İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKUMA KUMAŞLARDA SU İTİCİLİK VE BURUŞMAZLIK ÖZELLİKLERİNİN TEK ADIMDA İYİLEŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Göktürk OĞULTÜRK

Anabilim Dalı: Tekstil Mühendisliği

Programı: Tekstil Mühendisliği

HAZİRAN 2008

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKUMA KUMAŞLARDA SU İTİCİLİK VE BURUŞMAZLIK ÖZELLİKLERİNİN TEK ADIMDA İYİLEŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Göktürk OĞULTÜRK
(503051808)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28 Haziran 2008
Tezin Savunulduğu Tarih : 9 Haziran 2008

Tez Danışmanı:	**Doç. Dr. Nevin Ç. GÜRSOY,**
	Yrd. Doç. Dr. Gülay ÖZCAN
Diğer Jüri Üyeleri	**Prof. Dr. Oya ATICI**
	Prof. Dr. Nursen İPEKOĞLU
	Doç. Dr. Nuray UÇAR

HAZİRAN 2008

ÖNSÖZ

Bu tezin oluşmasında desteğini esirgemeyen tez danışmanlarım sayın Doç. Dr. Nevin Ç. GÜRSOY ve Yrd. Doç. Dr. Gülay ÖZCAN'a, bu çalışma boyunca bana destek olan çalışma arkadaşlarıma, ilgi ve sevgilerini hep üzerimde hissettiğim aileme teşekkür ederim.

Dokuma kumaş numunelerin elde edilmesinde; Jale Tuncel şahsında BİLKONT Dış. Tic.ve Tekstil San. A.Ş.' ine, kumaşların bitim işlemine destek veren ve laboratuarlarını bize açan Hüseyin Güler şahsında ÖZTEK Tekstil Terbiye Tesisleri San. ve Tic. A.Ş.' ine, bitim işleminde kullandığımız kimyasallarının temininde Ergin Kahraman şahsında HUNTSMAN Kimyevi Ürünleri San. ve Tic. A.Ş.'ine teşekkürü borç bilirim. Ayrıca, bilimsel araştırma projesi kapsamında tezimi destekleyen İ.T.Ü. B.A.P. birimine ve deneyler sırasında yardımlarını esirgemeyen İTÜ Tekstil Laboratuarı çalışanlarına da teşekkürlerimi sunuyorum.

HAZİRAN, 2008 Göktürk OĞULTÜRK

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR **vi**
TABLO LİSTESİ **vii**
ŞEKİL LİSTESİ **viii**
ÖZET **x**
SUMMARY **xii**

1. GİRİŞ **1**

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI **3**
2.1 Giriş 3
2.1.1 Pamuk Elyafının Özellikleri 3
2.1.1.1 Pamuk Liflerinin Morfolojik Yapısı 3
2.1.1.2 Pamuk Elyafının Fiziksel Özellikleri 4
2.1.1.3 Pamuk Elyafının Kimyasal Özellikleri 4
2.1.2 Poliester Elyafının Özellikleri 7
2.1.2.1 Poliester Elyafının Üretimi 8
2.1.2.2 Poliester Elyafının Fiziksel Özellikleri 10
2.1.2.3 Poliester Elyafının Kimyasal Özellikleri 11
2.2 Dokuma Kumaşlar 13
2.2.1 Dokumanın Tanımı 13
2.2.2 Dokuma için Hazırlık İşlemleri 15
2.2.3 Dokuma Makinesinde Temel İşlemler 18
2.2.4 Dokuma Kumaş Örgüleri 19
2.2.4.1 Bezayağı Örgüsü 20
2.2.4.2 Dimi Örgüsü 22
2.2.4.3 Saten Örgüsü 23
2.3 Buruşmazlık Bitim İşlemi 24
2.3.1 Buruşmanın Tanımı ve Mekanizması 24
2.3.2 Burşmazlık Bitim İşlemi Maddeleri 25
2.3.2.1 Reçine Oluşturan Maddeler 25
2.3.2.2 Az Miktarda Reçine Oluşturan Maddeler 25
2.3.2.3 Reçine Oluşturmayan Maddeler 26
2.3.3 Buruşmazlık Bitim İşlemi Yöntemleri 33
2.3.3.1 Kuru Buruşmazlık Bitim İşlemi Yöntemi 33
2.3.3.2 Yaş Buruşmazlık Bitim İşlemi Yöntemi 35
2.3.3.3 Nemli Buruşmazlık Bitim İşlemi Yöntemi 36
2.3.3.4 İki Basamaklı Buruşmazlık Bitim İşlemi Yöntemi 36
2.3.3.5 Kalıcı Ütü Yöntemi 37
2.4 Su Geçirmez Kumaşlar 38
2.4.1 Tanım 38
2.4.2 Tarihsel Gelişim 39
2.4.3 Laminasyon Maddeleri 40
2.4.3.1 Membranlar(Filmler) 40

2.4.3.2 Poliüretan Köpük 41
2.4.3.3 Poliolefin Köpük 41
2.4.4 Yapışkanlar 42
2.4.4.1 Yapışmanın Mekanizması 42
2.4.4.2 Yapışkan Tipleri 42
2.4.5 Su Geçirmez Nefes Alabilen Kumaş Çeşitleri 43
2.4.5.1 Sık Dokunmuş Kumaşlar 43
2.4.5.2 Membranlar 45
2.5 Su İticilik Bitim İşlemleri 47
2.5.1 Su İticiliğin Tanımı 47
2.5.2 Islanma 47
2.5.3 Temas Denge Açısı 48
2.5.4 Kritik Yüzey Gerilimi 49
2.5.4.1 Pamuğun Kritik Yüzey Gerilimi 50
2.5.5 Su İticilikte Kullanılan Kumaşın Konstrüksyonu ve Ön Terbiyesi 52
2.5.5.1 Kumaş Konstrüksyonu 52
2.5.5.2 Kumaşın Ön Terbiyesi 53
2.5.6 Su İticilik Terbiye Maddeleri 53
2.5.6.1 Reçine Oluşturan Maddeler 54
2.5.6.2 Yağ Asidi ve Kromklorür Kompleksi 54
2.5.6.3 Zirkonyum Parafin Emülsiyonları 55
2.5.6.4 Silikonlar 57
2.5.6.5 Florokarbonlar 57
2.5.7 Su İticilik Bitim İşlemi Uygulamaları 60
2.5.7.1 Reçine Oluşturan Maddelerin Uygulanması 60
2.5.7.2 Yağ Asidi ve Kromklorür Kompleksinin Uygulanması 60
2.5.7.3 Zirkonyum Parafin Emülsiyonlarının Uygulanması 60
2.5.7.4 Silikonların Uygulanması 61
2.5.7.5 Folorokarbonların Uygulanması 62
2.5.8 Su İticilik Üzerine Yapılan Yeni Çalışmalar 63
2.5.8.1 Lotus Etkisi: Biyomimetik Su Geçirmez Yüzeyler 63
2.5.8.2 Monomerlerin Plazma ile Polimerizasyonu 64

3. DENEYSEL ÇALIŞMA 66
3.1 Malzeme 66
3.2 Cihazlar 67
3.3 Metod 68
3.4 Flottenin Hazırlanması 68
3.5 Fiziki Performans Testleri 69
3.5.1 Gramaj Testi 69
3.5.2 Kopma Mukavemeti Testi 69
3.5.3 Yırtılma Mukavemeti Testi 70
3.5.4 Aşınma Dayanımı Testi 70
3.6 Bitim İşlemi Performans Testleri 70
3.6.1 Sprey Testi 70
3.6.2 Buruşmazlık Açısı Testi 71

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER 74
4.1 Kopma Mukavemet Testi Sonuçları 74
4.2 Yırtılma Mukavemet Testi Sonuçları 76

4.3 Aşınma Dayanım Testi Sonuçları 77
4.4 Buruşmazlık Açısı Sonuçları 78
4.5 Sprey Testi Sonuçları 81
4.6 Kumaş Bazında Genel Değerlendirme 83

5. SONUÇ 86

KAYNAKLAR 88

ÖZGEÇMİŞ 92

KISALTMALAR

atü : Atmosfer üstü basıncı
BTCA : 1,2,3,4 Bütan tetrakarboksilik asit
CPTA : Cis 1,2,3,4, petan tetrakarboksilik asit
DHDMI : Dihidroksil dimetil imidazolidinone
DMDHEU : Dimetilol dihidroksi etilen üre
DMPU : Dimetilol propilen üre
GPTMS : Glisidil propiloksi trimetoksilan
HCL : Hidrojen klorür
PCA : Polikarboksilik asit
PET : Poli etilen tereftalat
PMA : Poli maleik asit
ppm : Milyondaki partikül sayısı
PVA : Polivinil alkol
PVC : Polivinil klorid
SHP : Sodyum hipofosfit
TEA : Trietanol amin
TEOS : Tetra etoksilan
TPMA : Terpolimer maleik asit

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1 Pamuk Lifinin Kimyasal Yapısı 3
Tablo 2.2 Buruşmazlık İşlem Türleri 28
Tablo 2.3 Buruşmazlık Maddelerinde Aranan Özellikler 29
Tablo 2.4 Yapışkan Türü Bilgileri 43
Tablo 2.5 Yüzeyleri Değişik Kimyasallar İçeren Yüzeylerin Yüzey Gerilimi.....49
Tablo 2.6 Bazı Sıvıların ve Tekstil Elyafından Mamul Yüzeylerin Yüzey Gerilimi 50
Tablo 2.7 Çeşitli Ham Pamuk Elyafının Kritik Yüzey Gerilimleri 51
Tablo 3.1 İplik Özellikleri 66
Tablo 3.2 Kumaş Özellikleri.....66
Tablo 4.1 Atkı Yönündeki Kopma Mukavemet Değerleri 74
Tablo 4.2 Çözgü Yönündeki Kopma Mukavemet Değerleri.....74
Tablo 4.3 Atkı Yönündeki Yırtılma Mukavemet Değerleri 76
Tablo 4.4 Çözgü Yönündeki Yırtılma Mukavemet Değerleri 76
Tablo 4.5 Aşınma Mukavemet Değerleri 77
Tablo 4.6 Atkı Yönündeki Buruşmazlık Açısı Değerleri 78
Tablo 4.7 Çözgü Yönündeki Buruşmazlık Açısı Değerleri.....79
Tablo 4.8 Atkı + Çözgü Yönündeki Buruşmazlık Açısı Değerleri.....80
Tablo 4.9 Sprey Test Değerleri.....81
Tablo 4.10 Yıkama Sonrası Sprey Test Değerleri 82

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1 Polietilen Tereftalat 8
Şekil 2.2 PET: Monomer Üretimi..... 8
Şekil 2.3 PET Üretim Kimyasal Reaksiyonları..... 9
Şekil 2.4 PET Üretimi.....10
Şekil 2.5 PET Üretim Şeması.....10
Şekil 2.6 Dokuma Kumaşın Açık Yapısında Atkı ve Çözgü İpliklerinin Şematik Olarak Göterilişi.....14
Şekil 2.7 Dokuma İşlemi Sırasında Çözgü İpliklerini Etkileyen Sürtünme ve Gerilim Kuvvetlerinin Gösterilişi.....17
Şekil 2.8 İpliklerin Haşıllanmadan Önce ve Sonra Yüzey Şekillerinin Şematik Olarak Göterilişi.....17
Şekil 2.9 A-Birim Alanda En Fazla Bağlantı Noktasına Sahip Olan Bezayağı Örgüsü ve Raporunun Gösterilişi B-Bezayağı Örgü ile Dokunmuş Kumaş Konstrüksiyonları.....20
Şekil 2.10 Dimi Örgülerinin En Küçük Raporlusu Olan Üç Çözgü ve Üç Atkılı Dimilerden 2/1 Çözgü Dimi Örgüsünün Gösterilişi.....22
Şekil 2.11 A-Kumaş Yüzünde Tamamen Çözgü İpliklerinin Görünmesini Sağlayan Uzun İplik Atlamalarına Sahip 8'li Çözgü Saten Örgüsü B-Bu Örgüyle Dokunmuş Kumaş Konstrüksiyonu.....23
Şekil 2.12 DMDHEU Monomerinin Kimyasal Yapısı.....27
Şekil 2.13 BTCA Monomerinin Kimyasal Yapısı 29
Şekil 2.14 BTCA'nın Selüloz Molekülleriyle Reaksiyonu.....31
Şekil 2.15 Sitrik Asit Monomerinin Kimyasal Yapısı.....32
Şekil 2.16 Ventile Kumaşın SEM Görüntüsü 44
Şekil 2.17 Mikrofilament Kumaşın SEM Görüntüsü 44
Şekil 2.18 Tipik Bir Membran Sisteminin Şematik Görüntüsü 46
Şekil 2.19 Mikro Gözenekli Membran SEM Görüntüsü A-Hidrofilik Poliüretan Yüzey Tabakası B-Hidrofilik Tabakanın Kısmen Uzaklaştırılması ile PTFE Tabakasının Görünümü.....46
Şekil 2.20 Hidrofilik Polimer Mekanizmasının Şematik Diyagramı 47
Şekil 2.21 Hidrofilik Membran SEM Görüntüsü 47
Şekil 2.22 Temas Denge Açısı……..48
Şekil 2.23 Farklı Yüzey Gerilimine Sahip Yüzeylerdeki Sıvı Damlasının Aldığı Şekiller.....52
Şekil 2.24 Florokarbon Zinciri Uzunluğunun İticilik Üzerindeki Etkisi.....58
Şekil 2.25 Lotus Etkisi.....64
Şekli 2.26 İkili Etki……65
Şekil 3.1 Değerlendirme Föyü.....71
Şekil 3.2 Yükleme Aleti……..72
Şekil 3.3 Açı Ölçme Aleti……...72
Şekil 3.4 Tutucu ve Numunenin Hazırlanışı……...73

Şekil 4.1 Atkı Yönündeki Kopma Mukavemet Değerlerinin Karşılaştırılması 74
Şekil 4.2 Çözgü Yönündeki Kopma Mukavemet Değerlerinin Karşılaştırılması ..75
Şekil 4.3 Atkı Yönündeki Yırtılma Mukavemet Değerlerinin Karşılaştırılması 76
Şekil 4.4 Çözgü Yönündeki Yırtılma Mukavemet Değerlerinin Karşılaştırılması .77
Şekil 4.5 Aşınma Mukavemet Değerlerinin Karşılaştırılması 77
Şekil 4.6 Atkı Yönündeki Buruşmazlık Açısı Değerlerinin Karşılaştırılması 79
Şekil 4.7 Çözgü Yönündeki Buruşmazlık Açısı Değerlerinin Karşılaştırılması.....80
Şekil 4.8 Atkı + Çözgü Yönündeki Buruşmazlık Açısı Değerlerinin Karşılaştırılması.....81
Şekil 4.9 Sprey Test Değerlerinin Karşılaştırılması.....82
Şekil 4.10 Yıkama Sonrası Sprey Test Değerlerinin Karşılaştırılması.....83

DOKUMA KUMAŞLARDA SU İTİCİLİK VE BURUŞAZLIK ÖZELLİKLERİNİN TEK ADIMDA İYİLEŞTİRİLMESİ

ÖZET

Su itici terimi (yağmur itici, su geçirmez, su itici, yağmur dayanımlı vb.) geçmişten günümüze literatürde değişik şekillerde adlandırılmıştır. Ayrıca su iticilik oldukça göreceli bir kavramdır. Çünkü temas halinde olan bir katı ve sıvı arasında her daim bir ilgi ve çekim vardır. Bu yüzden su iticilik, göreceli olarak, kumaşın yüzeyinin ıslanması, suyun kumaşın gözeneklerinden içerisine nüfuz etmesi ya da bunların hepsini kapsayacak şekilde ölçülür. Bu ölçümde kullanılan test yöntemleri nesnel /öznel olarak değişkenlik gösterir.

Ayrıca su geçirmezlik ve su iticilik kavramlarının tanımlarından yola çıkarak aralarındaki farkın açıklığa kavuşturulması gerekmektedir. Su geçirmez kumaşlar kumaş yüzeyinin katı polimerik (neoprene, polivinil klorür, poli üretan vb.) bir maddeyle kaplanarak su geçişinin tamamen engellenmesi esasına dayanarak geliştirilmiştir. Ama su itici kumaşlar, kumaş yüzeyinin kimyasal maddelerle reaksiyona girmesiyle hidrofob karakter kazandırılması esasına dayanır ve suyun geçişini su geçirmez kumaşlar gibi tamamen engelleyemez.

Bu çalışmada, pratikte ayrı ayrı banyolarda uygulanan formaldehitsiz buruşmazlık ve floro karbon esaslı su iticilik bitim işlemleri tek banyoda birleştirilerek, farklı liflerden mamul (%100 Pamuk, %100 Poliester) dokuma kumaşların fiziksel performans özellikleri iyileştirilmeye çalışılmıştır. Tek başına uygulanan formaldehitli ya da formaldehitsiz buruşmazlık bitim işleminde asit katalizinin sebep olduğu selüloz moleküllerinin depolimerizasyonu ve selüloz moleküllerinin çapraz bağlanması sonucunda pamuklu kumaşlarda yüksek mukavemet kayıplarına (kopma, yırtılma, aşınma gibi) rastlanmaktadır. Florokarbon esaslı su iticilik bitim işlemlerinin yıkamaya karşı olan dayanımının düşük olduğu bilinmektedir. Su iticilik

özelliğinin tekrar geri kazanılması için kumaşın yüksek sıcaklıklarda tekrar kurutulması gerekmektedir. Her iki bitim işleminin tek adımda uygulandığı çalışmamızda buruşmazlık işleminin sebep olduğu mukavemet kayıpları azaltılmış ve su iticilik işleminin de yıkamaya karşı olan direnci kayda değer bir şekilde iyileşmiştir. Yıkama sonrası su iticilik dayanımındaki düşüş, yıkama sırasında mekanik etkilerden lif yüzeyindeki film tabakasının formunu kaybetmesi ve hidrofobluğunu sağlayan flor atomunun lifin dış yüzeyinden iç kısımlara geçmesidir. Sonuç olarak, buruşmazlık bitim işlemi ile meydana gelen çapraz bağlar, hem selüloz moleküleriyle hem de lif yüzeyindeki film tabakası ile bağ yaptığı için flor atomunun hareketi engellenmektedir. Böylece çalışma sonucun olarak ayrı ayrı uygulandığında karşılaşılan mukavemet kayıpları azaltılmış ve su iticiliğinin yıkamaya karşı dayanımı arttırılmıştır.

Uygulamada ise florokarbon esaslı su itici bitim işleminin, formaldehitsiz buruşmazlık bitim işlemi ile kombinasyonu; haşılı sökülmüş, ağartılmış, farklı lif tipleri ile üretilmiş (%100 Pamuk, %100 Poliester) bez ayağı dokuma kumaşa; emdirme – kurutma - kondensasyon yöntemiyle uygulanmış ve kumaşın fiziksel özellikleri (mukavemet, aşınma dayanımı… vb.) performans özellikleri (buruşmazlık değeri ve su iticiliği) test edilmiştir.

IMPROVING THE WATER REPELLENCY & WRINKLE RECOVERY PROPERTIES OF THE WOVEN FABRICS WITH ONE STEP

SUMMARY

Many terms have been used to describe the water repellency in literature (rain repellent, water proof, water repellent, rain resistant etc.) Furthermore the term of water repellent is actually a relative term. Because there is always some attraction between a liquid and a solid with which the liquid is in contact. Water repellency is taken to be 'the relative degree of resistance of a fabric to surface wetting, water penetration, water absorption or any combination of these properties and its asessment is dependent upon objective/subjective factors appertaining to the test conditions used.

In addition, the terms of water rerepellent and water proof finishes are different concepts and they have to be identified. To obtain water proof characteristic, the surface of the fabric must be coated by solid polymeric substances (neoprene, polyvinil chlorur, poly uretan etc.) to make absolute blockage for water penetration or absorption. But water repellency is obtained by chemical reactions between fabric surface and chemicals and these reactions give the fabric hydrophobic charecter so the penetration or absorption of water is not prevented like water proof fabrics.

In this study non-formaldehyde wrinkle recovery and fluorocarbon based water repellency finishings are applied in one step, which are applied seperately, to the 100% Cotton and 100% PET woven fabrics. Physical performance characteristics are investigated after finishing process. In formaldehyde or non-formaldehyde wrinkle recovery finishing of cotton fabrics; high strength losses occur due to the depolimerisation of the cellulose molecules which is caused by acid catalyze and crosslinking of the cellulose molecules. Furthermore, it is known that the resistance of fluorocarbon based water repellency finishes against washing is low. The recovery

of the hydrophobic character is about redrying of the fabric. In this research, applying both of the finishing in one step, the strength losses are reduced and the resistance of the water repellency against washing is increased. Main cause of decreasing of water repellency after washing is lossing the form of hydrphob layer on fabric surface due to the mechanical effect and moving the hydrophobic flor atoms to the inner parts of the fibre. In conclusion, the strength losses in the fabric are decreased and form of hydrphob layer on the surface and movement of the flor atoms are limited by means of the addition of crosslinking bonds to the structure. Thus, high strength losses and low resistance of water reppelency against washing occured in separately applied methods but in one step method strength losses are reduced and resistance of water reppelency against washing is increased.

In thıs work, the combination of non-formaldehyde wrinkle free finishing and florocarbon based water repellency finishing are applied to the desized and scoured fabric in one step. Fabric fiber contents (100% Cotton, 100% Polyester) and the construction is the plain weave. Pad-dry-cure finishing method is applied and physical properties (strength, abrasion resistance etc.), wrinkle recovery angle, water repellency are being tested after the finishing treatment.

1. GİRİŞ

Su iticiliği anlatmadan önce, su geçirmezlik ve su iticilik kavramlarının tanımlarından yola çıkarak aralarındaki farkın açıklığa kavuşturulması gerekmektedir. Su geçirmez kumaşlar kumaş yüzeyinin katı polimerik (neoprene, polivinil klorür, poli üretan vb.) bir maddeyle kaplanarak su geçişinin tamamen engellenmesi esasına dayanarak geliştirilmiştir. Ama su itici kumaşlar kumaş yüzeyinin kimyasal maddelerle reaksiyona girmesiyle hidrofob karakter kazandırılması esasına dayanıdığı için suyun geçişini su geçirmez kumaşlar gibi tamamen engelleyemez.

Buna karşın, su itici kumaşların su geçirmez kumaşlara kıyasla iki büyük avantajı vardır. Birincisi, su geçirmez kumaşların yüzeyi tamamen bir film tabakası ile kaplanacağı için kumaşın çekmezlik değerlerinin çok iyi olması gerekmektedir. Eğer kumaş fazla çekerse ya da kendini salarsa film tabakası aynı şekilde esneyemez ve bu da etkinliğini önemli derecede düşürür. Ama su itici kimyasallar kumaşın yüzeyine değil ipliklerin ve liflerin yüzeyi ile bağlanarak su iticiliği sağladığı için çekmezlik sorun yaratmaz. İkinci olarak su geçirmez kumaşların yüzeyi kaplanarak bu özellik kazandırıldığı için kumaş yüzeyinin gözenekleri tamamen ya da kısmen kapanır. Bu durum tekstil materyalinin hava ve su buharı geçişini tamamen veya büyük ölçüde engeller ve nefes almayan yapılar oluşturur. Bu tip kaplamalar teknik ya da endüstriyel uygulamalarda bir sorun yaratmaz. Ama konforun önemli olduğu kıyafetlerde (günlük, spor vb.) büyük problem yaratır. Çünkü insan vücudu teni vasıtasıyla solunum yapar ve terler (özellikle yoğun fiziksel aktivite sonrası) oluşan su ve su buharı vücuttan uzaklaştırılamazsa kişide ıslaklık ve rahatsızlık hissi verir. Su itici kumaşlarda ise kumaşın gözenekli yapısı kapanmaz ve su ve ısı transferi rahatlıkla gerçekleşir.

Günümüzde çevreci kısıtlamaların firmalara getirdiği maliyetlerin ve işletme maliyetlerinin artması sanayinin baş etmesi gereken en önemli sorunlardır. Özellikle gelişmiş ülkelerin yasal düzenlemeler yaparak çevreye zarar veren kimyasal işlemleri ve kimyasalların kullanımını sınırlandırması yeni ekolojik ürünlerin araştırılmasını

hızlandırmıştır. Bundan en çok etkilenen sektörlerin başında tekstil gelmektedir. Başta tekstil terbiye sektörü olmak üzere; ön terbiye, boyama ve bitim işlemlerinde kullanılan kimyasallar geri dönüşümlü olarak üretilmekte ve çevreye zarar vermeyecek şekilde kullanılmaktadır. Son günlerde dünyada ve türkiyede enrerji ve hammadde maliyetlerindeki artış sektörü oldukça kötü etkilemekte ve firmaları tedbirler aramaya yöneltmektedir. Bu yüzden katma değeri yüksek ve özellikli kumaşlar ve kıyafetler tekstil için bir çıkış noktası oluşturmaktadır. Su iticilik ve buruşmazlık bitim işlemleri sektörde rağbet gören ve uygulanan işlemlerdir. Ama bu iki bitim işlemi pratikte ayrı ayrı olarak uygulanmakta ve bunun neticesinde işletmelerin başta su, enerji ve kimyasal madde kullanımı artmaktadır. Yapılan çalışmada ayrı ayrı uygulanmakta olan su iticilik ve buruşmazlık bitim işlemleri tek adımda birleştirilmiş ve klasik uygulamaya göre performansı incelenmiştir.

Çalışmada floro karbon esaslı su itici bitim işleminin, formaldehitsiz buruşmazlık bitim işlemi ile kombinasyonu sağlanarak; haşılı sökülmüş, ağartılmış, iki farklı elyaf tipinde üretilmiş (%100 Pamuk, %100 Polyester) bez ayağı dokuma kumaşlara; emdirme – kurutma - kondensasyon yöntemiyle uygulanmıştır ve kumaşın fiziksel performans özellikleri elde edilen sonuçlar değerlendirilerek tek adımlı su itici ve buruşmazlık bitim işleminin verimliliği incelenmiştir.

2. LİTERARATÜR

2.1 Giriş

2.1.1 Pamuk Elyafının Özellikleri

2.1.1.1 Pamuk Liflerinin Morfolojik Yapısı

Pamuk lifi, selülozik ve selülozik olmayan bileşenlerden oluşmaktadır. Bir pamuk lifinin en dış tabakası mum ve pektinle kaplı kütiküladır ve selüloz, pektin, mum ve protein esaslı bileşenlerden oluşan primer çeperin etrafını sarmaktadır. Pamuk lifinin daha iç kısmında paralel selüloz fibrillerinden oluşan sekonder çeper ve lümen bulunmaktadır. Bu tabakalar yapısal ve kimyasal olarak birbirinden farklıdırlar. Mum, protein ve pektin esaslı kütikula, lif ağırlığının % 2,5' i kadardır ve amorftur. Primer çeper; lif ağırlığının % 2,5' i kadardır, %30 kristalite indeksine sahiptir ve selüloz esaslıdır. Sekonder çeper, lifin % 91,5' i ağırlığındadır, % 70 kristalite indeksine sahiptir ve selüloz esaslıdır. Lümen ise protopilazmik kalıntılardan oluşmaktadır[1] .

Olgun bir pamuk lifinin kimyasal bileşimine ait bilgiler Tablo 2.1' de verilmektedir [1].

Tablo 2.1: Pamuk Lifinin Kimyasal Yapısı

Bileşen	**Tüm lif bileşimi**	**Primer çeper ve kütikula bileşimi**
Selüloz (ksilo-) glukan	%94	%54
Pektin	%1,2	%9
Mumlar	%1,3	%14
Protein	%0,6	%8
Kül	%1,2	%3
Diğer	%1,7	%12

2.1.1.2 Pamuk Elyafının Fiziksel Özellikleri

Pamuk, dünya üzerinde lifinden en çok yararlanılan bitkidir. Ayrıca pamuk lifi tekstil de en fazla kullanılan elyaftır. Pamuk lifinin özellikleri yetiştirildiği ortam şartlarına, yetiştirilme özelliklerine ve türlerine göre değişiklik gösterebilir.

2.1.1.3 Pamuk Elyafının Kimyasal Özellikleri

Pamuk, kimyasal olarak % 80–90 selüloz, % 6–8 sudan oluşur. Geri kalan maddeler ise pektin, mumlu ve yağlı maddeler, protein ve küldür.

1- Selüloz

Pamuk, keten, rami, jüt, kenevir, sial, tabaka gibi bitkisel elyafların temel kimyasal yapısı selülozdur. Bitki hücre duvarının yapı taşıdır yani iskelet bileşimidir. Kimyasal liflerden rejenere selülozun (viskoz, bakır asetat, triasetat rayonları gibi) da esasıdır.

Genel formülleri ($C_nH_{2n}O_n$) olan polisakkaritlerdir. Selülozun kimyasal yapısı, glikoz moleküllerinin birbirine eklenerek oluşturduğu uzun zincir formundadır. Makromoleküller, n tane β-D-Glikoz yapı taşının 1. ve 4. karbon atomları üzerinden oksijen köprüleri ile birbirine bağlanması sonucu oluşur.

2- Pektin

Tipik bir olgun pamuk elyafı % 0,6–1,2 arasında değişen miktarlarda pektin içerir. Pektini elyaftan nicel olarak saptamak zordur, sadece üronik asit yardımıyla doğruya yakın bir değer elde etmek mümkün olabilmektedir. Pektin daha ziyade primer çeperde bulunmaktadır. Bu pektin Ruthenium kırmızısı ile lekelenerek mikroskop altında daha bariz şekilde görülebilir.

3- Mumlu ve Yağlı Maddeler

Kloroformda, karbon tetra klorürde, benzende veya diğer organik çözücülerde çözünen maddeler pamuk lifinin yağlı ve mumlu maddeleridir. Elde edilişi bakımından selülozdan sonra lifin en önemli bileşiklerindendir. Olgun pamuk lifi % 0,6 dolayında mumlu ve yağlı maddeler içerir. Tohumundan elde edilen lifte ise % 14–17 mumlu ve yağlı maddeler bulunur. Mumlu ve yağlı maddeler 85–90°C'ta erimeye başlarlar. Ham pamuktan eğrilmiş pamuk ipliği çoğunlukla mumlu halini muhafaza eder.

4- Protein

Pamuk lifinde bir miktar azotlu madde bulunur. Bunların oranları pamuğun çeşidi ve yetiştiği şartlara göre az çok değişir. Azotlu maddelerin hepsinin lifte protein azotu halinde olduğu düşünülebilir.

5- Kül

Pamuk lifinin kalitesi içerdiği kül miktarına göre değişmektedir. Lifte bulunan kül miktarı aynı zamanda pamuğun çeşidine ve yetiştiği bölgenin toprak şartlarına göre de değişir. Pamuk ve pamuğun temel yapıtaşı olan selüloz kimyasal madde ve etkilere değişik tepkiler gösterirler.

Genel olarak pamuk lifi asitlere karşı hassastır. Asitler selüloz makromoleküllerindeki glikoz yapı taşlarını birbirine bağlayan oksijen köprülerini parçalayarak elyafa zarar verirler. Kuvvetli anorganik asitler selüloz lifteki oksijen köprülerini koparark makromolekülleri daha küçük parçalara bölerler yani ortalama polimerizasyon derecesi düşer. Bu da lif özelliklerinin değişmesine yol açar. Asitlerin etkisi ile parçalanan selüloz life hidroselüloz denir ve aldehit uç grupları nedeniyle indirgen özellik gösterir. Sonuç olarak selüloz lifi asitlere dayanıksızdır. Bu nedenle nötürleştirme gibi işlemlerde organik asitler tercih edilmelidirler. Belirli koşullar altında kuvvetli asitler selülozu esterselüloz oluşturacak şekilde etkilerler.

Genel olarak pamuk lifi bazlara karşı dayanıklıdır. Bazlar (alkaliler) selüloz lifini sudan daha etkin bir şekilde şişirir. Konsantrasyon arttığında (% 12' likten daha derişik bazlar) intramiseler reaksiyonlar görülür, lifin yapısı değişir. Hidroksil grupları alkali metalle yer değiştirir veya selüloz alkaliyi emici kuvvetlerle tutar. Bazların selülozu şişirmesi, bazın alkali iyon çapına bağlıdır. Çap arttıkça şişirme azalır. Selüloz lifi bazlarla makromolekül zincirinin uzunluğuna bağlı olarak az veya çok çözünür. Bu çözünme sıcaklık düştükçe artar. —5°C' taki % 10' luk sodyum hidroksit çözeltisi selüloz lifini tamamen çözer. Bir diğer etken selüloz lifindeki makromoleküllerin zarar görme durumudur. Makromolekül parçalanmışsa çözünme artar. Bazı karmaşık bazlar ve kuvvetli organik bazlar, selüloz lifinin tamamen çözünmesine neden olur. Doğal ve rejenere selüloz liflerin bazlarla işlem görmesi sırasında sıcaklık ve konsantrasyon seçimine özen gösterilmelidir. Bazların etkilerine bağlı olarak pamuk lifi merserize edilir. Rayon dokumalarda krep görünümü elde edilir.

Hidrofil (emici) pamuk oluşturmak için de bazlardan yararlanılır. Sıcak bazik ön işlemle pamuğun su emiciliği arttırılır. Orta derecede uzunluğa ve inceliğe sahip pamuklar için son derece uygun bir işlemdir.

Tıbbi alanda kullanım amacıyla sıcak kimyasal işlemlerle tüm yağı ve yabancı maddeleri uzaklaştırılmış pamuk, çok kısa sürede ağırlığının % 18-20'si kadar nem emebilmektedir.

Pamuk lifleri bazlara karşı oldukça dayanıklıdırlar ancak, özellikle yüksek sıcaklıklarda, bazlar sellülozu hava oksijenine karşı hassas duruma getirerek aldehit grubu oluşturacak şekilde yükseltgenmesine neden olabilir. Bu durumda lif zarar görür ve indirgen özellik gösterir.

Yükseltgen maddeler ılıman koşullar altında selüloz lifleri ile çeşitli reaksiyonlar gösterirler. Ancak kontrolsüz işlemlerde makromolekülleri parçalayarak lifin zarar görmesine neden olurlar. Selüloz makromoleküllerini oluşturan her bir glikoz yapı taşında yükseltgenebilecek çeşitli alkol grupları mevcuttur. Bunların yükseltgenmesiyle aldehit, karboksilli asit, keton meydana gelir ve oksiselüloz oluşur. Daha ileri derecede C-C bağları kopar. Yükseltgenme devam ettiğinde altılı halka açılarak esterselülozu oluşana kadar etki eder bu da makromolekülllerin parçalanması demektir. Oksiselülozlar indirgen özellik gösterirler, karboksilli asit grubu olan selüloz elyafları bazik boyarmaddelerle boyanırlar.

Pamuklu mamullerin ağartılmalarında çeşitli yükseltgen maddelerle çalışılırken koşulların reçeteye göre ayarlanmasına dikkat edilmelidir. Pamuk lifi genel olarak indirgen maddelere karşı dayanıklıdır. Pamuk genellikle sodyum disülfit ve sodyum disülfoksilat gibi indirgenlerden zarar görmez. Bununla beraber sitrik asit, laktik asit, okzalik asit, tartarik asit gibi asitlerin sıcak çözeltileri pamuk ve ürünlerine etki ederler.

Su selüloz liflerini, lif eksenine dik yönde şişirir. Bu da suyun kristalitlerinin lifin dış yüzeyindeki hidroksil grupları ile birleşmesinden kaynaklanır. Hidroksil grupların fazla olması bu şişmeyi arttırır (rejenere selülloz liflerde olduğu gibi), hidroksil grupların az olması halinde şişme azdır (asetat ve triasetat liflerde olduğu gibi). Yaş halde doğal selüloz liflerinin kopma dayanımı makromolekül zincirlerinin tribüşonvari yapısı nedeniyle artış gösterir. Rejenere selüloz liflerde ise, kısa olan

makromolekül zincirleri birbiri üzerinden kayma gösterir. Bu da kopma dayanımının oluşmasına yol açar.

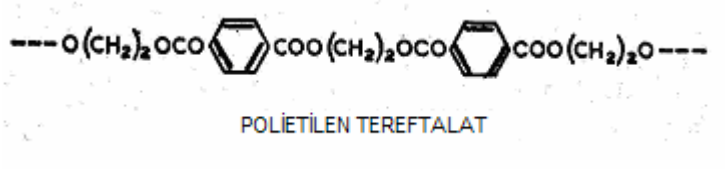
Tuzlar selüloz liflerini şişirecek ve anyon çapına bağlı olarak kısmen çözecek şekilde etki ederler. Alkali ve toprak alkali metal tuzlarının katyon çapı büyüdükçe selülozu çözme yetenekleri azalır, anyon çapı arttıkça çözme yetenekleri artar. Yani, küçük katyon ve büyük anyondan oluşan tuzlar selüloza en fazla etkiyi gösterirler.

Selüloz lifleri ısıya karşı oldukça dayanıklıdır. Ancak tutuşma sıcaklıkları 400°C olduğundan kolay yanarlar. 150°C'a kadar hiçbir değişiklik olmadan işlem görebilirler. Daha yüksek sıcaklıklarda makromoleküller parçalanmaya başlarlar. 200°C' ın üzerinde uzun süre kalırsa termik parçalanma (piroliz) nedeniyle ağırlık kaybı görülür. Bu sıcaklıkta açığa çıkan gazlar yanıcı değildir. 350°C' tan sonra piroliz hızı çok artar ve yanıcı gaz karışımı meydana gelir. Bu esnada bir kıvılcım tutuşmaya neden olur. 400°C' ın üzerinde ise gaz karışımı kendiliğinden tutuşur. Pamuk çok hızlı yanar, yanma ısısı düşük olmasına rağmen yanma çok hızlı ilerlediğinden açığa çıkan enerji fazladır.

Güneş ışığına maruz kalan pamuk kızılötesi ışınların etkisiyle hava oksijeni sebebiyle kimyasal değişikliğe uğrar ve mukavemetinden önemli ölçüde kaybeder. Keten ve pamuk gibi selüloz liflerinin ağartılmasında eskiden beri gün ışığından yararlanılmıştır. Beyazlatmak amacıyla güneş ışığı altında nemli halde 2 hafta serili bırakılan pamuğun mukavemetlerinde % 50 oranında düşme olduğu gözlenmiştir. Boyama sırasında pamuğun devamlı boya banyosu içinde kalması su yüzeyinde havayla temasa geçmemesi gereklidir. Aksi halde pamukta sarı kahverengi arası lekeler meydana gelir. Bu bölgeler boya tutmaz ve mukavemette düşme olur [2].

2.1.2 Poliester Elyafının Özellikleri

Poliester, Şekil 2.1' de görüldüğü üzere, tekstilde en fazla kullanılan ve önemli bir yeri olan sentetik liftir [3]. Poliesterin yapısal olarak en belirgin özelliği molekül zincirinde bir asitle bir alkolün meydana getirdiği ester gruplarının bulunmasıdır.

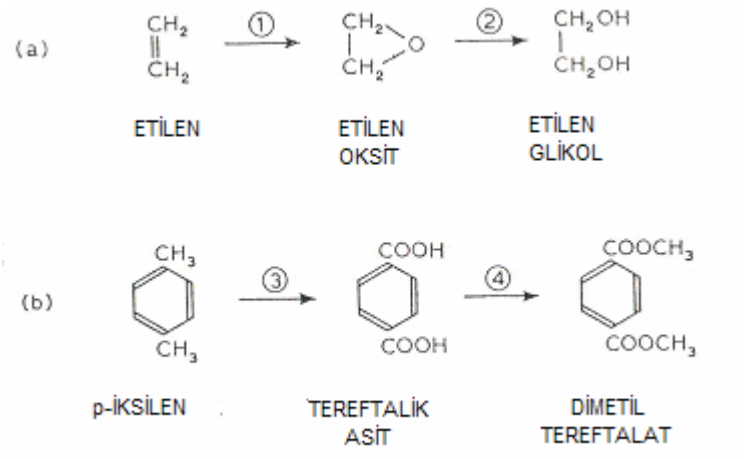


Şekil 2.1: Polietilen Tereftalat

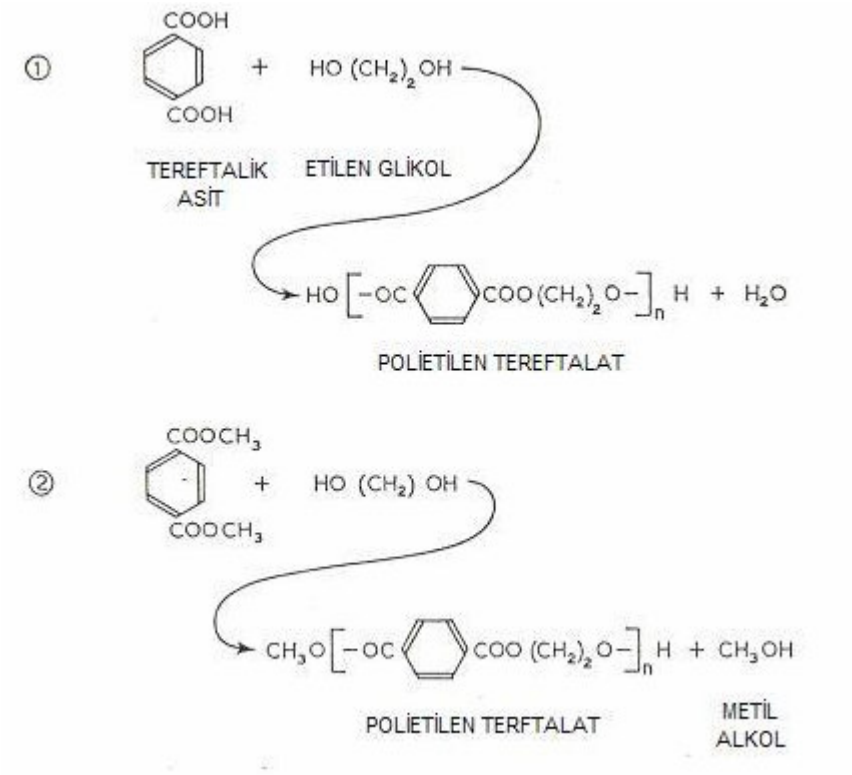
Üretimde kullanılan basit kimyasal maddelerin (polihidrik ve polikarboksilik asitler gibi) ester bağlarıyla birbirine bağlandıkları bir polikondensasyon sonucunda oluşan polimerden üretilen liftir. Üç boyutlu poliesterler reçine oluşturan, doğrusal poliesterler ise lif oluşturan poliesterlerdir. Lif polimeri ağırlıkça en az % 85 oranında aromatik karboksilik asit esterinden meydana gelir [3].

2.1.2.1 Poliester Elyafının Üretimi

Poliester lifi, petrolün bir türevi olan polietilen tereftalattan, eriyikten elyaf çekme yöntemi ile üretilen bir sentetik liftir. Şekil 2.2 ve Şekil 2.3' de sırasıyla poliester monomer üretimi ve gerekli olan kimyasal reaksiyonlar gösterilmiştir [3].



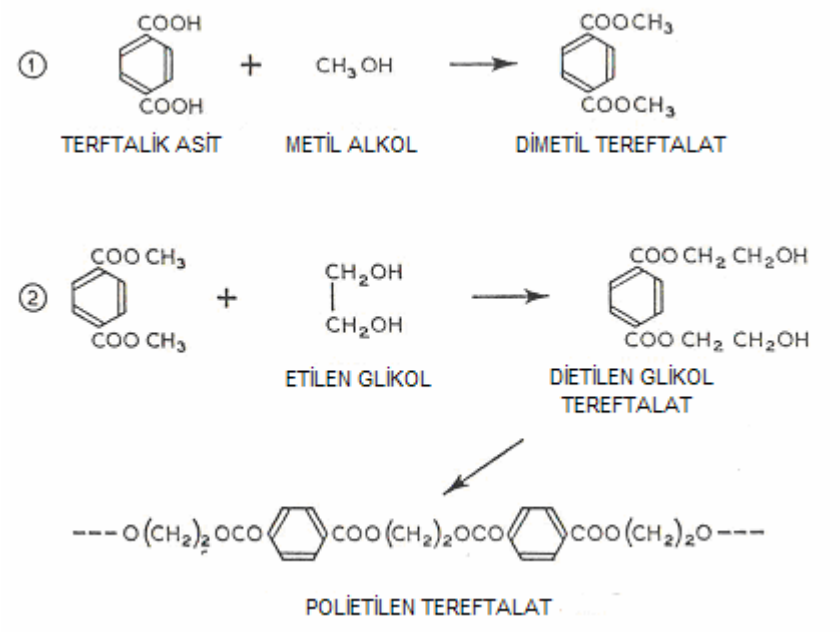
Şekil 2.2: PET: Monomer Üretimi



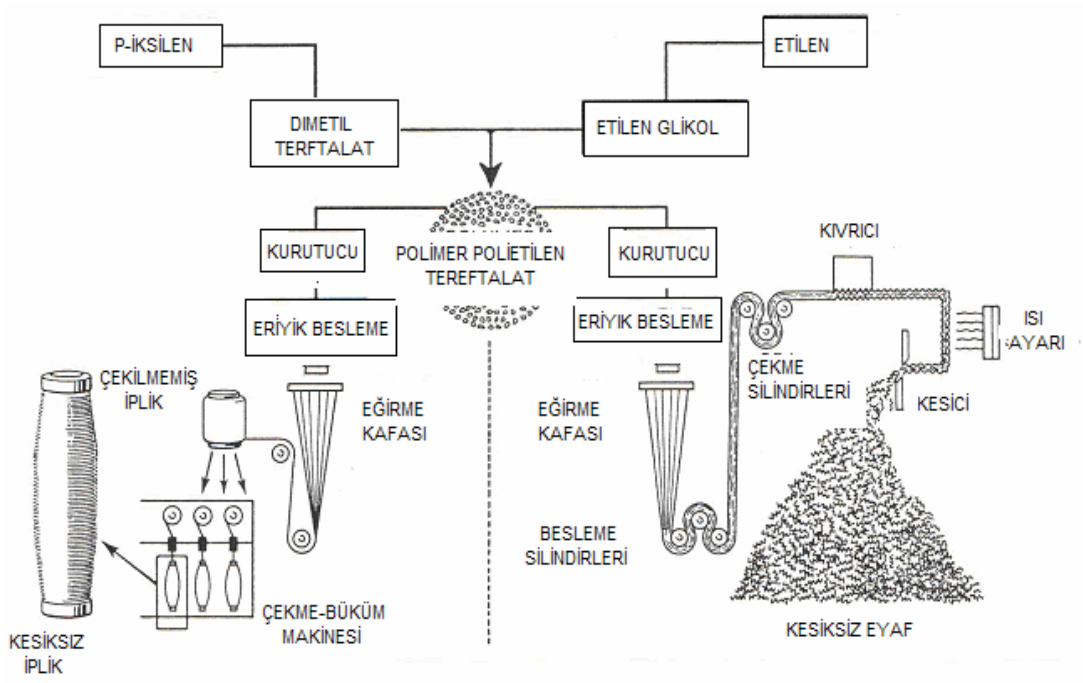
Şekil 2.3: PET Üretimi Kimyasal Reaksiyonları

Temel madde olarak glikol ve tereftalik asit kullanılır. Tereftalik asit, etilen glikol ile reaksiyona girerek diglikol tereftalat meydana gelir. Daha sonra diglikol tereftalat yüksek sıcaklık ve vakumda, polietilen tereftalat polikondesatını meydana getirir. Elde edilen polikondensat reçine formundadır ve 260°C erir, böylece elyaf çekimi için uygun hale gelir.

Eriyik haldeki polimer hava ile temas etmeden düselere pompalanır ve elyaf çekimi gerçekleştirilir. Düseden çıkan filament (kesiksiz) haldeki lif sertleştirilir, gerdirilerek daha sonra büküm verilir ve bobinlere sarılır. İsteğe bağlı olarak kesiksiz elyaf istenen boylarda kesilerek (kesmeden önce tekstüre işlemi de yapılabilir) ştapel (kesikli) hale getirilebilir. Şekil 2.4' te poliester in monomer olarak üretimi için aşamalar Şekil 2.5' de ise lif ve iplik olarak üretim basamakları gösterilmiştir [3].



Şekil 2.4: PET Üretimi



Şekil 2.5: PET Üretim Şeması

2.1.2.2 Poliester Elyafının Fiziksel Özellikleri

Poliester pürüzsüz bir yüzeye ve yuvarlak, uzun bir çubuğun biçimine sahiptir. Enine kesitleri genellikle yuvarlaktır. Özel amaçla üretilen bazı liflerin kesitleri değişik olabilir. Poliester orta ağırlıklı, uzun ömürlü ve esnek bir liftir.

Mukavemetleri üretim şekillerine bağlı olarak değişir. Genelde 3,5–7 g/denye arasındadır. Standart lifte 4,5 g/denye, yüksek mukavemetli tiplerde 6–7 g/denye' dir. Kesikli halde mukavemet, kesiksiz formuna yakın değerdedir.

Aşınma mukavemeti çok iyidir ancak poliamidden iyi değildir. Esneme yetenekleri normal kesiksiz liflerde % 15–30, kesikli liflerde % 30–50 arasında değişir. Poliester termoplastik liftir. Lifin termofikse edilebilme özelliği fevkaladedir.

Buruşmaya karşı direnci çok iyidir, formunu korur. En iyi esnekliğe sahip liflerdendir. Poliester lifinin erime noktası 260°C' dir. 150°C' de renklerinde bozulma olur, 200°C de uzun süre bekletildiklerinde mukavemetlerinde düşüş olur. Genelde poliesterin eriyen kısımlarında boncuklaşma görülür. Yıkanabilir ya da kuru temizleme ile temizlenebilir. Sıcakta fikse edildiğinde ütü tutma özelliği yüksektir, vasat dökümlülüğü vardır. Kırışma ya da buruşma sonrası kolaylıkla eski haline dönme özelliği nedeniyle yıkamadan sonra hemen (ütüye gerek duymadan) giyilebilir.

Hemen hemen bütünüyle hidrofobiktir (% 0,4 nem kazanımı çok düşüktür). Tutumu gevrektir. Leke ve kirlerin temizlenmesi için su ve deterjanın lif içine nüfuz etmesi zordur. Statik elektriklenme ve boncuklaşma elyafın en büyük problemidir [3].

2.1.2.3 Poliester Elyafının Kimyasal Özellikleri

Etilen glikol ve tereftalik asit monomerlerinin polikondensasyonu ile elde edilen polietilen tereftalat elyafı uç grup olarak normal koşullarda etilen glikol içerirler. Ortalama polimerizasyon dereceleri, poliester cinsine ve üretim koşullarına göre farklılık göstermekle birlikte 100–350, molekül ağırlıkları ise 20000–60000 değerleri arasındadır. Camlaşma noktaları 80–90°C, yumuşama bölgesi 230°C, erime noktası 260°C'dir. Poliesterin kimyasal maddelere karşı dayanımı iyidir. Aşağıda poliester lifinin kimyasal maddelere karşı dayanımı incelenmiştir.

Asitlerin poliester lifine etkisi; poliester lifi normal koşullar altında kuvvetli anorganik asitlere karşı bile dayanıklılık gösterir. Ancak % 30'u aşan konsantrasyonlarda ve yüksek sıcaklıklarda tümüyle parçalanabilmektedir. Asidin anyonu büyük ise lif içerisine nüfuz edemeyerek, lif yüzeyini etkilemeye başlamaktadır (sülfürik asit), anyon küçük ise lif içerisine nüfuz ederek (hidroklorik asit ve nitrik asit) daha seri ve daha fazla zarar vermektedir. Zayıf ve orta kuvvetteki

organik asitler poliester lifine zarar vermediğinden, bunların terbiyesinde asetik asit, formik asit gibi organik asitler rahatlıkla kullanılabilir.

Bazların poliester lifine etkisi; poliester makromolleküllerinde benzen halkalarından kaynaklanan dispersiyon çekim kuvvetleri ve hidrojen köprüleri nedeniyle, sıkı bir moleküler üstü yapıya sahip olduğundan (bazlara dayanıksız ester bağları içermelerine rağmen) bazlara karşı da dayanıklı bir liftir. Ancak bu dayanım yoğun anorganik bazlara karşı sınırlıdır. Kuvvetli bazlar, poliesteri dıştan itibaren sabunlaştırarak parçalamaya başlarlar ki, alkalizasyon terbiye işleminin temelinde bu etkileşim yatar. Lifte ağırlık kaybı oluşur, lif yüzeyi pürüzlü bir görünüm alır, tutum yumuşar, buruşma özelliği azalır, ipeğimsi bir hal alır.

Bazların poliestere etkisi; bazın konsantrasyonu, sıcaklık ve süreye bağlı olarak değişir. Bu parametreden ikisi yüksek iken, biri mutlaka düşük tutulmalıdır. Bu da pamuk/poliester karışımlarının ön terbiyesinde önem taşımaktadır. Bu durum orta kuvvetteki alkaliler için de aynıdır (soda amonyak gibi). Amonyak poliesterde ağırlık kaybına yol açmaz iken, lif dayanımını azaltır.

Yükseltgen ve indirgen maddelerin poliester lifine etkisi; poliester sodyum klorit, hipo klorit, hidrojen peroksit gibi yükseltgen maddelere ve sodyum ditiyonit, sodyum bisülfit gibi indirgen maddelere karşı yüksek bir dayanıma sahiptir.

Organik çözücülerin poliester lifine etkisi; poliester organik çözücülerin büyük bir kısmına da oldukça dayanıklıdır. Benzen, perklor etilen, karbon tetraklorür, triklor etilen gibi maddeler elyafı kolay kolay etkilemezlerken klor benzen, dimetil formamid, benzil alkol, dimetil tereftalat belirli koşullarda poliesteri tamamen çözmektedir. Bazı bileşiklerin sulu çözeltisi ise lifi şişirmekte, bu etki lifin boyanmasında önemli bir role sahip olmaktadır.

Suyun poliester lifine etkisi; poliester oldukça hidrofob bir özelliğe sahiptir. Bağıl nem oranı % 100 olan bir ortamda bile poliesterin sahip olduğu nem % 1'i geçmez. Poliester lifi sıkı yapısı özelliği ve hidrofobluğu ile sıcak ve soğuk sudan kolay etkilenmemektedir. Ancak yüksek sıcaklıkta kaynar su veya su buharı uzun süre etki ettirildiğinde, süre ve sıcaklığa bağlı olarak ester bağlarının hidrolizi artar. 200°C'nin üzerinde 25–30 atü basınç altında tamamen depolimerize olarak, başlangıç monomeri olan tereftalik asite dönüşür.

Isının poliestere etkisi; poliester yüksek sıcaklıklara dayanıklı bir liftir. Ancak 200°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda yüksek basınç altında uzun süre işlemde zarar görür.

Işığın poliester lifine etkisi; açık hava koşulları ve ışığa karşı dayanımları çok iyidir. Işıkta uzunca bir süre kalan poliester lifinin kopma dayanımlarında düşme olmakla birlikte, başlangıç dayanımları pamuk, poliamid, poliakrilonitril gibi liflerden çok daha yüksek olduğu için, perde, güneşlik yapımında en ideal liftir [2].

2.2 Dokuma Kumaşlar

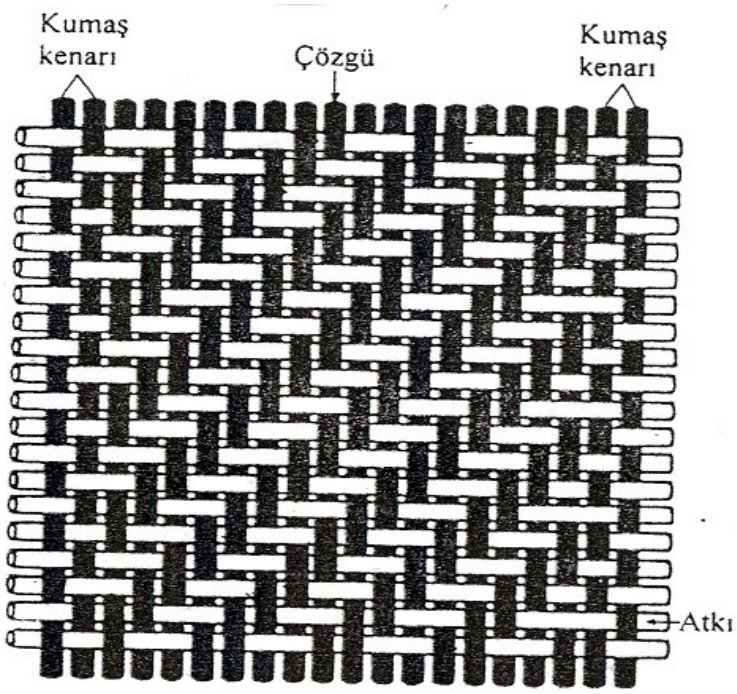
2.2.1 Dokumanın Tanımı

En az iki iplik grubunun aynı düzlemde belli kurallara bağlı olarak ve birbirleriyle dik açı oluşturacak şekilde, birbirlerinin altından ve üstünden geçerek bağlantı yapmalarıyla bir tekstil yüzeyi oluşturmaları işlemine 'dokuma' denir. Dokuma olayının iyi anlaşılabilmesi için öncelikle dokuma kumaşı oluşturan iki iplik sisteminin ve bunların dokuma işlemine katılımlarının incelenmesi gerekir. Şekil 2.6' da dokuma kumaşın açık yapısı şematik olarak görülmektedir [2].

1. Çözgü iplikleri
2. Atkı iplikleri
3. Dokuma örgüsü

1. Çözgü iplikleri

Dokuma kumaşı oluşturan iki iplik sisteminden kumaşın boyuna doğru yani kumaşın kenarlarına paralel olarak yönlenmiş olanlara çözgü iplikleri adı verilir.



Şekil 2.6: Dokuma Kumaşın Açık Yapısında Atkı ve Çözgü İpliklerinin Şematik Olarak Gösterilişi

Çözgü iplikleri kumaşın enine ve iplik sıklığına göre belirlenen bir sayıda önceden levent denilen büyük bir makaraya sarılarak hazırlanır. Bu şekilde hazırlanmış çözgü iplikleri dokuma işleminde atkı iplikleriyle bir bağlantı oluşturabilmeleri için dokuma örgüsüne bağlı olarak belli bir sırayla gücü tellerinin gözlerinden geçirilir. Bundan sonra çözgü ipliklerinin birbirlerine paralel olarak sabit bir sıklıkla dokunabilmesi için tarak adı verilen dokuma makinesi parçasından geçirilir.

Bu şekilde hazırlanan çözgü iplikleri dokuma tezgâhına bağlandıktan sonra atkı iplikleriyle bağlantı oluşturabilmeleri için gözlerinden geçirildikleri gücüler gruplar halinde veya tek tek aşağı yukarı hareket ettirilerek (ağızlık açma tertibatlarıyla) iki gruba ayrılırlar. Yani çözgü ipliklerinin bir kısmı yukarıya kaldırılır, diğer bir kısmı aşağıya indirilir veya yerinde sabit tutulur. Bu şekilde bir ağızlık oluşturulur. Bu meydana gelen ağızlıktan atkı ipliği geçirilir. Her atkı ipliği için normal olarak bu ağızlık değişir. Başka bir deyişle çözgü iplikleri her atkı atımı için yeni bir ağızlık meydana getirir.

Çözgü iplikleri dokuma işlemi sırasında yatay olarak dokuma makinesinin arka tarafından öne doğru bir ilerleme hareketi ile beraber aşağı yukarı ağızlık oluşturma hareketi yaparlar. İleriye doğru hareketi hepsi aynı şekilde, ağızlık hareketini ise gruplar halinde farklı farklı şekilde yaparlar.

Çözgü ipliklerinin toplam sayısı ve kumaşta 1 cm'deki sayıları yani sıklıkları dokuma işlemi sırasında değiştirilemez. Ancak o çözgü bittiğinde, yeni çözgü hazırlanarak ve yeni taharlama işlemleriyle çözgü ipliği sayısı ve sıklığı değiştirilebilir.

2. Atkı iplikleri

Dokuma kumaşı oluşturan iki iplik sisteminden, kumaşın enine doğru yani kumaş kenarına dik olarak yerleşmiş ipliklere atkı iplikleri adı verilir. Atkı iplikleri dokuma işlemine tek tek katılırlar. Mekikli sistemlerde hareketli bir kaynaktan, mekiksiz sistemlerde hareketsiz bir kaynaktan atkı ipliği beslenir. Dokuma için mekikli sistemlerde atkı masurası olarak, mekiksiz sistemlerde atkı bobini olarak hazırlanır.

Dokuma makinesinde çözgü ipliklerinin oluşturduğu ağızlıktan mekik veya mekiksiz sistemlerde mekikçik, kancalar, hava jeti ya da su jeti gibi tertibatlarla sevk edilerek dokuma işlemine katılır. Atkı iplikleri dokuma işlemi sırasında yatay olarak dokuma makinesinin enine doğru bir hareket yaparlar. Bundan sonraki hareketleri dokuma tarağı tarafından kumaşa sıkıştırılarak gerçekleşir. Atkı ipliklerinin kumaşın birim boyundaki sayıları (sıklığı) dokuma işlemi sırasında değiştirilebilir.

3. Dokuma örgüsü

Dokuma kumaş oluşumu için çözgü ve atkı ipliklerinin belli bir düzen içinde bağlantı yapmasını sağlayan bağlantı noktaları düzenine dokuma kumaşın örgüsü denir. Dokuma kumaş örgüleri kareli kâğıt (desen kâğıdı) üzerinde gösterilir. Her bir dokuma örgüsünün çeşitli büyüklüklerde raporu vardır. Bu raporun birçok kez tekrarı ile dokuma kumaştaki tüm bağlantılar meydana gelir. Dokuma örgülerinin raporlarından yola çıkılarak hazırlanan eksantrik düzenlemeleri, tahar ve armür planlarıyla ve bu planlara uygun çözgü ve atkı ipliği düzenlemeleriyle dokuma örgüsü dokuma makinesinde uygulanır [2].

2.2.2 Dokuma İçin Hazırlık İşlemleri

Dokuma için hazırlık işlemleri genel olarak çözgü ve atkı ipliklerinin dokuma makinesinde verimli bir şekilde işleme katılabilmeleri için yapılan bir dizi ön işlem olarak tanımlanabilir. Bu işlemlerin hemen hepsi dokuma olayının gerçekleşmesi için zorunlu olan hazırlık işlemleridir. Dokuma için hazırlık işlemleri çözgü ve atkı ipliklerinin dokumaya hazırlanması olarak iki grupta incelenebilir.

1. Çözgü ipliklerinin dokumaya hazırlanması

Çözgü iplikleri dokuma işlemine katılım şekilleri nedeniyle en fazla gerilime ve sürtünmeye maruz kalan ipliklerdir. Ayrıca yine dokuma işlemine katılımların gerçekleşebilmesi için bir dizi ön hazırlık işleminden geçirilmesi gerekir.

Çözgü ipliklerinin dokumaya uygun duruma getirilmeleri amacıyla yapılan hazırlık işlemleri sırasıyla şunlardır.

a. Bobinleme

İplikhaneden kops halinde gelen ipliklerin veya bobin halinde gelen ipliklerin hem uygun büyüklüklerde bir araya getirilmesi hem temizleme ve hem de düğümlerin, iplik hatalarının giderilmesi amacıyla dokuma hazırlık dairelerinde bobinleme işlemi yapılır.

İplik bobinleri direkt olarak çözgü sarma işlemine veya renkli çözgüler için bobin boyamaya gider. Bobin boyamadan sonra bobin sarmaya geri döner, daha sonra çözgü sarma bölümüne gelir.

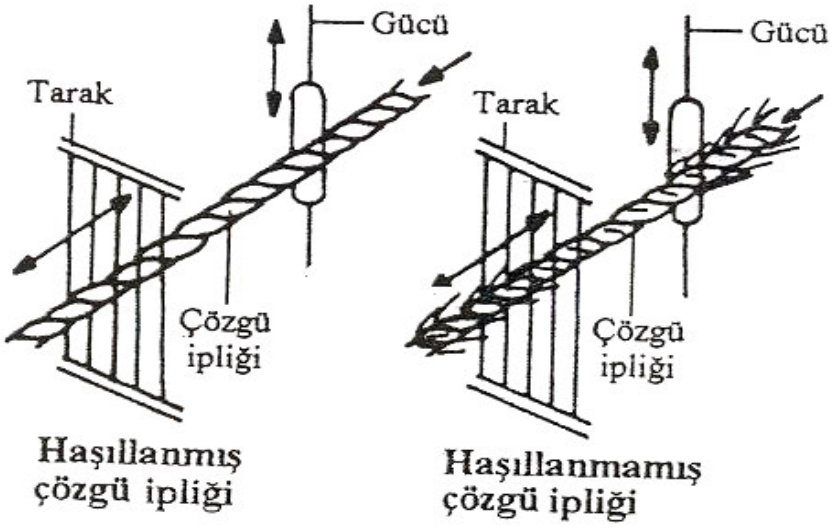
b. Çözgü hazırlama

Bobinleme dairesinden gelen iplik bobinleri çözgü sarma makinelerinin cağlık adı verilen bobin taşıyıcılarına yerleştirilir. Düz tek renkli çözgülerde cağlığa belli bir sayıda bobin yerleştirilir. Renkli çözgülerde ise hem belli sayıda hem de çözgü renk raporu sırası göz önüne alınarak bobinler cağlığa yerleştirilir. Çözgü sarma işlemi iki şekilde yapılır.

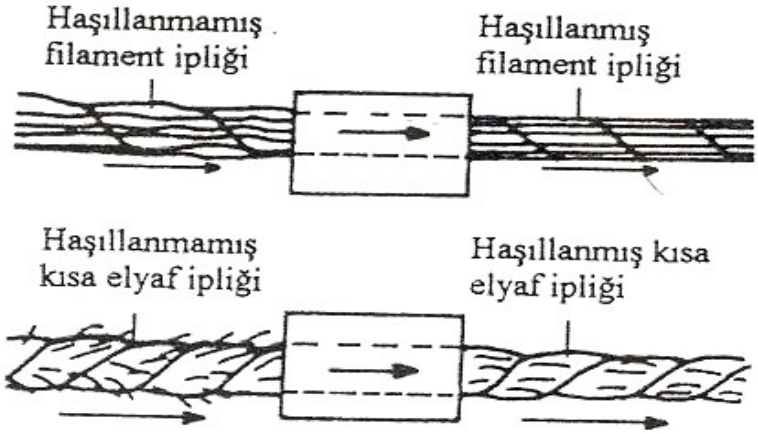
1. Konik çözgü sarma
2. Düz (seri) çözgü sarma

c. Haşıllama

Haşıllama, dokumaya katılacak çözgü ipliklerini sağlamlaştırmak için yapılan bir işlemdir. Şekil 2.7' de çözgü ipliğine etki eden kuvvetler ve Şekil 2.8' de de çözgü ipliğinin haşıllandıktan sonra ve önce ki iplik yüzeyinin şematik olarak gösterilmiştir [2]. Dokuma işlemi sırasında çözgü iplikleri çeşitli sürtünme ve değişken gerilim kuvvetlerine maruz kalırlar. Bu sürtünme ve gerilim kuvvetlerine dokuma işlemi süresince direnç gösterebilmeleri için çözgü iplikleri haşıllama adı verilen işleme tabi tutulurlar. Haşıllama işleminde çözgü ipliklerinin yüzeyi haşıl maddesi ile kaplanarak sürtünme katsayısı düşürülür. Böylece kayganlaşan iplik yüzeyi dokuma işlemine haşıllanmamış çözgü ipliklerine göre daha dayanıklı hale gelir.



Şekil 2.7: Dokuma İşlemi Sırasında Çözgü İpliklerini Etkileyen Sürtünme ve Gerilim Kuvvetlerinin Şematik Gösterilişi



Şekil 2.8: İpliklerin Haşıllanmadan Önce ve Sonra Yüzey Şekillerinin Şematik Olarak Gösterilişi

Haşıllama işlemi genellikle çözgü sarma işleminden sonra özel haşıl makinelerinde yapılır, düz (seri) çözgüde hazırlanan ara leventler haşıl makinelerinde hem haşıllanır hem de birleştirilerek çözgü leventlerine sarılır.

d. Taharlama

Çözgü ipliklerinin dokuma işleminde tek tek kontrol edilmeleri, istenilen şekilde ağızlık oluşturmaları, istenilen ende kumaş oluşturmaları ve istenilen sıklıkta dokunmaları için son olarak taharlama adı verilen işlem yapılır.

Taharlama işlemi;

1. Lamel dizme (lamel taharı)
2. Gücülerden geçirme (gücü taharı)
3. Taraktan geçirme (tarak taharı)

2. Atkı ipliklerinin dokumaya hazırlanması

Atkı ipliklerinin dokumaya hazırlanması mekikli ve mekiksiz dokuma makineleri için ayrı ayrıdır. Mekiksiz dokuma makineleri için atkı ipliklerinin uygun büyüklükte ve şekilde bobinlenmesi yeterlidir. Mekikli dokuma makineleri için atkı ipliklerinin hazırlanması ise kullanılan mekiğin boyutlarına uygun şekilde atkı masuralarının sarılmasını gerektirir. Bobinler halindeki atkı iplikleri atkı aktarma veya masura sarma makineleri adı verile makinelerde atkı masurası olarak sarılır [2].

2.2.3 Dokuma Makinesinde Temel İşlemler

Dokuma makinesinde kumaş oluşumu için üç temel işlem ve bunlara yardımcı diğer işlemlerin gerçekleşmesi gerekir. Dokuma makinesindeki üç temel işlem şunlardır:

1. Çözgü ipliklerinin dokuma ağızlığını oluşturması (ağızlık açma)
2. Atkı ipliğinin ağızlıktan geçirilmesi (atkı atma)
3. Ağızlıktan geçirilen atkının sıkıştırılması (tefe vuruşu)

bu üç temel işlemi sürekli hale getiren iki önemli yardımcı işlem ise;

4. Çözgü salma işlemi
5. Kumaş sarma işlemi

1. Dokuma Makinesinde Ağızlık Açma İşlemi

Çözgü ipliklerini iki gruba ayırarak ağızlık oluşturma dokuma işleminin bir kursunun ilk hareketidir. Ağızlık açma hareketi çözgü ipliklerinin bir kısmını yukarı kaldırma, bir kısmını aşağı indirme veya yerinde tutma şeklinde gerçekleşir. Bu hareketi gerçekleştirme dokuma makinelerinde iki şekilde gerçekleşir;

1. Çerçeveli ağızlık oluşturma
   a. Eksantrikli ağızlık açma
   b. Armürlü ağızlık açma

2. Jakarlı ağızlık oluşturma

2. Dokuma makinesinde atkı atma işlemi

Dokuma işlemi sırasında çözgü ipliklerinin oluşturduğu ağızlıktan atkı ipliğinin geçirilmesi işlemidir.

Dokuma makinelerinde atkı atma işlemi sistem olarak iki ana grupta incelenir.

1. Mekikli atkı atma
2. Mekiksiz atkı atma
   a. Mekikçikli atkı sevk sistemi
   b. Kancalı atkı sevk sistemi
      — Esnek kancalı atkı sevk sistemi
      — Rijit kancalı atkı sevk sistemi
3. Jetli atkı sevk sistemi
   a. Hava jetli atkı sevk sistemi
   b. Su jetli atkı sevk sistemi

3. Tefe vuruşu

Her atılan atkıdan sonra ağızlık değişimi yapılırken atılmış olan atkının kumaşa sıkıştırılması gerekir. Bu işlem ileri geri hareket eden tefe ve üzerine takılı olan dokuma tarağı tarafından gerçekleştirilir. Tefe arka ölü konumdayken atkı atılır. Tefe ön ölü konuma geldiğinde atılan atkı kumaşa yerleştirilmiş olur.

4. Dokuma işleminin sürekliliğini sağlayan yardımcı işlemler

Dokuma makinelerinde yukarıda bahsedilen üç temel işlem bir dokuma kursunda yapılması gerekir. Bu işlemlerin yani dokuma kursunun arka arkaya değişen ağızlıklarla tekrarlanmasıyla dokuma kumaş meydana gelir. Bu sürekliliği sağlamak içinde dokunan kumaşın atılan atkı kadar çekilmesi ve çekilen miktar kadar da çözgü ipliklerinin salınması gerekir [2].

1. Çözgü salma işlemi
2. Kumaş sarma işlemi

2.2.4 Dokuma Kumaş Örgüleri

1. Dokuma kumaş örgülerinin tanımlanması

Atkı ve çözgü ipliklerinin çeşitli şekillerde birbirlerini altından ve üstünden geçerek dik açılı bağlantılar oluşturma düzenine dokuma kumaşların örgüsü adı verilir. Örgü raporu denilen tekrar eden en küçük bölge içindeki dokuma örgüsü kısmına kısaca rapor da denilir ve bu raporun büyüklüğü örgü çeşidine göre çok değişik

büyüklüklerde olabilir. Dokuma kumaşlarda kullanılan ve birbirlerinden farklı özelliklere sahip olan üç temel örgü vardır.

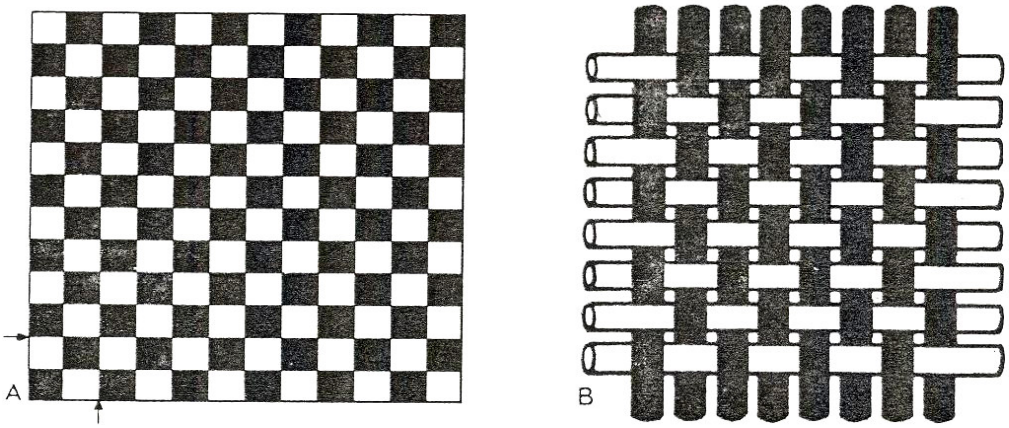
1. Bezayağı örgüsü
2. Dimi örgüsü
3. Saten örgüsü

2.2.4.1 Bezayağı Örgüsü

1. Bezayağı Örgünün Tanımı

Şekil 2.9 A ve 2.9 B' de bezayağağı örgünün raporu ve konstruksiyonu görülmektedir [1]. Örgü raporu iki çözgü, iki atkı ipliğinden oluşan, her atkı ve her çözgü ipliğinin değişimli olarak bir alttan bir üstten geçerek bağlantı yaptığı temel dokuma örgüsüdür. Dokuma kumaşların yaklaşık % 80' inde kullanılan en basit ve en küçük rapora sahip örgü türüdür. Bu dokuma örgüsünde iplikler maksimum derecede temas halindedir ve en mukavemetli dokuma şekline olanak tanıyan örgüdür.

Atkı ve çözgü ipliklerinin numarası ve sıklığı aynı ise dokumanın kalınlığı her yerde aynıdır. Çok ince kumaştan en kalınına kadar pek çok kumaşta bu örgü türü görülebilir. Bu tür kumaşların bir yüzeyine baskı veya apre yapılmadıkça, bunlar ters-yüz diye adlandırılanilen önü ve arkası aynı olan kumaşlardır. Bu kumaşlara örnek; gömleklik, çarşaflık, şifon vb.



Şekil 2.9: A- Birim Alanda En Fazla Baglantı Noktasına Sahip Olan Bezayagı Örgüsü ve Raporunun Gösterilişi B- Bezayagı Örgü ile Dokunmuş Kumaş Konstrüksiyonu

2. Bezayağı örgünün bağlantı yapısı

Bir bezayağı örgülü kumaşta, her bir çözgü ipliği arka arkaya kumaşın bütünü boyunca atkı ipliğinin bir altında bir üstünde görülür. Bir atkı ipliği bir çözgü ipliğinin üzerinden geçerken, bir sonraki atkı ipliği ise aynı çözgü ipliğinin altından geçer. Üçüncü ve dördüncü atkı iplikleri de birinci ve ikinci gibi bağlantı yaparlar. İki atkı atımı tamamlandıktan sonra bezayağı örgü için bir dokuma kursu tamamlanmış olur. Bundan sonra aynı hareket tekrarlanarak dokuma işlemi devam eder. Bezayağı örgü birim alanda en fazla bağlantı yapan örgüdür.

3. Bezayağı örgünün özellikleri

a. Genel özellikler;

— En çok kullanılan örgüdür

— Dayanıklı ve sağlam bir yapıya sahip kumaşlar meydana getirir

— Dokuma kumaş yüzeyinde bağlantıları kolayca görülebilir

— Çözgü ve atkının birbirine bağlanmasında birim alanda en fazla bağlantı yapan örgüdür.

— Çözgü ve atkı sıklığı eşitse kumaşın taneli, ince gözenekli bir görüntüsü olur.

— Çözgü sıklığının atkı sıklığından fazla olduğu durumlarda hafif enine rib görünümü oluşur.

— Bezayağı örgülü kumaşın yüzünün ve tersinin görüntüsü kumaşa ilave işlemler yapılmadıysa aynıdır.

b. Olumlu özellikler;

— Genellikle sıkı bir yapıya sahiptir

— İplik kaymasına dayanıklı olup diğer örgüler gibi kenardan kolayca sökülmezler

— Yüzeyi düz olduğundan baskı, kalandır desenleri veya brode motifler için iyi bir zemin teşkil ederler.

c. Olumsuz özellikler;

— Bu tip kumaşlar diğer kumaşlara göre daha kolay buruşurlar

— Herhangi bir etki olmadığı sürece bir desen tesiri yoktur

— Yırtılma mukavemeti diğer örgülerle dokunmuş kumaşlardan daha azdır.

4. Bezayağı örgüsünden türetilmiş kumaşlar

a. Panama örgüsü

b. Ribs örgüsü

c. Etamin örgüsü

d. Arpa tanesi örgüleri

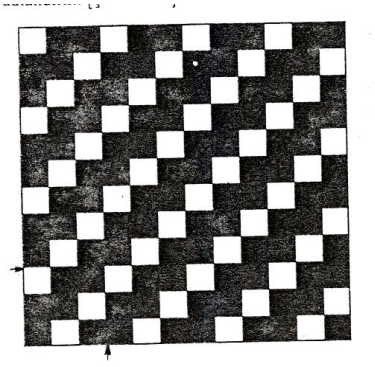
e. Krep örgüler

2.2.4.2 Dimi Örgüsü

1. Dimi örgüsünün tanımı

Dimi örgüler raporları en az üç veya daha fazla çözgü ve atkı ipliğinden oluşur.

Dimi örgüleri yan yana diyagonal şekilde yükselen, dizilmiş birleşme noktaları ile kumaşın yüzeyinde diyagonal çizgi etkisi meydana getiren temel dokuma örgülerinden birisidir. Şekil 2.10' da en küçük raporlu dimi örgünün görüntüsü verilmiştir [2].



Şekil 2.10: Dimi Örgülerin En Küçük Raporlusu Olan Üç Çözgü ve Üç Atkılı Dimilerden 2/1 Çözgü Dimi Örgüsünün Gösterilişi

Dimi örgülerin; çözgü dimi, atkı dimi, çok kenarlı dimi, çiftli dimi, vlot örgü, balıksırtı, sivri dimi, çapraz dimi, mızrak dimi, serj gibi geniş bir çeşitliliği vardır.

2. Dimi örgünün özellikleri

a. Genel özellikleri

— Bezayağından sonra en çok kullanılan örgüdür.

— Diyagonal yollar oluşturmasıyla kolayca tanınır

— İplik sıklıklarının arttırılmasına daha uygundur.

— Bezayağına göre daha kalın ve dayanıklı kumaş oluşturur.

— Diyagonal yönde esneklik fazladır

— Kumaşın her iki yönünde farklı görünüm vardır

b. Olumlu özellikler

— Kendiliğinden bir desen etkisi vardır

— Şardon, fırça vs. gibi bitim işlemlerine uygundur

— İplik sıklığı arttırılarak daha dayanıklı kumaş yapıları oluşturulabilir

— Bezayağı kadar kolay buruşmaz

— Yırtılma mukavemeti bezayağından yüksektir.

c. Olumsuz özellikler

— Sonradan desenlendirmeler için uygun değildir

— Kenarlardan sökülmeye bezayağı kadar dayanıklı değildir.

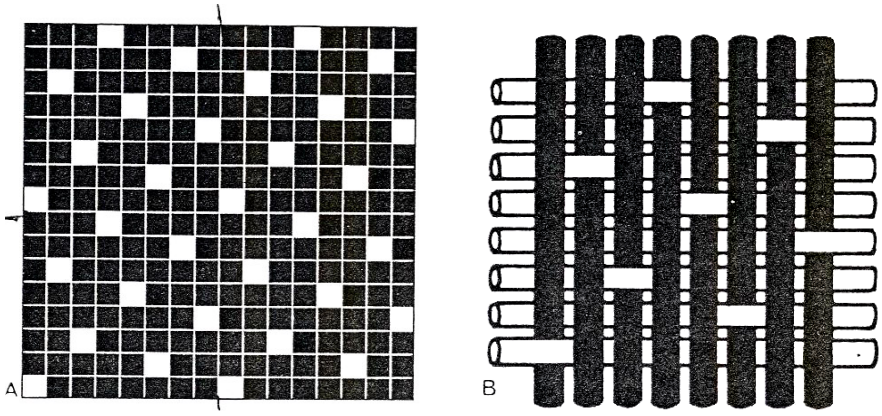
2.2.4.3 Saten Örgüsü

1. Saten örgüsünün tanımı

Uzun iplik atlamaları ile karakterize olurlar. En belirleyici özellikleri kumaş yüzünün ya atkı hâkimiyetli ya da çözgü hâkimiyetli olmasına neden olmalarıdır.

2. Saten örgüsünün bağlantı yapısı

Her bir saten örgü raporunda her bir çözgü ipliği için yalnız bir bağlantı noktası vardır. İki bağlantı noktası hiçbir zaman temas etmez. Bunlar kullanılan çerçeve adetlerine göre adlandırılırlar. 5 çerçeveli saten veya 5 eksantrikli saten gibi. Şekil 2.11 A ve Şekil 2.11 B' de 8' li çözgü saten örgünün raporu ve konstruksiyonu görülmektedir.



Şekil 2.11: A- Kumaş Yüzünde Tamamen Çözgü İpliklerinin Görünmesini Saglayan Uzun İplik Atlamalarına Sahip 8'li Çözgü Saten Örgüsü B- Bu Örgüyle Dokunmuş Kumaş Konstrüksiyonu

3. Saten örgüsünün özellikleri

— Pürüzsüz ve parlak bir kumaş yüzeyi oluştururlar

— Genellikle doğal ve yapay filament iplikler kullanılırlar

— Ön yüzeyleri ışığı çok yansıtır bu nedenle parlaktır.

— Kaygan yüzeyli kumaşlar oluştururlar.

— Yüksek döküm özellikleri vardır

Saten örgüsünün olumsuz özellikleri;

— Bu kumaşlardaki yüzen iplikler giyim sırasında dışa doğru çekilebilir, dışarı çıkabilir veya kopabilir.

— Diğer kumaşlara göre sürtünme dayanımı düşük, çabuk aşınan bir kumaştır

— Diğer kumaşlara göre dikişi zordur.

4. Saten örgüsünün kumaşta tanınması

Saten örgülü kumaşlar genellikle dolgun yapılı kumaşlar olmasına rağmen yinede yumuşak ve dökümlü bir tutumları vardır. Saten örgülü kumaşlar yüzeylerinin ya tamamen çözgü ipliğiyle veya tamamenatkı ipliğiyle kaplı olduğu kumaşlardır. Çözgünün atkı üzerinde yüzmesi veya atkının çözgü üzerinde yüzmesi nedeniyle pürüzsüz ve parlak olan kumaşın yüzeyindeki bağlantılar çıplak gözle kolay görülmez. Kumaşın iki yüzünün görünüşü farklıdır. Ön yüzü parlak, arka yüzü mat olabilir veya her iki yüzü de parlak olabilir [2].

2.3 Buruşmazlık Bitim İşlemi

2.3.1 Buruşmanın Tanımı ve Mekanizması

Kumaşın hammaddesi olan liflerin yapısındaki kristalitler, mikrofibriller ve makrofibriller denge halinde bulunmaktadırlar. Liflerin içerisindeki bu elemanlara dışarıdan bir kuvvet etki ettiğinde bu elemanlar birbirlerine göre kayarlar ve yeni bir denge oluştururlar. Bu kuvvet ortadan kalktığında ise oluşan bu denge tamamen eski haline dönemediği için lifler kırışır ve bunun sonucunda kumaş buruşur.

Tekstilde bu elemanlara etki eden başlıca dış kuvvet sudur. Kumaşın buruşmasının önlenmesi için, su moleküllerinin lif içerisindeki kristalitlerin arasına girmesi, yani liflerin şişmesi ve çekmesi zorlaştırılır; böylece lif elementlerinin kayması engellenir. Pamuklu kumaşa buruşmazlık iki yoldan kazandırılabilir;

1. Lifin içerisindeki amorf bölgelerin, lif elemanları arasındaki boşlukların, herhangi bir maddeyle doldurulması ile elde edilebilir. Bu tip maddeler reçine oluşturan buruşmazlık sağlayıcı ürünler sınıfına girer.

2. Selüloz makromolekülleriyle reaksiyona girip lif elementleri arasında köprü bağları meydana getiren bileşikler ile muamele edilerek sağlanır. İlkinde temel prensip lif elemanları arasındaki boşluklar doldurularak hareketleri kısıtlanır. İkincisinde ise lif elemanları arasında bağlar oluşturularak liflerin birbirlerine göre hareketleri kısıtlanır [4].

2.3.2 Buruşmazlık Bitim İşlemi Maddeleri

Piyasada her iki prensip içinde uygulanabilecek maddeler mevcuttur.
Kolaylık sağlanması açısından bu maddeler üç temel gruba ayrılır:

1. Reçine oluşturan maddeler
2. Az miktarde reçine oluşturan maddeler
3. Reçine oluşturmayan maddeler

2.3.2.1 Reçine Oluşturan Maddeler

Bu maddeler piyasada açık zincirli azot metilol bileşiklerinin suda çözünebilen tozu ya da hazır derişik çözeltileri halinde bulunurlar. Kullanılan maddeler, üre formaldehid ve melamin formaldehid ön kondensatlarıdır. İşlem esnasında bu bileşikler katalizörün de etkisiyle lif içerisinde polikondenzasyona uğrayarak suda çözünmeyen amino plas t(karbamid) reçinelerini oluştururlar.
Bu şekilde elde edilen buruşmazlığın bazı dezavantajları vardır. Örneğin; yıkamaya karşı dayanıksızdır ve bu işlem ürünün tutumunu sertleştirir. Bu yüzden fazla yıkanmayan, sert olmaları rahatsızlık vermeyen ürünlerin apresinde kullanılır. Örneğin, kostümlük ve trençkotluk kumaşların buruşmazlık işleminde uygulanabilirler [4].

2.3.2.2 Az Miktarda Reçine Oluşturan Maddeler

Bu maddeler azot ihtiva eden heteroksiklik metilol bileşikleridir. Örnek olarak, dimetilol etilenüre verilebilir. Bu maddeler selüloz makromolekülündeki hidroksil gruplarıyla reaksiyona girerler ve polifonksiyonel bileşikler oldukları için birden fazla hidroksil grubuyla bağ yapabilirler. Bağlandıkları bu gruplar birden çok makromoleküle ait ise bunlar arasında da köprü bağları oluşturarak buruşmazlığı sağlarlar. Bu şekilde elde edilen buruşmazlık, yıkamaya karşı dayanıklıdır ve ürünün tutumunda bir sertleşme oluşturmadığından pamuklu kumaşların apresi için en çok tercih edilen maddelerdir. Bu yöntemle elde edilen ürünlere örnek olarak gömleklik ve bluzluk kumaşlar verilebilir. Bu iki gruptaki azotmetilol bileşiklerinin bazı sakıncaları vardır:

1. Bunlar içerisinde en önemlisi formaldehid açığa çıkarmalarıdır. Formaldehidin insan sağlığına ve çevreye zararlı olması yüzünden birçok ülke bu maddenin havada bulunabilecek maksimum konsantrasyonunu sınırlandırmışlardır.

2. Azotmetilol bileşikleri yan reaksiyonlar sonucunda metilaminler oluştururlar, özellikle trimetilamin, balık kokusu ile rahatsızlık vermektedir. Bu oluşum önlenebilir ama bu iş için fazladan işlem gerekmektedir, böylece maliyet artar.

3. Diğer önemli bir sakınca da, bu şekilde apre edilmiş mamuller hipoklorit ihtiva eden maddelerle yıkandığında klor atomlarını tutarak kloraminler oluşturmalaridir. Hafif bir ütüleme sonucunda bile bu kloraminler parçalanarak hidrojen klorür ve aktif oksijen açığa çıkarırlar ki, bunlar da selüloz liflerinin zarar görmesine yol açar [4].

2.3.2.3 Reçine Oluşturmayan Maddeler

1. Formaldehid Açığa Çıkaran Bileşikler

Bu tip ürünler selüloz makromoleküllerindeki hidroksil gruplarıyla reaksiyona girebilen ve bunlar arasında köprü bağları oluşturabilen polifonksiyonel bileşiklerdir. Bu bileşikler sadece selüloz elyafıyla reaksiyona girerler. Çözünmeyen bir reçine oluşturmadıkları için kumaşın tuşesi yumuşak olur. Bu gruba dâhil olan bileşikler şunlardır:

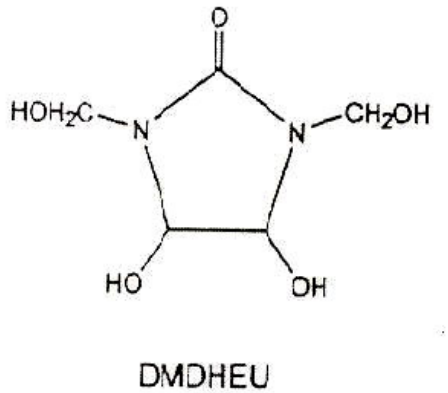
a. Dimetilolpropilenüre (DMPU) mamul beyazlığının önemli olduğu durumlar için uygundur. DMPU ile muamele edilen kumaş ısıya maruz kaldığında sararmaz. Diğer avantajı da kokusuz olmasıdır. Bu sınıf içinde kullanılan en pahalı bileşiklerdir.

b. Dimetiloldihidroksietilenüre (DMDHEU) en çok kullanılan buruşmazlık maddesidir ve kumaşa çok iyi "buruşmazlık açısı" kazandırır. DMDHEU' nin selüloz molekülüyle çapraz bağ yapabileceği dört noktası vardır. Bunların ikisi metilol grubu diğer ikisi hidroksil grubudur. Lewis asit katalizörü varlığında ve kondensasyon sırasında önce metilol sonra da hidroksil grupları selüloz molekülündeki hidroksil gruplarıyla eter bağları oluşturur. Selüloz içerisindeki doğal hidrojen bağlarının yerini alan bu yapı ise daha güçlü bir kovalent bağ oluşturur. Ham pamuktaki bu hidrojen bağları kolayca kırılabildiği için kumaş kırışır ve buruşur. Dışarıdan gelen etkiler çapraz bağlanmış pamuktaki kovalent bağları gerer ve kuvvet ortadan kalktığında da gergin olan bu bağlar selüloz moleküllerini eski hallerine dönmeye zorlar. Bu yüzden kurulan bu bağlantı rijittir ve selüloz moleküllerinin birbirlerine göre konumunu sabitler [5].

DMDHEU ile muamele edilen kumaşlar hipoklorit ihtiva eden maddelerle yıkandıklarında klor atomlarını tutarak kloraminleri oluştururlar. Bu kloraminler ufak

bir ütüleme işleminde bile parçalanarak selülozun zarar görmesine neden olurlar. Bazı reaktif azot esaslı yardımcı maddelerin (trietanol amin (TEA) ve hidro klorik asit (HCI) gibi) DMDHEU ile çapraz bağlanmış selüloz liflerinin anyonik boyalara karşı ilgisini arttırdığı ve formaldehid salınımını da düşürdüğü bilinmektedir. Ayrıca boyaların ışık haslıklarını etkilemedikleri için boyalı kumaşların buruşmazlık bitim işlemlerinde en çok bunlar kullanılırlar [6].

Formaldehid esaslı azotmetilol bileşikleri en çok bilinen buruşmazlık apresi ajanlarıdır. Kumaşın bu bileşiklerle bitim işlemi sonucunda selüloz zincirleri depolimerize olurlar ve bu da mamulün kopma mukavemetini düşürür. Formaldehidli buruşmazlık apresinde katalizör olarak polikarboksilik asit ya da Lewis asidi kullanılır. Selüloz asitlere karşı hassastır ve asit varlığında depolimerize olur. İşlem görmüş pamuklu kumaşın kopma mukavemetiyle, selülozun moleküler ağırlığı arasında doğru orantı olduğu bilinmektedir [7]. Kopma mukavemetinde meydana gelen bu aşırı kayıp pamuklu kumaşlara buruşmazlık kazandırılmasının önündeki en büyük engeldir. Geçmişte yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu buruşmazlık apresi uygulanmış kumaşlarda oluşan mukavemet kayıplarını elimine etmek için yapılmıştır. Azotmetilol bileşiklerinin bir diğer dezavantajı formaldehid açığa çıkarmalarıdır. Son yıllarda yapılan araştırmaların çoğu bu maddelere alternatif, formaldehid açığa çıkarmayan maddeler geliştirmek için yapılmıştır ve yapılmaktadır [5]. Şekil 2.12' de DMDHEU monomerinin kimyasal yapısı görülmektedir [5].



DMDHEU

Şekil 2.12: DMDHEU Monemerinin Kimyasal Yapısı

2. Formaldehid Açığa Çıkarmayan Bileşikler

Buruşmazlık sağlayan ve formaldehid açığa çıkarmayan maddelerden biri de dihidroksildimetilimidazolidinon (DHDMI)' dur. Çünkü bu madde metilol grupları

içermez ve çift fonksiyonludur. Bu yüzden dört fonksiyonlu DMHDEU' ya göre daha az reaktiftir ve onunla muamele edilmiş kumaşa göre daha az esnekliğe sahiptir. Sonuç olarak DHDMI ile daha az çapraz bağlanmış selüloz lifleri bazı direkt ve reaktif boyalarla daha iyi boyanır [8].

DHDMI magnezyum klorür, çinko nitrat ya da çinko fluoborat gibi katalizörler varlığında kumaşın buruşmazlığını yeterli derecede arttırmaktadır. Bu katalizörler arasında en iyi buruşmazlık derecesi sağlayan ve yıkamalara karşı dayanıklı olan çinko fluoborattır. Etkinliği az olmasına rağmen hipokloritle yapılan yıkamalardan etkilenmez ve kumaşın zarar görmesini önler. Ayrıca oda sıcaklığında DHDMI'nın dayanıklılığı oldukça iyidir. Kumaş buruşmazlık apresi gördükten ve kurutulduktan aylarca sonra bile kondense edilebilir. Polimerik yardımcı kimyasallar kullanılarak (akrilat kopolimerleri ya da çapraz bağ yapabilen silikonlar) DHDMI ile edilen buruşmazlık değerleri geliştirilir [9].

3. Polikarboksilik Asitler

Selüloz moleküllerinin kalıcı çapraz bağlanması tekstil kimyasında bir dönüm noktasıdır. Ancak en yaygın olarak kullanılan çapraz bağlama yöntemi olan DMDHEU kopma ve yırtılma mukavemetlerinde düşüşlere neden olur, tutumu kötüleştirir, uygulama ve üretim esnasında formaldehide maruz kalmaya sebep olur. Uzun zamandır formaldehidin sağlığa zararlı olduğu bilinmektedir. Tekstil endüstrisi bu nedenle formaldehid miktarı düşürülmüş yöntemler geliştirmeye çalışmıştır. Bu çabalar kullanılan formaldehid miktarını ve dolayısı ile formaldehide maruz kalma oranını düşürmüş ayrıca elde edilen özellikleri de geliştirmiştir [10]. Ayrıca Tablo 2.2 ve Tablo 2.3' de buruşmazlık türleri ile formaldehid salınımı ve buruşmazlık maddesinde aranan özellikler verilmiştir [10].

Tablo 2.2: Buruşmazlık İşlem Türleri

Formaldehid Salınımı(ppm)	**Muamele Tipi**
Yüksek–2000 ppm	Fenolformaldehit, melaminformaldehit, üreformaldehit
Azaltılmış–500 ppm	Dimetilol etilen üre (DMEU), Dimetil dihidroksi etilen üre (DMDHEU)
Düşük-Çok düşük 50–350 ppm	DMDHEU
Formaldehidsiz–0 ppm	Dihidroksil dimetil imidazolidinone (DHDMI) Polikarboksilik asitler (PCA)

Tablo 2.3: Buruşmazlık Maddelerinde Aranan Özellikler

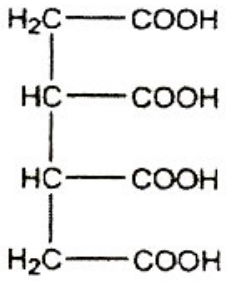
Çapraz bağlamada yüksek kaliteye ulaşmak için aranan özellikler
Teknoloji: Yüksek reaktivite Düşük mukavemet kaybı İyi yıkama mukavemeti Düşük tuşe hasarı Beyazlığa az etki etmesi ya da hiç etki etmemesi
Ekonomi: Diğer bitim işlemi ürünleri ile uyumluluk Üretici ve kullanıcı için maliyet avantajı
Ekolojik: Formaldehit açığa çıkarmaması ya da çok az çıkarması

Son zamanlardaki en önemli ticari alternatiflerden biri de polikarboksilik asitlerle sağlanan buruşmazlıktır. Değişik bileşiklerle yapılan çalışmalar örneğin 1,2,3,4 bütantetrakarboksilik asit (BTCA), sitrik asit ve polimaleik asit(PMA) fosforlu katalizörlerle ve oldukça yüksek sıcaklıklarda yapılmıştır. Polikarboksilik asitler ardışık olan karboksil grupları arasında anhidrid formları oluşturur. Bundan sonra bu anhidridler selüloz moleküllerindeki hidroksil gruplarıyla reaksiyona girerek oldukça kararlı ve dayanıklı olan ester bağları meydana getirirler [11]. Polikarboksilik asitlerle bağlanmış pamuklu kumaşlarda mukavemet kayıpları iki nedenden ötürü oluşmaktadır.

1. Asit katalizinin sebep olduğu selüloz moleküllerinin depolimerizasyonu.
2. Selüloz moleküllerinin çapraz bağlanması.

Bu kayıplardan ilki telafi edilemez, çünkü pamuğun yapıtaşı olan selüloz molekül zincirleri parçalandıktan sonra eski haline dönemez. İkincisinde ise oluşan çapraz bağlar kırılarak pamuk eski haline döndürülebilir, bu yüzden oluşan mukavemet kayıpları telafi edilebilir [12]. Şekil 2.13' de BTCA monomerinin kimyasal yapsısı gösterilmiştir [12].

1. 1,2,3,4 Bütantetrakarboksilik asit (BTCA)



Şekil 2.13 BTCA Monemerinin Kimyasal Yapısı

Pamuğun formaldehitsiz bitim işlemlerinde polikarboksilik asitler ayrı bir buruşmazlık bileşik sınıfı olarak ilk defa 1962'de ortaya çıkmıştır. 1,2,3,4 bütantetrakarboksilik asit (BTCA) ile fosforlu katalizör varlığında çalışıldığında dimetiloldihidroksietilenüre (DMDHEU) ile aynı performans elde edilmiştir ama ondan daha pahalı bir maddedir. Bu yüzden sanayi için özel olarak geliştirilen BTCA'nın analiz için kullanılan BTCA'dan farklı olup olmadığı araştırılmıştır. Sonuç olarak sanayide kullanılabilecek olan BTCA ile elde edilen buruşmazlık değerleri analizde kullanılan BTCA ile elde edilen değerlere yakın çıkmıştır. Ayrıca sanayi için geliştirilen BTCA'nın sahip olduğu safsızlıklar kumaşın sararmasına sebep olmamıştır [13].

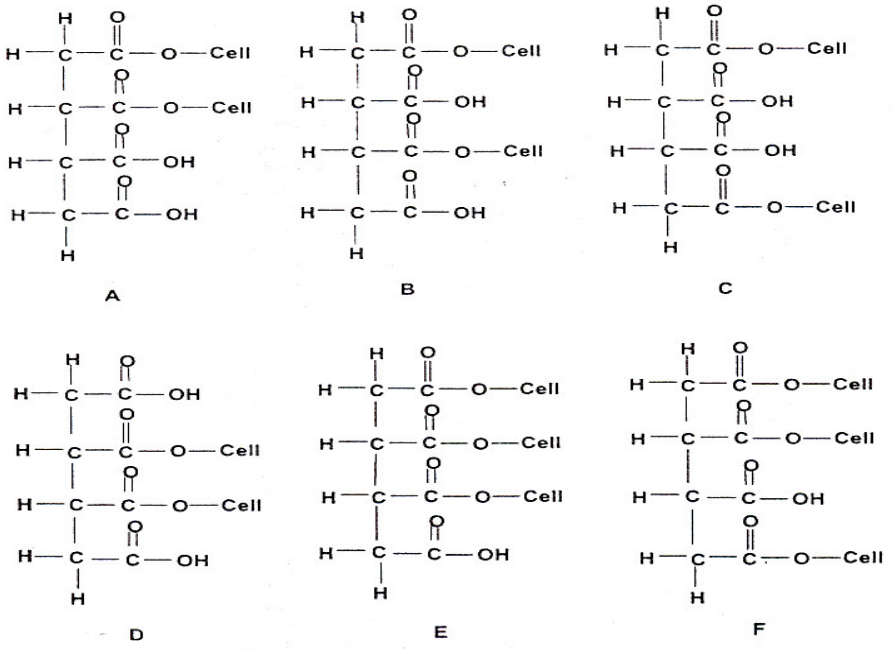
Pamuklu kumaşlara uygulanan buruşmazlık aprelerinin sebep olduğu aşırı mukavemet kayıpları baş edilmesi gereken en büyük problemdir. Yüksek kondensasyon sıcaklığının ve BTCA konsantrasyonunun kumaş mukavemetini düşürürken buruşmazlık açısı değerlerini arttırdığı bilinmektedir. Ayrıca çalışılan flottenin asidikliğinden kaynaklanan mukavemet kayıpları kumaşın 160°C' de kondense edilmesiyle azaltılabilir [14].

Farklı moleküler yapıya ve reaktifliğe sahip 1,2,3,4 bütantetrakarboksilik asit (BTCA, doğrusal) ve cis 1,2,3,4, petan tetrakarboksilik asit (CPTA, dairesel) gibi karboksilik asitlerin kumaşın buruşmazlığına ve kopma mukavemetine etkisi de araştırılmıştır. Deneyler sonucunda BTCA'nın buruşmazlığı daha çok arttırdığı bulunmuş ve kopma mukavemetinin de kullanılan asidin kimyasal yapısından ve reaktifliğinden bağımsız olduğu anlaşılmıştır [15]. Bu çalışmalara ek olarak BTCA ile hazırlanan buruşmazlık flotte pH'ının çapraz bağlanma üzerine etkisi de araştırılmış ve pH arttıkça BTCA'nın etkinliğinin azaldığı ve uygun pH aralığının 2,2–2,8 olduğu görülmüştür [16].

BTCA ile buruşmazlık kazandırılan kumaşlarda görülen sürtünme mukavemeti kayıplarının önüne geçmek için de çalışmalar yapılmıştır. İki adım kullanılarak yapılan bir çalışmada ilk adım, kumaşın BTCA ve sodyumhipofosfit (SHP) içeren flotte ile muamele edilmesinden oluşur. İkinci adım ise "Sol-Gel" uygulaması denen ve kumaşın tetraetoksilan (TEOS) ve glisidilpropiloksitrimetoksilan (GPTMS) içeren flotte ile kaplanmasından oluşur. Bu işlemler sonucunda kuru buruşma açısı artmıştır. Bunun yanında esas artış sürtünme mukavemetinde olmuştur [17]. Sürtünme mukavemet kayıplarının üstesinden gelmek amacıyla buruşmazlık çözeltisine polivinilalkol (PVA) de eklenmiştir. Bunun neticesinde belirli bir

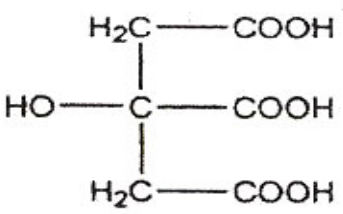
konsantrasyonun üzerinde (% 0,6) PVA sürtünme dayanımını iyileştirmiş ayrıca PVA'nın buruşma açısına kopma mukavemetine de negatif bir etkisi olmamıştır [12]. BTCA kullanılarak kazandırılan buruşmazlık apresi için en etkili katalizörün SHP olduğu bilinmektedir. Fakat SHP pahalı ve çevreye zararlı bir maddedir, bunun için alternatif maddeler geliştirilmeye çalışılmıştır. BTCA içeren flottenin içine doymuş (okzalik, formik) ve doymamış(fumarik, maleik) karboksilik asit tuzları eklenerek yapılan bir çalışmada kumaşın buruşmazlığının biraz arttığı ama en önemli gelişmenin sürtünme mukavemetinde ortaya çıktığı görülmüştür [17]. Ayrıca katalizör olarak denenen bir başka maddede kloroasetat tuzudur. Kloroasetat ile elde edilen buruşma açısı değerleri ve mukavemet değerleri ile fosforlu katalizörlerle elde edilen değerler birbirine yakın çıkmıştır [18].

Kumaşın yıkanması için geliştirilen enzimlerin, BTCA ile çapraz bağlanan kumaşlara etkisi de araştırılmıştır. Bunun için iki çeşit yöntem kullanılmıştır. İlk yöntemde kumaş önce selülaz enzimiyle yıkanmış daha sonra BTCA ile işleme tabi tutulmuştur. İkinci yöntemde ise kumaş önce BTCA ile işlem görüp ardından selülaz enzimiyle yıkanmıştır. Kullanılan bu yöntemden ilki kumaşın tuşesini daha çok iyileştirmiştir ama en fazla mukavemet kaybı da bu yöntemde oluşmuştur. Ayrıca her iki yöntemde elde edilen buruşmazlık değerleri birbirine yakın çıkmıştır [19]. Son olarak Şekil 2.14' de 1,2,3,4 bütantetrakarboksilik asit (BTCA) kimyasalının selüloz moleküleriyle girdiği reaksiyon gösterilmiştir.



Şekil 2.14: BTCA' nın Selüloz Moleküleriyle Reaksiyonu

2. Sitrik Asit



Şekil 2.15: Sitrik Asit Monomerinin Kimyasal Yapısı

Şekil 2.15' de sitrik asit monomerinin kimyasal yapısı gösterilmektedir [20]. Sitrik asit polikarboksilik asitler içerisinde en efektiflerinden birisidir. Sitrik asit molekül yapısında bulunan üç adet karboksil grubu sayesinde yeterli derecede reaktifliğe sahiptir. Bunun yanında ekonomiktir, toksik değildir ve çevreye zarar vermez. Tek başına kullanıldığında kumaşın buruşmazlığını çok fazla etkilemez. Ama katalizör olarak özellikle fosfor içerikli inorganik asitlerin alkali metal tuzları buruşmazlığı geliştirir. Sitrik asitin önemli bir dezavantajı da beyaz kumaşların sararmasına neden olmasıdır. Bu durum uygun katalizör seçimiyle azaltılabilir ama yok edilemez [20]. Bunun yanında buruşmazlık flottesine hidroksi alkilamin tuzları eklendiğinde, özellikle de TEA tuzları, kumaşın beyazlığı artar. Ayrıca bu yardımcı maddenin ilavesiyle pahalı hipofosfit katalizör kullanımı % 50 düşer [21].

Polikarboksilik asitlerle çapraz bağlanmış kumaşaların tuşesi de bu bağlar yüzünden kötüleşir. Bunun için farklı kimyasal yapıya sahip yumuşatıcıların (epoksisilikon, aminosilikon, yüksek yoğunluklu polietilen) sitrik asitle sağlanan buruşmazlık üzerine etkisi araştırılmıştır. Buruşmazlık açısını ve kopma mukavemetini en çok arttıranın yüksek yoğunluklu polietilen, kumaşın tuşesini en fazla geliştirenin de epoksisilikon olduğu görülmüştür. Ayrıca kullanılan yumuşatıcılar da kumaşın buruşmazlığını etkilememiştir [22].

Sitrik asidin sebep olduğu en büyük sorun ise kumaşın sararmasıdır. Bunu engellemek için yapılan çalışmalar göstermiştir ki kumaş kondensasyondan sonra atmosfer nemine sahip havaya ne kadar fazla maruz bırakılırsa beyazlığı da o kadar artmaktadır [23]. Polikarboksilik asitlerle bitim işlemi görmüş kumaşların lekelenme durumlarına da bakılmıştır. Pamuklu kumaşlarda SHP varlığında sitrik asit kullanılarak yapılan buruşmazlık apresi demiroksit lekelenmesini etkilediği görülmüştür. Sitrik asit konsantrasyonu arttıkça lekelenme de artmaktadır. Buna

sitrik asitin reaksiyona girmeyen karboksil gruplarının neden olduğu düşünülmektedir [24].

En son geliştirilen yöntemler sitrik asitin etkinliğini arttırmaya yönelik yapılmıştır.Bunu sağlamak içinde diğer polikarboksilik asitlerle karıştırılarak çalışmalar yapılmıştır. Örneğin sitrik asit, PMA ile karıştırıldığında sitrik asidin bağ yapabilme kabiliyeti artmıştır. Bu da sitrik asidin reaktifliğini ve dolayısıyla çapraz bağ yapma etkinliğini arttırır. Terpolimermaleik asit (TPMA)/Sitrik asit ile muamele edilen pamuklu kumaşların buruşmazlık performansları ve mekanik özellikleri düşük formaldehitli DMDHEU ile işleme tabi tutulan kumaşlara göre daha iyi çıkmıştır [25]. Ayrıca BTCA ve Sitrik asidin sahip olduğu dezavantajları elimine etmek için ve avantajlarından da yararlanmak için karışım halinde kullanılmışlardır. En iyi sonuçlar 3:1 mol oranında Sitrik asit/BTCA karışımıyla elde edilmiştir. SHP miktarı azaltılmış BTCA'lı sisteme göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir [26]. Sitrik asidin sebep olduğu sararmanın önüne geçmek için alternatif asitlerde denenmiştir. Örnek vermek gerikirse, BTCA tarafından aktive edilen maleik asit kullanılmış ve tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir [27].

2.3.3 Buruşmazlık Bitim İşlemi Yöntemleri

İyi bir buruşmazlık etkisi elde edebilmek için gereken özellikler şunlardir:

Elyaf : İnce ve orta kalınlıkta

İplikler: Tek kat ve yumuşak bükümlü

Kumaş: Sık dokunmamış, asit, baz, tuz, pat maddesi ihtiva etmeyen, kimyasal olarak zarar görmemiş, hidrofilliği iyi.

2.3.3.1 Kuru (Kondensasyon) Buruşmazlık Bitim İşlemi Yöntemi

Çalışma şekli:

1. Buruşmazlık apresi flottesiyle emdirme (fularda)
2. Kurutma (gergefli kurutucu)
3. Kondensasyon (hot flu) ve bazen yıkama ve son avivaj.

Elde edilmek istenen etki derecesine uygun terbiye maddesi ve yardımcı seçilerek apre reçetesi hazırlanır. İyi bir sonuç için bir diğer önemli husus da uygun katalizörün seçimi ve kondensasyon koşullarının kullanılan terbiye maddesi ve katalizörün göz önüne alınarak ayarlanmasıdır.

Bu yöntemde en çok kullanılan katalizörler: Amonyum klorür, amonyum nitrat,

amonyum sülfat, diamonyum fosfat, monoamonyum fosfat gibi. Amonyum tuzları magnezyum klorür, çinkoklorür, çinkonitrat gibi metal tuzlarıdır.

1. Kondensasyon Sıcaklığıyla Değişmeyen Katalizörün Etkisi

Belirli katalizörler varlığında bazı aktif buruşmazlık maddeleri daha kurutma esnasında (80–90°C) iyi buruşmazlık derecesi elde edilir. Daha sonra bu kondensasyon sıcaklığı ne kadar yükseltilirse yükseltilsin sağlanan buruşmazlık derecesi fazla bir artış göztermez. En rahat ve güvenli çalışma koşulları bu durumda mevcuttur.

Örnek: Buruşmazlık maddesi: Dimetiloletilen üre

Katalizör: Amonyum nitrat

2. Kondensasyon Sıcaklığıyla Hızlı bir Şekilde Değişen Katalizör Etkisi:

Buruşmazlık apresi ürünü ve katalizör emdirilen kumaşın buruşmazlık derecesinde değişiklik olması için "kritik sıcaklık" denilen bir sıcaklığın üstüne çıkılması gerekir. Kritik sıcaklık aşıldıktan sonra buruşmazlık derecesi artar. Kondensasyon sıcaklığına göre büyük değişimler gösterir.

Buna göre:

a. İyi bir buruşmalık özelliği elde etmek için kondensasyon sıcaklığının kritik sıcaklıktan yüksek tutulması gereklidir.

b. Kondensasyon sıcaklığında meydana gelen küçük degişiklikler bile buruşmazlık derecesini ve mukavemet değerlerini önemli bir şekilde degiştirir.

Örneğin:

Kondensasyon sıcaklığı	:(±) 10°C değişirse
Buruşmazlık derecesi	:(±) 20–30°C değişir.
Mukavemet değerleri	:(±) %15 değişir.

Bu koşullardaki çalışmalarda, hem her zaman aynı sonuç elde edilemediği gibi bir partinin başı-sonu ya da kumaşın ortası ve kenarı ayrı özellikler gösterebilmektedir. Bu da tehlikeli bir çalışma durumu oluşturur.

Örnek:

Terbiye maddesi: Dimetilol hidroksietilen üre

Katalizör: Amonyum klorür

3. Kondensasyon Sıcaklığıyla Değişen ve Değişmeyen Bölgeler İçeren Katalizör Etkisi

Buruşmazlık derecesinde bir artış sağlanabilmesi için kritik sıcaklığın aşılması gerekir. Bu yönüyle kondensasyon sıcaklığıyla hızlı bir şekilde değişen katalizör etkisine tamamen benzer. Ama ikinci tiptekinden farklı olarak elde edilen buruşmazlık derecesinin kondensasyon sıcaklığıyla değişmemeye başladığı bir "sınır sıcaklığı" vardır. En çok rastlanan "katalizör etkisi" tipidir. Dikkat edilmesi gereken en önemli husus, sınır sıcaklığının üzerinde bir sıcaklıkta çalışılmasıdır [4].

Bu şekilde, elde edilen sonuç ve mukavemet değerleri degişmeden kalacaktır.

Örnek:

Buruşmazlık maddesi	: Dimetilol hidroksietilen üre
Katalizör	: Diamonyum fosfat
Sınır sıcaklığı	: 140°C

2.3.3.2 Yaş Buruşmazlık Bitim İşlemi Yöntemi

1. Asidik Ortamda Yapılan Yaş Buruşmazlık Apresi Yöntemi

Oda sıcaklıgında kuvvetli bir asitin varlıgında selüloz ile reaksiyona girebilen azot metilol bileşikleri (dimetilolhidroksietilenüre, dimetilolmetoksi–5,5 metilpropilenüre, asetilen bis) buruşmazlık kazandıran ürünlerdir. Ortamın asitliğini sağlamak için hidroklorik asit ya da sülfirik asit kullanılır. Çalışma şekli basittir; kumaş buruşmazlık maddesi, yardımcı kimyasal ve asit içeren flotteyle fularda emdirilir, kumaşın aldıgı flotte miktarı % 70–80 olacak şekilde sıkma silindirlerinde sıkılır. Bundan sonra yaş kumaş bir ruloya sarılıp üstü plastik folyo ile kapatıldıktan sonra 10–16 saat beklemeye bırakılır.

Bekleme esnasında rulo yavaş bir biçimde döner, bekleme süresinin sonunda kumaş durulanır, soda ile nötürleştirilir ve tekrar durulandıktan sonra kurutulur. Yaş buruşmazlık apresi ile yaş buruşmazlık derecesi tatmin edici bir şekilde artarken, kuru buruşmazlık derecesinde bir artış olmaz. Ayrıca bu yöntemle muamele edilen kumaşlar klasik yöntemle muamele edilen kumaşlara göre daha dayanıklıdır. Bu şekilde işlem gören kumaşlar normal kullanım sırasında buruşurlar ama yıkandıktan sonra düzgün olarak asıldıklarında kırışıksız olarak kururlar ve ütülenmelerine gerek yoktur. Bu yüzden çarşaf, masa örtüsü gibi kumaşlara buruşmazlık apresi bu yöntemle uygulanır.

2. Bazik ortamda yapılan yaş buruşmazlık apresi yöntemi:

Bazik ortamda oda sıcaklığında şişmiş selüloz lifleriyle reaksiyona girebilen ürünler kullanılır (epiklorhidrin, sulfonyumbetainler, diklorproponal ve azotmetilolakrilamid vb.). Çalışma şeklinde birtakım farklılıklar olsada en çok uygulanan Belfast Yöntemidir.

Belfast Yöntemi; ağartılmış ve merserize edilmiş kumaş % 15'lik sodyum hidroksit çözeltisiyle fularda emdirilip, iyice sıkıldıktan sonra gergin haldeyken buruşmazlık maddesi aktarma yöntemine göre uygulanır. Daha sonra düzgün bir şekilde ruloya sarılıp üzeri plastik folyo ile kaplanır ve 8–10 saat beklemeye bırakılır. Bekleme esnasında rulo yavaşça döner. Bu süre sonunda kumaş durulanır, asetik asitle nötürleştirilir, tekrar durulanır ve kurutulur [4].

2.3.3.3 Nemli Buruşmazlık Apresi Yöntemi

Buruşmazlık sağlayan reaksiyon, belli miktarda nem ihtiva eden selüloz lifleriyle gerçekleşir. Reaksiyon olurken lifler kismen şişmiş oldugundan iyi yaş buruşmazlık ve kuru buruşmazlık dereceleri elde edilir. Yöntemin klasik yönteme göre avantajı, sürtünme dayanımında görülen düşüşün daha az olmasıdır. Bu yöntem için geliştirilen özel katalizörlerin kullanılması önerilir.

Çalışma şekli; kumaş fularda flotteyle emdirilir, alınan flotte miktarı % 70–80 olacak şekilde kumaş sıkma silindirlerinden geçirilir ve kumaştaki nem % 5–7' ye düşene kadar kurutulur. Bu işlem gergefli kurutma makinalarında 110–120°C' de yapılır. Nemli kumaş ruloya sarılıp üzeri plastik folyo ile kaplandıktan sonra, 16–24 saat beklemeye bırakılır, bu süre sonunda kumaş kurutulur, soda ile nötürleştirilir, tekrar durulanır ve kurutulur [4].

2.3.3.4 İki Basamaklı Buruşmazlık Apresi Yöntemi

En iyi sonuçlar bu yöntemde elde edilir, çünkü iki sistemin (genellikle kuru ve yaş buruşmazlık yöntemlerinin) bileşimine dayanır. TEB-X-Cel yöntemi; ilk adımda kumaş azot metilol bileşigi asidik katalizör ve sulfonyumbetain ihtiva eden flotteyle emdirilir, sıkılır, kurutulur ve kondense edilir (kuru buruşmazlık yöntemi) İkinci adımda kumaş aktarma yöntemine göre oda sıcaklığında bazik çözelti ile apre edilir ve birkaç saniye sonra da kumaş yıkanır ve nötürleştirilir [4].

2.3.3.5 Kalıcı Ütü Yöntemi

Bundan önce anlattıgımız yöntemlerde buruşmazlık apresi kumaş terbiye dairesinden çıkmadan bitirilmekte ve konfeksiyona buruşmazlık özelligi kazanmış olarak gönderilmektedir. Bu kumaşlar tutum olarak sertleştiklerinden bunlara şekil verilmesi (örnegin pliselenmesi) zordur ve istenen şekil verilse de şekil dayanıklı olmamaktadır.

Kalıcı ütü yönteminde ise, kumaş buruşmazlık apresi ile muamele edilir ve kurutulur. Kondense edilmeden konfeksiyona gönderilir. Konfeksiyonda kumaş kesilip şekil verildikten sonra kumaş özel kondenzasyon fırınlarında kondense edilir. Böylece kumaşa verilen şekilde fikse olur.

1. Geciktirilmiş Kondensasyon (Past-Curing)

İşlemler:

Terbiye dairesinde	: Emdirme
	Kurutma
Konfeksiyon atölyesinde	: Kumaşın kesilmesi
	Şekil verilmesi
	Kondensasyon

Kalıcı-ütü yöntemler içinde en yaygın çalışma şekli olan bu yöntemde buruşmazlık sağlayan ürünler:

— Dimetilol glioksal mono ürein

— Karbamatlar

— Dimetilol popilen üre

Bunların yanında flotteye yardımcı kimyasal ve katalizör de eklenerek kumaş fularda emdirilir, 100–120°C'de % 5–6 nem kalacak şekilde kurutulur ve depolanır. Kumaş kesildikten sonra yüksek ısılı ve basınçlı konfeksiyon ütü makinalarında istenilen şekil verilir. Şekil verilmiş kumaş, özel fırınlarda 150–170°C'de 4–12 dakika bekletilerek kondense edilir.

2. Termoplastikleştirme (Pre-Cure)

Sentetik ve dogal liflerin karışımlarından yapılmış kumaşlara kalıcı ütü yöntemine göre uygulanan bir çalışma biçimidir. Çalışmanın temeli, sentetik liflerin erime noktalarına kadar ısıtılarak plastikleşmesine dayanır. Böylece plastikleşmiş liflere verilen şekil ısı ve basınç kalkınca da dayanıklı olur. Kumaş terbiye dairesinde klasik yönteme göre ılıman bir buruşmazlık apresi uygulanır, kurutulur ve kondense edilir.

Kumaş konfeksiyonda kesildikten sonra özel ütü makinalarında istenilen çekle getirilir ve sentetik liflerin plastikleşmesiyle de şekil fikse olur. Bu işlem 0,5–1 atü basınç altında ve 220°C'ye kadar ulaşabilen sıcaklıklarda yapılır.

3. İki Basamaklı Yöntemler

Geciktirilmiş kondensasyon yöntemine göre çalışıldığında kumaş konfeksiyonda kesildikten sonra ütü makinalarında buharlanarak şekil alır. Bu işlem sırasında kumaşın çekme (büzülme) tehlikesi vardır. Bu yüzden iki adımlı yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemde, kumaş terbiye dairesinde kısmen kondense edilir ve konfeksiyonda şekil verildikten sonra da kondenzasyon tamamlanır.

BASF-P2 yöntemi; kumaş iki ayrı buruşmazlık ürünü, yardımcı kimyasal ve katalizör içeren flotteye emdirilir. Kullanılan ürünlerden biri 110–125°C'de reaksiyona girebilen aktif bir bileşiktir. Digeri ise 140°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda reaksiyona girebilen daha az aktif bir bileşiktir.

Aktif madde (125°C'de kondensasyon)

— Dimetilol etilen üre

— Dimetilol propilen üre

Aktif olamayan madde (140°C'nin üzerinde kondensasyon)

— Dimetilol glioksal-monüre

— Dimetilol–4 metoks–5.5 dimetil propilen üre

Kumaş emdirildikten sonra 100°C'de kurutulur, 120–125°C'de 2,5 dakika kondense edilir. Bu işlem aktif olan ürün sayesinde kumaş belli bir çekmezlik ve buruşmazlık özelligi kazanır.

Terbiye dairesinden çıkan kumaş konfeksiyona geldikten sonra kesilir ve preslerde buharla istenilen şekil verildikten sonra özel fırınlarda 5–10 dakika 150–165°C'de kumaşta bulunan ikinci buruşmazlık maddesi de kondense edilir. Bu yöntemle hem kumaşa verilen şekil fikse edilir hem de buruşmazlık özelligi arttırılır [4].

2.4 Su Geçirmez Kumaşlar

2.4.1 Tanım

The Textile Institute yayını olan Textile Terms and Definitions'a göre; "Lamine kumaş", en az biri tekstil kumaşı olmak üzere iki veya daha çok tabakanın birleşmesiyle oluşan, ilave edilen bir yapıştırıcıyla veya bir ya da iki bileşenli tabakanın yapıştırıcı etkisiyle birbirine bağlanan bir malzeme olarak tanımlanır [28].

Lamine kumaşlara bağlanmış (bonded) kumaşlar ve katlı (layered) kumaşlar da denmektedir. Kaplama kumaşlardan farkı ise kaplama kumaşların sadece bir yüzeyin ilave bir polimer tabakası ile kaplanmasıdır ve genellikle kumaş ile kimyasal bağ kurulur. Lamine kumaşlarda ise laminasyonu sağlayan tabaka genellikle bir bağlayıcı yardımıyla kumaşa fiziksel olarak bağlanır ve iki kumaş tabakasının arasında kalır.

2.4.2 Tarihsel Gelişim

Lamine kumaşların ne zaman kullanılmaya başladığı bu terimsel kelimenin nasıl anlaşıldığı ile alakalı olarak değişmekle beraber, ilk kullanımın kaplama kumaş olarak eski mısırda mumyalamada kullanıldığını göstermektedir. Yakın çağda ise, kumaşı yağlayarak, genellikle doğal yağ ile suya ve rüzgâra karşı koruma sağlandığıdır. Bu yağlı giysi sanayi 1700' lerde Almanya ve İngiltere'de, farklı yağ tipinin pamuk ve ipeğe uygulanmasıyla giysi, yelken, çadır ve diğer kaplamalarda kullanılmıştır. Yine aynı dönemlerde kauçuk ortaya çıkmış ve yağmurluk yapma denemeleri olmuştur. Birçok yazara göre modern kaplama ve laminasyon endüstrisinin kurucusu Charles Macintosh'tur. İki kumaşı araya naftalin çözeltisi koyarak birleştirmiş ve sonraki denemesinde ise kauçuk bir filmi kumaşa iğne ve iplikle dikerek yapmıştır. Bir tıp öğrencisi olan Jamas Syme kömür katranında kauçuğu çözdü ve çözücüyü buharlaştırıp film halinde kauçuk elde ederek bu kullanışsız malzemenin ticari kullanımını sağladı. Macintosh bu işlemin 1823 yılında patentini alarak su geçirmez malzeme üretimine girdi. Dezavantaj olarak hantal yapısı ve hoş olmayan kokusu vardı. Thomas Hancock "vulcanisation- vulkanize etme" icadı ile yüksek sıcaklıkta ham kauçuğun çapraz bağlanmasını sağlayarak bu dezavantajları gidermeye çalıştı. 19. yüzyılın ortalarında özellikle pamuk kumaş kaplama için nitro selüloz keşfedildi. I. Dünya savaşı yıllarında İngiliz hükümeti, Dreyfus Kardeşlere uçak kanadı kaplamasında kullanılan selüloz asetat üretim fabrikası kurdurdu ve daha sonra bu fabrikada asetat ipliği üretildi. 20. yüzyılın ilk yarısında birçok yeni polimer ve sentetik kauçuk icat edildi. Bunlar arasında en önemlileri polivinilklorid (PVC), poliklorin, akrilat ve poliüretandır. Bu polimerler birçok üstün özellik sağlamasına rağmen iyileştirme ve çevre dostu malzeme ve üretim işlemleri hala araştırılmaktadır. Geçmişte yapıştırıcı olarak balmumu, katran, sakız, hayvan kemiği türevleri, yumurta beyazı gibi doğal malzemeler kullanılıyordu. Mühür mumu muhtemelen ilk kullanılan sıcak eriyik yapışkandı ve modern laminasyon endüstrisi giyim endüstrisinde bunun temellerine dayanır. 1930'larda

selüloz asetat boyunbağında ilk üretilen plastik oldu ama yaş işlem olduğundan uygun değildi. 1948'de Harold Rose, kuru işlem olarak polivinil asetatı dibütil ftalat ile deneylerde kullanmaya başladı. Çözücü kullanılmıyordu ve Hoffman ütüsü ile yeni tela ısıl aktivasyona uğruyordu. İlk zamanlarda yakalarda polietilen kullanılıyordu ama hava geçirgenliğinin zayıf olması ve konforsuz olması nedeniyle bundan vazgeçildi. Son zamanlarda ise sıcak eriyik yapıştırıcılara daha çok değer verilmektedir çünkü çözücü kullanılmamakta ve suyu uzaklaştırmak için çok fazla enerjiye gerek yoktur [29].

2.4.3 Laminasyon Malzemeleri

2.4.3.1 Filmler(Membranlar)

Membranlar hafif ağırlıkta giysilerde % 100 kapama avantajına sahiptir. Genelde sıvıları ve gazları geçirmez özelliktedirler. Toz ve diğer parçacıklara karşı da mükemmel kalkandırlar. Membranlar/kumaş laminasyonlar yelken yapımında, sıcak hava balonlarında kullanılırlar. Membran üretimi, başlıca ambalaj üretmek için daha az sayıda polimerin çok farklı şekilde kullanıldığı, geniş hacimli bir endüstridir. Üretim yöntemi ve başlangıç maddesine bağlı olarak, membranlar çok ucuz veya çok pahalı olabilir.

Özel membranlar, geniş biçimde su geçirmez ve nefes alabilir olarak koruyucu giysilerde hava şartlarına karşı kalkan olarak kullanılırlar. Pazar liderleri; bir poli tetrafloretilen (PTFE) filmi olan Gore-tex, polyesterden yapılan Sympatex (Acordis), ve poliüretan esaslı Porelle (Porvair)' dir. Bu membranlar başlıca iki tipe ayrılırlar; mikro gözenekli ve "katı (solid)" bazen hidrofilik olarak da anılan yek pare katı maddelerdir. Mikro gözenekli türler, Gore-Tex ve Porelle gibi, yapılarında çok küçük porlara sahiptir, su damlalarının geçişine izin vermeyecek kadar küçük ama su buharı moleküllerinin geçmesine izin verecek kadar geniş, bu da onların nefes alabilirliğini sağlamaktadır. "Katı" film tipi, Sympathex gibi, polimer ağı içinde hidrofilik kısımdan hidrofobik kısma doğru su moleküllerinin göç etmesi ile nefes alabilir özelliktedir. Her tipin kendine göre avantaj ve dezavantajı vardır; yüzey gerilimini azaltan maddelerin mikrogözenekli fimlerde sızıntıya sebep olduğuna inanılır ama katı filmlerde olmaz, su katı filmleri şişirir ama mikrogözenekli filmleri etkilemez. Genellikle katı filmler daha iyi yırtılma mukavemetine sahiptir ve kokulara ve bazı mikroplara karşı daha iyi bariyerdirler. Şu anda hem suya dayanıklı hem nefes

alabilir son tekniklerle yapılan çok sayıda film vardır, mesela mikroskopik katı tanecikler içeren film, gerilmeler tanecikler etrafında minik delikler üretirler. Ancak, bu filmlerin çoğu Gore-Tex ve Smpatex kadar fiziksel dayanıma ve performansa sahip değildir [29].

2.4.3.2 Poliüretan Köpük

Poliüretan köpükler, farklı yoğunluk, farklı gözeneklilik ve diğer fiziksel ve kimyasal özellikler gibi değişik kalitede bulunurlar. Poliüretan köpükler için en geniş ürün grubu otomobil koltuk kaplama ve diğer otomobil iç kaplamalarında kullanılan tekstil laminantlarıdır. Genel şekli, 2 ve 10 mm arasında veya daha çok, ince kâğıt köpük şeklindedir, kumaşın ön yüzüne lamine edilir ve diğer yüzü de hafif "ince dokulu" kumaştır. Bu üç kat lamine dünyada birçok firma tarafından kullanılmaktadır ve bu yapı yumuşak tuşeli ve kırışık veya torbalanma olmayan bir malzeme üretmek içindir. Ek olarak, malzeme dikildiğinde derin dikiş çizgileri üretilir. İnce dokulu kumaş, naylon veya polyesterden örülmüş, gerginliğin kontrol edilmesine yardım eder, dikiş mukavemetini iyileştirir, koltuk yapımında ve dikim sırasında "kaymaya yardımcı" olarak davranır. Eğer "kaymaya yardımcı" tek gereksinimse, hafif nonwoven kumaş kullanılır. Kapı panellerinde ve arabanın diğer kısımlarında kullanılan kumaşlar, yumuşak bir tuşe ve konfor için poliüretan köpükle lamine edilebilirler, titreşimi ve gürültüyü düşürmeye yardım ederler. Bu durumlarda ince dokuya genellikle gerek yoktur.

Poliüretan köpük/tekstil laminasyonları ayakkabı sanayinde ve kemer, çocuk bezi, kişisel temizlik ürünlerinde de kullanılmaktadır. Elbiselik kumaşlarda daha iyi esneklik ve dayanımın tercih edilmesiyle ve dahası yıkama ve kuru temizlemede laminasyonun bozulması ile ürün popularitesini kaybetmiştir [29].

2.4.3.3 Poliolefin Köpük

Polipropilen ve polietilen köpükler silindir formda piyasada bulunurlar. Poliolefinler üstün mikrobiyel, yağlanma, çözünme ve kimyasal dirence sahiptir ve otomobil iç bileşeni gibi düz, iyi sınırlanmış çerçevede üretmek için vakum formunda ve kalıplama tekniğinde imal edilebilir. Bu köpükler, başlıklarda, kontrol panelinde, kapı kaplama ve güneşliklerde yumuşak bir tuşe ve dahası ısı, ses ve titreşim yalıtımına katkı sağlar. Yumuşak tuşesi poliüretan köpükten oldukça sağlamdır. Ayrıca poliolefin köpükler iyi çarpışma direncine sahiptir ve bagajda, kasketlerde,

ayakkabı ve spor eşyalarında, ince koruyucu nesne ve omuz pedleri gibi, vatka ve ara elemanı olarak kullanılırlar [29].

2.4.4 Yapışkanlar

2.4.4.1 Yapışmanın Mekanizması

Dört tip mekanizma vardır. Bunlar; materyallerin birbirine mekanik bağlanması, polimer molekülü difüzyonunun ara yüzden geçmesi, elektrostatik kuvvetler ve son olarak da birleşen materyallerdeki atomlar ve moleküllerin, atomlar arası ve moleküller arası etkileşimleri örneğin yapışkan ve bir tabakası. Yapışkan, iki katmanı birleştiren bir vasıtadır. Son grup güçlü ve sürekli bağ üreten kimyasal bağları içerir. Mekanik bağlanma ve elektrostatik kuvvetler fiziksel bağlama mekanizmalarıdır [30].

2.4.4.2 Yapışkan Tipleri

Yapışkanlar su ve çözücü içinde çözelti olarak veya su da dispersiyon olarak ya da ısı etkisinde eriyen katı olarak kullanılırlar. Kimyasal yapısı genellikle yapışkanın özelliğini belirler. Mesela poliüretan yapışkanlar esnek ve mukavimdir ancak bazılarının rengi bozulabilir. Polivinil asetat oldukça pahalıdır ama su ve yıkama dayanımı sınırlıdır. Genellikle karışım halinde kullanılarak istenen özellikte elde edilirler. Tüm yapışkanlar birleşen malzemelere karşı bir çekime ve ilgiye sahip olmalıdır. Bunlar, önce ıslanmalı, kaplanmalı ve birleşen yüzeylere nüfuz etmeli ve taşıyıcı sıvının buharlaşması ile katılaşarak kalıcı bağ oluşturması esasına dayanan mekanizmadır. Sıcak eriyik yapışkanlar da ise bağ soğuma ile oluşur. Sıcak eriyik yapışkanlar birçok formda olabilirler; ağ, sürekli bir film, ya da toz veya tanecikli formda olabilir. Tablo 2.4' de en çok kullanılan yapışkan tipleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir [29].

Yapışkan Çeşitleri;

1. Çözücü bazlı ve su bazlı yapışkanlar
2. Sıcak eriyik yapışkanlar
3. Yapışkan filmler ve ağlar
4. Sıcak eriyik yapışkan tozlar
5. Poliüretan yapışkanlar

Tablo 2.4: Yapışkan Türü Bilgileri

	SU BAZLI	**ÇÖZÜCÜ BAZLI**	**SICAK ERİYİK**
YAPISI	Eriyik ve suda dispersiyon	Çözeltide eriyik	Tanecik, toz, jel, ağ, film
AVANTAJ	• Alev almaz • Güvenli kullanım • Kolay temizlenir • Kolay depolanır • Düşük sağlık ve güvenlik problemi	• İyi tutunma • Hızlı kuruma • İyi su direnci • Yüzeyi kolay ıslatma	• Temiz • Gerekli kurutma yok • Duman yok • Hemen bağlanma • Kolay depolanma
DEZAVANTAJ	• Suyun uzaklaştırılması için yüksek enerji • İşlem yavaş olur • Düşük katı içeriği • Yıkama ve neme düşük dayanım • Yüzeyi ıslatması ve yayması zor	• Dumanı zehirli • Emisyon gerekli • Çevreye zararlı atıklar • Yasal gereklilikler • Dikkatlı depolama gerekli • Yangın riski • Sağlık ve güvenlik gereklilikleri	• İlk kurulum pahalı • Isı gerekli aktivasyon için • Yüksek operasyon kabiliyeti
FİYAT	• Ucuz	• Pahalı	• Tozlar; ucuz-normal • Ağlar; normal-pahalı • Filmler; çok pahalı • Jeller; çok pahalı

2.4.5 Su Geçirmez Nefes Alabilen Kumaş Çeşitleri

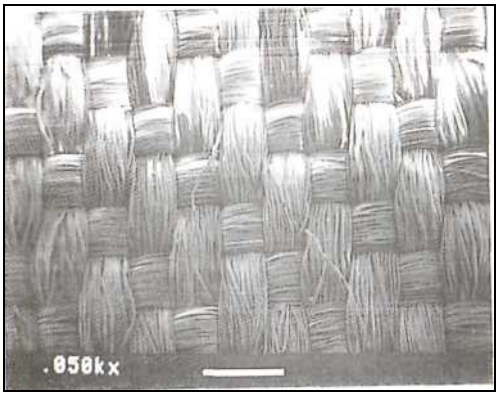
2.4.5.1 Sık Dokunmuş Kumaşlar

İlk nefes alabilen, su geçirmez kumaş; "Ventile" olarak bilinen 1940' lı yıllarda askeri amaçlı olarak geliştirilmiş kumaştır. Bu kumaş için uzun ştapelli pamuğun en iyi tipi seçilir ve böylece lifler arasında çok küçük boşluklar kalır. Pamuk, penye iplik şeklinde işlenir ve sonra bükülür. Böylece düzgünlük artar ve liflerin iplik eksenine mümkün olduğu kadar paralel bir şekilde yerleşmesi sağlanır bu sayede suyun girebileceği büyük gözenekler bulunmaz. Çözgüdeki iki ipliğin beraberce hareketi ile düz dokunmuş bir yapı olan Oxford dokuma kullanılarak dokunur. Bu durumda tekrar liflerin kumaş yüzeyine mümkün olduğunca paralel olmaları sağlanarak atkıya minimum kıvrım verilir. Kumaş yüzeyi su ile ıslatıldığı zaman, pamuk lifleri enine şişerler, bu sayede kumaştaki gözenek boyutları azalır ve penetrasyon için yüksek basınç gerekir. Böylece kumaş herhangi bir su iticilik bitim işlemine gerek olmaksızın su geçirmez hale getirilmiş olur. Bu tip, ilk kez askeri uygulamalar için

yapılmıştır, ancak imalatçılar artık pazar cazibelerini genişletmek için farklı çeşitler üretmekteler. Askeri kumaşlarda cm' de 98' e kadar yüksek sıklıkta iplik yoğunluğu kullanılır. Sık dokunmuş kumaşlar aynı zamanda sentetik mikroflament ipliklerden de yapılabilirler. Her bir flamentin çapı 10 µm'den daha küçüktür, böylece lifler çok küçük gözenekler bulunduracak şekilde yerleştirilebilir. Mikroflamentler poliamid ya da polyesterden yapılırlar. Polyester, kendine has su itici özelliğinden dolayı daha kullanışlıdır. Diğer uygulamalar için kullanılan kumaşlarda daha düşük iplik yoğunluğu kullanılır, ancak bunların su geçirmez özelliğe sahip olabilmeleri için su itici bitim işlemlerine tabi olmaları gerekmektedir. Şekil 2.16' de Ventile kumaşın Şekil 2.17' da ise mikrofilament kumaşın SEM görüntüleri verilmiştir [31]. Silikon ya da florokarbon bitim işlemlerinin uygulanması ile kumaşın su penetrasyon dayanım özellikleri iyileştirilir.



Şekil 2.16: Ventile Kumaşın SEM Görüntüsü



Şekil 2.17: Mikrofilament Kumaşın SEM Görüntüsü

Çok ince liflerin, filamentlerin ve sık yapıların kullanımı kumaşın klasik tipteki kumaşa göre çok küçük gözenekli olmasını sağlar. Su geçirmez bir kumaş için

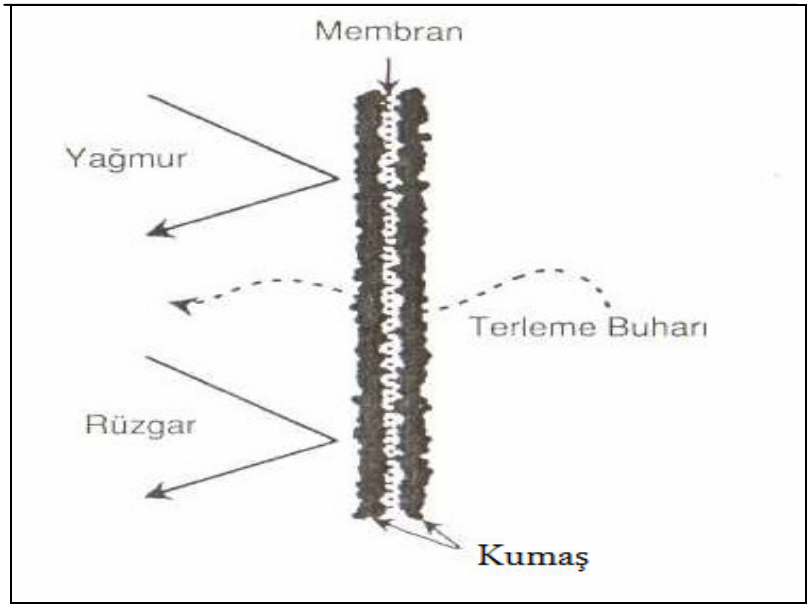
tipik gözenek boyutu yaklaşık 10 µm iken klasik tipteki kumaşta bu boyut yaklaşık 60 µm'dir. Ventile kumaş kuru halde 10 µm, yaş halde ise 3–4 µm gözenek çapına sahiptir. Mikroflamanlardan yapılmış kumaşlarda cm'de 7000'e kadar filaman vardır. Ventile kumaşın askeri tipinde cm' de yaklaşık 6000 lif bulunduğu tahmini olarak hesaplanmıştır [32].

2.4.5.2 Membranlar

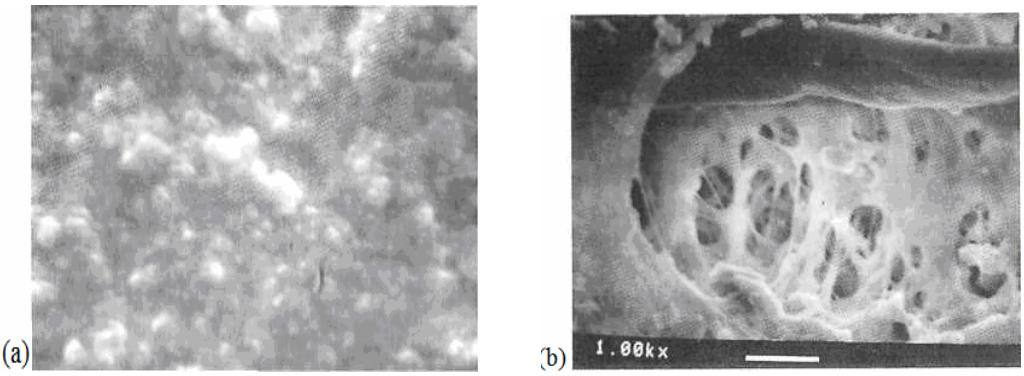
Membranlar, polimerik materyalden yapılmış, su buharının geçişine izin vermesine rağmen sıvı suyun penetrasyonuna karşı çok yüksek seviyede dayanım gösterecek şekilde tasarlanmış oldukça ince filmlerdir. Tipik bir membran yalnızca yaklaşık 10µm kalınlıktadır ve gerekli mekanik gücü sağlamak için klasik tekstil kumaşı üzerine lamine edilir. Membranlar, mikrogözenekli ve hidrofilik olmak üzere iki çeşittir.

1. Mikrogözenekli Membranlar

İlk ve muhtemelen en iyi bilinen mikrogözenekli membran, Gore-Tex olarak bilinen, W. Gore tarafından 1976 yılında geliştirildi ve tanıtıldı. Bu, santimetre karesinde 1,4 milyon tane küçücük delikler bulunduran politetrafloretilen (PTFE) polimerinin ince bir filmidir. Bu delikler, su buharı molekülünden (40 x $10\sim^{6}$µm) çok daha büyük olmasına rağmen, en küçük yağmur damlasından (100µm'ye kıyasla 2–3 µm) bile çok daha küçüktür. Polimerin hidrofobik yapısı ve küçük delik boyutları suyun penetrasyonu için çok yüksek basınç gerektirir. Membrana; vücut yağı, kir, pestisid kalıntıları, böcekleri kovan ilaçlar, güneş losyonları, temizlemede kullanılan tuz, deterjan ve yüzey aktif maddelerin bulaşması ile su geçirmezliğin ve membranın su buharını geçirmesinin düştüğü bilinmektedir. Bu sebeple mikrogözenekli membranlar, kirlenme etkisini azaltabilmek için genellikle hidrofilik bir poliüretan tabakasına sahiptirler. Şekil 2.18' de tipik bir membran sisteminin şematik gösterimi, Şekil 2.19'da ise mikrogözenekli membran ihtiva eden bir kumaşın şematik diyagramı gösterilmiştir [31].



Şekil 2.18: Tipik Bir Membran Sisteminin Şematik Diyagramı

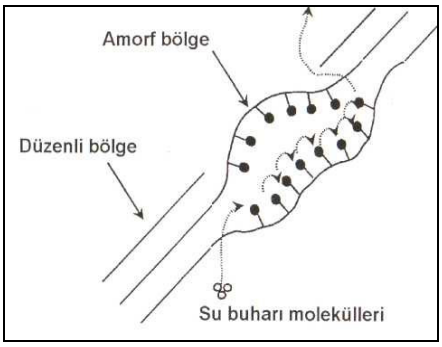


Şekil 2.19: Mikrogözenekli Membranın SEM Görüntüsü. (a) Hidrofilik Poliüretan Yüzey Tabakası, (b) Hidrofilik Tabakanın Kısmen Uzaklaştırılması ile PTFE Tabakasının Görünümü

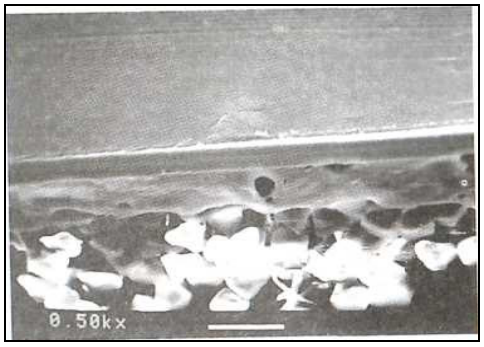
2. Hidrofilik Membranlar

Hidrofilik membranlar kimyasal olarak modifiye edilmiş, hiç gözenek içermeyen çok ince polyester ya da poliüretan filmler olup bu yüzden bazen gözeneksiz olarak ifade edilir. Terlemeden gelen oldukça büyük miktarlardaki su buharı membran üzerine yayılabilir. Poliester ya da poliüretan polimer, ağırlığının % 40' ına varan miktarlara kadar polietilenoksit ilavesi ile modifiye edilir. Polietilenoksit, poliüretan polimer sisteminin amorf bölge kısımlarını oluşturarak membranın hidrofilik kısmını teşkil eder. Bu, su buharının hızlı difüzyonu için gerekli olan, su molekülleri için düşük enerji çekimine sahiptir. Bu amorf bölgeler, katı haldeki membran tabakası üzerinde moleküller arası etki gösteren ve su buharı

moleküllerinin geçmesine izin verip sıvı suyun penetrasyonunu önleyen gözenekler olarak tanımlanırlar. Şekil 2.20' da hidrofilik polimerin buhar taşıma sistemi diyagram halinde gösterilmiştir. Şekil 2.21' da ise hidrofilik membranın SEM görüntüsü verilmiştir [31].



Şekil 2.20: Hidrofilik Polimer Mekanizmasının Şematik Diyagrami



Şekil 2.21: Hidrofilik Membranin SEM Görüntüsü

2.5 Su İticilik Bitim İşlemleri

2.5.1 Su İticiliğin Tanımı

Tekstil ürününün kapladığı yüzeyi veya vücudu, sudan koruması için değişik bitim maddeleriyle işleme sokarak yapılan uygulamalara su iticilik bitim işlemi denmektedir. Bu işlemler, kumaşın görünümünü ve geçirgenliğini tamamen korurken, ona suyu itici özellik kazandırırlar. Su iticilik bitim işlemi, kumaş yüzeyinde çözünmeden, hidrofobik ve boşluklu yapıya sahip bir film tabakası oluşturmak suretiyle kumaş yüzeyinden su buharının geçişine olanak tanır [33].

2.5.2 Islanma

Düz bir yüzeyin bir sıvı tarafından ıslatılması olayı tamamen fizikseldir ve fiziksel olarak basitçe açıklanabilir. Ama tekstil elyafının hetorojen olması, elyaf içeriğinin karmaşık yapısı ve tekstil yüzeyinin konstruksiyonu pratikte tekstil yüzeyinin bir sıvı tarafından ıslatılıp ıslatılamayacağı hakkında ki tahminleri zorlaştırır. Bir başka önemli değişken ise sıvının sıcaklığıdır, çünkü sıvının sıcaklığı arttıkça yüzey gerilimi düşer. Ayrıca çok düşük miktarda da olsa yüzey aktif maddelerin varlığı suyun yüzey gerilimini düşürür [34].

Klasik termodinamik teorisine göre bir katının bir sıvı tarafından ıslatılabilmesi için sistemdeki serbest enerjinin düşmesi gerekir. Eğer yüzeyler arası enerji toplamı, F, düşerse temas halindeki sıvı katıyı kendiliğinden ıslatır.

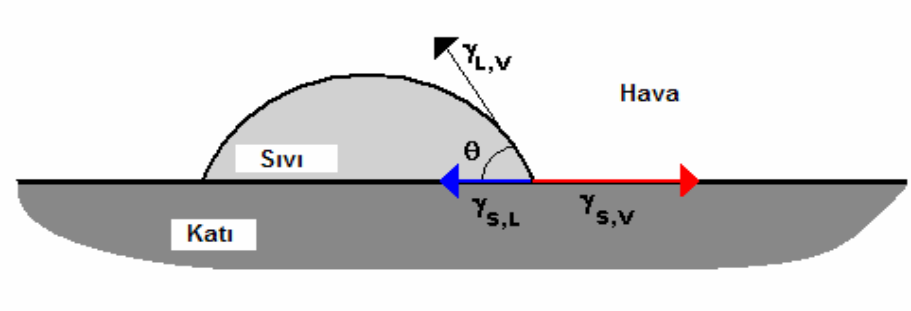
Sıvının kendiliğinden katıya nüfuz edebilmesi için yapılması gereken iş mutlaka pozitif olmalıdır. Bu da hava ile temas halinde olan katının yüzey enerjisinin sıvı ile olan yüzey enerjisinden büyük olması ile sağlanır. Temas halindeki katı ve sıvının birbirine tutunabilmesi için gerekli iş, birbirlerine olan çekimine bağlıdır. Katı sıvı ara yüzeyinin yok olmasıyla yüzey gerilimide kaybolur. Bu da iki yeni, katı hava ve sıvı hava, yüzeylerinin oluşumuna sebep olur. Bunun için gerekli olan iş ise Dupre eşitliğine göre hesaplanır:

$$Wa = \gamma sv + \gamma lv - \gamma sl \qquad (2.1)$$

Bu ideal eşitlik ve çıkarımlar ancak ideal, düzgün homojen geçirgen olmayan ve deforme edilemeyen yüzeyler için geçerlidir. Ama bunlar tekstil elyafı, iplikleri ve kumaşları için geçerli değildir ve bu yüzden tekstil yüzeyinin ıslanması açıklaması zor olan bir olgudur [34].

2.5.3 Temas Denge Açısı

Bu ideal eşitliğin pratikte uygulanamamasının sebebi katı hava yüzey geriliminin ölçülememesinden kaynaklanır.



Şekil 2.22: Temas Denge Açısı

Katı bir yüzey üzerine dağılmadan yerleştirilen sıvının şekli sabit kalır ve temas açısı "θ" ölçülebilir. Yüksek temas açısı değerleri kötü ıslanabilirliğin, düşük açılar ise iyi ıslanabilirliğin göstergesidir. Teorik olarak ıslanmayan tamamen pürüzsüz, homojen, sızdırmaz ve mukavim bir yüzeyde temas denge açısı 180 derece olmalı, ama pratikte bu şartların hepsi sağlanamaz ve yer çekimi yüzünden damlanın şekli deforme olur. Bu yüzden elde edilecek açı her zaman 180 dereceden düşük olacaktır.

Katı bir yüzey üzerindeki sıvı damlasına etki eden kuvvetler Şekil 2.22'de gösterilmiştir [35]. Buna göre Young eşitliği oluşturulursa:

$$\gamma sv = \gamma sl + \gamma lv \cos \theta \quad (2.2)$$

bu eşitlik Dupre eşitliği ile birleştirildiğinde "γsv" yerine Young eşitliği konulur:

$$Wa = (\gamma sl + \gamma lv \cos \theta) + \gamma lv - \gamma sl \quad (2.3)$$

$$Wa = \gamma lv(1 + \cos \theta) \quad (2.4)$$

Bu eşitlik pratikte kullanılabilir çünkü sıvı-hava yüzey gerilimi ve temas açısı ölçülebilir değişkenlerdir [34].

2.5.4 Kritik Yüzey Gerilimi

Zismann ve arkadaşları seri türdeş sıvıların düşük yüzey gerilmine sahip yüzeylerdeki temas açılarını ölçmüşler ve buldukları yüzey gerilimini kritik yüzey gerilimi olarak adlandırmışlardır (γc). Buna göre sadece bu yüzey geriliminden düşük yüzey gerilimine sahip sıvılar yüzeye dağılabilir. Kritik yüzey gerilminden daha büyük yüzey gerilimine sahip sıvılar katı yüzeyde yarım küresel olacak şekilde bir form alırlar. Bu yöntem termodinamik teoriden ziyade daha çok pratiğe dayandığı için eleştirilmektedir. Bu yaklaşımın bazı kısıtlı tarafları olmasına rağmen su iticilik için yapılan araştırma ve geliştirme çalışmalarında oldukça kullanışlı olmaktadır.

Su hidrojen bağları olan yüksek yüzey gerilimine (72.75 mN/m 20°C) sahip bir sıvıdır. Florokarbonlar'ın kazandırdıkları kritik yüzey gerilimi ise 15 mN/m ve altındadır, bu da oldukça iyi su iticilik ve yağ iticilik sağlar. Tablo 2.5' da farklı yüzey içeriklerine sahip yüzeylerin kritik gerilimleri gösterilmiştir [34].

Tablo 2.5: Yüzeyleri Değişik Kimyasallar İçeren Yüzeylerin Yüzey Gerilimleri

Yüzey İçerikleri	**Kritik Yüzey Gerilimleri γc(mN/m), (20 °C' de)**	**Yüzey İçerikleri**	**Kritik Yüzey Gerilimleri γc(mN/m), (20 °C' de)**
—CF3	6	—CF2-CFH	20
—CF2H	15	—CH3	22
—CF3 -CF2	17	—CH2	31
—CF2-	18	—CCI2-CH2-	43

Yüzey aktif maddeler sayesinde suyun yüzey gerilimi birçok elyafın kritik yüzey geriliminin altına düşer. Ayrıca suda ki safsızlıklar ve suyun sıcaklığıda yüzey geriliminin düşmesinde etkilidir. Tablo 2.6' da ise bazı farklı sıvıların ve liflerden mamul yüzeylerin kritik yüzey gerilimleri verilmiştir [34].

Tablo 2.6: Bazı Sıvıların ve Tekstil Elyafından Mamul Yüzeylerin Yüzey Gerilimleri

Sıvılar	**γlv (mN/m) (20 °C' de)**	**Tekstil Lifleri**	**γc (mN/m) (20 °C' de)**
Su	72,75	Poliamid 6.6	46
Fıstık Yağı	40	Yün	45
Zeytin Yağı	32	Ağartılmış Pamuk	44
Parafin Yağı	31	Polyester	43
Petrol	26	Polipropilen	29
n-oktan	22	_	_
n-heptan	20	_	_
Deterjanlı Su	25 -35	_	_

2.5.4.1 Pamuğun Kritik Yüzey Gerilimi

Ham pamuğun yüzeyi ince doğal vakslarla kaplıdır ki bu da ham pamuğu kendiliğinden su itici yapar. Ham pamuğun üzerindeki vaksların kimyasal bileşimi değişiklik göstersede ham pamuğun kritik yüzey geriliminde çok büyük değişiklik olmaz. Tablo 2.7' de farklı ham pamuk tiplerinin kritik yüzey gerilimleri verilmiştir [34].

Tablo 2.7: Çeşitli Ham Pamuk Elyafının Kritik Yüzey Gerilimleri

Ham Pamuk Tipi	**Kritik Yüzey Gerilimi(mN/m)**
Ranji	26,1
Deltapine	25,2
Coker	26,1
Lambert	26,1

Uygulamada pamuktan üretilmiş bütün kumaşlar içerdikleri safsızlıkları gidermek için önce kimyasal bir ön terbiyeden geçirilir mesela; haşıl sökme, ağartma, hidrofilleştirme gibi. Ön terbiyede kullanılan alkali ve oksitleyici kimyasallar pamuğun yüzeyinden bu doğal yağ ve vaksları uzaklaştırırlar.

Karboksil gruplar hidroksil gruplara göre daha polar ve hidrofildir. Bu yüzden pamuğun ağartıldıktan, hidrofilleştirildikten, ya da merserize edildikten sonra ki kritik yüzey gerilimi artar.

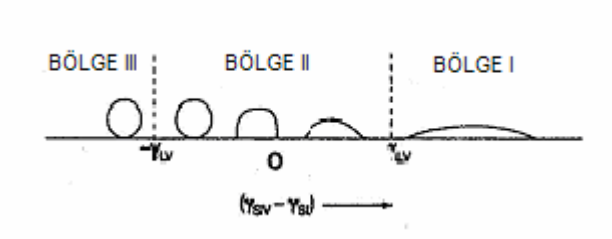
İyi bir kimyasal ön terbiyeden geçen kumaşların kritik yüzey gerilimi artar ve daha kolay ıslanır ve bu kumaşlara daha rahat ve iyi bir şekilde su iticilik kazandırılır.

Kumaşların ıslanmaya karşı olan dirençlerini belirleyen önemli parametler şunlardır:

1. Kumaş yüzeyindeki elyafın kimyasal yapısı (polar ya da polar olmayan grupların varlığı),
2. Kumaş yüzeyinin geometrisi ve pürüzlülüğü (boyuna çatlaklar ya da yarıkların varlığı),
3. Kumaştaki kılcal boşlukların yapısı (lifler arası ve iplikler arası kılcal boşuklar).

Ayrıca katı üzerine bırakılan sıvının gösterebileceği üç temel davranış vardır [32,33]:

1. I. Bölge $(\gamma sv - \gamma sl) \geq \gamma lv$
2. II. Bölge $\gamma lv > (\gamma sv - \gamma sl) > -\gamma lv$
3. III. Bölge $(\gamma sv - \gamma sl) \geq -\gamma lv$



Şekil 2.23: Farklı Yüzey Gerilimine Sahip Yüzeylerdeki Sıvı Damlasının Aldığı Şekiller

Şekil 2.23 ‘ de, I. Bölgede damla yüzeye tamamen dağılır ve ıslanma olayı gerçekleşir. II. Bölgede damla yarı küresel bir şekil alır ve temas açısı meydana gelir. III. Bölgede ise tamamen küresel bir damla meydana gelir [34].

2.5.5 Su İticilikte Kullanılan Kumaşın Konstrüksiyonu ve Ön Terbiyesi

2.5.5.1 Kumaş Konstruksiyonu

Su iticilik kazandırılan kumaşların hemen hemen hepsi dokuma kumaşlardır. Çünkü sıkı dokunmuş kumaşta ki iplikler arası kılcal boşluklar oldukça azdır. Örme kumaşlara uygulanan su iticilik bitim işlemi suyun kumaş içine girmesini engelleyemez çünkü örme kumaşlarda iplikler arası boşluklar çok fazladır.

Kesikli ya da kesiksiz elyaftan üretilen kumaşlara su iticilik kazandırılabilir. Ama ipliği oluşturan lifler ipliğe sıkı bir şekilde tutunmalı, bükülmeli yoksa iplikler ve kumaş oldukça tüylü olur. Bu durum su iticiliği olumsuz olarak etkiler. Bükümlü iplikelerin olası bir avantajı da tek filaman ipliklere göre daha düzgünsüzdür ve bu sayede daha sıkı iplikler ve iplikler arası boşlukların az olduğu kumaşlar dokunur.

Özellikle yağmurluklarda, kumaş sıklığı ve kalınlığı su iticilik için önemlidir. İnce kumaşların su iticilik özelliği oldukça kötüdür. Su iticilik bitim işlemi için genelde sıkı dokunmuş pamuk poplin kumaşlar tercih edilir. Sentetik filaman kumaşlarda ise sentetik elyafın doğası gereği termoplastik oldukları için bitim işlemi esnasında ısı yüzünden çekerler. Ayrıca sentetik mikroliflerden ya da mikro filamanlardan mamul dokuma kumaşlar su iticilik bitim işleminden sonra çok iyi su iticilik özelliği gösterirler. Ama bu tip mikro liflerden üretilen kumaşların aşınma dayanımları düşüktür [34].

2.5.5.2 Kumaşın Ön Terbiyesi

Yüksek su iticilik özelliği kazandırmak için öncelikle dokuma kumaş safsızlıklarından arındırılmalıdır. Ayrıca kumaş üzerinden yüzey aktif maddelerin uzaklaştırılması için kumaş sıcak su ile çok iyi şekilde durulanmalıdır. Yapılan çalışmalara göre, ham kumaş üzerindeki doğal yağ ve vakslar ile birlikte haşıl da düzgün bir şekilde kumaştan sökülürse su iticilik maddesi kumaş yüzeyi tarafından düzgün bir şekilde emilir ve dağılır ve kumaş yüzeyinde kesintisiz film tabakası oluşur ve bu sayede iyi bir su iticilik kazandırılır. Kumaş yüzeyindeki yağlar, vakslar su iticilik maddesinin emilimini ve dağılımını engeller. Bu da oluşan film tabakasını kesintili hale getirir ve etkinliğini düşürür. Birçok su itici kumaş bitim işleminden önce direk ya da indirek olarak yakılır bu sayede kumaş yüzeyinden düzgün film tabakasını engelleyecek tüyler uzaklaştırlır [34].

2.5.6 Su İticilik Terbiye Maddeleri

Su iticilik maddeleri; kumaş içine suyun nüfuziyetine karşı koyan, su damlacıklarını (ya da diğer sıvıları) kumaş yüzeyine dağıtmadan, yuvarlak, minik damlalar halinde tutabilen yapıdaki kimyasallardır.

Su iticilik etkisi temin etmek üzere birçok farklı kimyasal madde kullanılmaktadır ve bunların sağladığı etki de doğal olarak birbirinden farklıdır. Bazı bileşikler ve polimerler, bir çeşit su iticilik için uygunken, bazı kimyasal maddeler çeşitli katı ve sıvılara karşıda su iticilik özelliği kazandırırlar. Su iticilik apreleri için kullanılan kimyasal maddeler büyük ölçüde farklılık göstermelerine rağmen, kir ve su itici apreler pek çok bakımdan birlikte incelenmektedirler. Çünkü her ikisi de elyaftaki yüzey gerilimini düşürme prensibine dayanmaktadırlar [36]. Su iticilik için kullanılan kimyasallar, aynı zamanda kir itici olarak da kullanılabilmektedirler. Çünkü sıvı kir maddeleri (sos, meyve suyu, kahve vb.) kumaş yüzeyinde kalmakta ve kolayca silinebilmektedir.

Bir sıvı herhangi bir yüzeyi ıslatıyor ve yüzey üzerine dağılıyorsa, sıvının yüzey gerilimi katının kritik yüzey geriliminden daha düşük demektir. Başka bir deyişle; bir sıvı, katı bir yüzeyi, sıvının üst yüzey gerilimi, katı maddenin kritik üst yüzey geriliminden daha düşük ise ıslatmaktadır [37].

Su iticilik maddeleri yıkamaya dayanıksız ve yıkamaya dayanıklı bitim işlemleri olarak ikiye ayrılır. Yıkamaya dayanıklı bir etki sağlamak için apre maddesinin

liflere kimyasal bağlarla bağlanması ya da reçine oluşturarak elyafın fibriler yapısına sıkışması gerekmektedir.

Su iticilik maddeleri aşağıdaki şekilde gruplandırılırlar:

1. Reçine oluşturan su iticilik maddeleri
2. Yağ asidi + Kromklorür kompleksi
3. Zirkonyum parafin emülsiyonları
4. Silikonlu su iticilik maddeleri
5. Florokarbonlar

2.5.6.1 Reçine Oluşturan Su İticilik Maddeleri

Oldukça karmaşık üretim işlemleri sonucu elde edilen reçine esaslı iticiler çok çeşitli elyaf ve kumaş için kalıcı su iticilik sağlarlar. Bunlar florokarbonlar ve silikonlar gibi pahalı değillerdir. Çektirme yöntemiyle ve genellikle bir çapraz bağlayıcı ile kumaşa uygulanırlar. Bir asit katalizörlüğünde 175°C'de maksimum iticilik ve kalıcılık sağlanır. Kumaşın 1:4 oranında flotte alması sağlanır. Reçine esaslı su iticilik maddeleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [38].

Bu maddelerdeki esas elyafı hidrofob bir grup içeren ve polikondenzasyon sonucu yapay reçineler oluşturabilen monomerlerle emdirmek ve ısıtarak elyafın içerisinde hidrofob yapay reçine makromoleküllerinin oluşmasını sağlamaktır.

Üre ve melamin türevleri bu alanda en fazla kullanılan bileşiklerdir. Üre formaldehit ve melamin formaldehit reçineleri uzun alkil zincirleri modifiye edilerek hidrofobik polimerler üretilmiştir [36]. Bunlar suda çok az çözündüklerinden, mamule dispersiyon halinde uygulanır. Katalizör ve sıcaklığın etkisiyle kumaşın üzerinde polikondenzasyona uğrarlar. Uzun alkil grupları parafin veya mumları elyafa bağlar. Katalizör olarak en iyi sonucu alüminyum tuzları sağlamaktadır.

2.5.6.2 Yağ Asidi ve Kromklorür Kompleks Bileşiği

Ülkemizde özellikle askeri kumaşların hidrofobluğunun terbiyesinde bu yöntem kullanılmaktadır. Kullanılan ürünler piyasada isopropanol'de çözülmüş olarak bulunur [33].

İki dezavantajı vardır;

1. İçinde krom bulunduğu için çevreyi kirletir.

2. Krom, yeşil nüans verdiğinden beyaz kumaşları boyar ve başta açık renkler olmak üzere boyalı ve baskılı mamullerin nüanslarını kötü etkilerler.

Organometalik iticiler stearik asit gibi yağ asitleriyle krom kompleksinin bileşik oluşturması suretiyle doğal ve sentetik elyaf için su itici olarak kullanılırlar. Bunlar sodyumhidroksit ya da amin içeren bir bileşik kullanılarak nötralize edildikten sonra çektirme yöntemiyle kumaşa uygulanırlar. Krom kompleksleri yıkamaya ve kuru temizlemeye karşı iyi bir dayanıma sahip olup, alkalilere, bazı deterjan ve sabunlara karşı hassasiyet gösterirler. Alüminyum kompleksleri krom komplekslerinin aksine renksizdir ve kumaşa nüans vermezler, ancak krom kompleksleri kadar iyi bir etkinlikleri yoktur. Bu tür organometalik kompleksler son yıllarda yaygın kullanımlarını kaybetmişlerdir [38].

Hazır satılan ürün içerisinde başlangıçta bulunan krom klorür ile yağ asidinin meydana getirmiş olduğu bileşik, su ilave edilince veya pH ve sıcaklığın yükseltilmesi halinde hidrolize uğrayarak bazik bir kompleks meydana getirir. Yüksek derecelerde yapılan kurutmalar sırasında ise su açığa çıkarak bazik kompleksler oksijen köprüleri üzerinden birbirlerine bağlanırlar. Bu polikondenzasyon reaksiyonu sonucunda meydana gelen yüksek moleküllü bileşik, hidrofob yağ asidi kökleri dışarı bakacak şekilde elyafın üzerine yerleşmiş bulunduğundan mamul hidrofob karakter kazanır. Suda çözünmeyen yüksek moleküllü bileşik aynı zamanda krom iyonları üzerinden koordinatif kuvvetlerle elyafa bağlandığından elde edilen etki yıkamaya ve kuru temizlemeye karşı dayanıklıdır. Yünlü ve sentetik elyafta daha çok kullanılır [33].

Kompleks pozitif yüklü olduğundan, negatif yüklü selüloz lifleri çektirme yöntemine göre terbiye edilebilmektedir. Ancak; selüloz esaslı mamullerde, bir de katalizör kullanımı gereklidir. Katalizör olarak bazik maddeler kullanılır. Bu maddeler, hidroklorik asidin zararını önlerler, nötrleştirmeyi sağlarlar.

2.5.6.3 Zirkonyum Parafin Emülsiyonlari

Vaks ve metal tuzları kullanılan su itici apreler ilk olarak selülozik elyafa ve yüne uygulanmıştır. Su iticiliği elde etmek için çeşitli alüminyum tuzları bu vaks emülsiyonları içinde kullanılmıştır. Daha sonraki formüllerde bu aprelerin yıkama haslıklarını yükseltmek için alüminyum tuzları yerine zirkonil asetat ya da zirkonil oksiklorid kullanılmıştır [36].

Yıkamaya dayanıklı hidrofob etki elde edebilmek için yapılan çalışmalar sırasında, bazik zirkonyum tuzlarının gerek selüloz gerekse hayvansal elyaf tarafından absorbe edilebildiği veya absorbsiyonları sırasında parafin, mum, stearil-p-amino salisilikasit gibi maddeleri de beraberinde emdikleri görülmüştür. Zirkonyum tuzlarının elyaf tarafından emilmesini, parafin ve mum moleküllerinin de bu zirkonil iyonları üzerinden elyafa bağlanmasını sağlamaktadır. Yani mekanizmada zirkonil iyonları köprü vazifesi görmektedir. Parafin, alüminyum veya zirkonyum bileşikleri aracılığı ile liflere bağlanmaktadır.

Parafin emülsiyonlarına alüminyum bileşiği yerine zirkonil bileşiği ilave edilerek;

— Daha iyi su itici etki,

—Yıkamaya ve kullanmaya karşı daha iyi dayanıklılık,

— Hidrofobluk ve buruşmazlığın daha iyi kombine edilmesini sağlanmaktadır.

Eskiden zirkonil tuzu ve parafin ayrı ayrı hazırlanıp, kullanma sırasında karıştırılırdı. Ancak günümüzde hazır zirkonyum emülsiyonları bulunmaktadır. Bu emülsiyonların pH'ları önceden ayarlanmış olarak piyasada mevcuttur.

Parafin emülsiyonları ile yıkamaya karşı yarı dayanıklı bir su itici karakter elde edilmektedir. Kumaş işlemden sonra; daha kalın, dolgun bir tutum kazanırken, yumuşaklığı ve dökümlülüğü azalmaktadır.

Parafin tek başına uygulandığında; iplik veya kumaş halinde tekstil yüzeyine yapışması sağlanır. Kurutma sırasında parafin ipliklerin içerisine nüfuz eder. Fakat elde edilen su iticilik özelliğinin yıkamaya karşı dayanıklılığı yoktur. Bu nedenle parafin, pratikte çok ucuz ürünler dışında kullanılmaktadır.

Zirkonyum içeren parafin emülsiyonları, daha etkili ve dayanıklı hidrofob özellik kazandırırlar. Aliminyum içeren parafin emülsiyonları ile kazandırılarak hidrofob özellik yıkama veya kuru temizleme işlemlerine dayanıklı değildir. Alüminyum içerenler pratikte kullanılmamaktadır. Bunlarla yapılan aprede, kumaşın gözenekleri tıkanır, su geçirmez bir yapı kazanır.

Türkiye'de zirkonyum parafin içeren ürünler yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

Parafin emülsiyonu, emülgatör içermez, özel cihazlar vasıtasıyla emülsiyon haline getirilir. Parafin emülsiyonları, koruyucu içeren ve içermeyen halde olmak üzere, iki tipte bulunurlar. Koruyucu kolloid, hem dayanıklılığı hem tutumu olumlu yönde etkilemektedir.

Parafin emülsiyonları uygulanırken dikkat edilmesi gereken iki önemli nokta:

1. Emülsiyonlar ısıya karşı dayanıksız oldukları için emdirme sıcaklığı 60°C' yi geçmemelidir.
2. Parafin tanecikleri pozitif yüklü oldukları sürece dayanıklıdır. Bu sebeple, ortamın hafif asidik olması gereklidir [33].

2.5.6.4 Silikonlu Su İticilik Maddeleri

Son yıllarda en çok önem kazanan ve kullanılan su iticilik maddelerinden biri de silikon bileşikleridir. Organo halojen silanların hidrolizi sonucu organo silanoller elde edilirler ki; bunlar da kolaylıkla kondensasyona uğrayarak organo silioksanları (silikonları) oluştururlar. Kısmen kondanse olmuş silikon, tekstil ürününe emdirildikten sonra ısıtılarak daha fazla kondense olması sağlanır [33]. Aktif hidrojen içeren silikonlar bu sayede lif yüzeyindeki fonksiyonel gruplarla yoğunlaşırlar ve bunlar diğer kimyasallara göre daha kalıcı su iticilik etkisi temin ederler. Alkil gruplarının elyaf yüzeyindeki dağılımından dolayı silikonların su iticilik özellikleri oldukça iyidir. Bunlar florokarbonlarda olduğu gibi elyaf yüzeyine dik durumda değildirler. Flotte genellikle polimetilsiloksanlar ve polimetilhidrojen silikonların karışımını içerir. Ayrıca çapraz bağ yapıları oluşturup yıkama ve kuru temizleme haslığını yükseltmek için vinil veya başka reaktif gruplar da bulunabilmektedir [36].

Su iticilikte kullanılan silikonların bir kısmı monometil, bir kısmı ise dimetil silikondur. Piyasada genellikle; % 40 dimetil + % 60 monometil silikon kullanılmaktadır.

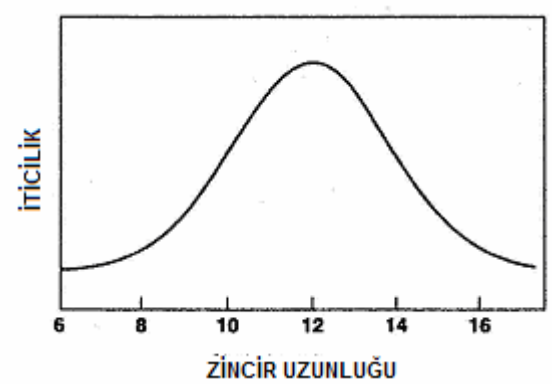
Hidrofob metil grupları molekülün dışına oryante olurlar, oksijen atomları ise elyafa bağlanarak ara bir bileşik oluştururlar. En iyi sonuç silikon molekülünün elyaf üzerinde düzenli yerleşimleri sayesinde elde edilmektedir [32].

2.5.6.5 Fluorokarbonlar

Floralkil polimerler, mükemmel yüzey özelliklerinden dolayı tekstilde su, yağ ve kir itici apre olarak kullanılan standart ürün gruplarından olup tekstilden otomotive birçok alanda yaygın bir kullanıma sahiptir. Florokarbonların üretimi için ileri teknoloji gereklidir. Bunun için elektrokimyasal florlama ve telomerizasyon olmak üzere iki ayrı yöntem kullanılır [34].

1. Telomerizasyon

İlk olarak doymamış organik bileşik içeren ortama hidrojenflorid ilave edilerek yeni floro organik bir bileşik elde edilir. Alternatif olarak floro organik bileşik halojen değişimi reaksiyonlarıyla da elde edilebilir. Ortaya çıkan telojen serbest radikal polimerizasyon işlemine tabi tutulur ve bu sayede doğrusal zincire sahip polimerler oluşur. Piyasada kullanılan flor esaslı kimyasalların ortalama telomer zincir uzunluğu 8–10 arasındadır. Şekil 2.24 florkarbon zincir uzunluğunun iticilik özelliği üzerine etkisini göstermektdir[34].



Şekil 2.24: Florkarbon Zinciri Uzunluğunun İticilik Üzerindeki Etkisi

Silikon ve parafin esaslı apreler sadece su iticilik özelliği kazandırırken florkarbon esaslı apre uygulamaları kumaşlara leke iticilik özelliği de kazandırır [40]. En iyi iticilik özelliğinin sağlanması için en az dört tane flor bulunduran yapı ve grubun sonunda trifloro metil bulunmalıdır. En pahalı su iticilik maddesi olmasına rağmen florkarbonlar yağ ve kir iticilik özelliklerinin de bulunması nedeniyle çok yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Yardımcı kimyasallar ile birlikte kullanıldıklarında gerekli florkarbon miktarı % 50'ye kadar azalacağından maliyette büyük bir düşüş görülmektedir [38].

Florokarbonların ilk uygulamaları sırasında pek çok sorunla karşılaşılmıştır. Ancak yapılan çalışmalarla kullanım özellikleri ve etkileri geliştirildiğinde yaygın kullanıma sahip olmuşlardır. Geçmişte maliyetlerinin yüksek olması ve çözelti banyosunda büyük ölçüde kararsızlık sorunlarına neden olması yüzünden sınırlı kullanım alanına sahiptiler. Pamukta florkarbonlar ve su itici aprelerin kombinasyonları kumaşın yağa karşı kirlenme dayanımına da ciddi bir şekilde katkıda bulunmaktadır. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalar sonucunda florkarbonlar ve su itici apreler birlikte kullanıldığı takdirde kumaşın su iticilik özelliğinin geliştiği anlaşılmıştır. Ayrıca

florkarbonlar ve Quotunary tipi su iticilik aprelerinin kombine edilmesi pamuğa çürüme dayanımı vermektedir. Kombinasyon halindeki florkarbonlar ve su iticilik apreleri, yıkamaya, kuru temizlemeye ve aşınmaya karşı ürünlerin tek başlarına kullanımlarından daha iyi sonuçlar vermektedir. Ayrıca bu kombinasyonlar beyaz kumaşa uygulandığında çok az sararma yapmaktadır veya hiç sararma yapmamaktadır [41].

Florkarbon aprelerinin performansı, üretilen yüzeyden çok daha düşük yüzey enerjilerinden kaynaklanır. Elyafın yüzeyi florkarbon grupları tarafından tamamen kaplanmalıdır. Florkarbonlar, bir karbon atomu üzerinde iki veya daha fazla flor bulunduran bileşiklerdir. Uçuculuk ve yoğunlukları, oluşturdukları hidrokarbonlardan daha büyüktür.

Florkarbon çok iyi kimyasal ve fiziksel özelliklere sahiptir. Florokarbonlar hem su iticilik, hem de yağ ve kir iticilik sağlayan etkili, dayanıklı kimyasal maddelerdir. Bu özelliğin etkisi, bileşiği meydana getiren yapı zincirinin uzun olmasıyla artmaktadır.

Piyasa girişleri daha eski olsa da ticari olarak 1989'lu yıllardan sonra önem kazanan florkarbonlar, en iyi ve dayanıklı itici etkileri vermelerine rağmen, çok pahalı maddelerdir. Tekstil apre maddeleri içinde en pahalı kimyasalları oluştururlar.

Florkarbonlu su iticilerin, silikonlardan veya hidrokarbon esaslı olanlardan en önemli farkı; yağ ve kir iticilik etkileridir.

Florokarbonların yağı itmeleri, bunların düşük yüzey enerjileriyle doğrudan ilişkilidir. Florlanmış alkil grubu içeren bileşikler, katı maddelerin kritik üst yüzey gerilimlerini düşürebilmektedir [40].

Florkarbon apresinin kazandırdığı su iticilik özelliği;

1. Molekülün florkarbon kısmının yapısına,
2. Oryantasyona,
3. Elyaf üzerinde florkarbon kısmının miktarı ve dağılımına,
4. Kumaşın yapısına bağlıdır.

Scotchgard® (3M), Zepel® (Dupont), Teflon® (Dupont), Asahi Guard® (Asahi), Repellan® (Henkel), Florfinish® (Eksoy), Oleophobol® (Ciba), Persistol® (BASF) bazı önemli su iticilik apreleridir.

Florokarbonlar mükemmel sonuçlar vermelerinin yanı sıra, yıkama ve kuru temizlemeye karşıda dayanıklıdırlar. Perflorlanmış organik bileşiklerinin düşük yüzey enerjisi dolayısıyla, elyaf üzerindeki kapilar veya moleküller arası kuvvetler azaltılarak elyafın yağ iticilik etkisi gerçekleştirilmektedir.

Florokarbonların uygulandığı yüzeye kazandırdığı özellikleri aşağıdaki gibi özetleyebiliriz.

— Tekstil mamulünü suya, kirlenmeye ve lekelenmelere karşı korur.

— Yıkama ve kuru temizlemeye dayanıklıdır.

— Uygulandığı tekstil yüzeyi üzerinde film tabakası oluşturarak renklerin uzun süre orijinal hallerini korumasını sağlar.

— Boyarmaddeler ile uyumludur.

— Hava geçirgenliği sayesinde solunuma izin verir [42].

2.5.7 Su İticilik Bitim İşlemi Uygulamaları

2.5.7.1 Reçine Oluşturan Su İticilik Maddelerinin Uygulanması

80 -125 g/L üre veya melamin türevi

3 -5 g/l alüminyum sülfat

Alınan flotte: % 60-70

Kurutma: 100°C

Kondenzasyon: 120-130°C'de 3-5 dakika

Bu madde uygulandığında yumuşak bir tutum da sağlanır.

Yıkamaya, kuru temizlemeye dayanıklılık ve apre flottesine katılan kimyasalların konsantrasyonları da çeşitli tipteki apelerin maliyetleri gibi oldukça değişiklik gösterir [36].

2.5.7.2 Yağ Asidi ve Kromklorür Kompleks Bileşiği Uygulanması

20–70 g/L yağ asidi kromklorür içeren flotteye üre, formik asit veya sodyumformiyat ilave edilerek pH 3–3,5'ta tamponlanır. Emdirmeden sonra 120–140°C'de kurutulduktan sonra 130–180°C'de polikondensasyon yapılır.

Bu maddenin sakıncası, kumaşı hafif yeşile boyamasıdır. Bu renk askeri kumaşlarda önemli değildir. Ancak beyazlarda kullanılamaz [37].

2.5.7.3 Zirkonyum Parafin Emülsiyonlarının Uygulama Yöntemi

Parafin emülsiyonları ile çalışmak oldukça kolaydır. Tekstil mamulü, 50–100 g/L emülsiyon içeren flotteyle emdirilir ve kurutulur. İşlemin kondensasyona gerek duymaması en büyük avantajıdır.

Su iticilik etkisinin dayanıklı olabilmesi için, işlemin hafif asidik ortamda yapılması gerekmektedir. Aslında bu koşul, tüm su iticilik işlemleri için geçerlidir. Hafif asidik ortam 0,5–1 mL/L asetik asit kullanılarak sağlanmaktadır (pH 4–4,5). Bugün piyasada pH'ı ayarlanmış, zirkonyum içeren parafin emülsiyonları hazır olarak satılmaktadır. Maddeler, hazır zirkonyum parafin emülsiyonu içeren maddelerdir ve piyasada yaygın olarak kullanılmaktadır [37].

2.5.7.4 Silikon Bitim İşleminin Uygulama Yöntemi

Fularda yapılan emdirme işlemi sırasında kumaşın ağırlığının % 1,5–2 si kadar silikon alması sağlanmalıdır. Flotte sıcaklığı 15–30°C'dır ve flotte uygun katalizörü de içermektedir. Silikonlar ile çalışılırken katalizör olarak Zn, Sn, Zr tuzlarının çözeltileri veya epoksi bileşikleri kullanılır. Katalizör reaksiyonu başlatır ve su itici grupların lif üzerine iyi dağılmasını sağlamaktadır.

30–50 g/L silikon ve 4–9 g/L katalizörden oluşan reçete ile pH 5'te oda sıcaklığında mamul emdirilir ve kurutulur. Daha sonra 160–170°C'de 2–3 dakika kondense edilir. Bu arada bol miktarda temiz havanın kumaşla temas etmesi gereklidir [33].

Selüloz elyafa uygulanan silikon apresi iyi bir kuru temizleme dayanımı sağlar, ancak yıkamaya karşı dayanımı zayıftır. Apre sentetiklere uygulandığında dayanımı yüksek olur. Son yıllarda çeşitli reaktif gruplarla modifiye edilmiş silikonlar sayesinde daha kalıcı etki temin edilmiştir. Ancak bu maddeler daha çok yumuşatıcı olarak kullanım alanı bulmuşlardır [38].

Su iticilik apreleri ile ilgili olarak yapılan çalışmalar, silikon apre ile uygulama gören pamuklu kumaşın gerilme mukavemetinde işlem görmemiş kumaşa oranla düşüş olduğunu göstermektedir. Mukavemetteki bu kayıp kumaş ağırlığı ve kumaş yapısıyla ilgilidir. Silikon aprelerin tek başlarına uygulandıkları kimi durumlarda ise kumaşın aşınma dayanımında artış olduğu görülmüştür [43]. Silikonlar; kumaşlara elastiki özellik, yumuşaklık, buruşmazlık ve dikim kolaylığı sağlarlar. Su iticilik işlemlerinde kullanılan silikonlar, dokunun gözeneklerini kapatmadığından deri solunumunu ve terin uzaklaştırılmasını olumsuz olarak etkilemezler. Vücuttan çıkan su buharı hiç kondense olmadan tamamen uzaklaşacağından, bu maddelerle işlem görmüş ürünler, işlem görmemişlere nazaran daha kuru ve daha hava geçirgen durumdadırlar. Silikonlar tüm elyaf çeşitleri için uygun hidrofob maddelerdir ve su iticilik yetenekleri yüksektir. Bu sebeple diğer su iticilik aprelerine göre daha

pahalıdır. Silikon içeren yapılan hidrofobluğun sakıncası ise; silikon filminin sürtünme, buruşma gibi mekanik etkilerle kolaylıkla ufalanmasıdır.

Silikonlara uygun azot metilol bileşikleri kullanılarak hem hidrofobluk hem de buruşmazlık özelliklerinin bir seferde eldeedilmesi mümkündür.

Su iticilik bitim işlemleri sırasında dikkat edilmelisi gereken hususlar;

1. Kumaşın temiz olması,
2. Kumaşın iyi bir emme yeteneğine sahip olması,
3. Daha önceki işlemlerden kumaşın üzerinde hidrofil maddeler kalmış olmaması,
4. Yüzey aktif maddeler kalmış olmaması,
5. Kumaşta baz artıkları bulunmaması ve hidrofobluk işleminden önce, durulama yapılıp flotteye asetik asit konulması,
6. Sülfat, oksalat ve fosfat anyonu bulunmaması,
7. Fularda basıncın çok iyi ayarlanmasıdır [33].

2.5.7.5 Florokarbon Apresinin Uygulama Yöntemi

Florokarbonlar tekstil materyaline üç farklı metod ile uygulanır.

1. Fular
2. Spreyleme
3. Köpük metodu

Florokarbon apre uygulamalarının başarılı olabilmesi için tekstil kumaşına uygulama yaparken dikkat edilmesi gereken çok önemli noktalar vardır. Uygulama sırasında kumaş üzerinde florokarbonların performansını düşürecek yüzey aktifler, silikonlar olmamalıdır. Fular uygulamalarında yüksek flotte alımı ile uygulama yapmak önemli iken sprey uygulamalarda spreyleme basınçları, köpük uygulamalarında ise homojen uygulama ve köpük yoğunluğu önemlidir.

Uygulama sonrasında yapılan kurutma ve fikse şartları florokarbonların performansını direkt olarak etkileyen parametrelerdir. Düşük sıcaklıktaki fikse florokarbonun yıkama dayanımını düşürmektedir. Kurutma ve fikse şartları florokarbon üreticileri tarafından verilmektedir. Genel olarak uygulanan kurutma ve fikse sıcaklıkları aşağıdaki gibidir.

Kurutma: 110–120°C ‘de

Fikse : 160°C’de 1-1,5 dk.

180°C’de 1 dk.

Piyasada florokarbon uygulamaları olarak tek bir reçete kullanılmamakta, reçeteler florokarbon üreticileri tarafından verilmekte, reçete oluşturmada kumaş türü, istenilen su, kir ve yağ iticilik değerleri önemlidir. Bu değerler giysilik kumaşlarda, askeri kıyafetlerde ve döşemelik kumaşlarda farklılık gösterir [42].

Florokarbonların sağladığı su iticilik özelliklerini ve yıkama dayanımlarını arttırmak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda bütantetrakarboksilik asit (%8'lik BTCA) ile birlikte florokarbon uygulanmış örneklerin yalnızca florokarbon kullanılmış örneklere oranla daha fazla su iticilik sahibi oldukları görülmüştür. Aprenin yıkama dayanımını arttırmak için bazı çapraz bağlayıcı maddeler iticilik maddelerinin yanında kullanılırlar. Bunlar genellikle selülozdaki hidroksil gruplar gibi bazı aktif gruplarla reaksiyona girebilen çeşitli fonksiyonel gruplar içeren küçük moleküllerdir. Çapraz bağlayıcı maddeler elyaf yüzeyi ile su itici film arasına yerleşerek yıkama dayanımını arttırırlar. Yapılan deneyler sonucunda su iticilikte büyük bir artış gözlenmiştir [44]. 1994'de yapılan başka bir çalışmada ise florokarbon esaslı su iticilik maddesi uygulanmış olan pamuklu kumaşların su iticilik özelliğinin azalmasının nasıl kontrol edilebileceği araştırılmıştır. Bu araştırmada florokarbon esaslı apreye çapraz bağ oluşturucu madde ilave edilmiştir. İzosiyanat blok kopolimer çapraz bağ oluşturucu ve aziridin çapraz bağ oluşturucu maddeler kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucu uygulanan bu maddelerin selüloz molekülleriyle ve apreyle çapraz bağ oluşturduğu ve böylece yıkama ve kurutma sonrası azalan flor ve artan oksijen oranlarını kontrol altına aldığı ve bu sayede de kumaşın yıkama ve kurutma sonrası su iticiliğinin de kontrol altına alındığı gözlenmiştir [45].

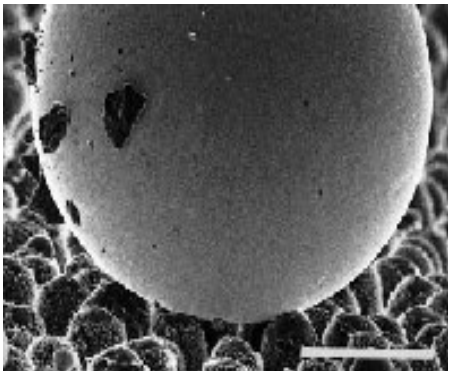
2.5.8. Su İticilik Üzerine Yapılan Yeni Çalışmalar

2.5.8.1 Lotus Etkisi: Doğal(Biyomimetik) Su Geçirmez Yüzeyler

Biyomimetik; biyolojik metodların ya da doğal sistemlerin günümüz mühendislik sistemlerinin tasarımına ya da modern teknoloji uygulamalarına kaynak teşkil eden bilim alanı için kullanılan genel terimdir [34].

Lotus etkisi; doğadaki lotus bitkisinin yaprak yüzeyi incelendikten sonra mükemmel bir su ve kir itici olduğu gözlenmiş ve bu terimle isimlendirilmiştir. Lotus yaprak yüzeyi ince zar gibi bir tabaka tarafından kaplanmıştır ve bu tabaka da mikro yapıdaki vakslarla korunur. Pürüzsüz vaks tabakasında temas yüzey alanı % 10 ve

temas denge açısı 110°C iken yüzeyinde mikro ölçeklerde pürüz barındıran vaks tabakasında bu alan % 7' ye düşerken, açı da 170°C' ye çıkmaktadır. Sonuç olarak pürüzlü vaks kristallerinin arasına hava dolduğu için suyun yüzeye tutunabileceği alan azalır. Şekilde de görüldüğü gibi damla ile yüzey arasında ki temas minimum olduğu için yüzeyde ki parçacıkları su damlasına yapışır. Bu etki Şekil 2.25' de SEM görünütüsü alınarak gösterilmiştir [34].



Şekil 2.25: Lotus Etkisi

Yüzeyi kurum ve boya partikulleri ile kaplanan yaprak üzerine su döküldüğünde yüzeydeki bu kir ve boya partikulleri su damlalarının üzerine yapışarak yüzeyden ayrılır ve bu sayede lotus yaprağı temiz ve kuru kalır. İçeriği ve kimyasal yapısı ne olursa olsun yüzeydeki bütün kirler az miktarda su ile uzaklaştırılır.

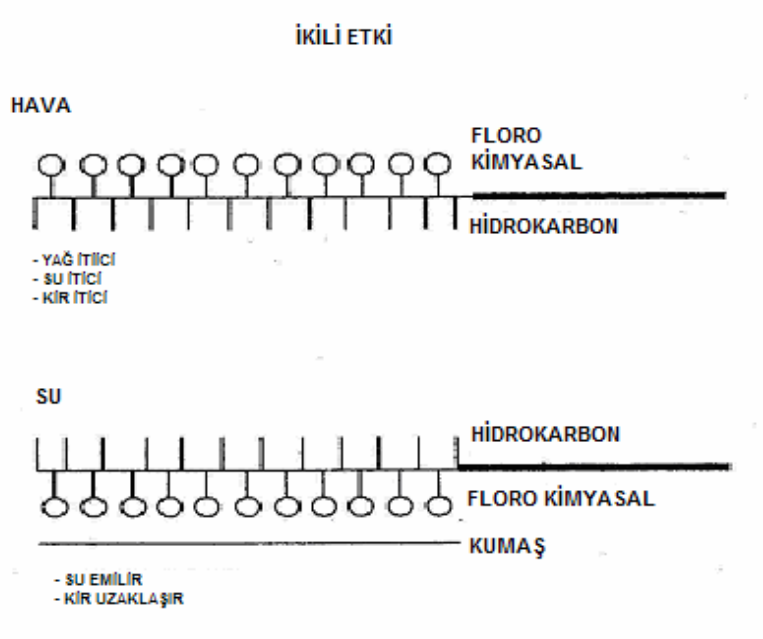
Önümüzdeki on yıl içinde "Lotus Etkisi" nanoteknoloji ve polimer mühendisliğinde ki gelişmeler sayesinde mükemmel derecede uygulanacak ve su itici özelliğe sahip yeni nesil kumaşlar üretilebilecektir. Hiç şüphesiz ki bu yüksek su, yağ ve kir itici özelliğe sahip yüzeylerin elde edilmesi oldukça pahalıya mal olacaktır. Ayrıca bu etkinin aşınmaya, kullanmaya, yıkamaya ve kuru temizlemeye karşı direncinin son kullanım için uygun olması gerekecektir [34].

2.5.8.2 Monomerlerin Plazma ile Polimerizasyonu

Klasik floro kimyasal esaslı su iticilerin bitim işlemlerinde çok fazla yardımcı kimyasal kullanılmaktadır; katalizör, yüzey aktif maddeler, pH ayarlayıcılar, çapraz bağlama bileşikleri, çözücüler vb. Bu kadar çok yardımcı madde kullanıldığı için bitim işlemi hem maliyetli olur hem de geriye istenmeyen ve zararlı atıklar bırakır. Monomerlerin plazma ile polimerizasyonu metodunda ise uzun zincirli perfloralkil içeren monomerleri polimerleşebilen karbon ya da çift karbon atomları ile bağlanır. Bu sayede yardımcı kimyasal madde kullanımına ihtiyaç kalmaz. Oluşturulan film

tabakasının performansı perfloralkil polimerinin zincir uzunluğuna bağlıdır. Merkezdeki karbon atomunun elektronlarına ne kadar çok sayıda flor bağlanırsa bu yapı o kadar kutuplaşmayı önler. Ayrıca bu yapı muhtemel hidrojen bağını ve disperiyon oluşumunu kutuplu ve kutupsuz sıvılarda engeller. Her bir karbon atomu etrafında ki flor miktarını arttırarak yapı daha da sağlamlaştırılır.

Plazma yöntemi ile farklı ortamlarda farklı özellikler gösteren yüzeyler de elde edilebilir. Mesela kuru ortamda yağ itici olan bir yüzey belirli basınç altında su içinde hidrofilik olabilir. Bu teknik sayesinde ilginç ve kir itici özelliği bitim işlemi sayesinde kazandırılabilir [34]. Şekil 2.26' da İkili etkinin yapısı görülmektedir [34].



Şekil 2.26: İkili Etki

3. DENEYSEL ÇALIŞMA

Deneysel çalışmada ilk olarak dokuma bezayağı kumaşın içeriğinde kullanılacak lifler belirlenmiştir. Bu çerçevede, dokuma kumaşlarda sıkça kullanılan %100 Pamuk ve %100 Poliester (kesiksiz) lifleri seçilmiştir. Kullanılan lif tipinin su itici, buruşmazlık ve su itici artı buruşmazlık bitim işlemine ve ayrıca iki ayrı lif içinde fiziksel performanslarına etkisini incelemek amacıyla kumaşlar temin edilmiştir. Temin edilen kumaşlar bitim işlemi görmeden önce ön terbiye işlemlerinden geçirilmiştir. Son olarakta kumaşlara bitim işlemleri uygulanmıştır.

3.1 Malzeme

Deneysel çalışmada kullanılan iplik özellikleri Tablo 3.1' de kumaş özellikleri ise Tablo 3.2' de gösterilmiştir. Yapılacak deneylerde kumaşların konfor ve fiziksel özelliklerine lif cinsinin etkileri inceleneceğinden ipliklerde söz konusu lifler % 100 olarak kullanılmıştır.

Tablo 3.1: İplik Özellikleri

Lif	İplik Cinsi	Atkı İplik Numarası	Çözgü İplik Numarası
Poliester	%100 Poliester	70 Denye	110 Denye
Pamuk	%100 Pamuk	Ne 40	Ne 40

Tablo 3.2: Kumaş Özellikleri

Kumaş	Dokuma Tipi	Gramaj (g/m^2)	Ön Terbiye İşlemleri
Poliester	Bez Ayağı	105	Ağartma, Yıkama
Pamuk	Bez Ayağı	140	Ağartma, Yıkama

3.2 Cihazlar

1. Kurutma ve Kondensasyon Makinası

Pamuklu dokuma kumaşların kurutma ve kondensasyon işlemleri Mathis Labdryer tip LTE markalı makinayla yapılmıştır. İstenilen çalışma sıcaklığı ve devri cihazın ön paneli üzerindeki göstergeler üzerinden ayarlanır. Kumaş gergefli kurutma makinasına yerleştirildikten sonra 1 psi gerilme basıncı altında sabitlenir. Makina ön panelinde sıcaklık ve süre ayarlamaları yapılır ve istenen sıcaklığa ulaşıldığında da makina otomatik olarak ısıtma işlemini durdurur. Daha sonra doğacak ısı kayıplarından dolayı sıcaklık düşecek olursa sistem tekrar istenilen sıcaklığa ulaşana kadar ısı alacaktır. Çalışma sıcaklığı ve kalan çalışma süresi dijital olarak okunabilmektedir.

2. Laboratuar Tipi Fular Makinası

Buruşmazlık kazandırılması istenen pamuklu dokuma kumaşlara Mathis Padder tip HF markalı labroratuar tipi fular makinasında işlem görmüştür. Kumaşta istenilen flotte emdirme yüzdesini ayarlamak için ön denemeler yapılmıştır. Bunun için sıkma silindirlerinin basıncı makina ön panelinde bulunan düğme yardımıyla ayarlanır. İstenilen flotte emdirmesi gerçekleştikten sonra kumaşlar buruşmazlık ve su iticilik kimyasallarını içeren flotteden iki pasaj geçirilerek muamele edilmiştir.

3. Isıtıcılı Manyetik Karıştırıcı

Buruşmazlık ve su iticilik çözeltisi hazırlandıktan sonra IKA yellowline MSH basic marka ısıtıcılı manyetik karıştırıcı kullanılarak çözeltinin homojen hale getirilmesi sağlanmıştır. İstenilen çalışma sıcaklığı ve devri cihazın ön paneli üzerindeki göstergeler üzerinden ayarlanır. Karıştırma işlemi balık diye adlandırılan manyetik plastik kaplı bir aparat ile sağlanır. İstenilen sıcaklığa ulaşılana kadar ön panel üzerindeki ışık kuvvetlice yanar. İstenen sıcaklığa ulaşıldığında bu ışık daha zayıf yanmaya başlar. Daha sonra doğacak ısı kayıplarından dolayı sıcaklık düşecek olursa sistem tekrar istenilen sıcaklığa ulaşana kadar ısı alacaktır.

4. Tartı

Kimyasalların reçeteye göre ağırlıklarını tespit etmek için Precisa 125 A SCS marka tartı kullanılmıştır. Ölçülen ağırlık dijital olarak okunabilmektedir. Tartının hassasiyeti 0,1 mg seviyesindedir.

3.3 Metod

Kumaş numunelerine yapılacak testler iki ana başlık altında toplanmıştır:

1. Fiziki Performans Testleri:

   Gramaj, kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, aşınma dayanımı,

2. Konfor Özellikleri Testleri:

   Su iticiliği, buruşmazlık özelliği,

3.4 Flottenin Hazırlanması

Gerek su iticilik gerekse buruşmazlık flottesinin hazırlanmasında saf su kullanılmıştır. Kullandığımız kimyasalların birçogu emülsiyon halinde hazırlanmıştır. Temel su iticilik maddesi "Düşük formaldehidli dimetiloldihidroksietilenüre (DHDMEU)" selülozik esaslı ve karışım kumaşların bitim işleminde kullanılır. "Alkol fosfat ve aralifatik eter alkol karışımı" ise kumaşın hidrofilliğini arttırmak için ıslatıcı olarak kullanılır. "Magnezyumklorit" buruşmazlık bitim işleminde katalizör olarak kullanılır. "Polisiloksan" yumuşatıcı olan bu madde tüm doğal ve rejenere selüloz elyafın buruşmazlık bitim işlemlerinde kullanılır. Ayrıca ortamın asidik olmasını sağlamak için eser miktarda "Asetik asit" ilave edilir.

Reçete 1 (Su İticilik Bitim İşlemi Reçetesi)

Flor esaslı çözelti	: 40 g/L
Alkol fosfat ve aralifatik eter alkol	: 5 g/L
Asetik asit(%60'lık)	: 1 mL/L

Reçete 2 (Buruşmazlık Bitim İşlemi Reçetesi)

Dimetiloldihidroksietilenüre	: 60 g/L
Magnezyumklorit	: 12 g/L
Polisiloksan	: 20 g/L
Asetik asit(%60'lık)	: 1 mL/L

Reçete 3 (Su İticilik + Buruşmazlık Bitim İşlemi Reçetesi)

Flor esaslı çözelti	: 40 g/L
Alkol fosfat ve aralifatik eter alkol	: 5 g/L
Dimetiloldihidroksietilenüre	: 60 g/L
Magnezyumklorit	: 12 g/L
Polisiloksan	: 20 g/L
Asetik asit(%60'lık)	: 1 ml/L

İlk önce flottenin pH'ı asetik asit (% 60'lık) çözeltisi kullanılarak 6 olacak şekilde ayarlandı. Flotte hazırlandıktan sonra, flotte emme miktarı % 70 olacak şekilde hazırlanan kumaşlar flotteden arda arda ikişer defa geçirildi. Son olarak flotteye emdirilen kumaşlar laboratuar tipi kurutucuda 120°C' de 1 dak. kurutulduktan sonra 170°C' de 1 dak. kondense edildi.

3.5 Fiziki Performans Testleri

3.5.1 Gramaj Tespiti

TS251 standardı esas alınarak, gramaj alma aletiyle kumaş numunelerinin 100 cm^2 lik dairesel bir alanda kesilip hassas terazide tartılmasıyla, kumaşın g/m^2 olarak gramaj değerleri elde edilmiştir [46].

3.5.2 Kopma Mukavemeti Testi

TS EN ISO 13934–1' e göre yapılmıştır [47].

Ölçüm yapılacak numuneler standartta belirtildiği gibi 15*5cm boyutlarında kesilerek atkı ve çözgü yönlerine uygun olarak numuneler hazırlanmıştır. Daha sonra numuneler makine üzerinde bulunan çenelere tutturulup gerilimi sıfırlanır. Makina çalıştırılarak kumaş kopuncaya kadar gerilim uygulanır, koptuğu andaki değer kopma mukavemet değeri olarak kaydedilir.

3.5.3 Yırtılma Mukavemeti Testi

TS EN ISO 13937–2 standardı esas alındı [48]. Deney numuneleri kumaşın çözgü boyuna paralel olacak şekilde 3 adet çözgü yönünde, atkı boyuna paralel olacak şekilde 3 adet atkı yönünde olmak üzere toplam 6 adet hazırlanır. Uzunluğu çözgü

ipliklerine paralel olan deney numuneleri, çözgü iplikleri atkı ipliklerini yırttığı için atkı numunesi olarak, uzunluğu atkı ipliklerine paralel olan deney numuneleri, atkı iplikleri çözgü ipliklerini yırttığı için çözgü numunesi olarak tanımlanır. Deney numunesinin kesilerek birbirinden ayrılan kısımlarından her biri cihazın çenelerine, yırtma işleminin başlangıç noktası kesiğe paralel olacak ve yırtılma işlemi uygulanan kuvvet doğrultusunda olacak şekilde yerleştirilir. Deney numunesinin kesilmemiş ucu serbest bırakılır. Gösterge sıfır değerine getirilir, cihazın sağ yanındaki kol çevrilerek hareketli çenenin ilerlemesi ve kumaşın yırtılması sağlanır. Göstergede okunan yırtılma kuvveti sabit bir değere ulaşana kadar yırtma işlemi sürdürülür. Yırtılma kuvveti 5 kgf'den küçük olan kumaşlar için 5 kgf'lik gösterge, yırtılma kuvveti 5 kgf'den büyük olan kumaşlar için 25 kgf'lik gösterge seçilir. Göstergede sabit değere ulaşıldığında okunan değer yırtılma kuvveti olarak kaydedilir.

3.5.4 Aşınma Dayanımı Testi

TS EN ISO 12947–2 standardı esas alınarak ve Martindale aşınma test cihazında yapılmıştır [49]. Kesme aparatıyla 38 mm çapında hazırlanan numuneler 9 Pa' lık basınç altında 20000 tur aşınmaya maruz bırakılmıştır. 20000 turdan sonra numunelerin aşınıp aşınmadığına bakılır aşınmışsa devir kaydedilir aşınmamışsa makine tekrar çalıştılırılır. Numulerin başlangıç durumlarına göre aşındıkları devirler esas alınarak aşınma değerlendirmesi yapılır.

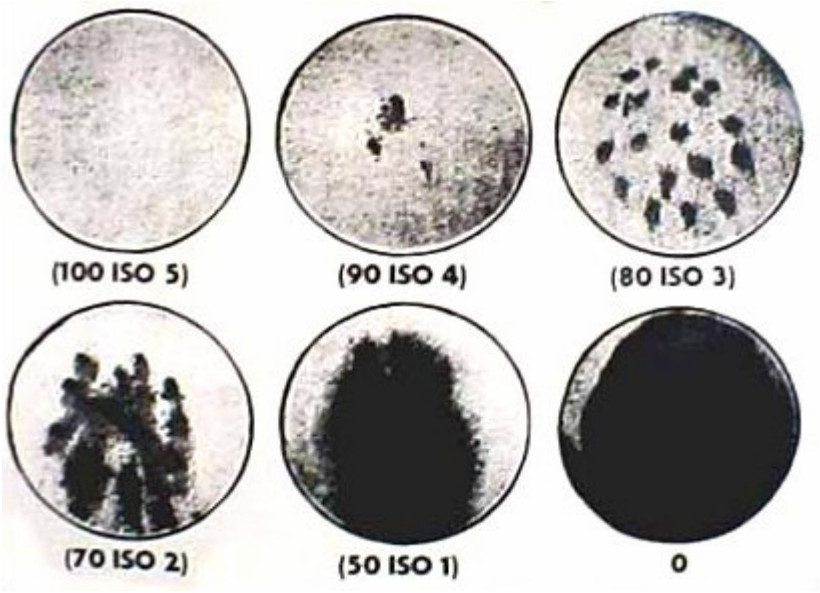
3.6 Bitim İşlemi Performans Testleri

3.6.1 Sprey Testi

AATCC 22–2005 Sprey Test Metodu kumaşların su ile ıslanmaya gösterdiği direnci ölçer [50]. Bu test metoduyla elde edilen sonuçlar temel olarak kumaştaki elyaf ve ipliklerin ıslanma direncine dayanmaktadır ama kumaşın yapısına dayanmamaktadır. Aracın taşınırlığı ve basitliği bu metodu üretim kontrol çalışması açısından uygun hale getirmektedir. Bu deneyde, test örneği nakış kasnağına sıkıca yerleştirilir. Böylece kırışıksız, sıkı bir yüzey elde edilir. Kasnak daha sonra test sehpasına kumaş üste kalacak şekilde ve püskürtme modelinin merkezinin kasnağın merkeziyle denk düşecek şekilde yerleştirilir. 27 $\pm$ 1°C sıcaklıktaki 250 mL su test edicinin hunisinden dökülür ve test numunesinin üstüne 25–30 saniye sürecek kadar püskürmesine izin verilir. Sonra, kasnak bir kenarından tutulur ve diğer kenar sert bir

nesneye sert bir şekilde vurulur. 180 derece döndürülür ve daha önce tutulan nokta bir kere sert cisme vurulur.

Deney sonuçlarının değerlendirilmesinde, kasnak hafifçe vurulduktan hemen sonra kumaş yüzeyindeki ıslak ya da noktalı şekil AATCC Standart Sprey Testi Değerlendirme föyü ile karşılaştırılır [50]. Şekil 3.1' de sprey test değerlendirme föyü ve değerleri görülmektedir [50].



Şekil 3.1: Değerlendirme Föyü

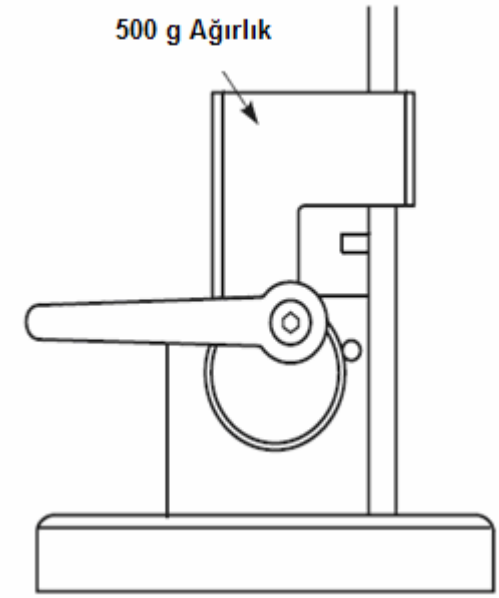
Kumaş örneğine değerlendirme föyünde görülen en yakın standarda uygun olacak şekilde bir derece tayin edilir 50 ve üzeri derecelerde ara dereceler verilebilir.

Pratik emdirme yöntemine göre yapılan testte, kumaşlara su damlatılır ve ve bu su damlalarının kumaş tarafından ne kadar sürede emildiği gözlemlenir. Ölçülen bu süreler sayesinde kumaşın su iticilik performansı hakkında bilgi sahibi olunur.

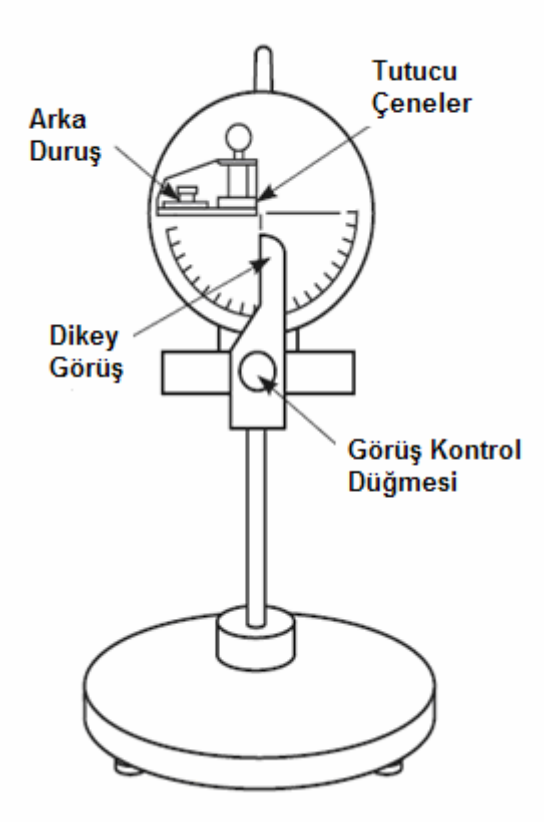
3.6.2 Buruşmazlık Açısı Testi

AATCC 66–2003 yöntemi ile "Dokuma Kumaşlarda Buruşmazlık Açısı" ölçümü yapılır [51]. Bu yöntem iki seçenekli yapılmaktadır. Bu çalışmada birinci seçenek esas alındı. Bu yöntemde 3 temel alet kullanılmaktadır. Ağırlık yükleme aleti, Şekil 3.2, açı ölçer, Şekil 3.3 ve bir tanede tutucu, Şekil 3.4' de gösterilmiştir [51]. İlk olarak kumaşın ön ve arka yüzeyi tayin edilir. Daha sonra 40*15 mm boyutlarında altı çözgü yönünde ve altı atkı yönünde olmak üzere toplam 12 tane numune hazırlanır. Alınan bu numuneler kumaşların değişik yerlerinden rastgele alınır.

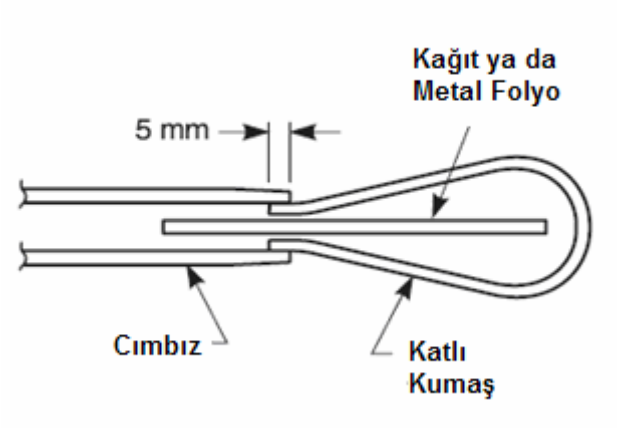
Alınan numuneler % 65 nem ve 21°C de bir gün dinlenmeye bırakılır. Hazırlanan numuneler yüz yüze gelecek şekilde katlanır ve açık uçlarının birbirine yapışmasını önlemek için araya ince bir parça kâğıt ya da folyo konur. Numuneler hazırlandıktan sonra elimizle değil tutucu vasıtasıyla ağırlık yükleme aletine yerleştirilir ve 500 g'lık ağırlık altında her bir numune 5 dak. bekletilir. Son olarak ağırlık kaldırılır ve numuneler açıölçere yerleştirilir ve ölçme göstergesi ile yaptıkları açıya bakıldıktan sonra hem çözgü hemde atkı yönündeki açıların ayrı ayrı ortalaması alınır ve kaydedilir.



Şekil 3.2: Yükleme Aleti



Şekil 3.3: Açı Ölçme Aleti



Şekil 3.4: Tutucu ve Numunenin Hazırlanışı

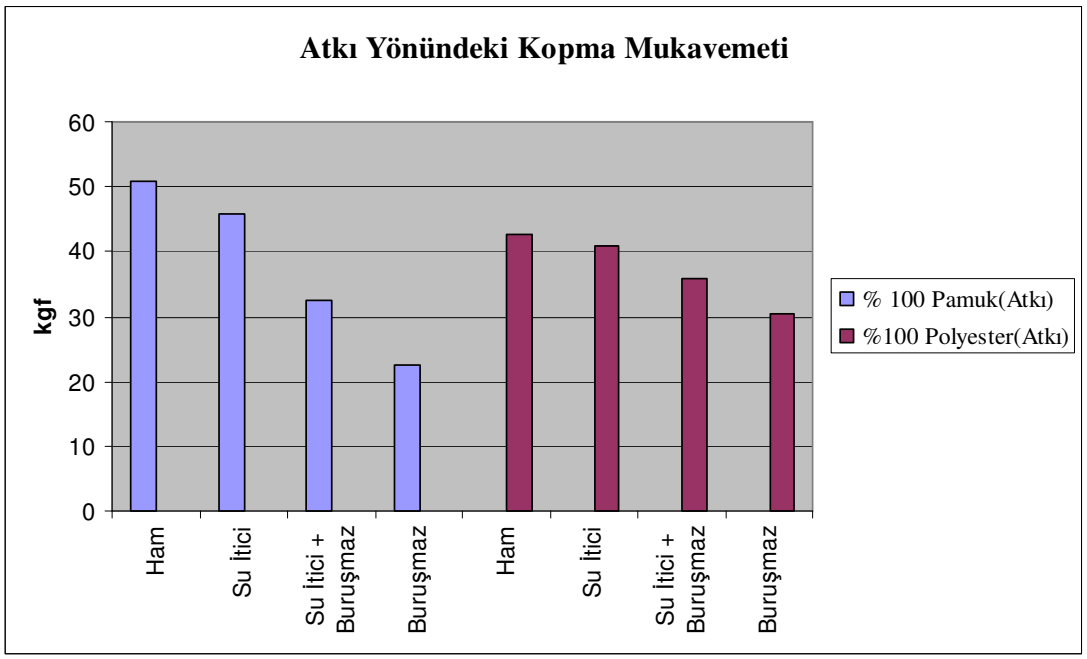
4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

4.1 Kopma Mukavemet Testi Sonuçları

Numunelerin kopma mukavemet değerleri ve karşılaştırmaları kgf olarak Tablo 4.1 ve Tablo 4.2 ile Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Atkı Yönündeki Kopma Mukavemet Değerleri (N)

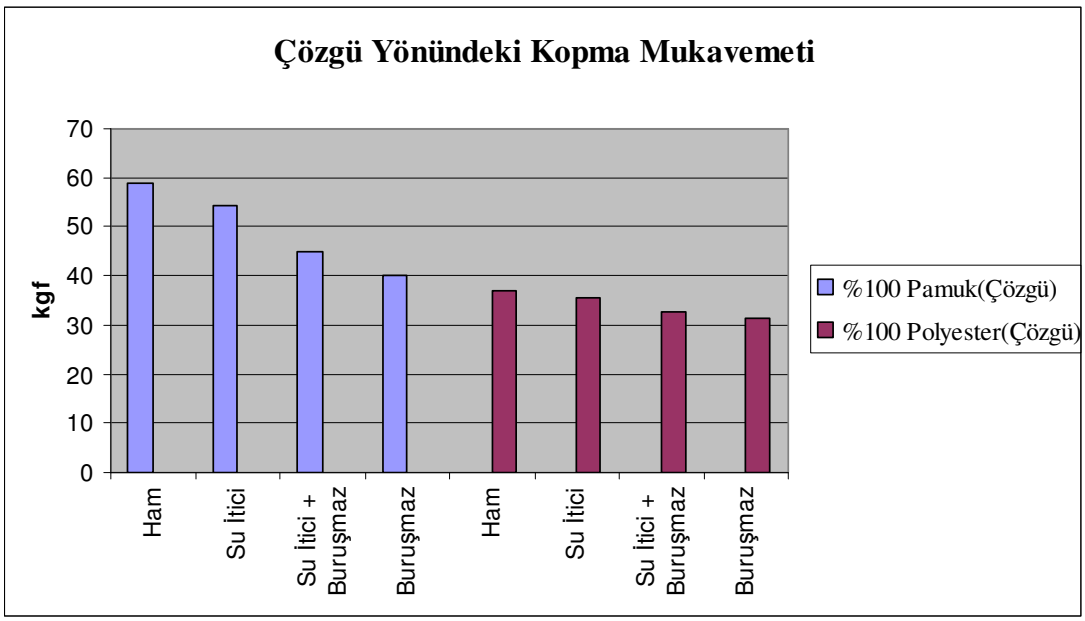
A	%100 Pamuk(Atkı)	B	%100 Poliester(Atkı)
Ham	50,7	**Ham**	42,6
Buruşmaz	22,5	**Buruşmaz**	30,5
Su itici	45,8	**Su itici**	40,8
Buruşmaz+Su itici	32,4	**Buruşmaz+Su itici**	35,8



Şekil 4.1: Atkı Yönündeki Kopma Mukavemet Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 4.2: Çözgü Yönündeki Kopma Mukavemet Değerleri (N)

A	%100 Pamuk(Çözgü)	B	%100 Poliester(Atkı)
Ham	58,8	**Ham**	37
Buruşmaz	40	**Buruşmaz**	31,3
Su itici	54,3	**Su itici**	35,5
Buruşmaz+Su itici	44,8	**Buruşmaz+Su itici**	32,8



Şekil 4.2: Çözgü Yönündeki Kopma Mukavemet Değerlerinin Karşılaştırılması

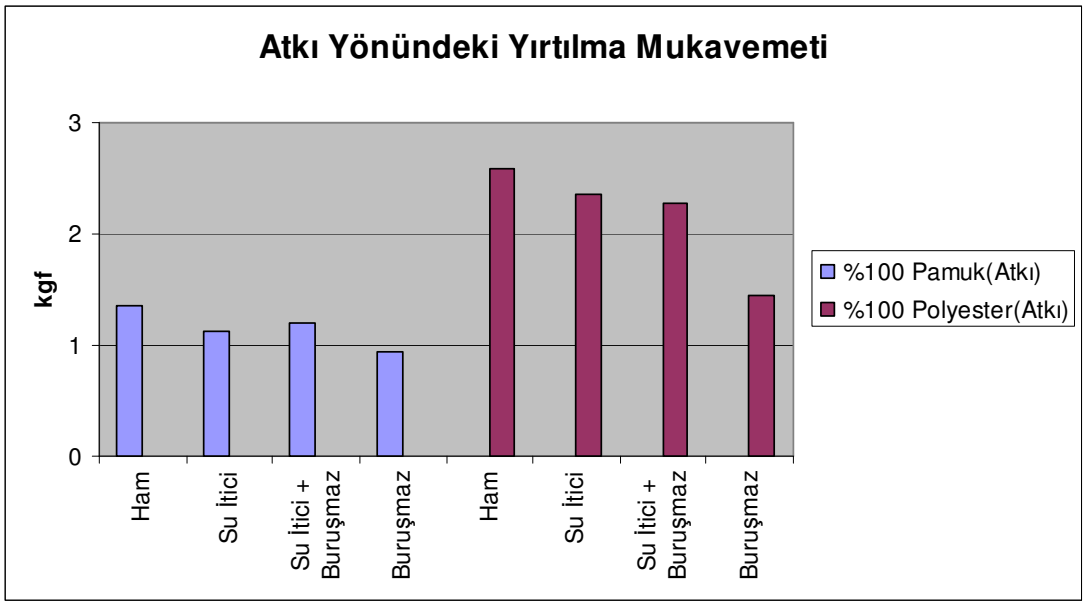
Tablo 4.1' ve Tablo 4.2' ye göre pamuktan üretilen dokuma kumaşta poliester liflerinden dokunmuş kumaşa göre hem atkı (50,7 N) hem de çözgü (58,8 N) yönlerinde ki kopma mukavemeti ham olarak daha yüksek çıkmıştır. Buruşmazlık işlemi görmüş kumaşlar arasında ise en fazla mukavemet kaybı çözgü yönünde % 30, atkı yönünde de % 50 den biraz fazla pamuklu kumaşta gerçekleşmiştir. Su iticilik işlemi görmüş her iki tip kumaşta ise atkı ve çözgü yönlerinde % 5 ve altında bir mukavemet kaybı gerçekleşmiştir. Tek banyoda su iticilik ve buruşmazlık bitim işlemi gören pamuklu kumaşta atkı yönünde % 35 çözgü yönünde ise % 25 gibi bir mukavemet kaybı oluşmuştur. Ham poliesterli kumaş her ne kadar en düşük mukavemete sahip gibi görünsede atkı ve çözgü yönündeki mukavemet kayıpları % 25' i geçmemiştir. Hatta buruşmazlık bitim işleminden sonra atkı yönündeki mukavemet değeri (30,5 N) pamuklu kumaştan (22,5 N) daha iyidir. Sonuç olarak her iki kumaşında kopma mukavemet değerlerini en çok düşüren bitim işlemi buruşmazlık olurken, en az etkileyen de su iticilik olmuştur. Tek banyoda kombine yapılan bitim işlemi ise kopma mukavemetini ne buruşmazlık kadar kötü etkilemiştir ne de su iticilik kadar az zarar vermiştir.

4.2 Yırtılma Mukavemet Testi Sonuçları

Numunelerin yırtılma mukavemet değerleri ve karşılaştırmaları kgf olarak Tablo 4.3 ve Tablo 4.4 ile Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.3: Atkı Yönündeki Yırtılma Mukavemet Değerleri (N)

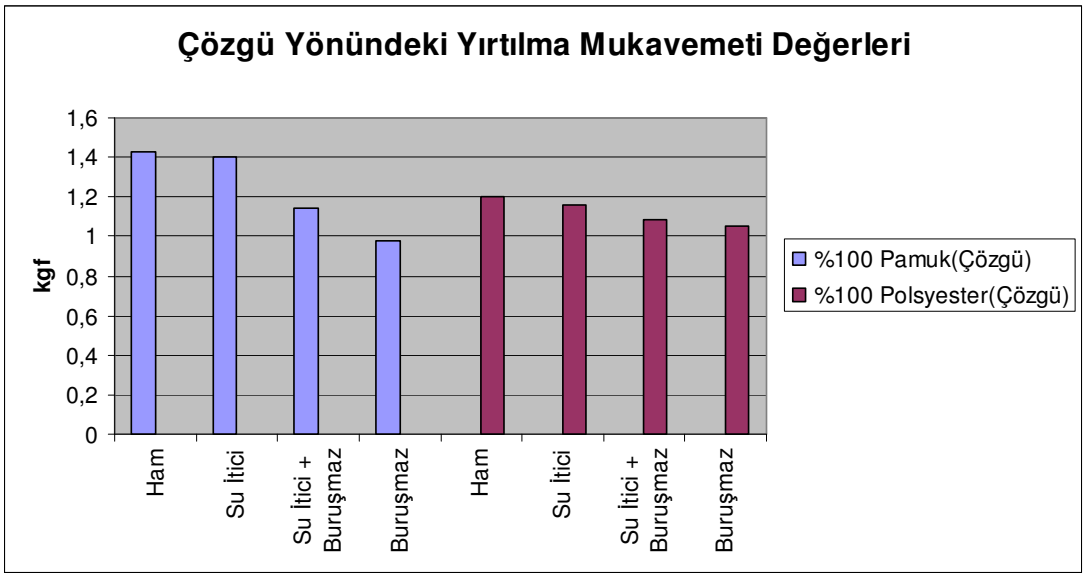
A	%100 Pamuk(Atkı)	B	%100 Poliester(Atkı)
Ham	1,35	**Ham**	2,58
Buruşmaz	0,94	**Buruşmaz**	1,45
Su itici	1,12	**Su itici**	2,35
Buruşmaz+Su itici	1,20	**Buruşmaz+Su itici**	2,27



Şekil 4.3: Atkı Yönündeki Yırtılma Mukavemeti Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 4.4: Çözgü Yönündeki Yırtılma Mukavemet Değerleri (N)

A	%100 Pamuk(Çözgü)	B	%100 Polyester(Çözgü)
Ham	1,43	**Ham**	1,20
Buruşmaz	0,98	**Buruşmaz**	1,05
Su itici	1,40	**Su itici**	1,16
Buruşmaz+Su itici	1,14	**Buruşmaz+Su itici**	1,09



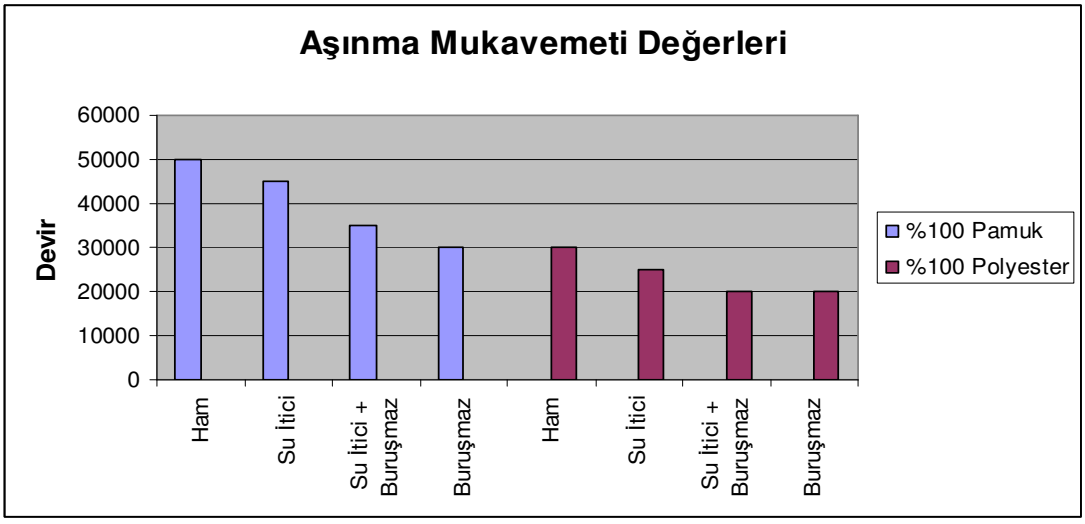
Şekil 4.4: Çözgü Yönündeki Yırtılma Mukavemeti Değerlerinin Karşılaştırılması

4.3 Aşınma Mukavemet Testi Sonuçları

Martindale aşınma cihazında 9 kpa ağırlık altında numunelerin yüzeyindeki aşınmanın oluştuğu devir değerleri esas alınmış ve bu değerler kullanılmıştır. Tablo 4.5 ile Şekil 4.5'de değerler gösterilmiştir.

Tablo 4.5: Aşınma Mukavemet Değerleri

A	%100 Pamuk	B	%100 Poliester
Ham	50.000	**Ham**	30.000
Buruşmaz	30.000	**Buruşmaz**	20.000
Su itici	45.000	**Su-itici**	25.000
Buruşmaz+Su itici	35.000	**Buruşmaz+Su-itci**	20.000



Şekil 4.5: Aşınma Mukavemeti Değerlerinin Karşılaştırılması

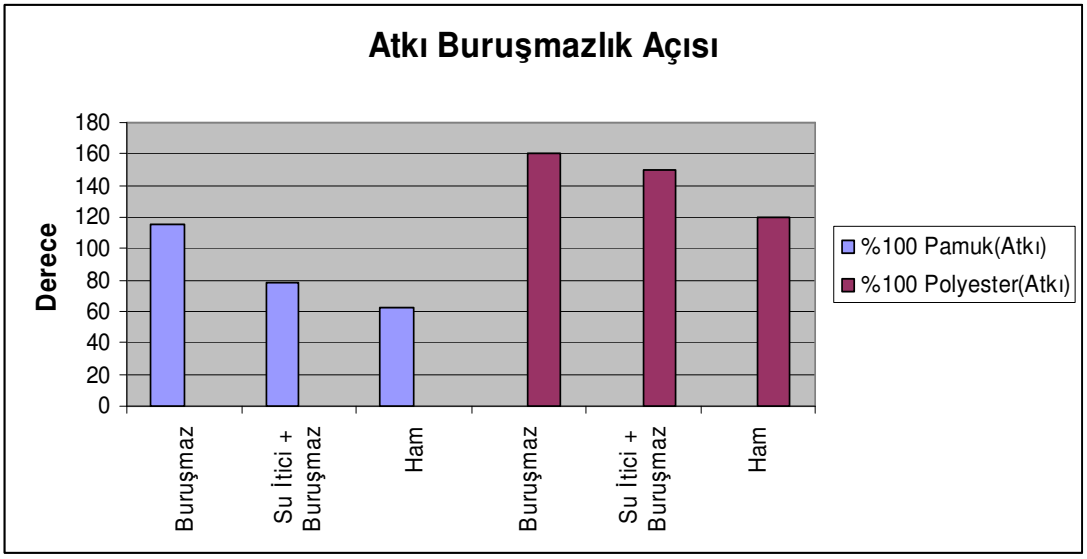
Şekil 4.5 ve Tablo 4.5' de ki verilere göre ham pamuklu dokuma kumaşın (50000 Devir) ham poliester kumaşa (30000 Devir) göre daha iyi aşınma dayanımına sahip olduğu görülmektedir. Uygulanan bitim işlemlerinden her iki kumaşında aşınma dayanımını en çok etkileyenin buruşmazlık bitim işlemi olduğu görülür. Pamuktaki mukavemet kaybı % 40, poliesterde % 30 civarındadır. Su iticilik bitim işlemi ise her iki kumaş içinde bunlar arasında en az zarar veren bitim işlemidir. Pamukta % 10, poliesterde ise % 15' den biraz fazladır. Kombine edilen bitim işlemindeki mukavemet kaybı ise pamukta buruşmazlığa göre daha az ama su iticiliğe göre daha çok çıkmıştır. Kombine bitim işlemi poliesterde de buruşmazlık ile aynı mukavemet kaybına neden olmuştur. Sonuç olarak buruşmazlık işlemi pamuklu kumaşa poliestere göre daha fazla zarar verdiği görülmektedir. Kombine edilmiş bitim işleminde ise durum bunun tam tersidir, yani poliester kumaş pamuğa göre yüzde olarak daha fazla mukavemet kaybetmiştir. Su iticilik bitim işlemi ise her iki kumaşın da aşınma mukavemetine kayda değer bir zarar vermemiştir.

4.4 Buruşmazlık Açısı Sonuçları

AATCC'nin 66 -2003 test yöntemi esas alınarak kuru buruşmazlık açıları hem atkı hem de çözgü yönünde yapılan ölçümler sonuncunda çıkan sonuçların ortalaması alınmıştır [51]. Tablo 4.6, Tablo 4.7 ve Tablo 4.8 ile Şekil 4.6, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.6: Atkı Yönündeki Buruşmazlık Açısı Değerleri

A	**%100 Pamuk(Atkı)**	**B**	**%100 Poliester(Atkı)**
Ham	62	**Ham**	120
Buruşmaz	115	**Buruşmaz**	160
Buruşmaz+Su itici	78	**Buruşmaz+Su itici**	150

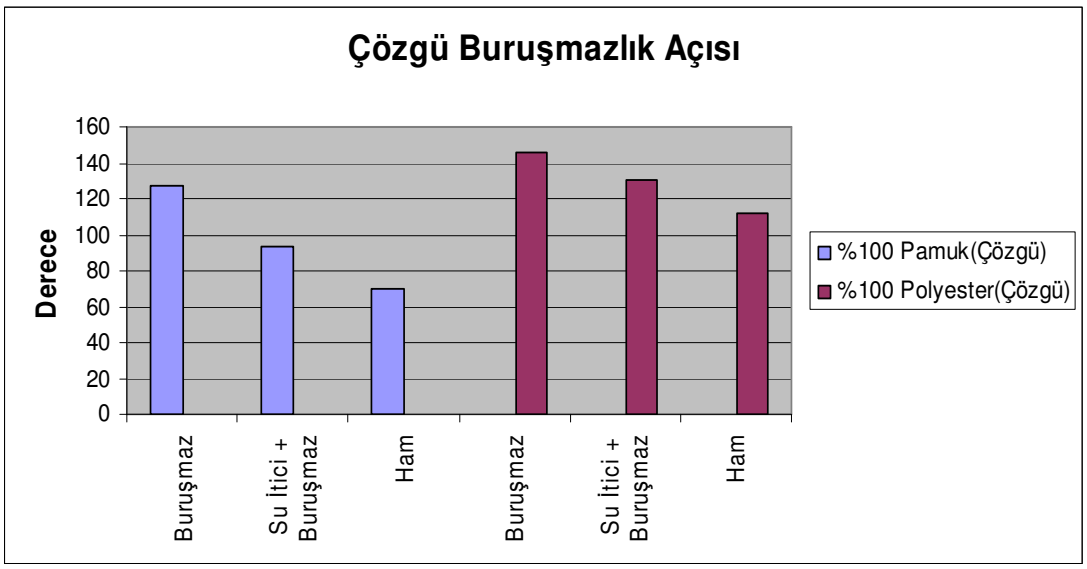


Şekil 4.6: Atkı Yönündeki Buruşmazlık Açısı Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 4.6 ve Şekil 4.6' da ki verilere göre ham olarak en düşük atkı yönündeki buruşmazlık açısına sahip olan kumaş pamuklu kumaştır (62°) poliester ise oldukça yüksek bir buruşmazlık derecesine sahiptir (120°). Buruşmazlık bitim işlemi gördükten sonra ise pamukta % 90' ın üzerinde bir artış gerçekleşmiştir, ayrıca poliester de de % 25' lik bir iyileşme olmuştur. Tek adımda kombine olarak uyugulanan bitim işleminde pamukta yaklaşık % 30' luk, poliesterde ise % 25' lik bir artış gerçekleşmiştir.

Tablo 4.7: Çözgü Yönündeki Buruşmazlık Açısı Değerleri

A	**%100 Pamuk(Çözgü)**	**B**	**%100 Poliester(Çözgü)**
Ham	70	**Ham**	112
Buruşmaz	127	**Buruşmaz**	146
Buruşmaz+Su itici	93	**Buruşmaz+Su itici**	130

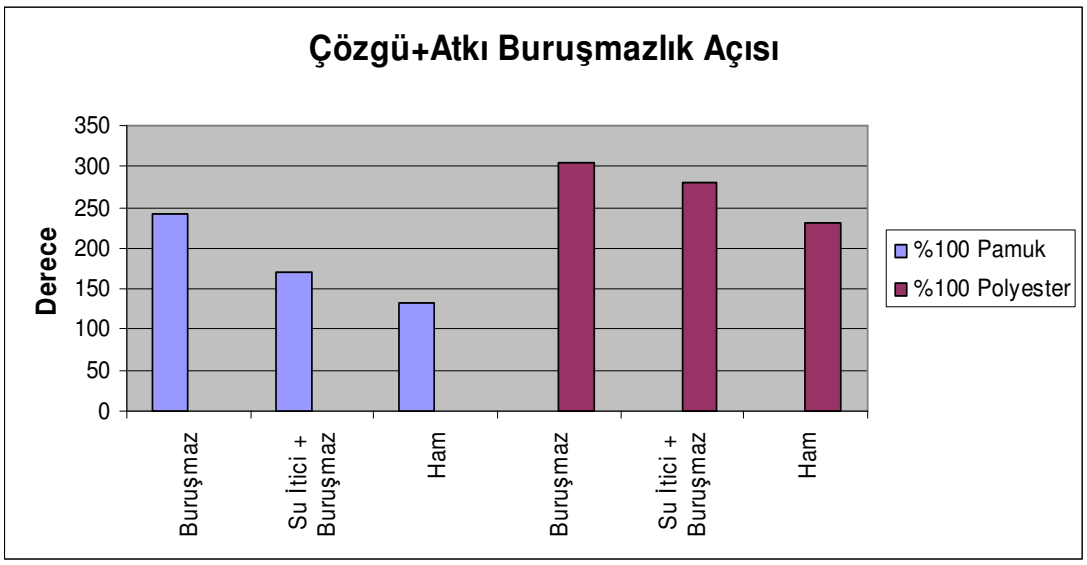


Şekil 4.7: Çözgü Yönündeki Buruşmazlık Açısı Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 4.7 ve Şekil 4.7' ye göre ham pamuklu kumaşın çözgü yönündeki buruşmazlık açısı (70°) ile poliestere (112°) göre oldukça düşük kalmıştır. Buruşmazlık bitim işlemi gördükten sonra ise pamuklu kumaşın (127°) buruşmazlık açısı yaklaşık % 90 oranında artmış ve poliester kumaşa (% 30) göre daha yüksek bir oranda artış göstermesine rağmen poliesterin sahip olduğu buruşmazlık açısı (146°) pamuktan yüksek çıkmıştır. Tek adımda su iticilik ile kombine edildiğinde ise pamuklu kumaşta (93°) yaklaşık buruşmazlık açısı % 30' luk bir iyileşme gösterirken poliesterde (130°) bu oran % 20' nin altında kalmıştır.

Tablo 4.8: Atkı + Çözgü Yönündeki Buruşmazlık Açısı Değerleri

A	**%100 Pamuk(A+Ç)**	**B**	**%100 Poliester(A+Ç)**
Ham	132	**Ham**	232
Buruşmaz	242	**Buruşmaz**	306
Buruşmaz+Su itici	171	**Buruşmaz+Su itici**	280



Şekil 4.8: Atkı + Çözgü Yönündeki Buruşmazlık Değerlerinin Karşılaştırılması

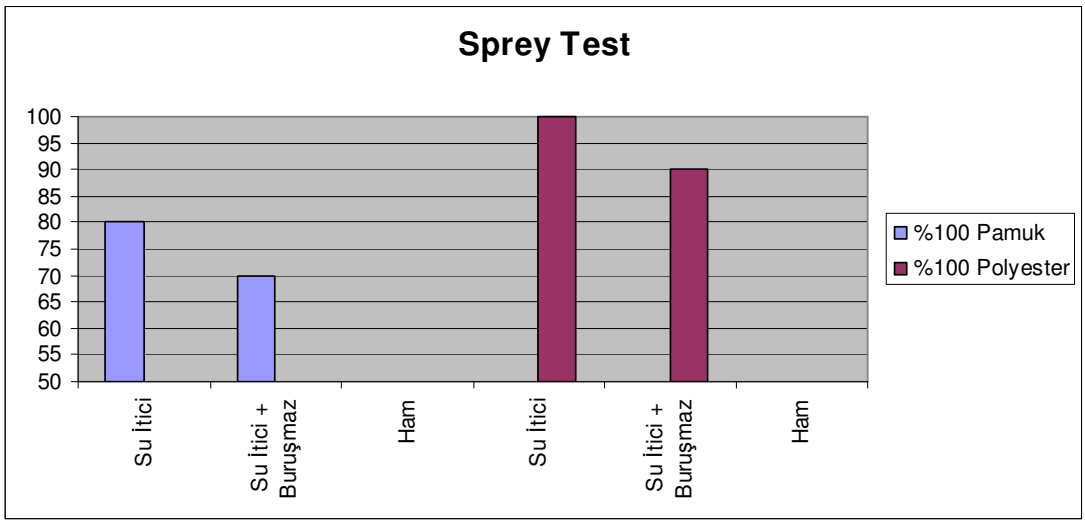
Tablo 4.8 ve Şekil 4.8' de ise her iki kumaş için çözgü ve atkı yönlerinde bulunan buruşmazlık açılarının toplamı verilmiştir. Ham olarak en düşük buruşmazlık açısı 132° ile pamuklu kumaştadır. Poliester kumaş ham 232° ile oldukça iyi bir buruşmazlık açısına sahipken buruşmazlık bitim işlemi gördükten sonra buruşmazlık açısı (306°) %30 civarında bir iyileşme göstermişken pamuklu kumaş % 90' lık bir artışla oldukça iyi bir buruşmazlık açısına (242°) ulaşmıştır. Su iticilikle tek adımda uygulandıktan sonra ise pamuktaki verimlilik % 30' a kadar düşerken poliesterde % 25'de kalmıştır. Sonuç olarak gerek buruşmazlık bitim işleminden önce ve sonra en yüksek buruşmazlık açısına sahip kumaş poliester olurken, buruşmazlık bitim işleminden sonra en fazla gelişme gösteren kumaş ise pamuk olmuştur.

4.5 Sprey Testi Sonuçları

AATCC' nin 22–2005 test yöntemine göre kumaşlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve bu yöntemdeki standart değerler kullanılmıştır [50]. Tablo 4.9, ve Şekil 4.9'de verilmiştir.

Tablo 4.9: Sprey Test Değerleri

A	**%100 Pamuk**	**B**	**%100 Poliester**
Ham	0	**Ham**	0
Su itici	80	**Su itici**	100
Buruşmaz+Su itici	70	**Buruşmaz+Suitici**	90

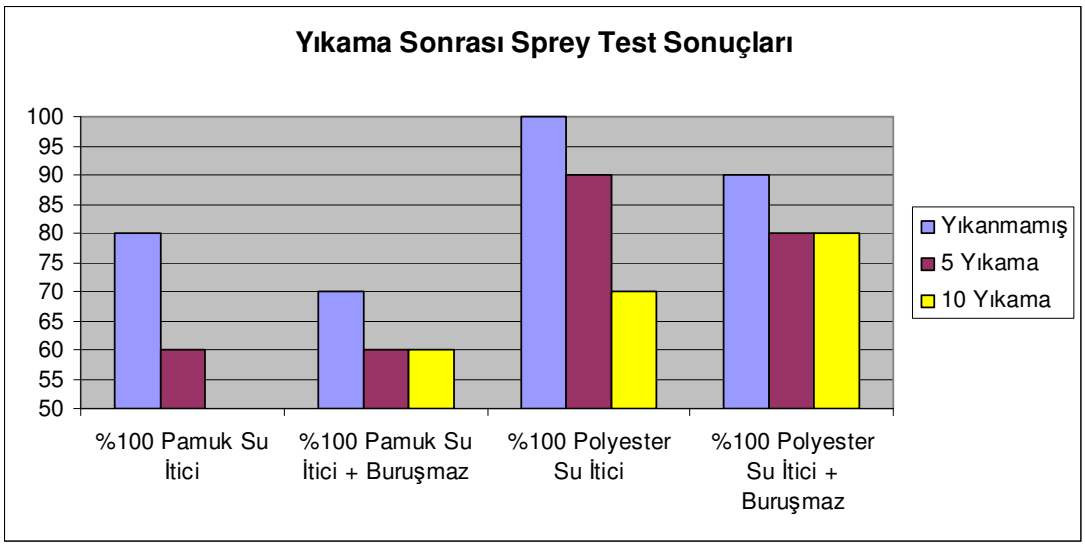


Şekil 4.9: Sprey Test Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 4.9 ve Şekil 4.9'da ki verilere göre ham pamuk ve poliester kumaşların ikisinde de su iticilik değerleri "0" çıktı yani suyu tamamen emdikleri görülmüştür. Su iticilik bitim işlemi görmüş pamuklu kumaşın su iticilik değeri 80 olarak ölçülürken poliester ise üzerine dökülen suyu hiç emmeyerek yüzde yüz bir su iticilik göstermiştir. Buruşmazlık ile tek adımda kombine edildiğinde poliesterin su iticiliği çok az düşerek 90 değerine gerilemiştir. Pamuklu kumaşda da aynı şekilde bir düşüş gerçekleşmiş ve su iticilik değeri 70'e gerilemiştir. Sonuç olarak su iticilik bitim işleminden sonra en yüksek su iticilik değeri poliesterli kumaş göstermiş pamuk ise ona göre biraz daha kötü olmasına rağmen oldukça iyi su iticilik performansı göstermiştir.

Tablo 4.10: Yıkama Sonrası Sprey Test Değerleri

A	**%100 Pamuk**			**B**	**%100 Poliester**		
	0 Yıkama	**5 Yıkama**	**10 Yıkama**		**0 Yıkama**	**5 Yıkama**	**10 Yıkama**
Su itici	80	60	50	**Su itici**	100	90	70
Buruşmaz+Su itici	70	60	60	**Buruşmaz+Su itici**	90	80	80



Şekil 4.10: Yıkama Sonrası Sprey Test Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 4.10 ve Şekil 4.10' da ki verilere göre yıkanmadan önce en iyi buruşmazlık değerine sahip kumaş 100' lük değeriyle poliesterdir. İkinci olarak tek adımda buruşmazlık ile kombine edilen bitim işlemi görmüş 90' lık değeri ile poliester kumaş gelmektedir. Üçüncü ve dördüncü gelen kumaşlar ise sırasıyla su iticilik işlemi görmüş pamuk 80' lik ve buruşmazlık ile tek adımda kombine edilmiş pamukta 70' lik değeriyle son iki sıradadır. Bu sıralama 5 yıkama sonunda değişmemekle birlikte en fazla kayıp 20 derece ile su iticilik işlemi görmüş pamukta gerçekleşmiştir. Diğer bütün kumaşlar ve bitim işlemlerinde 10 derecelik kayıp oluşmuştur. 10 yıkama sonunda ise en iyi su iticilik değerine sahip kumaş 80' lik değeri ile buruşmazlık ile tek adımda kombine edilmiş su iticilik bitim işlemi görmüş poliester olmuştur. En kötü değer ise 50' lik değeri ile su itici işlem görmüş pamuk olmuştur. Su itici işlem görmüş bir diğer poliester kumaşta çok büyük kayıp oluşarak 70 değerine inmiştir. Bir diğer kombine bitim işlemine tabi tutulan pamuklu kumaşta ise 5 yıkamaya göre herhangi bir değişiklik olmamış ve 60 değerinde kalmıştır.

4.6 Kumaş Bazında Genel Değerlendirme

Pamuk Dokuma Kumaş:

Fiziksel performans açısından bakıldığında; pamuklu dokuma kumaşlara tek olarak uygulanan buruşmazlık bitim işlemi kumaşın kopma, yırtılma ve aşınma mukavametlerinde % 50' ye varan kayıplar verdirerek son kullanım için çok büyük

sıkıntı oluşturmaktadır. Gene tek olarak uygulanan su iticilk bitim işleminin pamuklu kumaşın çeşitli mukavemetlerine kayda değer bir zarar vermediği görülmektedir. Bu ikisi tek adımda aynı banyoda uygulandığında ise tek başına buruşmazlık işleminin verdiği mukavemet kayıpları büyük oranda azalmıştır ve son kullanım için daha uygun hale gelmiştir. Ayrıca buruşmazlık bitim işlemi sonucunda asidik ortamda ve yüksek sıcaklıklarda muamele sonucunda oluşan sararma aynı sebeplerden dolayı tek adımda su iticilik ile birlikte uygulandığında da oluşmaktadır.

Teknik performans açısından bakıldığında; tek olarak uyugulanan buruşmazlık işlemi sonucunda buruşmazlık açısı çok iyi bir gelişim göstererek ham olarak ölçülen değerin neredeyse iki katına yaklaşmıştır. Gene tek olarak uygulanan su iticilik işlemi pamuklu kumaşın su iticiliğini sıfırdan neredeyse yüzde yüze çıkartmıştır. Tek adımda ikisi birlikte uygulandığında ise hem buruşmazlık hem de su iticilik değerleri tek olarak uygulandıklarında elde edilen değerlerin altında kalmıştır. Tek adımda uygulama işlemi her ne kadar teknik performanslarını düşürsede istenen değerlerin altına kadar düşürmemiştir. Ayrıca tek adımda uygulamanın bir avantajıda su iticilik performansında olmuştur. Yıkamaya tabi tutulan su iticilik işlemi görmüş kumaşlarda yıkama sonucunda büyük düşüşler oluşmuş ama tek adımda buruşmazlık ile kombine edilmiş kumaşlarda ise çok küçük bir kayıp yaşanmamış ve kumaş su iticilik özelliğini büyük ölçüde muhafaza etmiştir.

Poliester Dokuma Kumaş:

Fiziksel performans açısından bakıdığında; buruşmazlık bitim işlemi poliester kumaşın kopma, yırtılma ve aşınma mukavemetlerini pamuk kadar etkilemesede polyesterde de ciddi mukavemet kayıplarına sebebiyet vermiştir. Pamukta olduğu gibi su iticilik bitim işlemi poliester kumaşın da mukavemet değerlerine çok fazla etki etmemiştir. Her iki bitim işleminin tek adımda uygulanması ise biraz mukavemet kaybına sebep olsada bu pamuktaki kadar ciddi değildir ve mukavemet kaybı bu şekilde tolere edilebilmiştir.

Teknik performans açısından bakıldığında; buruşmazlık bitim işlemi poliester kumaşın buruşmazlık açısını pamuktaki kadar iyileştirmesede zaten ham buruşmazlık açısı pamuğa kıyasla çok yüksek olduğundan istenen değerin çok üstüne çıkmıştır. Tek olarak uygulanan su iticilik ise, ham olarak poliester yüzde yüz su emicilik göstermişken işlemden sonra tam ters bir şekilde yüzde yüz su itici olmuştur. İki

bitim işlemide birlikte uygulandığında ise hem buruşmazlık hem de su iticilik de çok az miktarda düşüşler olmasına rağmen bu kayıplar pamuktaki kadar kayda değer ölçüde olmamıştır. Ayrıca tek olarak su iticilik ve kombine bitim işlemi görmüş poliester kumaşın yıkamadan sonraki değerlerinede bakılmış ve tek başına uygulanan su iticiliğin pamuktaki gibi önemli ölçüde düştüğü görülürken kombine edilmiş bitim işleminde ise bir miktarlık düşüşten sonra su iticiliği sabit kalmıştır.

5. SONUÇ

Fiziksel performans açısından değerlendirildiğinde; buruşmazlık bitim işlemi her ne kadar istenen buruşmazlığı sağlasada aynı ölçüde poliester ve özelliklede pamuklu kumaşın kopma, yırtılma ve aşınma mukavemetlerini önemli oranlarda düşürmektedir. Tek başına uygulanan su iticilik bitim işlemi ise ne pamuk ne de poliester kumaşların mukavemet değerlerini kayda değer ölçüde etkilememiştir. İki bitim işlemi tek adımda uygulandığında ise pamuk ve poliester de oluşan mukavemet kayıpları buruşmazlık bitim işlemine göre önemli ölçüde düşmüş ve kumaşların mukavemet değerleri artış göstermiştir.

Teknik performans özellikleri açısından değerlendirildiğinde; buruşmazlık bitim işlemi gören pamuklu kumaş poliester kumaşa göre hem atkı hem de çözgü yönünde daha yüksek oranda buruşmazlık açısı kazanmıştır. Poliester kumaş ise ham olarak zaten yüksek buruşmazlık değerlerine sahip olduğu için gelişme pamuktaki kadar kayda değer olmamıştır. İki bitim işlemi tek adımda uygulandığında poliester ve özellikle pamuklu kumaşların buruşmazlık açısı değerleri her iki yönde de düşmüştür. Su iticilik değerleri düşmesine rağmen bu durumdan buruşmazlık kadar etkilenmemiştir. Su iticilik bitim işlemi görmemiş her iki tip kumaşta üzerlerine dökülen suyu tamamen emmiş ve sıfır su iticilik değeri göstermişlerdir. Su iticilik bitim işleminden sonra polyester kumaş yüzde yüz hidrofob karakter kazanmıştır, pamuklu kumaş ise çok az miktarda suyu emmiş olmasına rağmen büyük ölçüde istenen su iticilik özelliğini kazanmıştır. Ayrıca su iticiliğin yıkamaya karşı dayanımına da bakılmıştır. Su iticilik tek olarak uygulandığında kombine bitim işlemine göre daha iyi su iticilik göstersede yıkandıktan sonra ki değerlerine bakıldığında buruşmazlık ile kombine edilen bitim işlemi yıkamaya karşı daha iyi direnç göstermiştir. Florokarbon esaslı su iticilik bitim işlemlerinin yıkamaya karşı direncinin az olduğu önceki çalışmalardan da tespit edilmiş bir dezavantajdır. Bunun sebebinin ise yıkama esnasında detarjanlarında yardımı ve mekanik etki ile yüzeyde oluşan hidrofob tabakanın formunu kaybettiği ve kumaşın iç kısımlarına yöneldiği düşünülmektedir. Çünkü yıkandıktan sonra kumaşlar yüksek sıcaklıklarda tekrar

kurutulduğunda kaybolan bu hidrofoluğun bir kısmının geri kazanıldığı görülmüştür. Ayrıca buruşmazlık kimyasalları ile birleştirildiğinde kumaşların yıkmaya karşı direncinin artmasının en büyük sebebi de bu kimyasalların hem pamuk moleküllerine hem de florokarbon yapıtaşına çapraz bağlarla bağlanarak oluşan bu filmin hareketliliğini kısıtlaması ve düzgün kalmasını sağlaması olduğu düşünülmektedir.

Sonuçlar dikkate alındığında, buruşmazlık ve su iticilik bitim işlemlerinin tek başlarına uygulandığında hem pamuk hem de poliester kumaşa kazandırdıkları buruşmazlık ve su iticilik değerleri oldukça iyidir. Fakat buruşmazlık bitim işleminin en büyük dezavantajı, özellikle pamuklu kumaşta, çok yüksek miktarlarda mukavemet kayıplarına sebep olmasıdır. Su iticilik işleminin dezavantajı ise yıkamaya karşı direncinin düşük olması ve yıkandıktan sonra bu özelliğinin önemli ölçüde azalmasıdır. Her iki işlem tek adımda uygulandığında buruşmazlık ve su iticilik değerleri, tek tek uygulanmalarına göre sınırlı bir düşüş göstermesine rağmen mukavemet kayıplarını önemli ölçüde düşürmüş ve kumaşlar daha mukavim hale gelmiştir. Aynı şekilde su iticiliğin yıkamaya karşı düşük dayanımı ortadan kalkmış ve kumaşların su iticilik değerleri daha dengeli hale gelmiştir.

Bu çalışmada, florokarbon esaslı su iticilik bitim işlemi, formaldehitsiz buruşmazlık bitim işlemi ile tek adımda birleştirilerek; haşılı sökülmüş, ağartılmış, farklı lif tiplerinden mamul (%100 Pamuk, %100 Poliester) bez ayağı dokuma kumaşa, emdirme – kurutma - kondensasyon yöntemiyle uygulanmış ve kumaşın fiziksel özellikleri (kopma, yırtılma mukavemeti, aşınma dayanımı vb.) bitim performans özellikleri (buruşmazlık açısı ve su iticiliği) test edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre iki bitim işleminin tek adımda uygulanması ile buruşmazlık açılarında ve su iticilik değerlerinde küçük düşüşler yaşanmakla birlikte her iki bitim işleminin ayrı ayrı uygulanmasında karşılaşılan dezavantajlar büyük ölçüde önlenmiş ve kumaşlar son kullanım için daha uygun hale gelmiştir. Ayrıca bu iki bitim işleminin tek adımda uygulanması ile maliyet artışlarıda (su kullanımı, enerji ve zaman kaybı) önlenmiş ve sanayi için avantajlı bir seçenek haline gelmiştir.

KAYNAKLAR

[1] **Stuart, J. B.,** 1995. Intruduction to Organic and Biologıcal Chemistry, The Macmillan Company Collier-Macmillan Limited, London.

[2] **Yakartepe, M. ve Yakartepe, Z.,** 1995. T.K.M.A.Tekstil Terbiye Teknolojisii Kasardan-Apreye, Cilt 5., İstanbul.

[3] **Cook Gordon J.,** 1993, Handbook of Textile Fibres, Merrow Publishing Co. Limited, Durham.

[4] **Tarakçıoğlu, I.,** Tekstil Terbiyesi ve Makinaları, Cilt 1, Tekstil Terbiyesinde Temel İşlemler ve Selüloz Liflerinin Terbiyesi, Ege Üniversitesi Tekstil Fakültesi Yayınları, No.2, Bornova, İzmir, 1979.

[5] **Bilgen M.,** 2005. Wrinkle Recovery for Cellulosic Fabric by Means of Ionic Crosslinking, Grduate Faculty of North Carolina State University, Raleigh.

[6] **Blanchard, E.J., Reinhard, R.M., Graves, E.G., Andrews, B.A.K.,** Dyeable Crosslinked Cellulose for Low Formaldehyde and Nonformaldehyde Finishing Systems. Industrial & Engineering Chemistry Research 33 (4): 1030-1034 APR 1994

[7] **Charles Q. Yang** and **Weishu Wei**. Mechanical Strength of Durable Press Finished Cotton Fabric Part II: Change in Cellulose Molecular Weight. Textile Research Journal 2000 Oct;70(10): 910-915.

[8] **Frick, J. G. Jr.; Jones, B. W. Stone, R. L.; Watson, M. D.,** Dyed Wrinkle-resistant and Durable-press Cotton Fabrics. U.S. 4, 619, 668, 1986.

[9] **Bajaj, P.,** Finishing of Textile Materials. Journal of Applied Polymer Science 83 (3): 631-659 Sp. Iss. SI, JAN 18 2002.

[10] **Shank, D.,** Non-Formaldehyde Wrinkle-free Finishing: A Commercial Update, Vulcan Performance Chemicals, Columbus, Ga, March 2002.

[11] **Welch, C. M. and Andrews, B.K.,** Ester Crosslinks-A Route to High-Performance Nonformaldehyde Finishing of Cotton Textile Chemist and Colorist, Vol.21, No.2, February 1989, p13.

[12] **Zhou, W., Yang, C.Q., Lickfield, G.C.,** Mechanical Strength of Durable Press Finished Cotton Fabri Part V: Polyvinilalcohol as an Additive to Improve Fabric Abrasion Resistance, Journal of Applied Polyme Science, Vol.91, 3940-3946 (2004)

[13] **Yang C. Q. Lu Y. P., Lickfield G. C.,** Chemical analysis of 1,2,3,4-butane-tetra-carboxylic-acid, Textile Research Journal 72 (9): 817-824 Sep 2002

[14] **Xu, W., Li, Y.,** Cotton Fabric Strength Loss From Treatment with Polycarboxylic Acids for Durable Press Performance, Textile Research Journal, Vol.70(11), 957-961 (2000).

[15] **Yang, C.Q. , Wei, W. Lickfield G. C.,** Mechanical strength of durable press finished cotton fabric-Part II: Comparison of crosslinking agents with different molecular structures and reactivity, Textile Research Journal 70(2), 143-147 (2000).

[16] **Yang, C.Q., Mao, Z., Lickfield, G.C.,** Ester Crosslinking of Cellulose by Polycarboxylic Acids: pH Dependency, Textile Chemist and Colorist & American Dyestuff Reporter, vol.32, No.11, Novamber 2000.

[17] **Schramm, C., Binder, W.H., Tessadri, K.,** Durable Press Finishing of Cotton Fabric with 1,2,3,4-butane-tetra-carboxylic-acid and TEOS/GPTMS, Journal of Sol.-Gel. Science and Tevhnology, Vol.29, 155-165, 2004.

[18] **Choi, H.M., Welch, C.M.,** Saturated and Unsaturated Carboxylic Acid Saltsas Curing Additives for BTCA Treatment of Cotton, Southern Regional Research Center, Vol.26, No.6, June 1994.

[19] **Blanchard, E.J., Reinhard, R.M., Kottes Andrews, B.A.**, Finishing with Modified Polycarboxylic Acids Systems for Dyeble Durable Press Cottons, Southern Regional Research Center, Vol.23, No.5, May 1991

[20] **Andrews, B.A.K., Kottes, Welch, C. M. and B.J. Trask-Morrell**, Efficient Ester Crosslinking Finish for Formaldehyde Free Durable Press Cotton Fabric American Dyestuff Reporter, Vol.76, No.6, 1989, p15.

[21] **Andrews, B.K., Blanchard, F.J., Reinhard, R.M.,** Fabric Whiteness Retaention in Durable Pres Finishing with Citric Acid, Textile Chemist and Colorist 25 (3): 52-54 MAR 1993

[22] **Welch, C.M., and Peters, J.G.,** Performance of Citric Acid DP Finishes on Mercerized Cotton Twill, AATCC Rewiev 2002 2/11 (28-30)

[23] **Choi, H-M.,** Nonionic and Cationic Curing Additives which Improve the Whiteness of Citric-acid Treated Cotton,Textile Chemist and Colorist, Vol.25, No.5, May 1993, pp.19-24.

[24] **Yatagai, M., and Takakashi, Y.** ,Effect of Citric Acid DP Fİnishing on soiling with Particulate Soil of Cotton Fabric, AATCC Rewiev January 2005 Volume 5 P:17

[25] **Wei, W., Yang, C.Q.,** Polymeric Carboxylic Acid and Citric Acid as a Nonformaldehyde DP Finish, Textile Chemist and Colorist & American Dyestuff Reporter 32 (2): 53-57 FEB 2000

[26] **Vukusic, S.B., and Katovic, D.,** Non-formaldehyde Wrinkle free finishing with Polycarboxylic Acids, TEKSTIL 53 (3): 103-109 MAR 2002

[27] **Welch, C.M., Peters, J.G.,** Maleic Acid as a Nonformaldehyde DP Finishing Agent Activated by BTCA and Polymer Additives, Textile Chemist and Colorist, 1997.

[28] **McIntyre, J.E. and Daniels, P.N**., 1995. Textile Terms and Definitions, Tenth Edition, The Textile Institute, Manchester.

[29] **Fung, W**., 2002. Coated and Laminated Textiles, The Textile Institute, Manchester.

[30] **Kinloch, A.J**., 1984. Adhesion and Adhesives, Chapman & Hall, London, 30-79.

[31] **Horrocks, A.R. and Anand, S.C.**, 2000. Technical Textiles Hand Book, The Textile Institute, Manchester.

[32] **Lomax, G.R**., 1991. Breathable waterproof fabrics, *Textiles*, **No.4**,12.

[33] **Akalın, M.,** 1994. Tekstilde Bitim İşlemleri, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Tekstil Eğitimi Bölümü, İstanbul.

[34] **Holme I.,** 2003. Water Repellency and Waterproofing, Textile Finishing.

[35] http://home.wanadoo.nl/scslai/lotus.pdf

[36] **Tyrone L. V.,** 1994. Textile Processing and Properties: Preparation, Dyeing, Finishing, And Performance, Elsiver Science B.V., Netherlands

[37] **Yakartepe M. ve Yakartepe Z.,** 1995, Tekstil Terbiye Ansiklopedisi, I. Baskı, İstanbul

[38] **Lacasse K. ve Baumann W.,** 2004. Textile Chemicals, Environmental Data and Facts, Springer, Newyork

[39] **Çay A. ve Çoban S.**, 2004. Florokarbonların Tekstil Sanayinde Kullanımı, *Tekstil ve Konfeksiyon,* 87-92

[40] **Adanur S.,** 1995. Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles, Technomic Pub, Lancaster.

[41] **Herman B. G.**, 1961. Properties Of Cotton Fabrics Treated With Fluorocarbon Combinations With Water Repellents, *Textile Research Journal,* April, 377-387

[42] **Kayatürk N.,** 2003. Florokarbon Esaslı Su, Yağ Ve Kir İtici Apre Uygulamaları, *Tekstil Maraton*, 61-62.

[43] **Cook A. A. ve Shane C. S.**, 1955 Application Of Silicone Water Repellents to Cotton, *Textile Research Journal,* January, 105-110

[44] http://www.findarticles.com/p/articles/mi_qa4025/is_200109/ai_n8996090

[45] **Sato Y., Wakida T., Tokino S., Niu S., Ueda M., Mizushima H. ve Takekekoshi S.,** 1994. Effect Of Crosslinking Agents On Water Repellency Of Cotton Fabrics Treated With Fluorocarbon Resin, *Textile Research Journal,* Haziran, 316-320

[46] **TS 251,** 1991. Dokunmuş Kumaşlar- Birim Uzunluk ve Birim Alan Kütlesinin Tayini

[47] **TS EN ISO 13934–1,** 2002. Kumaşların Gerilme Özellikleri- Bölüm 1: En Büyük Kuvvetin ve En Büyük Kuvvet Altında Boyca Uzamanın Tayini Şerit Metodu

[48] **TS EN ISO 13937–2,** 2002. Kumaşların Yırtılma Özellikleri- Bölüm 2: Pantolon Biçimineki Deney Numunelerinin Yırtılma Kuvvetinin Tayini(Tek Yırtılma Metodu)

[49] **TS EN ISO 12947–2,** 2001. Martindale Metoduyla Kumaşların Aşınmaya Karşı Dayanımının Tayini- Bölüm 2: Numune Kopmasının Tayini

[50] **AATCC Test Method 22–2005,** 1941. Water Repellency: Spray Test

[51] **AATCC Test Method 66–2003,** 1951. Wrinkle Recovery of Woven Fabrics: Recovery Angle Method

ÖZGEÇMİŞ

Göktürk OĞULTÜRK 1982 yılında Kütahya'da doğdu. Orta öğrenimini Kütahya Ali Güral Anadolu Lisesi ve Lise öğrenimini de Kütahya Fen Lisesinde tamamladı. 2000 yılında girdiği İ.T.Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümünden 2005 yılında mezun oldu. Aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2006–2007 yılları arasında Finteks Tekstil Ltd. Şti' nde Müşteri Temsilcilisı olarak çalıştı.