabilen eldivenler ve taban levhası ilavesi ile tüm vücudu tek parça halinde sarma özelliğini gösterir. Ayrıca bu giysi basınçlı hava solunumu yapan bir parçayı da içermektedir. Dıştaki malzeme PVC kaplı , aleve , anti statik ve kimyasal maddelere karşı dayanıklılık gibi özellikleri taşıyan naylon olup , 500 g/m² gramajlıdır. Ancak , bu karmaşık giysi malzemesi , yeni malzemelerin keşfiyle kullanım dışı kalmıştır.

Korozif kimyasallara karşı üstün dayanıma sahip ve aleve karşı iyi direnç gösterme özelliklerini taşıyan modifiye halo-butil lastiklerin keşfiyle , bu gelişmiş malzemenin modern giysi dizaynlarında yer alması beklenmektedir.

PVC ve PVC'nin inceltmesiyle oluşturulmuş Florür tabakalardan oluşan bir malzeme de , pil satıcılarının asitlere karşı ve RAF tarafından da hidrolik akışkanlara karşı kimyasal korunma sağlamak amacıyla kullanılan genel örtü gereçleri ve kayışlar için üretilmektedir [2].

IV.4.3. Kimyasal ve Biyolojik Savaştan Korunma

Biyolojik ve kimyasal savaş sürekli bir dünya tehlikesidir. Kullanılan zehirli maddeleri üretmek oldukça kolaydır ve genel nüfus üzerindeki etkileri duygusal ve öldürücülük açısından korkunçtur. Bunlar sinsi , kitle halinde yok edici silahlardır. Rüzgarın kimyasal maddeyi üreten tarafa geri üflemesi gibi ters meteorolojik etkilerden sakınmak gerekir [2].

IV.4.3.1 Biyolojik ve Kimyasal Maddeler

Biyolojik ve kimyasal maddeler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler.

a) Hardal Gazı :

En yaygın kullanılan madde deriye , dokulara ve solunum sistemine hücum eden , ciddi kabarcık , şişme ve yanıklara neden olan hardal gazıdır. İlk hardal gazı 1822’de üretilmiş ve I.Dünya Savaşının son safhalarında kullanılmıştır. Hardal gaz bis (2-kloroetil) sülfür yapısındadır [2].

b) Sinir Maddeleri :

Sinir maddeleri ilk olarak 1930’larda Alman kimyagerler tarafından geliştirilmiştir. ‘Sinir maddeleri’ şeklinde adlandırılmalarının nedeni , sinir sistemindeki sinir uyarılarının iletilmesini etkilemeleridir. Bu maddeler , deri ve solunum sistemi tarafından hızla emilen fosfonoflorür ve fosforilsiyannür gibi organofosfor bileşikleridir [2].

Bu tip maddelere Tabun (GA), Sarin (GB) ve Soman (GD) gibi isimler verilmiştir. VX maddesi ise 1950’ lerin sonunda Amerika’ da geliştirilmiştir ve bilinen en zehirli ve inatçı maddedir. Biyolojik ve kimyasal maddeler esastaki sinir maddesinin kullanımı, biyo teknoloji kullanılarak oluşturulmuş madde tiplerinin artmasıyla gün geçtikçe azalmaktadır. Genel olarak biyolojik maddeler bakteri,virüs ve raşitizm mikrobunu kapsamaktadır. Fakat şimdi bunların genetik değiştirilmiş şekillerine , diğer zehir maddelerine ve biyo düzenleyicilere daha fazla rastlanmaktadır [2].

IV.4.3.2 Özel Savaş Alanı Tehlikeleri

Kişilerin Korunması :

Kişilerin korunması için ilk ve başlıca cihazlar zehirli maddeleri filtre eden ve aktifliğini gideren bütün yüzün tümünü ve burnu örten solunum cihazıdır. Hardal maddeleri deriye hücum eder ve derinin hasar görmesine neden olur. Sinir maddeleri ise parmaklar , dizler ve dirsekleri örten hasar görmüş deri vasıtasıyla emilirler. Bu nedenle tüm vücudu koruyucu üniforma kullanılması gerekmektedir. Günümüzde kullanılan koruyucu giysi sistemlerinde , tekstil malzemesi üzerinde karbon kullanılarak zehirli maddelerin emilmesi sağlanır. Aktif hale getirilen karbon ince toz , kaplama , küçük tanecikler veya karbon elyaf , kumaş formunda kullanılabilir. Bu formdaki karbon çok geniş bir spektrumdaki zehirli gazları

emmeyi sağlayan , çok iyi geliştirilmiş gözenek yapısına ve yüzey alanına sahiptir. 60  C' den daha yüksek kaynama noktasına sahip olan maddeler fiziksel olarak aktif karbon üzerine kolaylıkla emilirken daha düşük sıcaklıkta kaynayan maddeler karbon üzerindeki impregnantlar tarafından kimyasal olarak giderilmektedir. Pratikte tüm uluslar hava geçirgen köpük tabanlı tekstiller üzerinde tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş destek üzerinde aktif karbon veya iki tekstil kumaş arasında bir karbon tabakasından oluşan laminant kullanılır. İngiltere ise taşıyıcı üzerine, aktif karbon püskürtülmüş tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş ve multifiber kumaş kullanmaktadır. Bu kumaş yağ ve su itici terbiye işlemi görmüştür. Aktif karbon tabakası , su geçirmez apre taşıyan naylon zğ ve modakrilik atkıdan oluşan dokuma dimi kumaşlarla birlikte kullanılır. Bu tabaka zehirli maddeyi , altındaki aktif karbon tabakaya transfer etmeden önce mümkün olduğunca buharlaştırmaya çalışmaktadır.

NBC Koruyucu Giysi halen mevcut asker üniforması üzerine giyilir. Hantaldır ve hareketli ortamlarda giyilmesi rahatsızlık vermektedir. Bu nedenle üniforma sistemindeki tabaka sayısını ve hacmini azaltarak , giyen kişiye yüksek koruma sağlarken termofizyolojik yükünü azaltmak amacıyla çok sayıda çalışma yapılmaktadır [2].

TEMİZ ODA

Temiz oda çalışmalarının amacı; belli üretim işlemlerinde hassas parçaları koruma ve işçiye kirlilik bulaşmasını önlemekten çok, ürünü ve içinde çalışılan ortamın kirlenmesini ve bu kirlenmeyi filtre etmeye çalışmaktır. Bu saha, eczacılığa eşyaların, bilgisayar fişlerinin, özel tıbbi ortamların üretimini ve bu gibi üretimi kapsar.

Bu alanda dört önemli kumaş kullanılmaktadır [2].

1. Naylon ve polyesterin kontinü multiflaman kumaşları
2. Birleştirilmiş olefinler; Tyvek gibi
3. Doğal anti statik kumaşlar
4. Polimerik filmler

Poliester , peroksit ve kuvvetli asidler gibi kimyasal maddelere dayanabilmesi ve kimyasal yöntemlerle olduğu kadar gamma radyasyonu ile de serilize edilebilmesi (Tyvek gibi olefinler bölünür) nedeniyle en önemli liftir. Dokuma ve örme giysiler dayanıklıdır ve tekrar kullanılabilirler. Giysilere eklenen iletken

malzemeler ile yükseltgenirler. Tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş düşük maliyetlidir ve bir kere kullanılıp atılırlar. İyi bariyer özelliklerine sahiptirler ve anti statik özellikler sağlarlar. Bariyer filmleri iyi koruma sağlamalarına rağmen, diğer korunma amaçlı giysilerde kullanılan bariyer materyalleriyle aynı rahatsızlık problemleri ile karşılaşılır [2].

Bir temiz oda giysisinde; uçuntu oluşturmama, temizlik, dezenfekte veya strelize edilebilme (kimyasal ve radyoaktif anlamda), geçirgenlik, solunum yapabilme, anti statik ve iletken bariyerli korunma seviyesi ve kimyasal dirençlilik aranır.

Koruyucu giysiler alanı, basit yağmura karşı korunmaktan yüksek ısıya karşı korunmaya kadar uzanmakta ve en sonunda da tıp alanında bakteri ve çeşitli tipte kimyasal maddelere karşı korunma ile son bulmaktadır.

Teknoloji, koruyucu giysiler alanında daha yüksek işyeri emniyetini, geri kazanma imkanları olan daha ekolojik üretimi ve daha iyileştirilmiş fiyat/nitelik oranını hedefleyerek çalışmaktadır.

Koruyucu giysilerden beklenen özelliklerin gerçekleşmesinde lif özellikleri, dokuma konstrüksiyonu ve gördüğü bitim işlemleri çok etkin rol oynamaktadır. Ancak termal, balistik ve zararlı kimyasallara karşı geliştirilen koruyucu giysilerde tek katlı yapıların yanında çok katlı yapıların korunma dayanımını artırdığı gözlenmektedir. Dolayısı ile itfaiyecilerin ve sanayide çalışanların iş elbiseleri ile askeri giysilerin dizaynında birbirine uygun özelliklerde liflerin seçilmesi ve amaca uygun olarak en iyi kombinasyonun yapılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Korunma amaçlı giysi pazarında en büyük ihtiyaç, en iyi temel malzemeden başka, problemi daha iyi anlamak ve daha evrensel olarak kabul edilen standartlar ve spesifikasyonlar geliştirmektir. Birçok durumda problem iyi çalışmaz, test edilmez, anlaşılmaz ve tartışılmaz. Çoğu denemeler, kolayca yenisi üretilemeyen aletler veya yöntemler kullanan ev içi deneyimleridir. Yanma olaylarında manken deneyinin uygulanması ve sonucu böyle bir durumdur. Uluslararası organizasyonlarda olduğu gibi , birçok ABD kurum ve grupları da (NEPA, AS, ANSI, EPA) anlamlı standartlar geliştirmeye çalışıyorlar. Eğer bu alanda ilerleme kaydetmek isteniyorsa; bir çok insan tarafından kolayca yapılabilen, anlamlı, mukayese edilebilir, gerçek deneyler geliştirilmelidir. Koruyucu giysilerden beklenen özelliklerin gerçekleştirilmesinde de, çeşitli test yöntemleri ve standartlar belirleyici olmaktadır. Bu standart ve test

yöntemlerinden yararlanılarak, koruyucu giysiler için hazırlanan şartnamelerin daha sağlıklı ve uygulanabilir olması sağlanmalıdır.

Diğer ihtiyaçlar daha etkili malzemelerin kullanımını kapsar. Bu malzemeler çok çeşitli tehlikelere karşı uzun süre koruma sağlayabilen malzemelerdir. İhtiyaç duyulan özellikler; daha yüksek Termal Koruma Performansı (TTP), daha iyi kimyasal direnç sahip materyaller, tek başına veya kaplamalı ve diğer terbiye işlemlerine tabi tutulmuş kumaşlar ve giyen üzerinde daha az strese, daha uzun çalışma süresine olanak veren, daha rahat giysilerdir [2].

IV.5. BİYOLOJİK MADDELERE KARŞI KORUYUCU GİYSİLER

IV.5.1. Biyolojik Savaş

Biyolojik savaş insanlarda hastalık oluşturan ve ölüme yol açabilen bakterilerin ve virüslerin genetik mühendisliği sayesinde kullanılmasıdır. Şarbon paniği ve Şarbon, insanlığın ve özellikle istihbarat örgütlerinin elindeki bakteri ve virüsler bilindikten sonra çok hafif kalmaktadır. Şarbonda çok daha tehlikeli EBOLA virüsü, Yersinia Pestis tarafından bulaştırılan BUBONİK VEBA, SALMONELLA gibi enfeksiyonlar şarbonda çok daha tehlikelidir. CIA'nın ve diğer batılı istihbarat örgütlerinin elinde çok ciddi enfeksiyonlarla ölüme yol açabilecek çok çeşitli virüs ve bakteriler vardır ve CIA'nın bu konuda bir seksiyonu da mevcuttur Biyolojik savaşla bir kaç ayda milyonlarca insanı yok etmek mümkündür.

Şarbon Bacillus Antracis isimli spor oluşturan bir bakterinin neden olduğu akut bir enfeksiyondur. Her 15-20 dakikada bir bölünerek çoğalan şarbon 10 saat içinde kendini milyonlarca kopyalayabilir. Hayvanlarda (sığır, koyun, keçi, deve vb) bulunabilir ve enfekte hayvanla temasla insana geçebilir. Şarbon üç şekilde insana geçer, deri yoluyla, sindirim sistemiyle veya solunum yoluyla. Deri yoluyla geçen enfeksiyonlarda pire ısırığına benzeyen kaşıntılı bir şişlik oluşur 1-2 günde içi su toplayan bir bul oluşur, sonra 1-3 cm çapında ağrısız bir ülser gelişir. Etrafındaki lenf bezleri şişebilir. Tedavi edilmeyen şarbon vakalarının % 20'si ölümcüldür. 3. kuşak sefalosporin antibiyotiklerin bazıları (cipro) şarbon üzerine etkilidir. Sindirim yolu ile geçen şarbon bulantı, kusma, ateş, kan kusma ve ağır ishale neden olur, tedavi edilmeyen vakaların % 25- 60'ı ölümcüldür [2].

Akciğer şarbonunun belirtileri spor solunum yoluyla alındıktan 7 gün içinde başlar soğuk algınlığına benzer, akciğer dokusu zamanla tahrip olur ve alyuvarlar

parçalanır, kanlı balgam sık görülmeye başladıktan bir süre sonra ölüm gelişir, olguların % 95'inden fazlası ölür. Bu olgu havalandırma sistemlerine Şarbon sporlarının bulaştırılması halinde binadaki binlerce kişinin bir kaç ay içinde ölebileceği anlamına gelir. ABD'liler bu nedenle panik içindeler. Ayrıca bu kalabalık bölgelere bir gökdelenin en üst katından veya helikopterden saçılan sporlar bulaşırsa binlerce kişiyi öldürebilir [2].

Fakat nihayetinde Baculus anthracis bir bakteridir, bakteri duvarı parçalandığında ölür. Ama genetik mühendisliği ve moleküler biyoloji sayesinde çok daha güçlü frankeştayn virusleri yaratılmıştır bunlar ise pek ölümlü değildirler, çünkü virüslerin canlı olup olmadığı bile tartışmalıdır; sadece belirli sıcaklıklarda veya kimyasal maddelerle yok edilebilirler. Bilindiği gibi virüslerin bakteriler gibi bir membranı yoktur ve DNA veya RNA genetik bilgisinden ibarettirler, bulaştıkları hücrelerin DNA bilgisini değiştirebildikleri gibi, hücrelere bir truva atı gibi yerleşip hücrelerin ana fonksiyonlarından çok farklı şeyleri hücrelere yaptırabilirler (kanser oluşturma, farklı proteinleri sentezletme gibi). AİDS virüsü insanın sistemini çökertir ve kanser dahil, pek çok hastalığın gelişmesini sağlar. AIDS'in de laboratuvarıda oluşturulmuş bir virüs olduğu iddia edilmektedir. Bu doğruysa zaten global bir biyolojik savaş zaten sürmektedir.

EBOLA VİRÜSÜ bulaştığı zaman 1 hafta içinde insanların % 95'ini öldürür. Konnektif doku (bağ dokusu) erir, vücuttaki her organ boşluğu kanamaya başlar ve sonuç kendi kanı içinde boğularak ölmektir. EBOLA virüsünün laboratuvarıda biyolojik savaş için sentezlendiği konusunda güçlü kanıtlar olduğu iddia edilmiştir. Ama şu unutulmamalıdır ki, artık Türkiye'de de aşısı dünyadan kalktığı için yapılmayan ÇİÇEK bile Amerikan halkı için çok tehlikeli bir virusdür ve ABD de çok uzun yıllardır çiçek aşısı yapılmamaktadır. Ayrıca Yersinia Pestis isimli bakterinin çok güçlü deliller elde edildiğini ve dünyaya yeni bir veba salgınının (Bubonik Plague) çok hızla yayılabileceğine de bilinmektedir.

Clostridia Boûlinum isimli bir bakterinin ise çok zehirli bir toksini vardır, özellikle A tipi C. Botulinum en tehlikeli ve en öldürücü toksine sahiptir. Bu konudaki şampiyon tür Hail strain denen bir türdür. Her mililitresinde 300 insanı öldürebilecek botulin toksinine sahiptir. Botulin eğer en etkili türden elde edilmişse çok vurucu bir biyolojik silahtır hatta sarin ve sarinden 10 kez güçlü olan V-Gazından daha büyük bir etkiye sahip olabilir. Botulin toksini solunumla alındığında bile çok öldürücü ve etkilidir [2].

IV.5.2. Biyolojik Savaşların Tarihçesi

Biyolojik savaşın bilinen en eski örneklerini, düşmanların içme suyu elde etmek için kullandıkları kuyu ve rezervuarların insan ve hayvan ölümleri ile “kirletilmesi” teşkil eder. 14. yüzyılda şimdiki Ukrayna sınırları içinde kalan Kaffa’yı kuşatan Tatarlar, vebadan ölmüş insan cesetlerini mancınıkla şehrin surlarından içeri atarak salgın oluşturmaya çalışmışlardır. 18. yüzyılda Kuzey Amerika’daki İngiliz kuvvetlerinin komutanı olan Sir Jeffrey Amherst, çiçek virüsü ile kontamine olmuş battaniyeleri kızılderililere vererek çiçek salgınına neden olmuştur.

2. Dünya Savaşı sırasında 1939-1942 yılları arasında Japon kuvvetleri Maçurya’da şarbon, veba, çiçek, tularemi, ruam, kolera, kızıl, menenjit, tüberküloz, salmonellozis, tetanus, hemorajik ateş ve difteri gibi çeşitli enfeksiyon hastalıklarını esirler üzerinde deneyip, çok sayıda ölüme neden olmuşlardır. Aynı yıllarda İngilizler İskoçya açıklarındaki Gruinard adasında şarbonla çok sayıda deneme yapmışlar ve ada topraklarının takibeden 36 yıl boyunca şarbon sporları ile kontamine kalmasına neden olmuşlardır. Adanın dekontamine edilmesine 1979 yılında başlanmış ve 280 ton formaldehit kullanıldıktan sonra ancak 1987 yılında tam anlamıyla temizlenebilmişti.

1950’li yılların başında Amerikan ordusu biyolojik bir silahı taklit amacıyla San Francisco kentine *Serratia marcescens* isimli bir bakteriyi yaydı. Normalde bu bakterinin solunum yoluyla bulaşarak hastalık yapması söz konusu değildi. Bu denemenin amacı gerçek bir biyolojik silahın kullanılması halinde meteorolojik koşulların etkisini araştırmaktı. Bu deneme 1970 yılında The Washington Post gazetesi tarafından yayımlanıncaya kadar halktan gizlendi. Ordunun yaptığı denemeden hemen sonra şehirdeki Stanford Üniversitesi hastanesinde *S. marcescens*’e bağlı bir nozokomiyal üriner sistem enfeksiyonu salgını oldu ve bir hasta endokardit nedeniyle yaşamını yitirdi. Salgının ordunun yaptığı denemeye olan ilgisi hala bilinmemektedir [39].

1972 yılında 100’den fazla ülkenin katılımı ile imzalanan “Bakteriyolojik ve Toksin Silahlarının Geliştirilmesi, Üretimi ve Depolanması ve İmhası”na ait anlaşma yürürlüğe girdi. Buna karşın başta eski Sovyetler Birliği olmak üzere bu silahların üretimi günümüze kadar süregeldi. Sovyet Savunma Bakanlığına bağlı bir kuruluş olan “Biopreparat”ın biyolojik silah üretimi amacıyla 1980-1990 yılları arasında

55.000 bilim adamı ve teknisyenin istihdam ettiği bilinmekteydi. Bu kişilerin bugünkü Rusya sınırları içinde yaşadıkları bilinmektedir. 1979 yılında, şimdiye dek

bilinen, en büyük akciğer şarbonu salgını eski Sovyetler Birliği sınırları içindeki Sverdlovsk şehrinde saptandı. Devlete ait bir biyolojik silah fabrikasının filtresindeki bir bozukluk nedeniyle havaya karışan şarbon sporları 79 kişide hastalığın ortaya çıkmasına ve bunların en az 68'nin ölümüne neden oldu. Gerçek hasta ve ölüm sayısının resmi olarak açıklanan bu sayıdan çok daha yüksek olduğu da iddia edildi.

Tokyo'da 1995 yılında bir metro istasyonuna sarin gazı ile saldırı düzenleyerek çok sayıda kişinin ölümüne neden olan terörist örgüt Aum Shinrikyo'nun, aynı şehirde en az 8 defa şarbon ve botulismus ile saldırı düzenlediği ancak bilinmeyen nedenlerle başarılı olamadığı saptandı.

1970 yılında Dünya Sağlık Örgütü'nün bir uzmanlar kurulunun yaptığı tahmine göre, 5 milyon nüfusa sahip bir şehir üzerine uçakla 50 kg şarbon basili aerosol halinde atıldığı takdirde 250.000 kişide şarbon görüleceği ve bunlardan 100.000 kişinin tedavisiz bırakıldığı takdirde öleceği hesaplandı. ABD'deki Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezlerinin (CDC) tahminine göre hastalıkla temas eden 100.000 kişi için toplam maliyet 26.2 milyar USD olacaktır.

11 Eylül 2001 tarihinde ABD'nin çeşitli şehirlerindeki terörist saldırılar sonrası değişik kuruluşlara gönderilen mektuplar içinde toz halinde şarbon sporları saptanmış ve 24 Ekim itibarıyla yedisi inhalasyon, kalanı deri şarbonu olmak üzere toplam 15 kişide hastalık tespit edilmiştir. Bu tarih itibarıyla ABD dışından şimdiye kadar şarbona yakalanan kişi bildirilmemiştir [39].

IV.5.3 Biyolojik Etkenlere Karşı Korunma

Biyolojik savaş maddelerini tanımlamak zordur. Çünkü ilgili organizmalar ve zehirler doğal olarak oluşurlar. Bunlardan, muhtemelen en fazla silah olarak kullanılanlardan bazılarının özellikleri Tablo IV.2'de verilmiştir.

Tablo IV.2: Biyolojik Savaş Ajanları Ve Özellikleri [2].

Madde	Tip	Ölüm Tehdidi	Relativ Bulaşıcılık/ doz	Kuluçka süresi	Tedavi
Anthrax	Bakteri	99%	Orta 1000 üzeri spor	1-4 gün	Antibiyotik
Viral Equine Encephalitis(VEE)	Virüs	1%	Yüksek 25 virüs	2-5 gün	Belirti Niteliğinde
Plague	Bakteri	99%	Yüksek 10 organizma	2-3 gün	Antibiyotik
Q fever	Rickettsia	1%	Yüksek 1 organizma	2-10 gün	Antibiyotik
Smallpox	Virüs	30%	Yüksek	7-14 gün	Aşı
Tuleremia	Bakteri	30%	Yüksek 25 organizma	2-4 gün	Antibiyotik
Hemorrhagic fevers(ebola, lassa, marburg, Hanta)	Virüs	50-90%	Yüksek	2-7 gün	Belirti Niteliğinde (hissediliyor fakat ilaç alınmıyor)

Yüksek derecede biyolojik savaş ajanlarına karşı etkili bir tedavi yapılamadığı için belirtinin görülmesinden sonra çok sayıda ölüm olabilir.

Belirti başladıktan sonra, çiçek hastalığı gibi oldukça bulaşıcı, yüksek ölüm oranlı biyolojik savaş ajanlarının etkili tedavisindeki eksiklik, sağlanacak etkili korunmayı çok kritik yapmaktadır. Hatta, belirtisi hemen ortaya çıkan ve panzehirleri daha kolay bulunabilen kimyasal savaş sinir gazlarından bile daha kritik bir durum ortaya çıkmaktadır [39].

IV.6. NÜKLEER MADDELERE KARŞI KORUYUCU GİYSİLER

IV.6.1 Nükleer Etkenlere Karşı Korunma

Nükleer patlamadan doğan ani parlaklıktan korunma ihtiyacı 1940larda başlamıştır. Nükleer silahların asıl etkisi patlama, kısa dalga radyasyon (gama ve nötron radyasyonu), daha uzun dalga radyasyon ve yüksek şiddette termal radyasyondur. Nükleer patlamayla ilgili olarak, kısa dalga radyasyon ve patlamaya karşı bir kişiyi korumak için yapılacak herhangi bir şey yoktur. Bu nedenle askeri koruyucu giysinin amacı çok şiddetli termal radyasyonla ve aleve karşı koruyucu özellik göstermektir. Belli bir dalga boyuna sahip bir radyasyona maruz kalan bir materyalin iyi bilinir ki absorpsiyon, transmisyon ve reflektans rölatif orantılı değerlerinin toplamı bire eşittir. Çok şiddetli termal radyasyona karşı korunmak için, koruyucu bir tekstilin absorpsiyon ve transmisyon değerleri düşük ve reflektans değeri yüksek olmalıdır. Bu amaç için koruyucu tekstiller ideal bir yapıda olmalıdır. Fakat bazı alanlarda kamuflaj sorunu ortaya çıkabilir [2].

1940 ve 1980 yılları arasında tüm nükleer koruyucu kumaşlar %100 pamuklu twill veya saten kumaşlardan üretilmiştir. Fakat pamuğun nükleer korumada korumayı azaltıcı eksikleri vardır. Bu eksikler; pamuğun düzgün olmayan (tekrar temizlenme için arzu edilmeyen) yüzeye ve yüksek tüylenme özelliğine sahip olmasından kaynaklanır. Nükleer etkenlere karşı koruyucu tekstillerin ikinci jenerasyonu 65/35 oranında PES/Pamuk karışımı kumaşlardır ve bu ABD'deki nükleer koruyucu giysilerin %80'i demektir. Daha yüksek iplik mukavemeti ve kolay temizlenme özelliğinden dolayı PES/pamuk karışımı kumaşlar tüm pamuklu kumaşlardan daha uzun ömürlüdür [2].

Nükleer koruyucu giysiler özel koruyucu çamaşır makinelerinde temizlenmektedir. Son zamanlarda Naylon/PES ve Naylon/Karbon karışımı kumaşlar da dahil olmak üzere, yeni ve daha iyi koruyucu kumaşlar geliştirilmiştir. 99/1 oranında Naylon/karbon karışımı kumaşlar kumaş konstriksiyonu, geliştirilmiş bariyer özellikleri, düşük ısı stresi, düşük tüylenme, kirlenmeye karşı daha iyi direnç ve daha kolay temizlenme özelliğine sahiptir [2].

BÖLÜM V.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Yurt dışından getirilen orijinal nükleer,biyolojik ve kimyasal korunma amaçlı koruyucu farklı tekstillerin özelliklerine bakılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu sonuçlara göre koruyucu kumaşların dış kısmını oluşturan %50 pamuk / % 50 polyester ve % 50 Pamuk/ % 50 Naylon pamuklu dokuma dış kumaşlar ön terbiye işlemlerine uğratılarak ve daha sonra boyanarak üzerine güç tutuşur bitim işlemleri yapılmış ve koruyucu dış kumaşların yapısına uygun hale getirilmiştir.

V.1.ARAŞTIRMA ARAÇLARI,TEST METOTLARI VE STANDARTLARI

V.1.1ARAŞTIRMA ARAÇLARI

V.1.1.1 Zwick Marka Fourier Transform Infrared Spektrometresi (FTIR) Analizi



Şekil V.1: Zwick Marka Fourier Transform Infrared Spektrometresi cihazı

V.1.1.2 Hava Geçirgenliği Tayini ve Işık Haşlığı Cihazı



Elektronik Hava Geçirgenliği

şekil V.2: Textest M821A Elektronik Hava Geçirgenliği Cihazı



Işık Haşlığı Cihazı (Original Haunau)

şekil V.3: Orığnal Hanau Işık Haşlığı Cihazı

V.1.1.3 Mukavemet ve Su Geçirmezlik Cihazı



Mukavemet Aleti



Su Geçirmezlik Cihazı

Şekil V.4 : SDL M 250 Mukavemet Cihazı
Geçirmezlik Cihazı

Şekil V.5 : Branca Idealair Su

V.1.1.4 Sürtme Haslığı Cihazı ve Optik Mikroskobu



Sürtme Haslığı Test Cihazı



Şekil V.6: James H. Heal Crocmeter / 255A
Sürtme Haslığı Cihazı

Şekil V.7 : Leica 1000X Optik
Mikroskobu Cihazı

V.1.1.5 Soxlett Cihazı



Şekil V.8 : Soxlett Cihazı

V.1.2 TEST METOTLARI VE STANDARTLARI

Tablo V.1. Deneysel Çalışmada Uygulanan Testler ve Standartlar

Yapılan Testin Adı	Kullanılan Test Standartı
Sıklık(Ad/cm)	TS 250
Gramaj(g/m ²)	TS 251
Kopma Mukavemeti(N)	TSEN ISO 13934-1
Lif cinsi Tayini(%)	TS 4739
Su iticilik	TS 259
Kükürt tayini	TS 3560
Işığa Karşı renk haslığı	TS 1008
Sürtünmeye karşı renk haslığı	TS 1008)
Yıkamaya Karşı renk haslığı	TS 7584
Deniz Suyuna karşı renk haslığı	TS 397
Tere karşı renk haslığı	TS 398
Hava Geçirgenliği	TS 391 EN ISO 9237
Kumaştan İplik Numara Tesbiti	TS 255

V.2 UYGULAMALAR

V.2.1 % 50 Pamuk ve % 50 PES Karışımı Dış Kumaş

Fırça-Makas

Yakma

Haşıl Sökme

Haşıl sökme banyosu; 2 g/L enzim, 3 g/L ıslatma maddesi, ıslatıcı, 0,2 ml/L asetik asit (pH ayarlayıcı) içerir.

- Yıkama
- Kurutma

Soğuk Kasar (Pişirme ve Ağartma):

0,2 g/L Magnezyum klorür

8 g/L Stabilizatör (peroksit reaksiyonunu yavaşlatıcı)

80 ml/L Sudkostik, NaOH (32 Be')

25 ml/L Hidrojen peroksit (%50 H₂O₂)

1 g/L Islatıcı madde içeren banyoda yapılır.

- Yıkama
- Kurutma
- Merserizasyon
- Kurutma
- Liflerin fikse edilmesi
- Boyama

Uygulama

Boyama reçetesi (IN Metoduna göre):

PES kısmı için,

2,3 g/L Foron Braun S2RFL %150

0,021 g/L Foron Rubin SEGFL

1,22 g/L Foron Navy S2GL

Pamuk kısmı için,

2,5 g/L İndantren Olive MW

3,57 g/L İndantren Braun LBG

0,5 g/L İndantren Marina Blau BF

2g/L Orgafen AM (ıslatıcı)

12 g/L Primasol AM (Dispergatör)

1g/L Asetik Asit (pH) ayarlayıcı

- İnkişaf (Oksitleme ve Sabunlama)

Hidrojen Peroksit 1-4 ml/L (H₂O₂ % 35 lik) veya 1-4 g/L sodyum perborat ile boyalı kumaş muamele edilerek oksidasyon (inkişaf) sağlanır. Gerekirse 2 ml/L asetik asit(% 80 lik) ile kumaş nötürleştirilir.

- Yıkama

2 g/L deterjan ve 2 g/L sodyum karbonat ile sabunlama yapılır ve durulanır.

- Kurutma
- Baskı (Dispers ve Reaktif boya karışımı ile tek kademe baskı

Dispers/Reaktif Baskı İçin Baskı Patı Reçetesi (boya içermeyen pat)

440 g	Alginat patı (% 4'lük Sodyum Alginat)
50g	Üre
10	Sodyum Bikarbonat (pH ayarlayıcı)
11	Linegol (İndirgen etkileri önleyici)
10	Emülgatör (Emülsiyon oluşturucu, katının sıvı içinde dağılımı için)
220	Gaz Yağı
---	Su
1000 g	

Boya Patı (boyarmadde içeren pat);

Boylar	Yeşil (g/kg), 2:1	Kahve (g/kg)1:1	Füme (g/kg)
PES kısmı için; Terasil Yellow W6GS	25	35	4
Terasil Blau WGS	18	26	26
Terasil Red W4BS	-	11	8
Pamuk kısmı için; Cibacron Yellow P2RN	21	6	-
Cibacron Blau PB	20	-	-
Cibacron Black PSG	3	41	35
Cibacron Orange P4R	-	25	15
Toplam	87	145	88

Boya Fiksesi

- Yıkama

2 g/L deterjan ve 2 g/L sodyum karbonat ile sabunlama yapılır ve durulanır.

- Kurutma
- Apre

V.2.1.1 Güç Tutuşurluk Apresi

Yıkamaya dayanıklı fosfor içeren maddelerden olan fosfonyum bileşikleri kullanılmıştır.

Tetrakis-hidroksi metil -fosfonyum klorür (THPC) : THPC amid yöntemi :

THPC:üre:metilol melamin karışımı, 2:4:1 oranındaki karışımın % 30-40 lık sulu çözeltisinden kumaş ağırlığına göre % 18-28 ağırlıkta kumaşa aktarılır. (fularda empregne edilir), kurutulur ve sonra kondenzasyon yani fiske işlemi (ısıl işlem 160 °C de 2 dak.) uygulanır. Bu karışımda bulunan üre oranı son derece önemlidir.

THPC ve ürenin 1:1 molokül oranındaki karışımı ile en iyi yıkama dayanıklılığı sağlanır (Proban apresi).

Tetrakis hidroksi fosfonyum hidroksit (THPOH) yöntemi

Pratikte THPOH'ın % 30-40 lık çözeltisi soğutulur NaOH ile nötürleştirilir. Bu çözelti kumaşa fularda empregne edilir, kurutulur. Amonyak buharlama kamarasından geçirilir.

- PES için güç tutuşurluk maddeleri
- Kondenzasyon, fikse etme

V.2.2 % 50 PAMUK / % 50 NAYLON KARIŞIMI DIŞ KUMAŞ

Dış kumaşa aşağıdaki işlemler uygulanmıştır.

- Soğuk Kasar
- Yıkama
- Kurutma
- Merserizasyon
- Kurutma

Boyama işlemi olarak aşağıdaki işlem uygulanmıştır.

Uygulama :

5 g/L İndantren Olive MW

7,14g/L İndantren Braun LBG

1 g/L İndantren Marina Blau BF

2g/L Orgafen AM

12 g/L Primasol AM

1g/L Asetik Asit (pH ayarlayıcı)

- İnkişaf

Kumaş üzerinde bulunan indantren boyaların esas rengini alması için kumaşın aşağıdaki gibi, bir oksidasyon banyosundan geçirilmesi, yıkanıp durulanması gerekir. Hidrojen Peroksit (1-4 ml/L H₂O₂, % 35 lik) veya 1-4 g/L sodyum perborat ile baskılı kumaşlar muamele edilerek oksidasyon (inkişaf) sağlanır. Gerekirse kumaş, 2 ml/L asetik asit (% 80 lik) ile nötürleştirilir.

- Kurutma
- Baskı (yalnız reaktif boya ile baskı)

Baskı patı

280 g Alginat patı (sodyum alginat, %4'lük)

100 g Üre

20 g Sodyum bikarbonat (pH ayarlayıcı)

7 g Linegol (indirgen etkileri önleyici)

10 g Emülgatör

360 g Gaz Yağı

Buharlama

- Yıkama ve Kurutma
- Apre
- Kondenzasyon yani apre maddelerinin fiskeşi, fiksaj

Kullanılan boyalar	Siyah (g/kg)	Kahve (g/kg)	Yeşil (g/kg)	Bej (g/kg) (1/4)
Remazol Black B	70	-	-	-
Cibacron Orange P4R	15	13	-	8
Cibacron Yellow P2RN	5	24	21	8
Cibacron Blau P3R	-	-	22	-
Cibacron Black PSG	-	19	1	15
Toplam	90	56	44	31

- Sanfor (çekmezlik)

BÖLÜM VI

VI.1. DENEYSEL BULGULAR VE SONUÇLAR

Nükleer, biyolojik ve kimyasal kumaşların olduğu farklı iç ve dış kumaşlara ait veriler incelenmiştir. Tablo VI.1'den Tablo VI.5'e kadar dış kumaşlara ait sıklık, gramaj, kopma mukavemeti, elyaf tayini, su iticilik, kükürt tayini, renk haslığı ve hava geçirgenliği değerleri tespit edilmiştir. Aynı şekilde Tablo VI.6'dan Tablo VI.8'e kadar iç kumaşlara ait hava geçirgenliği, sıklık, elyaf tayini ve gramaj değerleri tespit edilerek bu kumaşlar ile ilgili bilgilere ulaşılmıştır. Ayrıca dış kumaşlara uygulanan terbiye işlemleriyle üzerine yapılan bitim işlemleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

TabloVI.1 : Dış kumaşlara ait sıklık, gramaj ve kopma mukavemeti değerleri

Sıklık(Ad/cm) (TS 250)	Atkı	21
	Çözü	40
Gramaj(g/m ²)(TS 251)	229,5	
Kopma Mukavemeti(N)	Atkı	550
	Çözü	1100

TabloVI.2 : Dış kumaşlara ait lif cinsi tayini değerleri

Lif cinsi Tayini (%)TS 4739	Atkı	%55 Nylon6.6- %45 Pamuk
	Çözü	%55 Nylon6.6 - %45 Pamuk

Tablo VI.3 : Dış kumaşlara ait su iticilik ve kükürt tayini değerleri

Su iticilik (TS 259)	100
Kükürt tayini (TS 3560)	YOK

Tablo VI.4 :Dış kumaşlara ait renk haslık değerleri

Kamuflejli Dış Kumaş			Haki	Yeşil	Kahverengi	Siyah
Işığa Karşı renk haslığı (TS 1008) 80 saat			5-6	5-6	5-6	5-6
Sürtünmeye karşı renk haslığı (TS 717)	Kuru	Atkı	4-5	4-5	4	4
		Çözücü	4-5	4-5	4	4
	Yaş	Atkı	4-5	4-5	4	3-4
		Çözücü	4-5	4-5	4	3-4
Yıkamaya Karşı renk haslığı (TS 7584, 40 OC)	Yüne akma				5	
	Akriliğe akma				5	
	Poliestere akma				5	
	Naylona akma				5	
	Pamuğa akma				5	
	Asetata akma				5	
	Renk Değişimi				4-5	
Deniz Suyuna karşı renk haslığı (TS 397)	Yüne akma				5	
	Akriliğe akma				5	
	Poliestere akma				5	
	Naylona akma				5	
	Pamuğa akma				5	
	Asetata akma				5	
	Renk Değişimi				4-5	

Tablo VI.5 : Dış kumaşlara ait tere karşı renk haslık değerleri

Tere karşı renk haslığı (TS 398)		
	Alkali ortamda	Asitli ortamda
Yüne akma	5	5
Akriliğe akma	5	5
Poliestere akma	5	5
Naylona akma	5	5
Pamuğa akma	5	5
Asetata akma	5	5
Renk Değişimi	4-5	4-5

Tablo VI.6 : İç kumaşlara ait sıklık ve lif cinsi tayini değerleri

İç Kumaş(Çözümlü Örme) Sıklık(Tel /cm)TS 250	İlmek	19
	Sıra	17
Lif cinsi Tayini(%)TS 4739 (Çözümlü Örme)	Atkı	%100 Polyester
	Çözümlü	%100 Polyester
Lif cinsi Tayini(%) TS4739 (Nonwoven)		%100 Polyester

Tablo VI.7 : İç ve dış kumaşlara ait hava geçirgenlik değerleri

Hava Geçirgenliği(lt/m ² /sn) (700 pa'da)	
Kamufajlı Dış kumaş	İç kumaş
135,3	3280

Tablo VI.8 : İç kumaşlara ait gramaj değerleri

Gramaj(g/m ²)(TS 251)	
Nonwoven	246,5
	32,5
Nonwoven+karbon	
Çözümlü örme+ karbon	199

Tablo VI.9 : İç ve dış kumaşlara ait numara değerleri

Numara (Ne)	
Bezayağı Dokuma	Ne 20
Çözümlü Örme	Ne 40

Yapılan analizler sonucunda dış kumaş apresinde;

- Florokimyasal maddeler ve
- Melamin içeren maddeler yanında
- Stiren esaslı maddeler ve
- Klorlanmış parafinler ile birlikte
- Antimon penta oksit kullanımı uygun görülmüştür. Ayrıca
- Antimikrobik madde ve UV ışınlarına karşı koruyucu maddeler de kullanılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda iç kumaş analizinde ise;

1. İç kumaş olarak; aktif karbonun polimer bir bağlayıcı vasıtasıyla, üniform bir şekilde dağılarak yerleştiği, hava geçirgen esnek bir taşıyıcı kumaş (çözümlü örme) geliştirilmiştir. Bu kumaş uçucu kimyasallara karşı koruyucu bir özellik gösterir ve aktif karbon partikül büyüklüğü 0.1-50µm arasında değişir. Aktif karbon parçacıkları

kimyasal kirleticilere, özellikle savaş gazlarına karşı geçirgen olan bir polimer bağlayıcı ile sarılmıştır. Söz konusu bağlayıcı arzu edilmeyen bu kirleticilerin aktif karbona ulaşmasını engellemez ve gelişme aynı zamanda aktif karbonun bağlayıcı yardımıyla taşıyıcı kumaşa yerleştirilmesini de içermektedir. Karbon - bağlayıcı katmanı ağırlıkça % 20'nin altında bir bağlayıcı özelliğe ve açık-gözenekli bir yapıya sahip olmalı ve taşıyıcı kumaşın hava geçirgenliğini % 10'dan fazla azaltmamalıdır.

2. Aktif karbonun mezo (orta) ve mikro gözeneklerine hücreler yerleştirilebilir.
3. Bu hücreler savaş gazlarını parçalayabilen yani fosfat asidi esterlerini temizleyecek enzimler içerir
4. Taşıyıcı kumaşa yerleşmiş bağlı aktif karbon kısmının yüksekliği 0.05-1 µmm ve çapı 0.1-5 µmm olmalıdır.
5. Bağlı aktif karbon kısmındaki bağlayıcı kısım, aktif karbon baz alınmak suretiyle ağırlıkça % 5-15 olmalıdır.
6. Taşıyıcı kumaş, metre kare başına 50-250 g aktif karbon taşınmalıdır
7. Aktif karbon kısmı aleve karşı dayanıklı madde yani güç tutuşurluk maddesi içermelidir.

VI. 2.OPTİK MİKROSKOBU İLE ÇEKİLEN FOTOĞRAFLAR VE FITIR ANALİZİ

Ekstraksiyon cihazı ile yapıştırıcıların ayrılması yöntemine gidilmiştir. Buna göre iç kumaşların analizi aşağıdaki gibi yapılmıştır.

Ekstraksiyon: Diklor metan ile alkollü potasyum hidroksit kullanılmıştır.% 98'lik alkol kullanılarak,[C₂H₅OH)] 200 ml diklor metan ekstraksiyonda tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş çözülür. Ekstaksiyondan sonra balonun içindeki çözelti süzülür, sonra çözücü destile edilmiş olup ve kalıntı FTIR'da incelenmiştir. Diklor metan ile tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş çözülerek ekstraksiyon sonrası süzölmüştür.

Aşağıdaki boyalar kullanılarak önce çözgülü örme yapılar çözülerek boyanmış, daha sonra çözgülü örme üzerindeki karbon parçacıkları birlikte boyanarak değerlendirilmiş ve elle ayrılan tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş boyanmış, diklor metanla çözünen tülbent esaslı dokuma olmayan yüzey boyanmış ve son

olarak NBC kumaşın hepsi boyanarak arasındaki farklılıklar incelenerek sonuçlar çıkarılmıştır.

Kullanılan Boyalar:

- Reaktif (HOECHST)
Remazol Rot RB (CI.Reactive Red 198)
Remazol Turkishblan G(CI. Reactive Blue 21)
- Dispers
Orange
- Bazik (DyStar)
Astrazon Blan FGRL %200
- Dispers (DyStar)
Dianix Luminous Red 3B

DİSPERS BOYAMA

Aşağıdaki fotoğraflarda Naylon/Pes karışımından dolayı naylon kısmı eritilerek yapıştırılmış olduğu görülmüştür. Dispers boyama Naylon'u ve PES'i de boyadığı bilinmektedir.

Dispers çözgülü örmeyi, tülbent esaslı dokuma olmayan kumaşı boyadığı gözlemlenmiştir. Fakat tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş Naylon/Pes karışımı olduğu için Naylon kısmını ve Naylon'un erimiş kısmını daha açık renk boyadığı, tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş'taki yapıştırıcıyı naylon'un erimiş kısmından ve naylon liflerinden daha koyu boyadığı, çözgülü örmeyi ve bunu üzerindeki yapıştırıcıları boyamış olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak dispers iki yapıştırıcıyı da ayrı renkte ayrı tonda boyamış olduğu gözlemlenmiştir.

ASİT BOYAMA

Asit boyama, yapıştırıcı ile elyafları birbirine boyamadığı gözlemlenmiştir.

Fakat Yapıştırıcılar asit boyama ile boyanıyor. Asit boya hem tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş'taki yapıştırıcıyı hem de çözgülü örmedeki yapıştırıcıyı hem de naylon'u boyadığı gözlemlenmiştir.

PES'i yani çözgülü örmeyi boyamadığı, fakat tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş'taki % 50/50 PES/Naylon kısmının sadece naylon kısmını boyadığı görülmüştür.

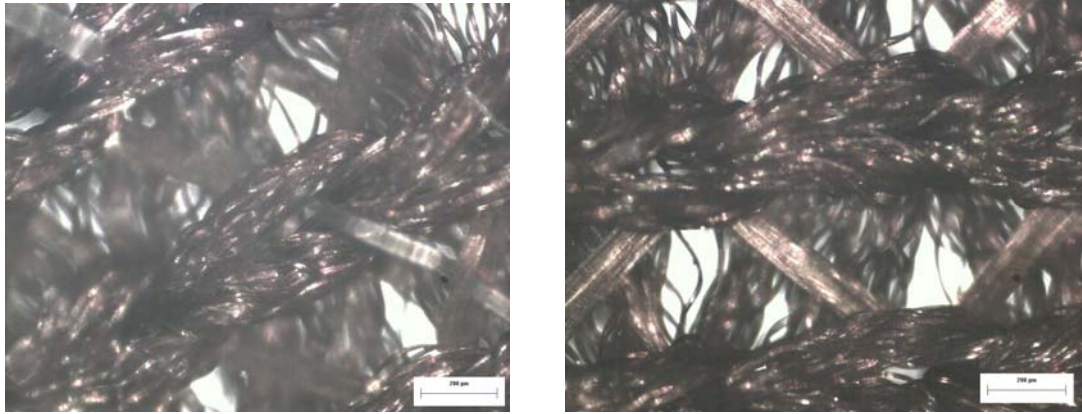
BAZİK BOYAMA (MAVİ)

Bazik sadece çözgülü örme üzerindeki karbonların altındaki yapıştırıcıyı boyadığı gözlemlenmiştir. Fakat tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş üzerindeki yapıştırıcıyı kirlettiği görülmüştür.

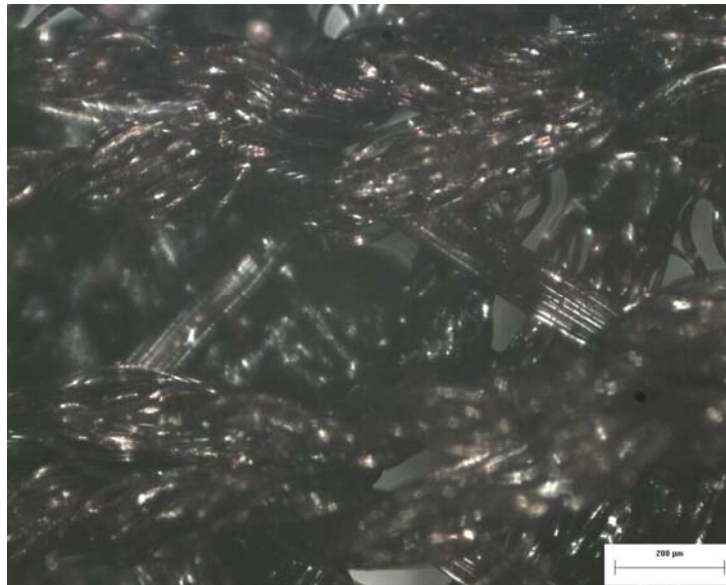
REAKTİF BOYAMA

Reaktif lifleri boyamadığı, tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş üzerindeki yapıştırıcıyı hafif boyadığı, Çözgülü örmedeki yapıştırıcıyı kirlettiği gözlemlenmiştir.

Aşağıdaki **şekil VI.1** den **şekil VI.8'** e kadar dispers boyarmaddeyle boyanmış çözgülü örme, karbonlu ve tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş numuneler birbirinden ayrılarak fotoğrafları çekilerek farklılıklar gözlenmiştir.



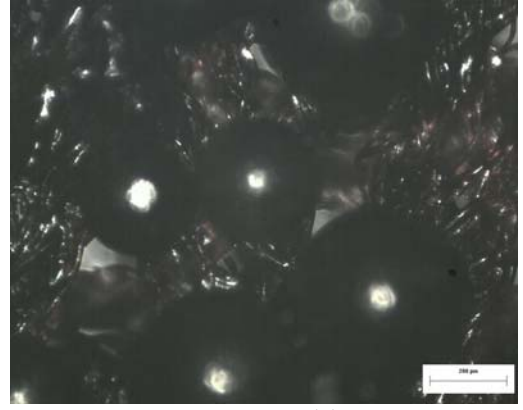
(a) (b)
Şekil VI.1:(a), (b) Dispers Boyarmaddelerle Boyanmış Çözgülü Örme Numunelerin Fotoğrafları



Şekil VI. 2: Dispers Boyarmaddelerle Boyanmış Çözgülü Örme Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Çözgülü Örme Yönünden Numune Fotoğrafları

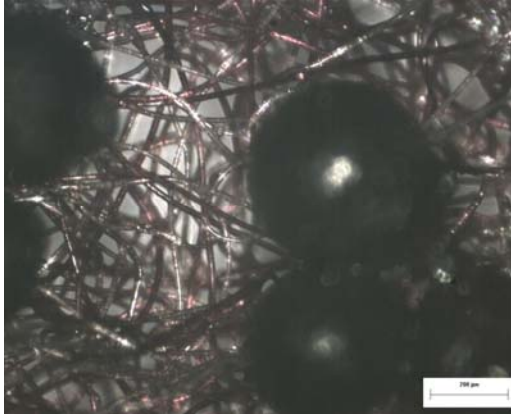


(a)

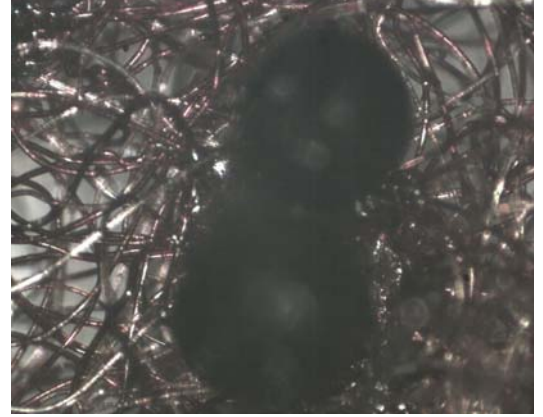


(b)

Şekil VI. 3: (a),(b) Dispers Boyarmaddelerle Boyanmış Çözümlü Örme Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafi

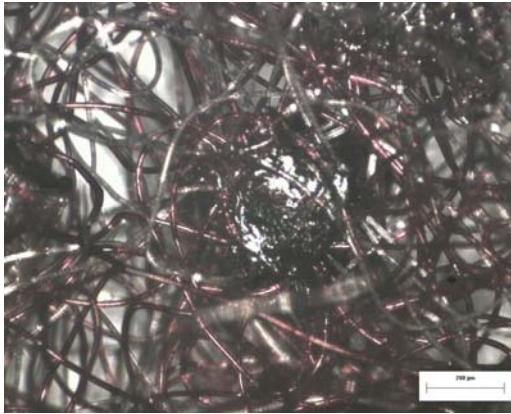


(a)

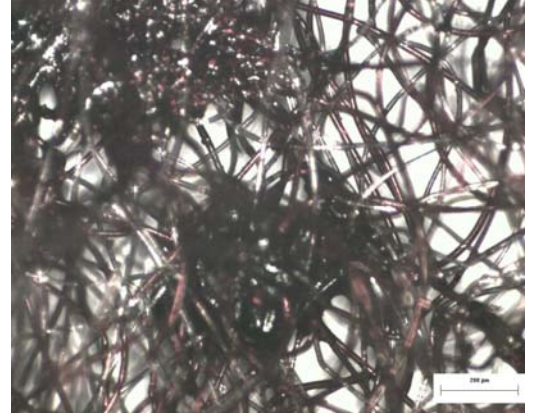


(b)

Şekil VI. 4: (a),(b) Dispers Boyarmaddelerle Boyanmış Elle Ayrılmış Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafi

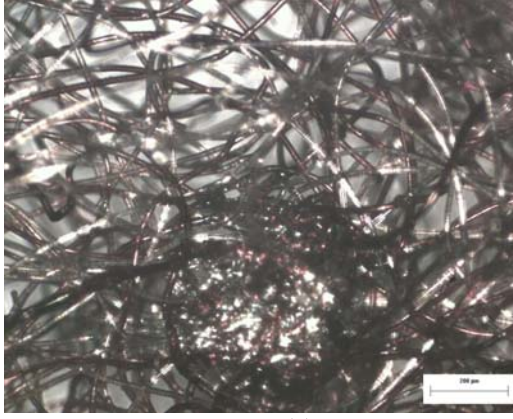


(a)

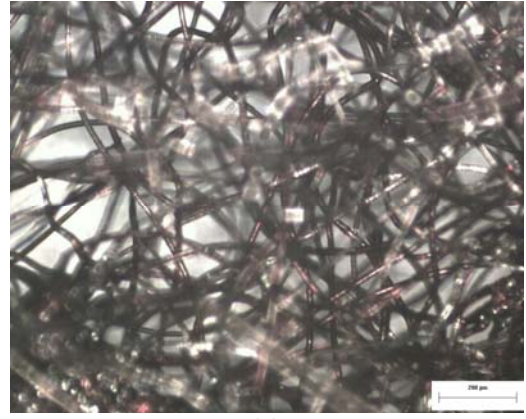


(b)

Şekil VI. 5: (a),(b) Dispers Boyarmaddelerle Boyanmış Elle Ayrılmış Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yapısının Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yönünden Numune Fotoğrafi

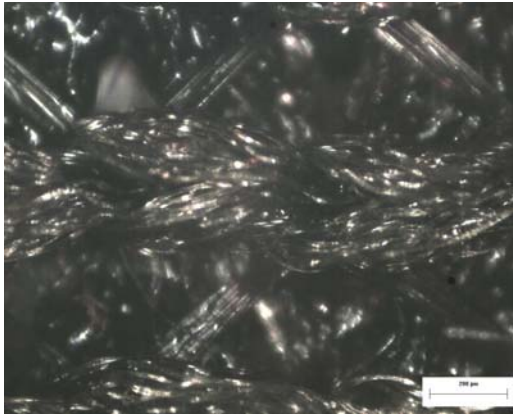


(a)

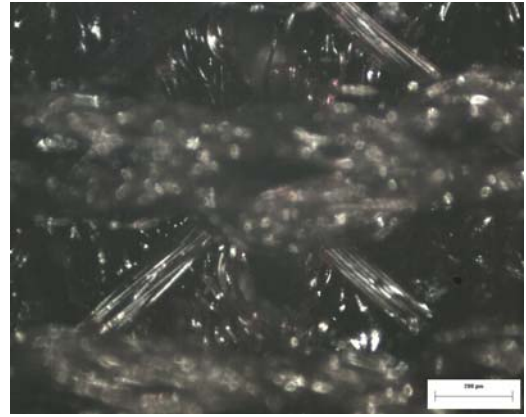


(b)

Şekil VI.6: (a),(b) Dispers Boyarmaddelerle Boyanmış Diklor Metanla Ayrılmış Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yapısının Numune Fotoğrafi

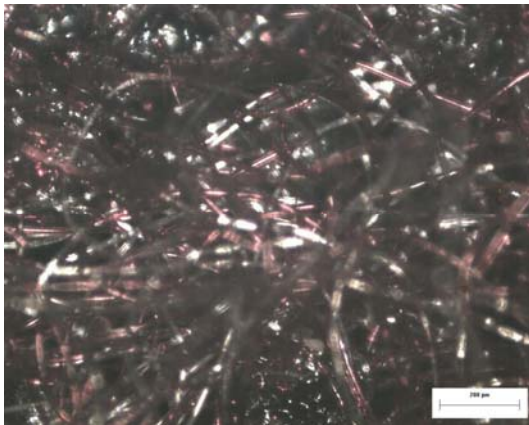


(a)

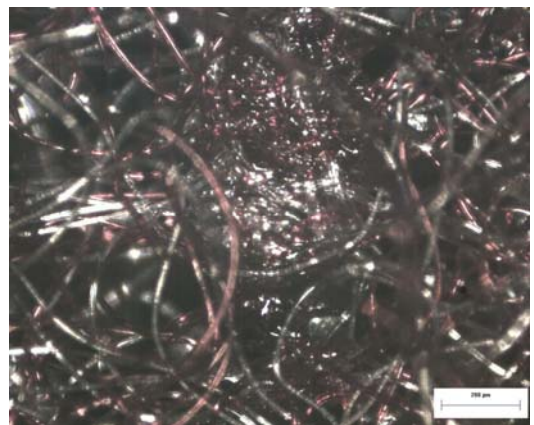


(b)

Şekil VI.7: (a),(b) Dispers Boyarmaddelerle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının Çözümlü Örme Yönünden Numune Fotoğrafi



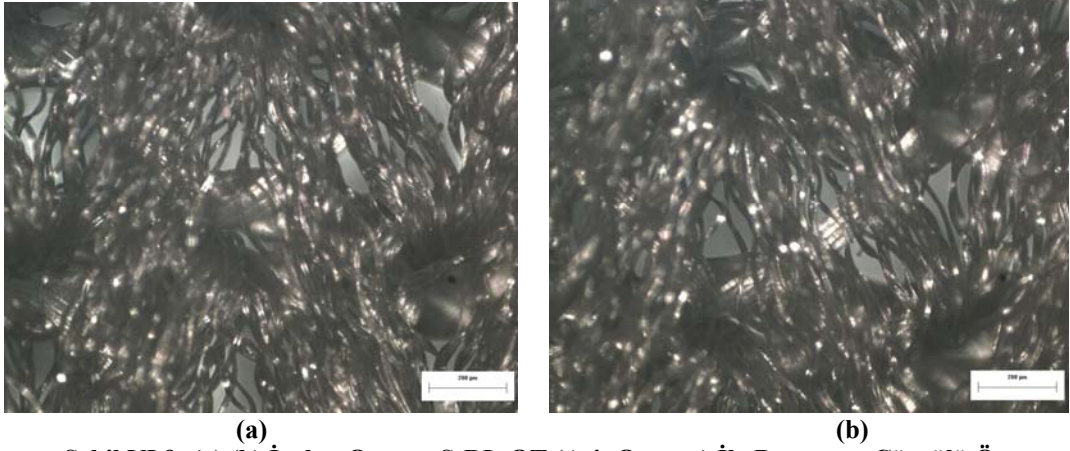
(a)



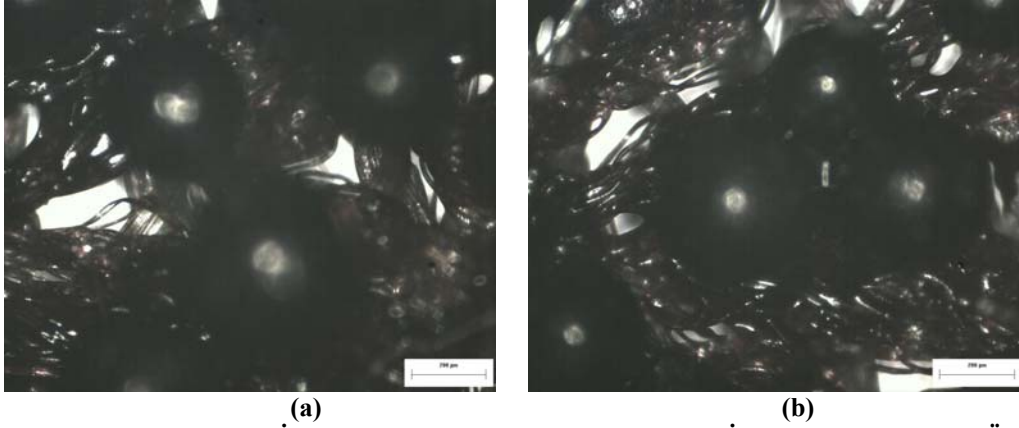
(b)

Şekil VI.8: (a),(b) Dispers Boyarmaddelerle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yönünden Numune Fotoğrafi

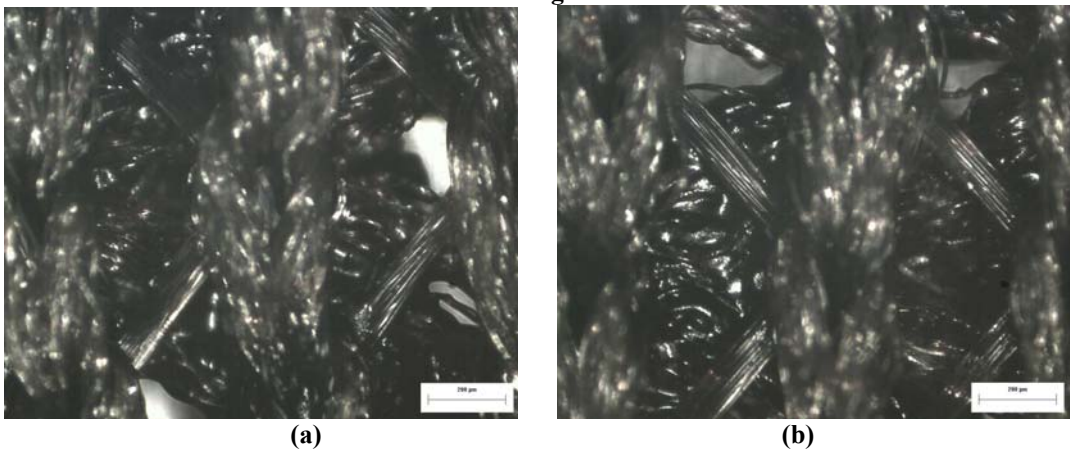
Şekil VI. 9-16'ya kadar İzolan Asit Orange boyarmaddeyle boyanmış çözgüğü örme, karbonlu ve tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş numuneleri birbirinden ayrılarak fotoğrafları çekilerek farklılıklar gözlenmiştir.



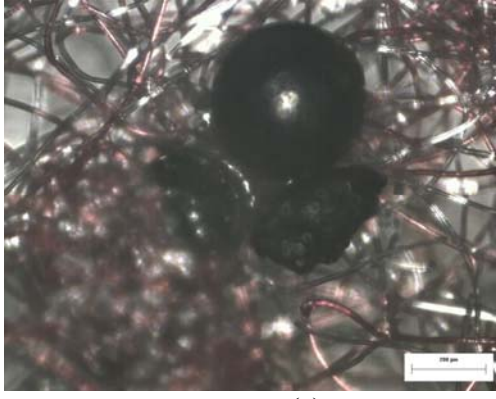
Şekil VI.9: (a),(b) İzolan Orange S-RL-OT (Asit Orange) İle Boyanmış Çözgüğü Örme Numunelerin Fotoğrafları



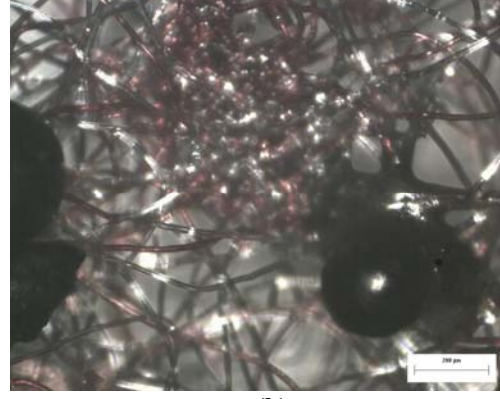
Şekil VI.10: (a),(b) İzolan Orange S-RL-OT (Asit Orange) İle Boyanmış Çözgüğü Örme Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafi



Şekil VI.11: (a),(b) İzolan Orange S-RL-OT (Asit Orange) İle Boyanmış Çözgüğü Örme Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Çözgüğü Örme Yönünden Numune Fotoğrafi

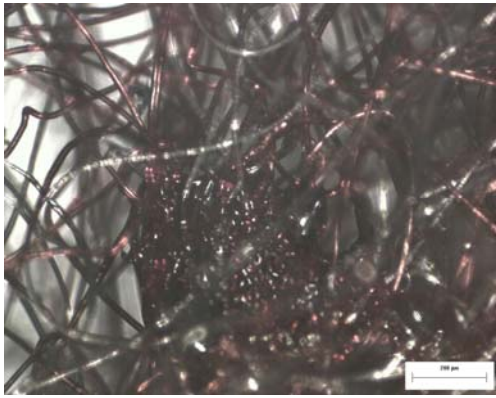


(a)

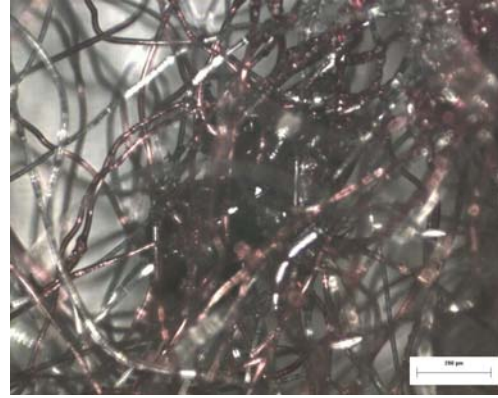


(b)

Şekil VI.12: (a),(b) İzolan Orange S-RL-OT (Asit Orange) İle Boyanmış Elle Ayrılmış Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları

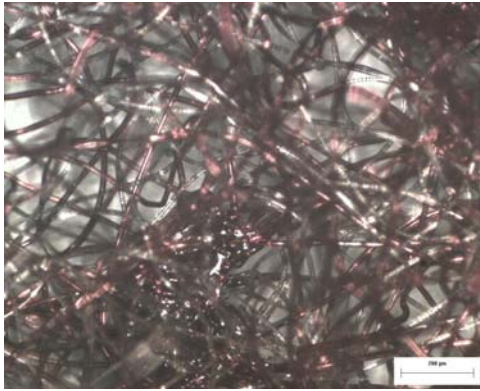


(a)

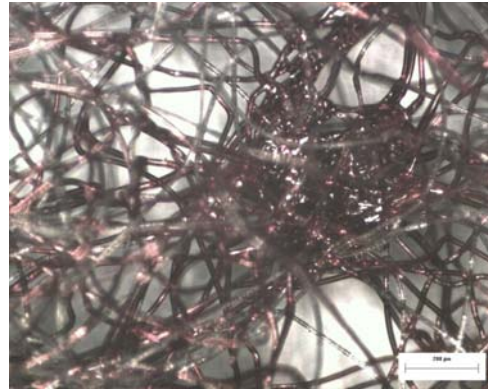


(b)

Şekil VI.13: (a),(b) İzolan Orange S-RL-OT (Asit Orange) İle Boyanmış Elle Ayrılmış Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yapısının Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yönünden Numune Fotoğrafları

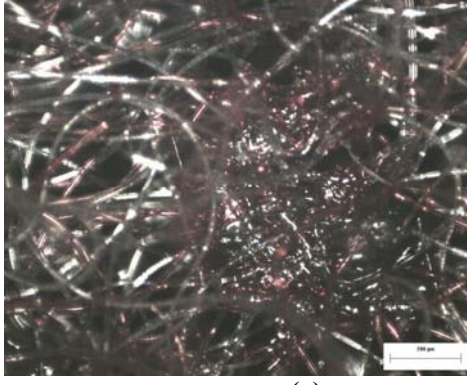


(a)

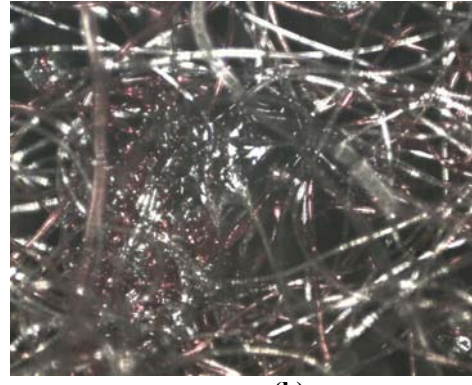


(b)

Şekil VI.14: (a),(b) İzolan Orange S-RL-OT (Asit Orange) İle Boyanmış Diklor Metanla Ayrılmış Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yapısının Numune Fotoğrafları

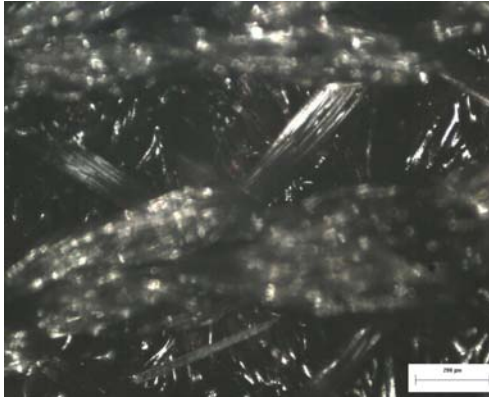


(a)

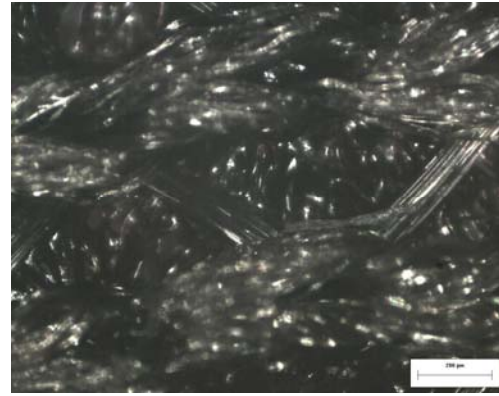


(b)

Şekil VI.15: (a),(b) İzolan Orange S-RL-OT (Asit Orange) İle Boyanmış NBC Kumaşların Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yönünden Numune Fotoğrafları



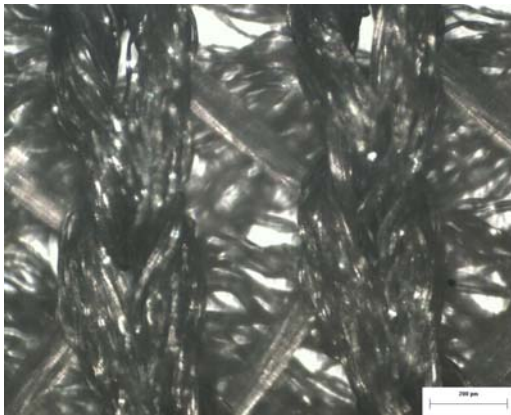
(a)



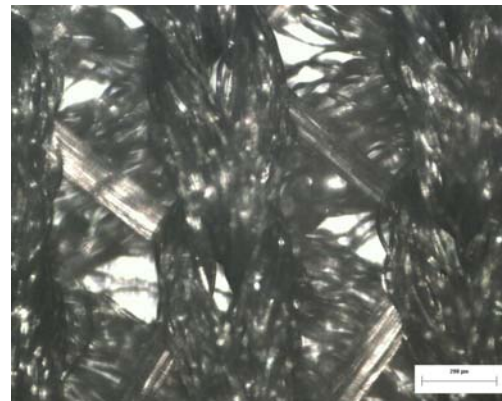
(b)

Şekil VI.16: (a),(b) İzolan Orange S-RL-OT (Asit Orange) İle Boyanmış NBC Kumaşların Çözümlü Örme Yönünden Numune Fotoğrafları

Şekil VI.17-24'ya kadar bazik boyarmaddeyle boyanmış çözgümlü örme, karbonlu ve tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş numuneleri birbirinden ayrılarak fotoğrafları çekilerek farklılıklar gözlenmiştir.

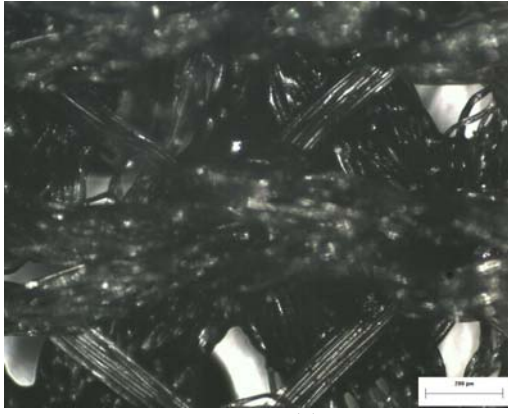


(a)

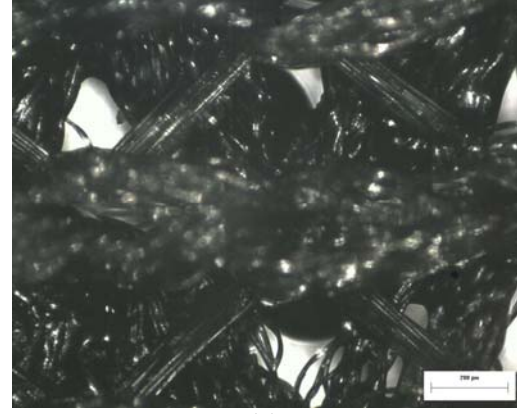


(b)

Şekil VI.17 : (a), (b) Bazik(Mavi) İle Boyanmış Çözümlü Örme Yönünden Numune Fotoğrafları

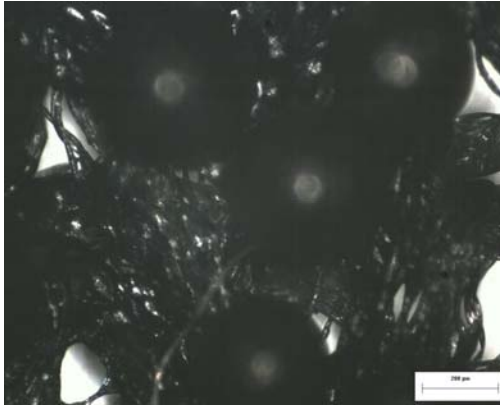


(a)

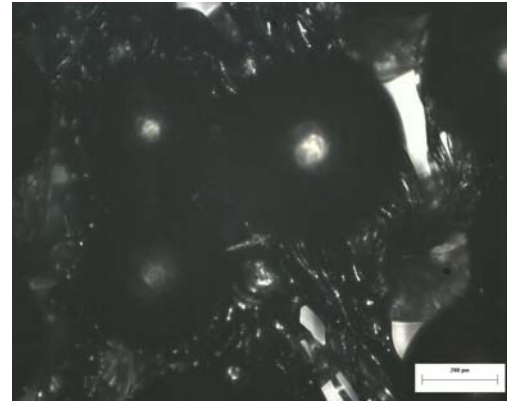


(b)

Şekil VI.18 : (a), (b) Bazik(Mavi) İle Boyanmış Çözümlü Örne Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Çözümlü Örne Yönünden Numune Fotoğrafları

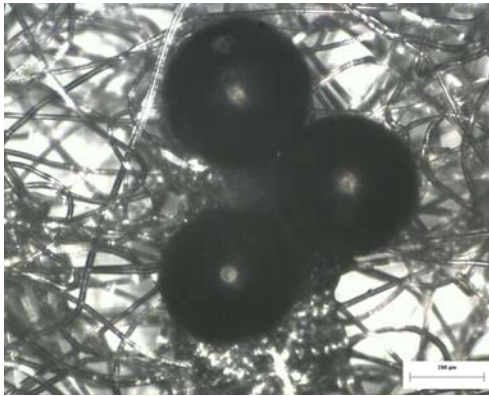


(a)

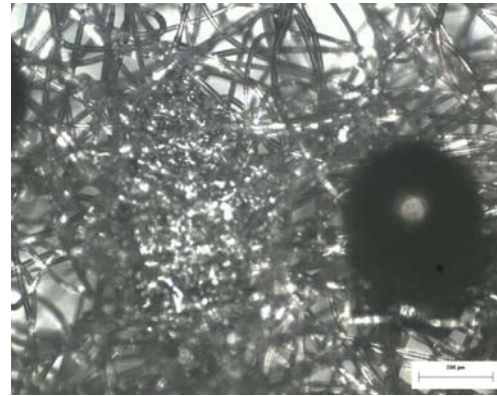


(b)

Şekil VI.19 : (a), (b) Bazik(Mavi) İle Boyanmış Çözümlü Örne Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları

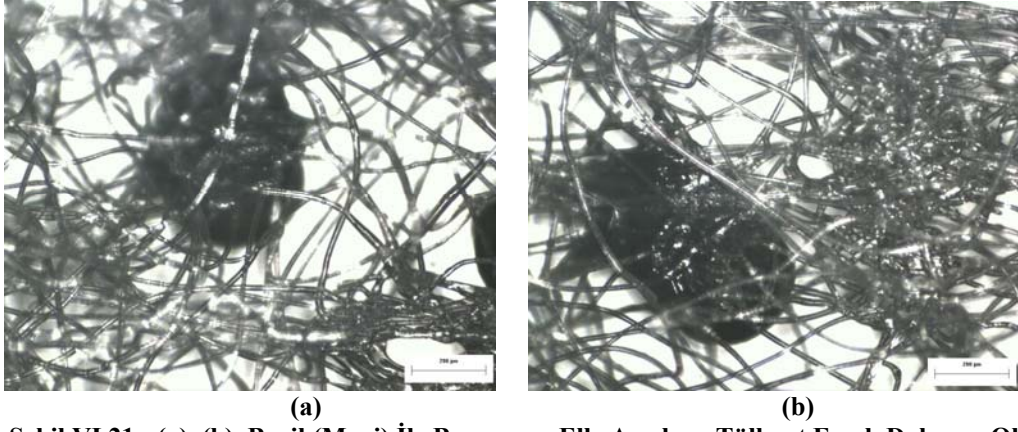


(a)

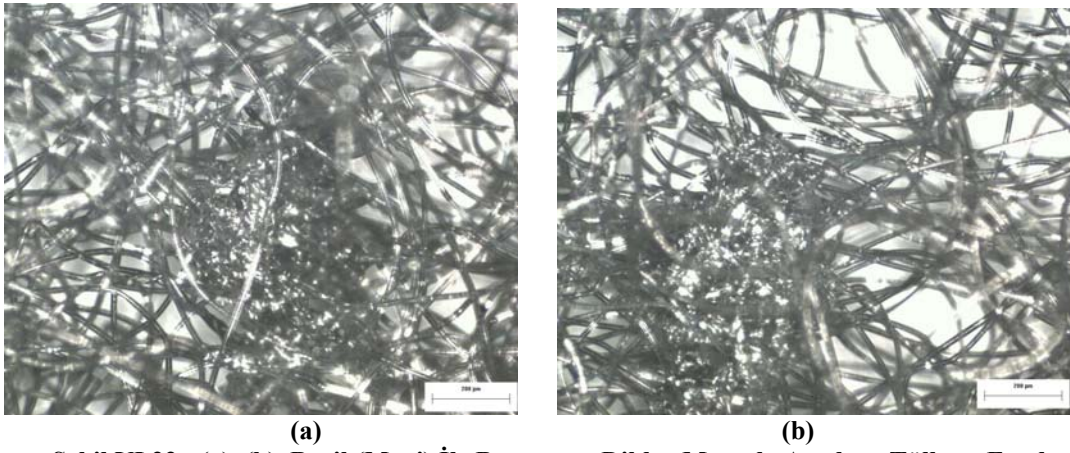


(b)

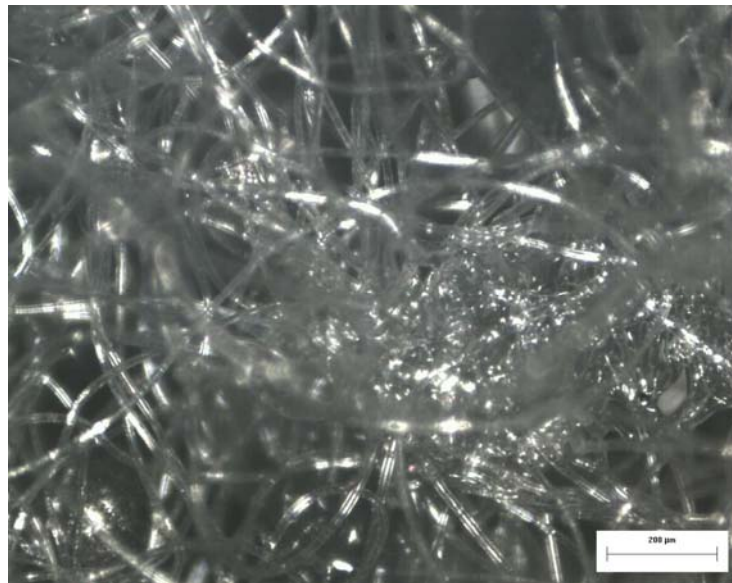
Şekil VI.20 : (a), (b) Bazik(Mavi) İle Boyanmış Elle Ayrılmış Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları



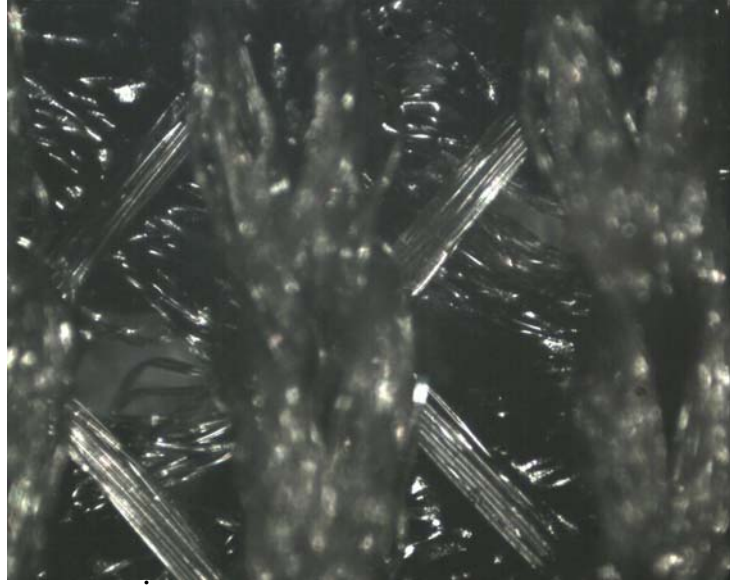
Şekil VI.21 : (a), (b) Bazik(Mavi) İle Boyanmış Elle Ayrılmış Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yapısının Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yönünden Numune Fotoğrafları



Şekil VI.22 : (a), (b) Bazik(Mavi) İle Boyanmış Diklor Metanla Ayrılmış Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yapısının Numune Fotoğrafları

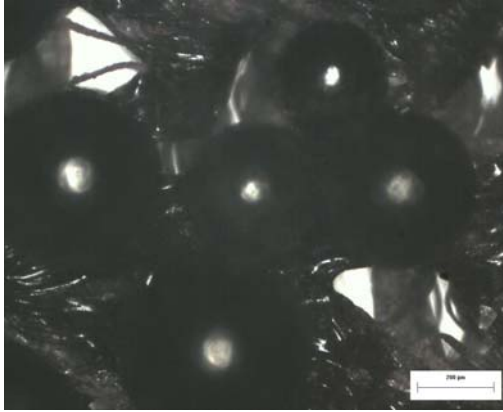


Şekil VI.23 : Bazik(Mavi) İle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yönünden Numune Fotoğrafları

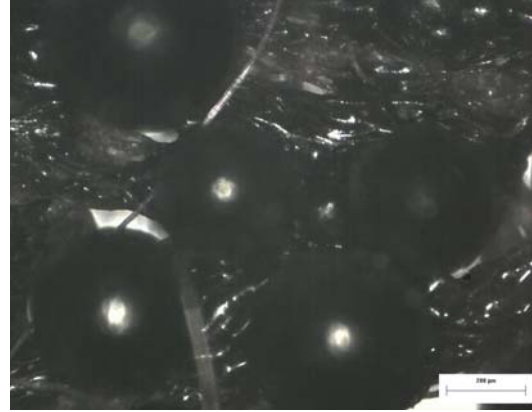


Şekil VI.24 : Bazik(Mavi) İle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları

Şekil VI.25-39'a kadar reaktif kırmızı boyarmaddeyle boyanmış çözgülü örme,karbonlu ve tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş numuneleri birbirinden ayrılarak fotoğrafları çekilerek farklılıklar gözlenmiştir.

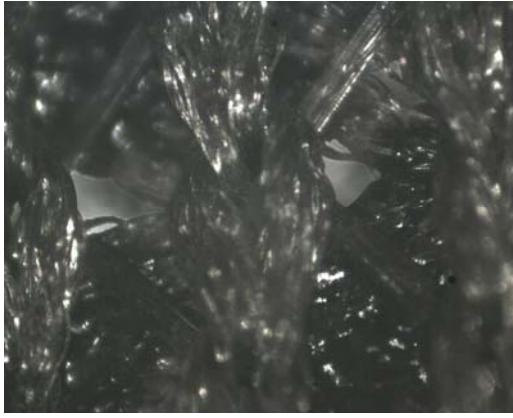


(a)

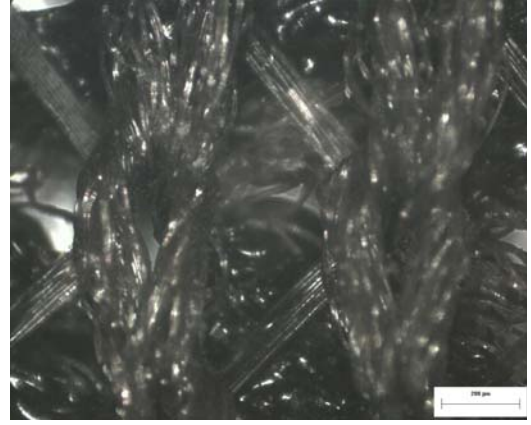


(b)

Şekil VI.25 : (a), (b) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Çözgülü Örme Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları



(a)

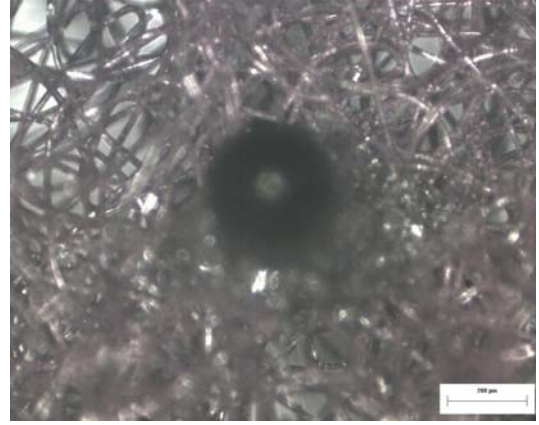


(b)

Şekil VI.26 : (a), (b) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Çözümlü Örmeye Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Çözümlü Örmeye Yönünden Numune Fotoğrafları

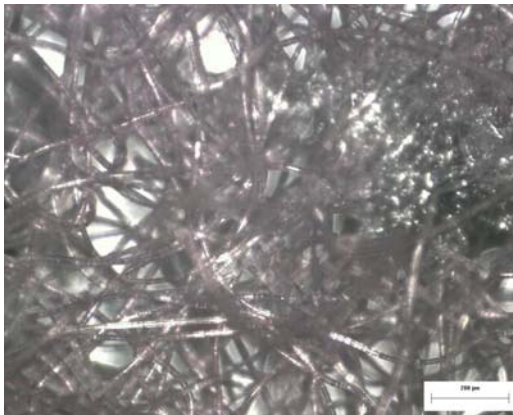


(a)

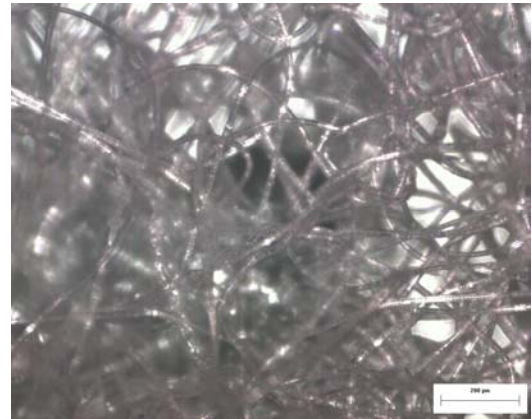


(b)

Şekil VI.27 : (a), (b) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Elle Ayrılmış Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları



(a)

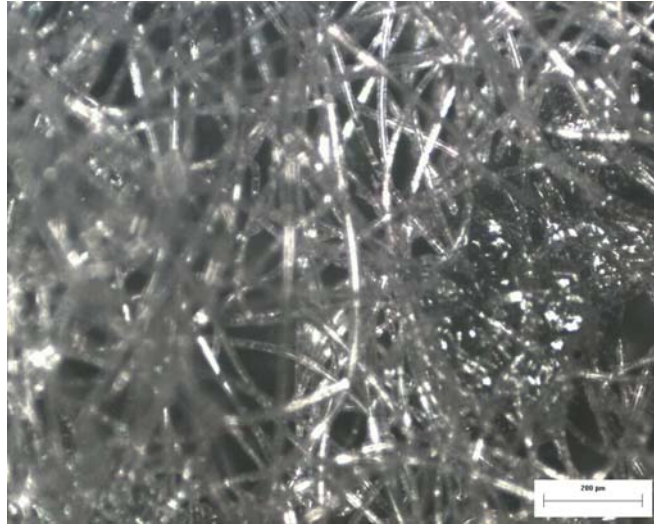


(b)

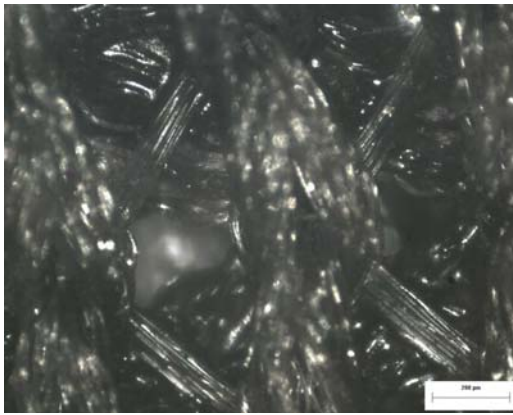
Şekil VI.28 : (a), (b) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Elle Ayrılmış Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yapısının Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yönünden Numune Fotoğrafları



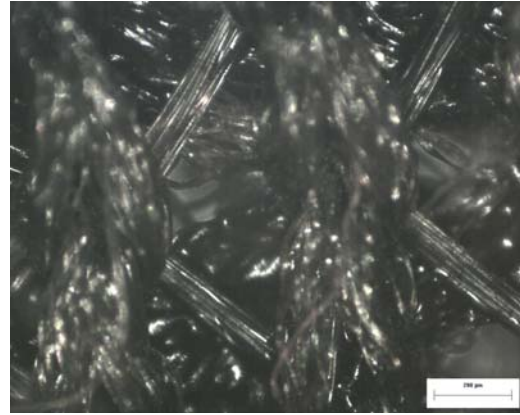
Şekil VI.29 : Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Diklor Metanla Ayrılmış Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yapısının Numune Fotoğrafları



Şekil VI.30 : Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yönünden Numune Fotoğrafları

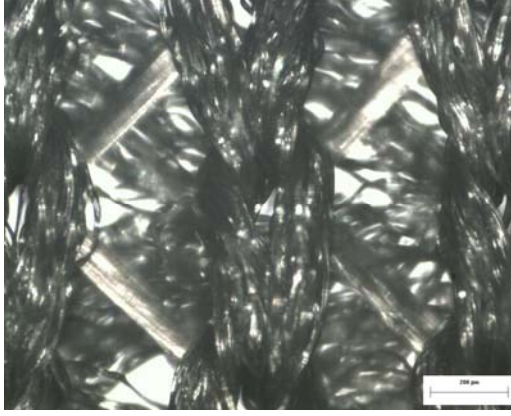


a)

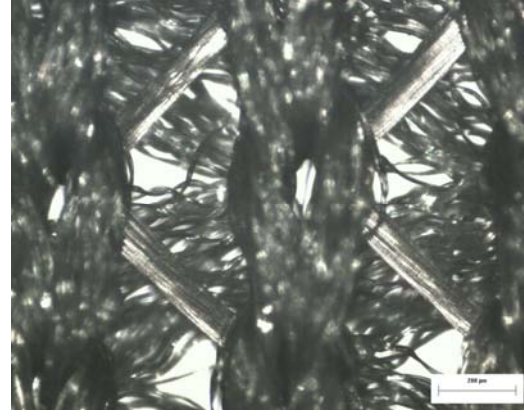


(b)

Şekil VI.31 : (a),(b) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının Çözümlü Örme Yönünden Numune Fotoğrafları



(a)

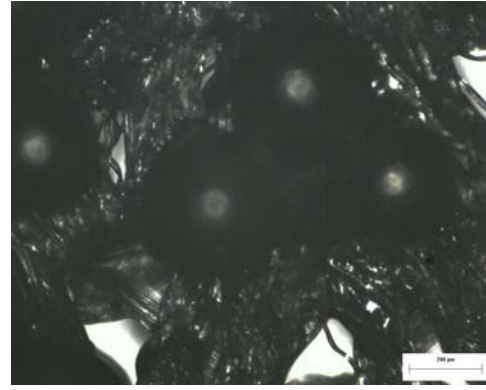


(b)

Şekil VI.32 : (a),(b) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Çözümlü Örm Kumaş Yapısının Numune Fotoğrafları

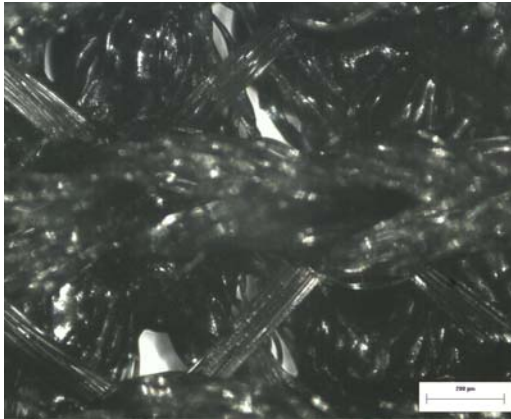


(a)

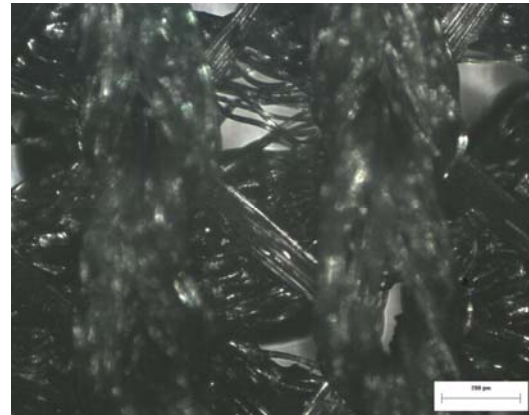


(b)

Şekil VI.33 : (a), (b)) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Çözümlü Örm Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları

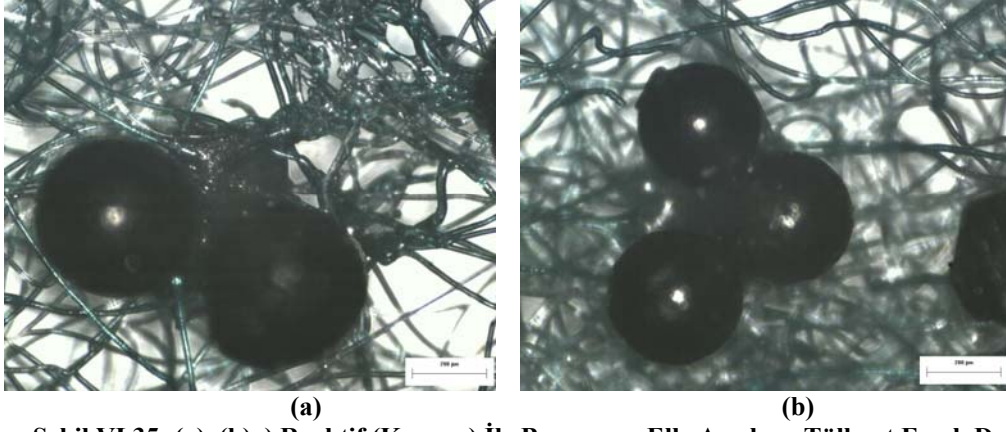


(a)

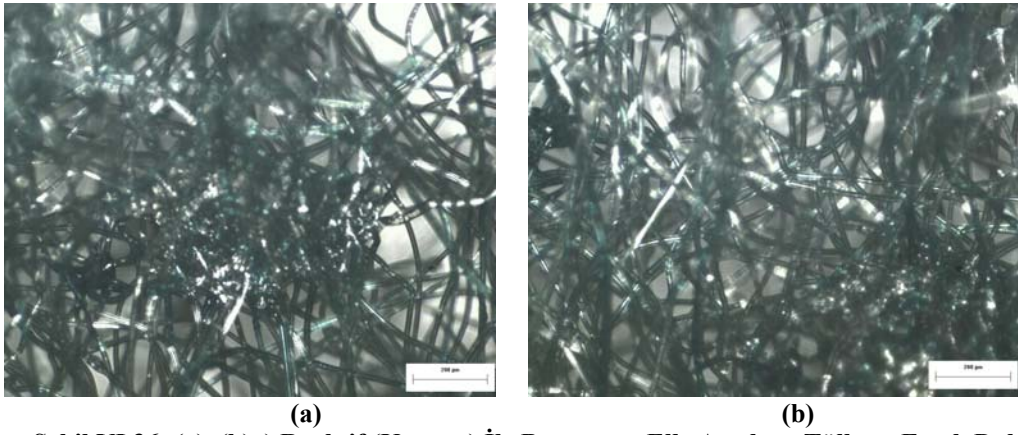


(b)

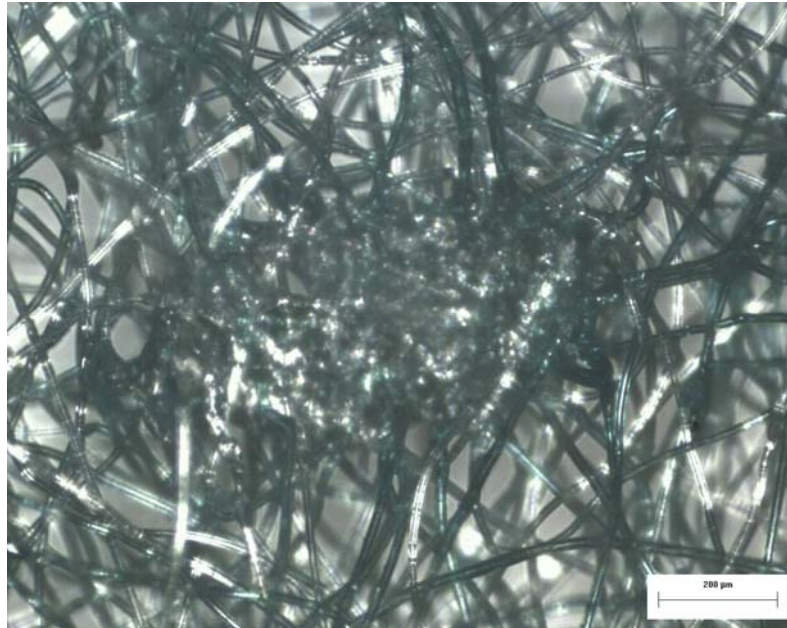
Şekil VI.34 : (a), (b)) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Çözümlü Örm Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Çözümlü Örm Yönünden Numune Fotoğrafları



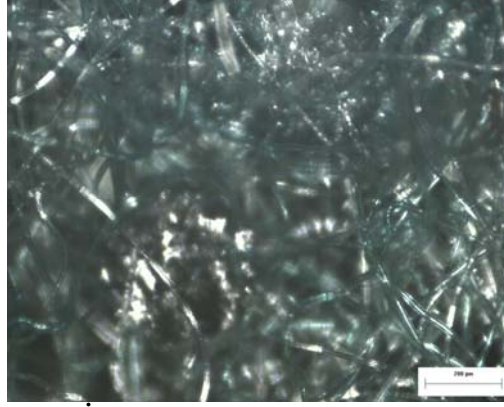
Şekil VI.35: (a), (b)) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Elle Ayrılmış Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları



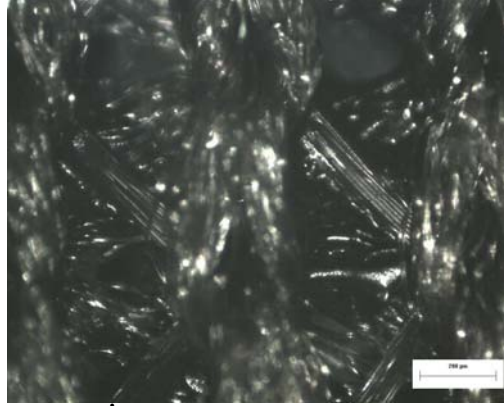
Şekil VI.36: (a), (b)) Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Elle Ayrılmış Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yapısının Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yönünden Numune Fotoğrafları



Şekil VI.37: Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış Diklor Metanla Ayrılmış Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yapısının Numune Fotoğrafları

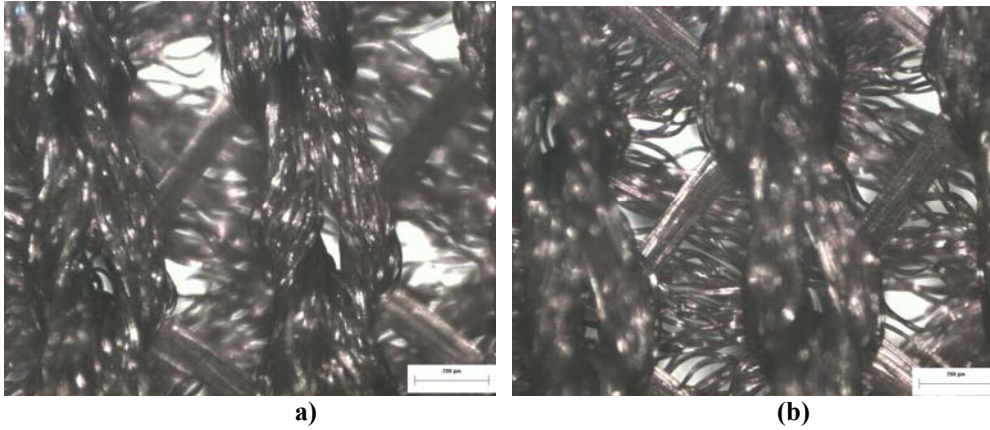


Şekil VI.38: Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yönünden Numune Fotoğrafları

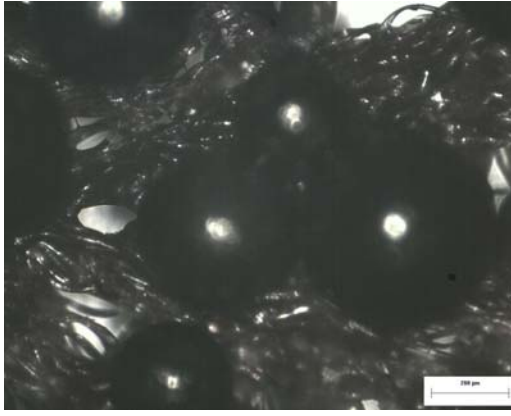


Şekil VI. 39: Reaktif (Kırmızı) İle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları

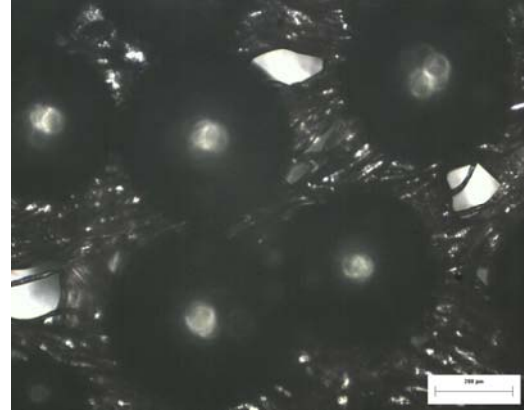
Şekil VI.40-47'ye kadar dispers kırmızı boyarmaddeyle boyanmış çözgülü örme, karbonlu ve tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş numuneleri birbirinden ayrılarak fotoğrafları çekilerek farklılıklar gözlenmiştir.



Şekil VI.40 : (a),(b) Dispers (Kırmızı) İle Boyanmış Çözgülü Örme Kumaş Yapısının Numune Fotoğrafları

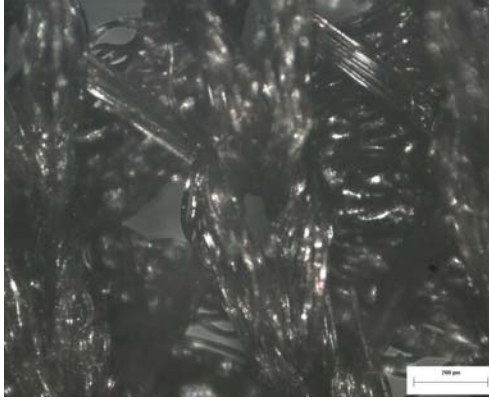


(a)

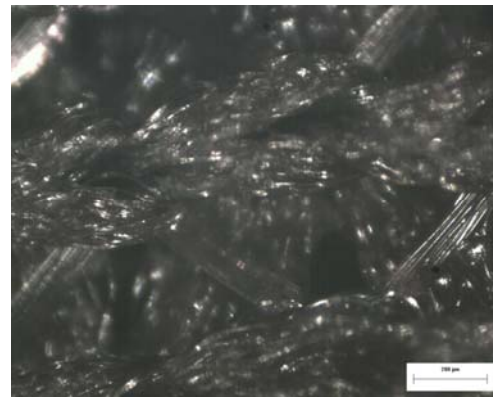


(b)

Şekil VI.41 : (a), (b)) Dispers (Kırmızı) İle Boyanmış Çözümlü Örme Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları

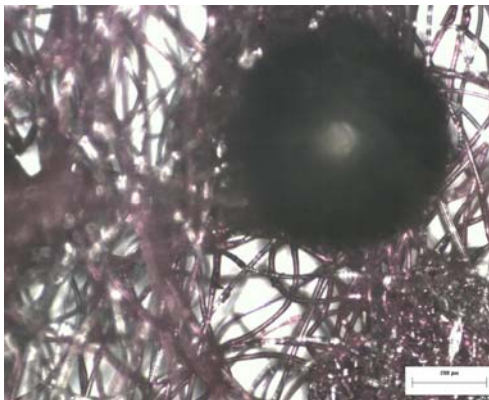


(a)

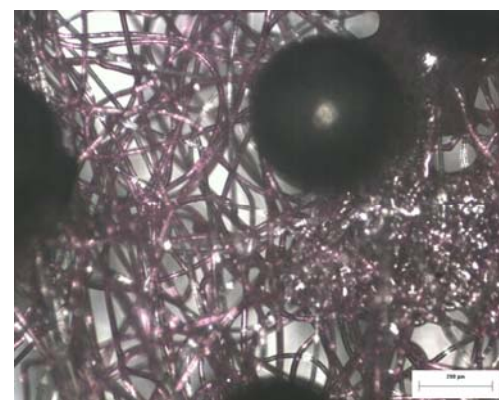


(b)

Şekil VI.42 : (a), (b)) Dispers (Kırmızı) İle Boyanmış Çözümlü Örme Kumaşa Yapıştırılan Karbon Partiküllü Kumaş Yapısının Çözümlü Örme Yönünden Numune Fotoğrafları

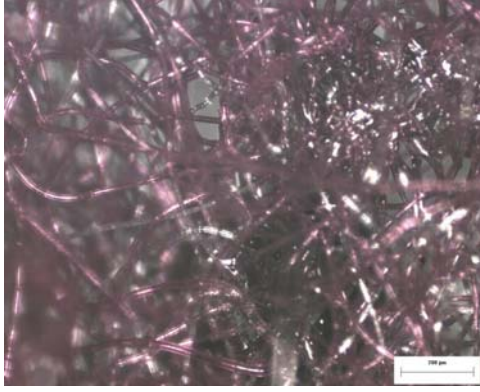


(a)

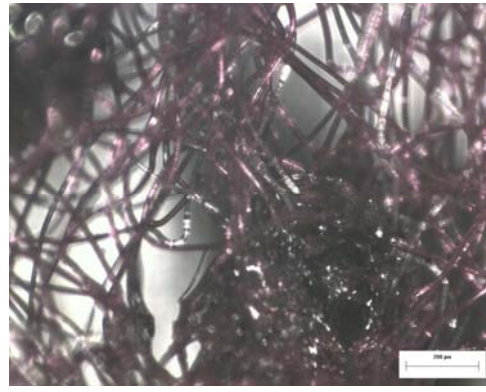


(b)

Şekil VI.43 : (a), (b)) Dispers (Kırmızı) İle Boyanmış Elle Ayrılmış Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yapısının Karbon Yönünden Numune Fotoğrafları

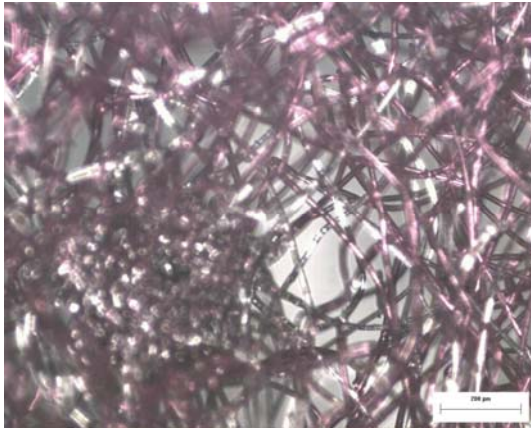


(a)

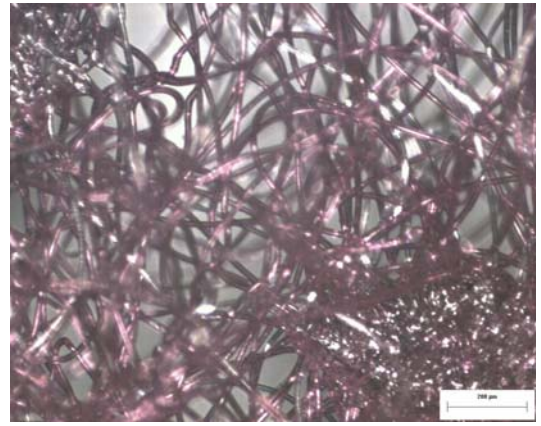


(b)

Şekil VI.44 : (a), (b) Dispers (Kırmızı) İle Boyanmış Elle Ayrılmış Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yapısının Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yönünden Numune Fotoğrafları

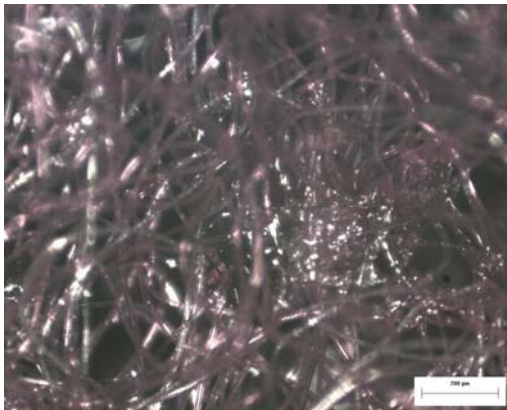


(a)

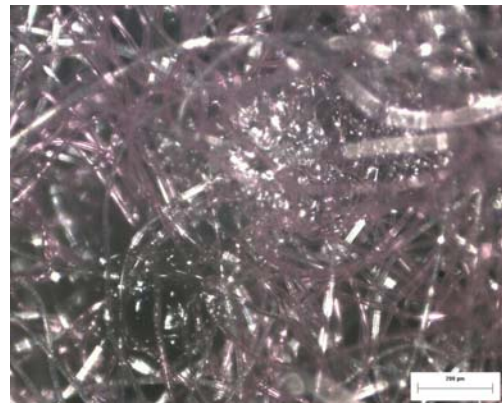


(b)

Şekil VI.45 : (a),(b) Dispers (Kırmızı) İle Boyanmış Diklor Metanla Ayrılmış Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yapısının Numune Fotoğrafları

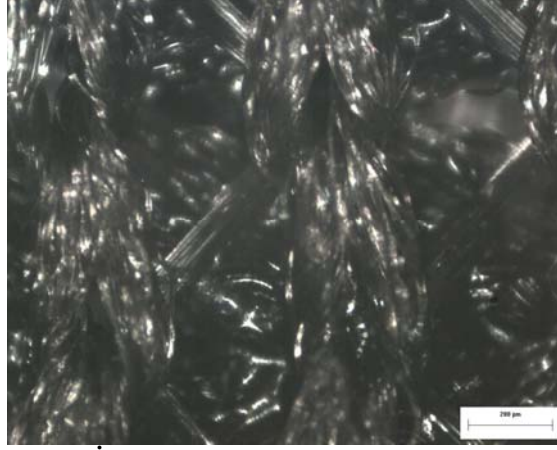


(a)

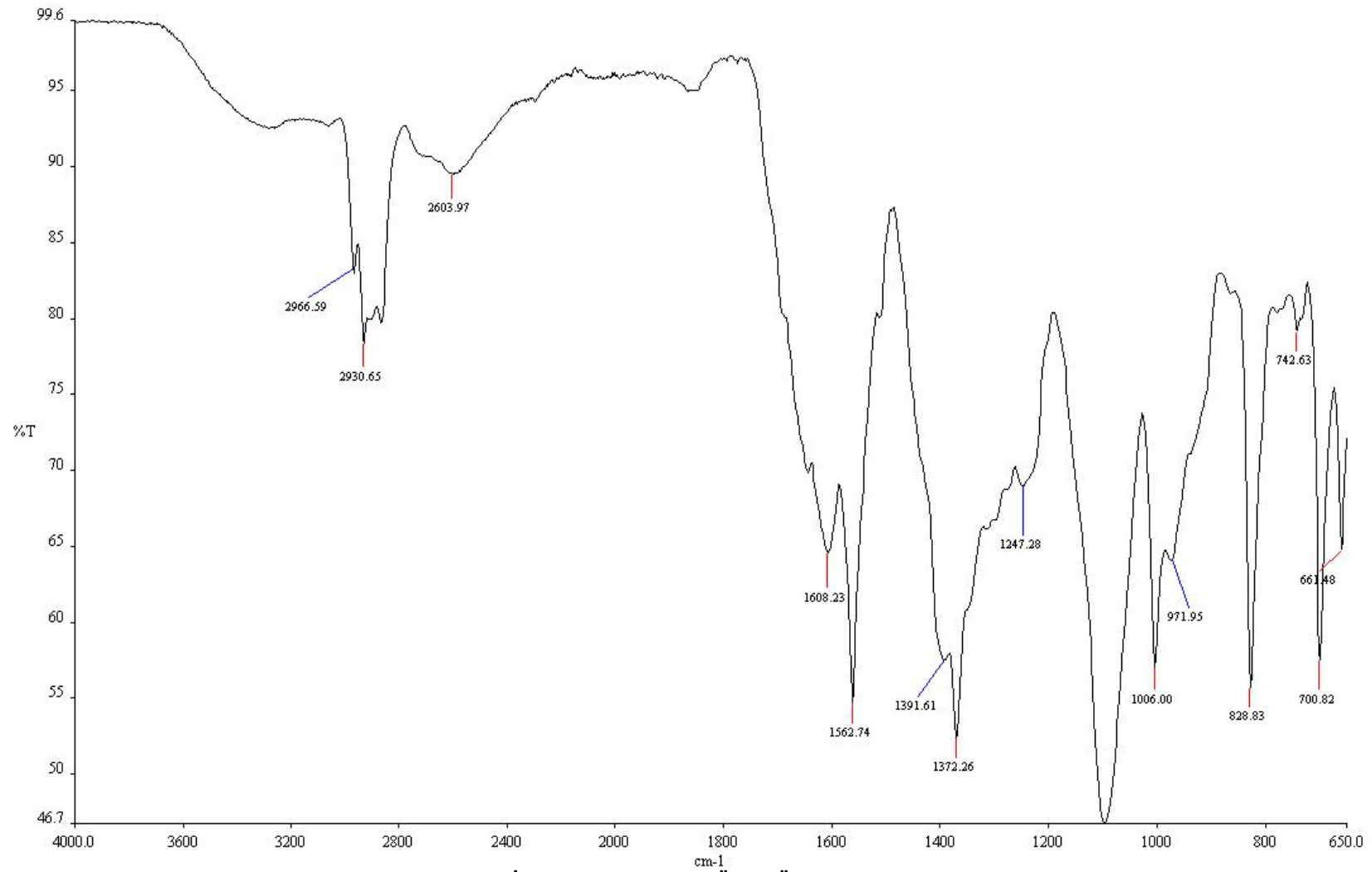


(b)

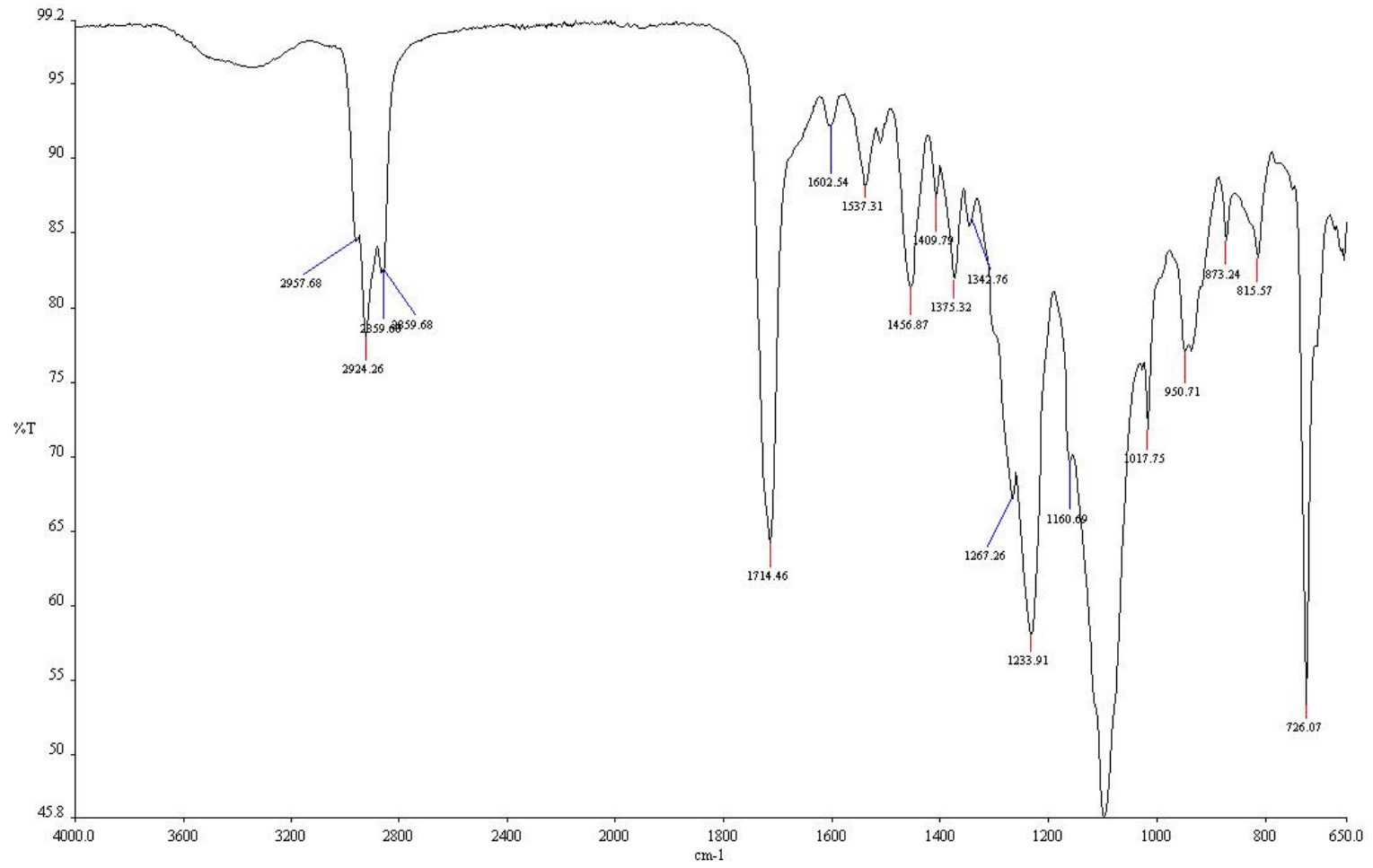
Şekil VI.46 : (a),(b) Dispers (Kırmızı) İle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının Tülbent Esaslı Dokuma Olmayan Kumaş Yönünden Numune Fotoğrafları



Şekil VI.47: Dispers (Kırmızı) İle Boyanmış NBC Kumaş Yapısının Çözümlü Örme Yönünden Numune Fotoğrafları



Şekil VI.48:Alkollü KOH İle Çözünen Çözümlü Örme Üzerindeki Çözünen Yapıştırıcılar



Şekil VI.49 Diklor Metanla Çözünen Nonwoven Üzerindeki Yapıştırıcılar

VI.3. FTIR SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ekstraksiyon yöntemiyle diklor metanla çözünen tülbent esaslı dokuma olmayan kumaş üzerindeki yapıştırıcılar ile Alkollü KOH ile çözünen örgülü örme üzerindeki yapıştırıcılar ayrılarak FTIR’da incelenmiştir. Şekil VI.48 ve Şekil VI.49’da FTIR sonuçları verilmektedir. Bu sonuçlara göre iki farklı yapıştırıcının kullanılabileceği söylenebilir.

FTIR’dan çıkan sonuçların analizinde polietilenterefitalat, polivinilalkol, polietilen oksit, polibütlen terefitalat ve polisikloheksan dimetilen terefitalat türünde polimer yapıştırıcıların kullanılabileceği düşünülmektedir.

VI.4. GENEL DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada koruma amaçlı ve özellikle nükleer, biyolojik ve kimyasal teknik tekstillerin karmaşık olan üretimleri üzerine çalışılmıştır. Aslında bu kumaşlar NBC kumaşları olarak adlandırılmasına rağmen sadece biyolojik ve kimyasal korunum amaçlı üretilmektedir. Bu tezin deneysel kısmında hâlihazırda üretilen bu tür farklı kumaşların farklı katmanlarının özellikleri incelenerek daha sonra farklı alternatif uygulama örnekleri üzerinde durulmuştur. Sonuç olarak ta bu çalışmada, biyolojik ve kimyasal korunum amaçlı kumaşların üretilmesi için gerekli olan farklı alternatifler ile bu alternatifler için ön sonuçlar verilmiştir. Fakat gerekli laboratuvar altyapısının ve laboratuvar cihazların kurulması halinde bu tür koruyucu kumaşların çok daha farklı alternatifler, katmanlar ve farklı üretim yöntemleri ile üretilbileceği düşünülmektedir. Şu anda üretilen kumaş katmanlarının alternatifi üretim yöntemleri ile elde edilecek kumaşların da biyolojik ve kimyasal korunum amaçlı teknik tekstil ürünlerinde kullanılması ve bu suretle üretilcek ürünlerin denenerek etkilerinin ölçülmesi gelecekte yapılacak çalışmalar için önerilebilir. Bunun yanında farklı polimer yapıştırıcı kullanımı ve etkilerinin ölçümü de bundan sonra yapılacak çalışmalar için bu konunun incelenmesi gereken diğer kısımlardandır. Daha sonraki çalışmalar için bir diğer önemli öneride çalışmanın nükleer korunum üzerine araştırmanın geliştirilmesidir. Bu çalışmanın bundan sonra yapılacak çalışmalara alt yapı oluşturması ve özellikle yeni farklı üretim yöntemleri, kumaş katmanları ve polimerler ile nükleer korumayı da içererek üretilmesi üzerine çalışılması, tekstil bilimine ve tekstil sektörüne faydalı olmasını diliyorum.

KAYNAKLAR

Kitaplar:

- [1] Kılıç, E; Köseoğlu, F; Yılmaz,H; ‘Enstrümantal Analiz İlkeleri’ Ankara Bilim Yayıncılık,Ankara, Temmuz 1997
- [2] Edited by Raheel, M; ‘Protective Clothing Systems’ University of Illinois at Urbana-Champaign Urbana,İllinois 1994
- [3] Özen,M.S; ‘ The Nonwoven Fabrics Handbook’ ,Inda Association of the Nonwoven Fabrics Industry,İstanbul,Türkiye,Tercüme,2000
- [4] Horrocks, A.R. ; Anand, S.C. : “Teknik Tekstiller El Kitabı”, Türk Tekstil Vakfı, İstanbul, Türkiye, (2003). syf:464-495
- [5] Raz, S.: “ The Karl Mayer Guide to Technical Textiles”, Karl Mayer Textilmaschinen Fabric GmbH, Obertshausen, Germany (2000) 7, 18-26.(7)
- [6] Kaya,F; ‘Yapıştırıcılar’ Birsen Yayınevi, İstanbul 2004
- [7] İnanıcı,Y.; ‘ Kimyasal Testler Kitabı’ İstanbul, Şubat 1997
- [8] Adanur, S.: “Handbook of Weaving”, Technomic Publishing Company Inc,2001

Makaleler:

- [9] Ökem,T.; ‘ Koruyucu Giysiler’,Tekstil Teknik Dergisi,İstanbul,Türkiye,Şubat,167,1999
- [10] Cireli,A; ‘Isıya ve Aleve Dayanıklı Koruyucu Giysiler’ ,Tekstil Teknik Dergisi,İstanbul,Türkiye,Aralık,181-183,2000
- [11] Cireli,A; Öneş,M.; ‘Koruyucu Giysilerde Termal,Biyolojik,Fiziksel,Kimyasal Test Yöntemleri ve Değerlendirmeleri’,Tekstil teknik Dergisi,İstanbul,Türkiye,Ağustos,160-161,2000
- [12] Cireli,A.; Sarıışık,M.; ‘ Koruyucu Giysilerde Termal,Biyolojik,Fiziksel,Kimyasal Test Yöntemleri ve Değerlendirmeleri’ , Tekstil Teknik Dergisi,İstanbul,Türkiye,Temmuz,122-126,2000
- [13] Cireli,İ.; ‘Tekstil materyallerinin Ultraviyole Işımlarına karşı Koruyuculuğu’ Tekstil Maraton Dergisi,İstanbul,Türkiye Mayıs-Haziran 72-74, 3/2003
- [14] Kayatürk,N.; ‘Florokarbon Esaslı Su,Yağ ve Kir İtici Apre Uygulamaları’,Tekstil Maraton Dergisi,İstanbul,Türkiye,Mayıs-Haziran 61-62 3/2003
- [15] Mall,H.; ‘Radyasyon Tehlikesinden Koruyan Kumaşlar’,Tekstil Maraton Dergisi,İstanbul,Türkiye,Temmuz-Ağustos 6-8 4/2000
- [16] Haase,J.; Fuchs,H.; ‘ Isısal ve elektriksel rizikolara karşı yeni koruyucu giysilere genel bakış’ Melland Türkiye Sayısı,İstanbul,Türkiye,172-174, 1999-3
- [17] A.I.Stocks “Ölçüm Cihazları ile Koruyucu Giysilerin Testleri” Tekstil&Teknik Ocak 1992 (syf:62-64)
- [18] Slapak, M.J.; ‘Isıdan koruyan giyecekler için PBI elyafı’Tekstil Teknik Dergisi,Ağustos 1991,
- [19] Böhringer, B.;Schinding, G.;Schön, U.; “Ultraviyole (UV) Işımlarından Koruyan Tekstiller” Melland Türkiye Sayısı 1998-2 (syf:133-136)
- [20] Özen,M.S.; ‘Outlast Isı Düzenleme Teknolojisi’Tekstil Teknoloji Dergisi,İstanbul,Türkiye, 128-139, Ekim 2002

- [21] Özen,M.S.; ‘ Nonwoven Prosesinde Isıyla Doku Bağlama Tekniği’ Tekstil Teknik Dergisi,İstanbul,Türkiye,212-219,Haziran 2005

Tez:

- [22] Özen,M.S.; ‘ Poliester Esaslı Nonwoven Kumaşların Isı Geçirgenliğinin incelenmesi’,Yüksek Lisans tezi,İstanbul,Türkiye,2001
- [23] Emek,A.; ‘Teknik Tekstiller Dünya Pazarı,Türkiye’nin Üretim ve İhraç İmkanları Uzmanlık Tezi,Ankara,Türkiye, 2004
- [24] Tercan, M. : “Bazı Çözümlü Örmek Kumaşların Boyutsal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma”, *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye, (1992) 2,5-6,10-15.(5)
- [25] Çalışkan, B. : “Örmek Esaslı Teknik Tekstiller”, *Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, İstanbul, Türkiye, (2000) 3-4, 13-16.(6)
- [26] Budun, S. ; Akşun, C.C. ; Ecemiş, H. : “Çözümlü Örmek Teknolojisi”, *Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, İstanbul, Türkiye, (2003) 2-5, 23-25.(3)
- [27] Aydın,Z.; ‘Son Yıllarda Önem Kazanan Koruyucu Giysi Yapımına Yönelik Çalışmaların Araştırılması’Tez,Bursa,Türkiye,1999

Bildiriler:

- [28] Toprakkaya,D.; ‘ Balistik Koruma Amaçlı Tekstiller’,LEMAS 2000,İstanbul,Türkiye,2000
- [29] Kaloğlu,F.; ‘ Koruyucu Giyim’ LEMAS 2000,İstanbul,Türkiye,2000
- [30] CİRELİ,A; KUTLU,B; ‘Isıya Dayanıklı Koruyucu Giysilerde Isı Geçirgenliğinin Önemi ve Değerlendirilmesi’ D.E.Ü.Müh.Fak.Tekstil Müh.Böl., Levazım Maliye Sempozyumu 16-17 Kasım 2000 Levazım-Maliye Okulu ve Eğitim Merkezi Komutanlığı Küçükalyalı/İstanbul
- [31] Altun,M; Hexels,G; ‘Hydro Kumaşlar,Outlast Kumaşlar ve Laminasyonlu Kumaşların Askeri Amaçlı Kullanımı’ Texplorer GmbH Levazım Maliye Sempozyumu 16-17 Kasım 2000 Levazım-Maliye Okulu ve Eğitim Merkezi Komutanlığı Küçükalyalı/İstanbul
- [32] Öner,E; Muştı,F; ‘UV Işınlardan Koruyucu Özellikteki Tekstil Materyalleri’Marmara Üniversitesi Levazım Maliye Sempozyumu 16-17 Kasım 2000 Levazım-Maliye Okulu ve Eğitim Merkezi Komutanlığı Küçükalyalı/İstanbul
- [33] Önder,E; ‘21.Yüzyılda Savaş Üniformalarında Beklenen Gelişmeler’İTÜ Makine Fak.Tekstil Müh.Bölümü Levazım Maliye Sempozyumu 16-17 Kasım 2000 Levazım-Maliye Okulu ve Eğitim Merkezi Komutanlığı Küçükalyalı/İstanbul

Elektronik Yayınlar:

- [34] www.davidrigbyassociates.com (Erişim tarihi Ocak 2005)
- [35] www.kimyaevi.org/merak/aktif.asp (Erişim tarihi Ocak 2005)
- [36] www.aktifkarbon.com (Erişim tarihi Ocak 2005)
- [37] www.ads.com.tr/safety/tr/ym/carbon_t (Erişim tarihi Ocak 2005)
- [38] www.tyvek.com/na/covers/english (Erişim tarihi Ocak 2005)
- [39] www.aorn.org/ssm (Erişim tarihi Ocak 2005)

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Niğde’de doğdu. İlk öğrenimini Niğde’nin Bor ilçesinde tamamladı. 1995 yılında Şehit Nuri Pamir Lise’ sinden mezun oldu. 1996 yılında Marmara Üniversitesi Tekstil Eğitimi bölümüne girdi ve 2000 yılında eğitimini tamamladı.

2002 yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Tekstil Eğitimi Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı, aynı yıl Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisans Eğitimine başladı.