

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇEŞİTLİ SELÜLOZİK İPLİKLERDEN ÜRETİLEN  
ÖRME KUMAŞLARIN PERFORMANSLARININ  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Müh. Erkan DÜNDAR**

**Anabilim Dalı: Tekstil Mühendisliği**

**Programı: Tekstil Mühendisliği**

**MART 2008**

**ÇEŞİTLİ SELÜLOZİK İPLİKLERDEN ÜRETİLEN  
ÖRME KUMAŞLARIN PERFORMANSLARININ  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Müh. Erkan DÜNDAR  
(503051807)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24 Mart 2008  
Tezin Savunulduğu Tarih : 28 Mart 2008**

**Tez Danışmanı : Doç.Dr. Hale KARAKAŞ  
Prof.Dr. Cevza CANDAN**

**Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Fatma KALAOĞLU  
Prof.Dr. Özcan ÖZDEMİR (U.Ü.)  
Yrd.Doç.Dr. Yasemin KAVUŞTURAN (U.Ü.)**

**MART 2008**

## ÖNSÖZ

Bu tezin oluşmasında desteğini esirgemeyen tez danışmanlarım sayın Doç. Dr. Hale KARAKAŞ'a ve sayın Prof. Dr. Cevza CANDAN'a, bu çalışma boyunca bana destek olan arkadaşlarıma, ilgi ve sevgilerini hep üzerimde hissettiğim aileme teşekkür ederim.

Numunelerin elde edilmesinde; iplik temininde yardımcı olan sayın Ömer TANINMIŞ nezdinde ABALIOĞLU TEKSTİL SANAYİ A.Ş. firmasına, kumaşların temininde yardımlarını esirgemeyen Ali TÜRE nezdinde ERKO TEKSTİL SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ. firmasına teşekkürü borç bilirim. Ayrıca, deneyler sırasında yardımlarını esirgemeyen İTÜ Tekstil Laboratuvarı çalışanlarına da teşekkürlerimi sunuyorum.

MART, 2008

Erkan DÜNDAR

## İÇİNDEKİLER

<b>KISALTMALAR</b>	<b>vii</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b>	<b>viii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b>	<b>ix</b>
<b>ÖZET</b>	<b>xi</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>xii</b>

<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı	1
<b>2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI</b>	<b>2</b>
2.1. Giriş	2
2.1.1. Tekstilde Kullanılan Lifler	2
2.2. Pamuk	2
2.2.1. Morfolojisi ve Moleküler Yapısı	2
2.2.2. Pamuk Lifinin Özellikleri	4
2.2.2.1. Uzunluk	4
2.2.2.2. İncelik	4
2.2.2.3. Mukavemet	4
2.2.2.4. Elastikiyet	5
2.2.2.5. Yoğunluk	5
2.2.2.6. Su Emicilik	5
2.2.2.7. Isı ve Elektrik İletkenliği	5
2.2.2.8. Boyutsal Stabilite	5
2.2.2.9. Renk	5
2.2.2.10. Parlaklık	6
2.2.2.11. Kimyasallara Dayanıklılık	6
2.2.2.12. Mikroorganizmalara Dayanıklılık	6
2.2.2.13. Çevresel Şartlara Dayanıklılık	6
2.2.3. Pamuk Lifinin Tayini	6
2.2.4. Pamuk Lifinin Kullanım Alanları	6
2.2.5. Pamuklu Ürünlerin Bakımı	7
2.3. Bambu	7

2.3.1. Bambu Bitkisi	7
2.3.2. Bambu Lifinin Üretimi	8
2.3.3. Bambu Lifinin Morfolojisi	9
2.3.4. Bambu Lifinin Diğer Özellikleri	11
2.3.4.1. Doğal Anti-Bakteriyel Olma	11
2.3.4.2. Çevre Dostu Olma	11
2.3.4.3. Hava Geçirgenliği ve Serinlik Hissi Vermesi	11
2.3.4.4. Su Emiciliği	11
2.3.4.5. UV Işığı Kırma	12
2.3.4.6. Yumuşaklık	12
2.3.4.7. Parlaklık	12
2.3.4.8. Düşük Kopma Dayanımı	12
2.3.5. Fiziksel Parametreler	12
2.3.6. Bambu İplik Özellikleri	13
2.3.7. Boyama	14
2.3.7.1. %100 Bambu Kumaş Boyama	14
2.3.7.2. Bambu-Pamuk Karışımı Kumaş Boyama	14
2.3.8. Bitim İşlemi	15
2.3.9. Kullanım Alanları	15
2.3.9.1. İç ve Dış Giyim	15
2.3.9.2. Ev Tekstili	15
2.3.9.3. Hijyenik Ürünler ve Tıbbi Tekstil	16
2.3.10. Bakımı	16
2.4. Lyocell (Tencel)	16
2.4.1. Tarihi	16
2.4.2. Lyocell Lifinin Üretimi	16
2.4.3. Morfolojisi	18
2.4.4. Lyocell Lif Özellikleri	19
2.4.5. Fiziksel Parametreler	21
2.4.6. Fibrilasyon	22
2.4.7. Boyama ve Bitim İşlemleri	25
2.4.7.1. Halat Boyama ve Parça Boyama	26
2.4.7.2. Haşılama	26
2.4.7.3. Ağartma	26
2.4.7.4. Kostik Muamele	26
2.4.7.5. Açık En Boyama	27
2.4.7.6. Tencel LF İçin Bitim İşlemleri	27
2.4.8. Kullanım Alanları	27

2.4.9. Bakımı	28
2.5. Giysi Konforu Üzerine Araştırmalar	28
2.5.1. Islanma ve Kılcal Islanma	32
2.5.1.1. Islanma	32
2.5.1.2. Kılcal Islanma	34
2.5.1.3. Liflerde ev Lifli Materyallerde Islanmayı ve Kılcal Islanmayı Etkileyen Faktörler	35
2.5.1.4. Lifli Materyallerin Islanma ve Kılcal Islanma Davranışlarının İncelenme Teknikleri	38
2.5.2. Kuruma	40
2.5.3. Su Buharı Geçişi	41
2.5.3.1. Kararlı Durumda Su Buharı Geçişi	41
2.5.3.2. Kararsız Koşullarda Su Buharı Geçişi	42
2.5.4. Nem Kazanımı	43
2.5.5. Su Emişi	44
<b>3. DENEYSEL ÇALIŞMA</b>	<b>45</b>
3.1. Malzeme	45
3.2. Metod	47
3.3. Fiziksel ve Boyutsal Performans Testleri	47
3.3.1. Gramaj Tespiti	47
3.3.2. Kalınlık Tespiti	47
3.3.3. Patlama Mukavemeti Testi	48
3.3.4. Boncuklaşma Testi	48
3.3.5. Aşınma Dayanımı Testi	48
3.3.6. Boyutsal Değişim Testi	48
3.3.7. May Dönmesi Testi	49
3.4. Nem Konfor Özellikleri Testleri	49
3.4.1. Transfer Kılcal Islanma Testi	49
3.4.2. Dikey Kılcal Islanma Testi	49
3.4.3. Nem Kazanımı Tespiti	50
3.4.4. Kuruma Testi	50
3.4.5. Su Buharı Geçirgenliği Testi	50
<b>4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER</b>	<b>52</b>
4.1. Gramaj Testi Sonuçları	53
4.2. Kalınlık Testi Sonuçları	54
4.3. Patlama Mukavemeti Testi Sonuçları	55
4.4. Boncuklaşma Testi Sonuçları	57

4.5. Aşınma Dayanımı Testi Sonuçları	58
4.6. Boyutsal Değişim Testi Sonuçları	59
4.7. May Dönmesi Testi Sonuçları	62
4.8. Transfer Kılcal İslanma Testi Sonuçları	63
4.9. Dikey Kılcal İslanma Testi Sonuçları	67
4.10. Nem Kazanımı Testi Sonuçları	69
4.11. Kuruma Testi Sonuçları	71
4.12. Su Buharı Geçirgenliği Testi Sonuçları	74
<b>5. SONUÇ</b>	<b>77</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>79</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>83</b>

## **KISALTMALAR**

<b>UV</b>	: Ultraviolet
<b>TS</b>	: Türk Standartları
<b>BS</b>	: British Standard
<b>ISO</b>	: International Standard Organization
<b>AATCC</b>	: American Association Textile Chemists and Colorists
<b>DIN</b>	: Deutsches Institut für Normung
<b>ASTM</b>	: American Society for Testing and Materials



## TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
<b>Tablo 2.1</b> Bambu Elyafının İncelik ve Uzunluk Değerleri .....	9
<b>Tablo 2.2</b> Bambu Lifine Ait Bazı Teknik Veriler .....	12
<b>Tablo 2.3</b> Bazı Bambu Örgü İpliklerine Ait Teknik Veriler .....	13
<b>Tablo 2.4</b> Bazı Bambu Dokuma İpliklerine Ait Teknik Veriler .....	13
<b>Tablo 2.5</b> Lyocell Liflerine Ait İncelik ve Uzunluk Değerleri .....	18
<b>Tablo 2.6</b> Egzama ve Sedef Hastalarının Lyocell Ürünlere Verdikleri Puanların Ortalamaları .....	21
<b>Tablo 2.7</b> 1,3 dtex 38 mm Lyocell Lifine Ait Teknik Veriler .....	22
<b>Tablo 2.8</b> Lyocell, Pamuk ve Viskon Liflerinin Teknik Verilerinin Karşılaştırılması .....	22
<b>Tablo 2.9</b> Standart Lyocell ve Tencel LF Liflerinin Teknik Verilerinin Karşılaştırılması .....	25
<b>Tablo 3.1</b> Üretilen İpliklerin Teknik Verileri ve Kalite Değerleri .....	45
<b>Tablo 3.2</b> Kumaşların Örüldüğü Makinaya Ait Teknik Veriler .....	46
<b>Tablo 3.3</b> Kumaşlara Ait Teknik Veriler.....	46
<b>Tablo 4.1</b> Kumaşlara Ait Bazı Fiziksel Parametreler.....	52
<b>Tablo 4.2</b> Numunelerin Gramaj Değerleri (g/m <sup>2</sup> ).....	53
<b>Tablo 4.3</b> Yıkanmış Kumaşlarda Yıkanmamış Hallerine Göre Gramaj Artış Yüzdesi .....	54
<b>Tablo 4.4</b> Numunelerin Kalınlık Değerleri (mm).....	54
<b>Tablo 4.5</b> Numunelerin Patlama Mukavemeti Değerleri (kg/cm <sup>2</sup> ).....	55
<b>Tablo 4.6</b> Pamuk, Bambu ve Lyocell İpliklerinin Mukavemet Değerleri(cN/Tex).....	57
<b>Tablo 4.7</b> Numunelerin İCI Boncuklaşma Değerleri .....	57
<b>Tablo 4.8</b> Numunelerin Yüzeylelerinin Aşınma Sonucu Yüzde Kütle Kaybı Değerleri .....	58
<b>Tablo 4.9</b> Numunelerin Boyutsal Değişim Değerleri.....	60
<b>Tablo 4.10</b> Numunelerin Yüzde May Dönmesi Değerleri .....	62
<b>Tablo 4.11</b> Ham Numunelerin Transfer İslanma Değerleri.....	63
<b>Tablo 4.12</b> Ham Yıkanmış Numunelerin Transfer İslanma Değerleri.....	64
<b>Tablo 4.13</b> Boyalı Numunelerin Transfer İslanma Değerleri.....	65
<b>Tablo 4.14</b> Boyalı Yıkanmış Numunelerin Transfer İslanma Değerleri.....	66
<b>Tablo 4.15</b> Numunelerin Dikey Kılcal İslanma Değerleri .....	67
<b>Tablo 4.16</b> Numunelerin Nem Kazanım Değerleri.....	69
<b>Tablo 4.17</b> Numunelerin Kuruma Süreleri (saat) .....	71
<b>Tablo 4.18</b> Numunelerin Kuruma Oranları .....	74
<b>Tablo 4.19</b> Numunelerin Su Buharı Geçirgenliği Değerleri (g/m <sup>2</sup> .24sa).....	75

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Pamuk Molekülünün Yapısı .....	3
Şekil 2.2 : Pamuk Lifinin Yapısı .....	3
Şekil 2.3 : Pamuk Lifinin Enine ve Boyuna Kesiti .....	4
Şekil 2.4 : Dünya’da Bambu Bitkisinin Yaygın olarak Yetiştirildiği Bölgeler .....	8
Şekil 2.5 : Bambu Hücresinin Enine Kesiti .....	9
Şekil 2.6 : Bambu Bitkisinde Bulunan Ksilem ve Folem Bölgeler .....	10
Şekil 2.7 : Bambu Lif Demeti .....	10
Şekil 2.8 : Bambu Liflerinin Enine Kesiti .....	10
Şekil 2.9 : Lyocell Üretim Aşamaları .....	17
Şekil 2.10 : Pamuk, Yün ve Lyocell Liflerinin Boyuna Görünüşleri .....	18
Şekil 2.11 : Lyocell Liflerinin Enine Kesit Görünüşleri .....	19
Şekil 2.12 : Lyocell Lifinin Su Emişinin Diğer Liflerle Karşılaştırılması .....	19
Şekil 2.13 : Pamuk, Lyocell ve Polyester Liflerinin Zamanla Su Emişlerinin Optik Gösterimi .....	20
Şekil 2.14 : Lyocell ve Polyester Liflerinin Kuruma Hızlarının Karşılaştırılması ..	20
Şekil 2.15 : Normal ve Fibrilleşmiş Lyocell Liflerinin Görüntüleri .....	23
Şekil 2.16 : Fibrilasyon Aşamaları .....	23
Şekil 2.17 : Fibrilleşmemiş, Birincil Fibrilasyon ve İkincil Fibrilasyon Sonrası Kumaş Yüzeyleri .....	23
Şekil 2.18 : Tencel LF Lifinin Oluşum Aşamaları .....	24
Şekil 2.19 : İnsan-Giyisi-Çevre Sistemi .....	30
Şekil 2.20 : Kişinin Konfor Durumunu Belirleyen Süreçler .....	31
Şekil 2.21 : Yüzey Gerilimlerinin Denge Hali ve Temas Açısı .....	33
Şekil 2.22 : Yatay Bir Yüzeydeki Su Damlası ve Islatma Oranları .....	34
Şekil 2.23 : Bazı Rejenere Liflerin Ham, Yıkamış ve Ağartılmış Durumlardaki Temas Açıları .....	35
Şekil 2.24 : Çeşitli Kalınlıklardaki Ring ve Kompakt İpliklerin Islanma Süreleri ..	36
Şekil 2.25 : Bükümün Ring ve Open-End İpliklerde Kılcal Islanma Üzerine Etkisi .....	36
Şekil 2.26 : Ring ve Kompakt İpliklerden Üretilmiş Kumaşların Dikey Kılcal Islanmaları .....	37
Şekil 2.27 : Sıvı ve Lif Arasındaki Ara Yüzeysel Gerilimi Ölçmek İçin Wilhelmy Metodu .....	38
Şekil 2.28 : Dikey Kılcal Islanma Testi (Şerit Testi) .....	39
Şekil 2.29 : Levha Testi .....	39
Şekil 2.30 : Transfer Islanma Test Düzenekleri .....	40
Şekil 2.31 : Kararsız ve Denge Durumlarında Su Buharı Geçişi .....	42
Şekil 2.32 : Kumaşta Su Buharı Transferi .....	43
Şekil 3.1 : Lacoste Kumaşın İlmek Notasyonu .....	46
Şekil 4.1 : Numunelerin Gramaj Değerlerinin Karşılaştırması .....	53
Şekil 4.2 : Numunelerin Kalınlık Değerlerinin Karşılaştırması .....	55

<b>Şekil 4.3</b>	: Numunelerin Patlama Mukavemeti Değerlerinin Karşılaştırması .....	56
<b>Şekil 4.4</b>	: Numunelerin ICI Boncuklaşma Değerlerinin Karşılaştırması .....	58
<b>Şekil 4.5</b>	: Numunelerin Yüzeylerinin Aşınması Sonucu Yüzde Kütle Kaybı Değerlerinin Karşılaştırılması .....	59
<b>Şekil 4.6</b>	: Ham Numunelerin Boyutsal Değişim Değerlerinin Karşılaştırması ....	60
<b>Şekil 4.7</b>	: Boyalı Numunelerin Boyutsal Değişim Değerlerinin Karşılaştırması .	61
<b>Şekil 4.8</b>	: Numunelerin Yüzde May Dönmesi Değerlerinin Karşılaştırması .....	62
<b>Şekil 4.9</b>	: Ham Numunelerin Transfer Islanma Değerlerinin Karşılaştırması .....	63
<b>Şekil 4.10</b>	: Ham Yıkanmış Numunelerin Transfer Islanma Değerlerinin Karşılaştırması .....	64
<b>Şekil 4.11</b>	: Boyalı Numunelerin Transfer Islanma Değerlerinin Karşılaştırması ...	65
<b>Şekil 4.12</b>	: Boyalı Yıkanmış Numunelerin Transfer Islanma Değerlerinin Karşılaştırılması.....	66
<b>Şekil 4.13</b>	: Numunelerin Lif ve Kumaş Sıklığı Bazında Dikey Islanma Değerlerinin Karşılaştırılması .....	68
<b>Şekil 4.14</b>	: Numunelerin Dikey Islanma Değerlerinin Karşılaştırması .....	68
<b>Şekil 4.15</b>	: Numunelerin Lif ve Kumaş Sıklığı Bazında Nem Kazanımı Değerlerinin Karşılaştırılması .....	70
<b>Şekil 4.16</b>	: Numunelerin Nem Kazanımı Değerlerinin Karşılaştırması .....	70
<b>Şekil 4.17</b>	: Numunelerin Lif ve Kumaş Sıklığı Bazında Kuruma Süresi Değerlerinin Karşılaştırılması .....	72
<b>Şekil 4.18</b>	: Numunelerin Kuruma Süresi Değerlerinin Karşılaştırması .....	72
<b>Şekil 4.19</b>	: Boyalı Kumaşların Sahip Oldukları Su Oranlarının Zamanla Değişimi .....	73
<b>Şekil 4.20</b>	: Yıkanmış Boyalı Kumaşların Sahi Oldukları Su Oranlarının Zamanla Değişimi .....	73
<b>Şekil 4.21</b>	: Numunelerin Lif ve Kumaş Sıklığı Bazında Su Buharı Geçişi Değerlerinin Karşılaştırılması .....	75
<b>Şekil 4.22</b>	: Numunelerin Su Buharı Geçişi Değerlerinin Karşılaştırması .....	75

## **ÇEŞİTLİ SELÜLOZİK İPLİKLERDEN ÜRETİLEN ÖRME KUMAŞLARIN PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

### **ÖZET**

İnsanoğlunun var oluşundan günümüze gelene kadar önemi artan tekstil, bundan sonra da insan hayatının vazgeçilmezleri arasında olacaktır. İnsanların hayat standartları arttıkça tekstil konusunda beklentileri de artacaktır. Bu sebeple üreticilerin de kendilerini sürekli geliştirmeleri gerekmektedir. Kullanıcıların beklentileri sadece performans bakımından değil, moda açısından da ele alınmalıdır. Günümüz modası sürekli değişmekte olup insanlar sahip oldukları eski moda olan tekstil ürünleri yerine yenilerini almayı talep etmektedirler. Talebin sürekli olması ve de talep edilen ürünlerin değişken olması da üreticileri bu konularda çalışmalar yapmaya itmektedir.

Günümüzde günlük kullanım ürünlerinde en büyük öneme pamuk sahiptir ancak eskiye oranla önemini yitirmiştir. Sentetik liflerin kullanılmasının yanında üreticiler artık kullanıcıların sağlık konusundaki bilinçli tutumlarını da dikkate alarak doğal kaynaklı rejenere liflerden yapılmış ürünler üretmeye başlamışlardır. Viskonla başlayan bu rejenere elyaf kullanımı, piyasaya modal, bambu, lyocell gibi liflerin girmesiyle iyice hız kazanmıştır.

Bu çalışmada pamuk, bambu ve lyocell (Tencel) lifleri kullanılarak aynı numara ve büküm değerlerinde iplikler üretilmiştir. Daha sonra bu iplikler aynı örgü makinesinde, her elyaf tipinden 3 er farklı gramajda örülmüştür. Yani bu gramajları hafif, orta ve ağır olarak sıralarsak elimizde her üç elyaf tipinden de hem hafif, hem orta, hem de ağır gramajda kumaşlar vardır. Daha sonra her kumaşın yarısı kesilmiş ve boyama işlemine tabi tutulmuştur.

Hazırlanan numuneler fiziksel özellikleri ve konfor performansları açısından test edilmiştir. Buna göre, özelinde lif türünün bazı kumaş konfor özelliklerine etkisi irdelenmiştir. Bunun yanında test sonuçları SPSS programında analiz edilerek yorumlanmıştır.

# **INVESTIGATION OF THE PERFORMANCE OF KNITTED FABRICS PRODUCED WITH DIFFERENT TYPES OF CELLULOSIC YARNS**

## **SUMMARY**

The importance of textile from the beginning of the human till now has been increasing and this increase will continue forever. As the life standards of people increase, their expectations about textiles will also increase. For this reason, textile producers also have to improve themselves. The expectations of people are not only about the performance of textiles, but also about the fashion. Fashion has a continuous change and people ask for the new clothes instead of using their old fashioned clothes. As these demands from the customers are continuous and changable, manufacturers have to improve themselves.

Although cotton has been the most important raw material up to now, its importance is not as great as it was in the past. Besides synthetic fibers, manufacturers have started to use regenerated fibers due to their comfort. Manufacturers started to use viscose fibres as raw material, and nowadays they are also using bamboo fibres, modal fibres and lyocell fibres.

In this research, yarns were produced from cotton, bamboo and lyocell (Tencel) fibres. All of these yarns have the same count and twist values. By these yarns, knitted fabrics were produced in different weights per meter square. Then, half of these fabrics were dyed.

Prepared samples were tested for physical properties and comfort performances. The effects of fibre types on comfort properties of knitted fabrics were analyzed comparatively by the results of tests. Besides, the results were analyzed on SPSS.

# 1. GİRİŞ

## 1.1 Giriş ve Çalışmanın Amacı

Konfor, insanlar için temel ve evrensel bir ihtiyaçtır. İnsanların hayatlarında yaptıkları neredeyse her şey, yaşam konforlarını artırabilmek içindir. Giysi ve tekstil ürünleri de günlük yaşamda en çok kullanılan ürünler olduğundan, bu ihtiyaçta en önemli yere sahiptirler. Tekstil ürünleri, kişilerin fizyolojik, psikoloji, termal ve fiziksel konforlarını sağlamada son derece önemlidir.

Belli bir döneme kadar ekonomik şartlar sebebiyle ön plana çıkamayan giysi konforu, insanoğlunun belirli bir ekonomik refah düzeyine ulaşması, teknolojinin gelişmesi ve maliyetlerin düşmesiyle birlikte modern kullanıcıların fazlasıyla odak noktası olmuştur.

Modern kullanıcılar açısından giyside sadece iyi görünüş değil, aynı zamanda iyi hissettirmeyi sağlaması da önemlidir. Kullanıcıların davranışları, rolleri, imajları ve hareketleriyle uyuşmalıdır. Bu yüzden, alış veriş ve giyim konusuna insanlar büyük önem vermektedirler.

Giyim konforu konusunda yapılan çalışmalar, insanların yaşam kalitelerini arttırmaları açısından büyük önem taşımaktadır. Giderek rekabetin arttığı pazarda, bu çalışmalar sanayiciler tarafından da desteklenmektedir. Giyim konforu konusundaki çalışmalar kumaşların fiziksel özellikleri ve özellikle kuruma, ıslanma özellikleri gibi termal özellikleri de kapsamaktadır. Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, özellikle yeni liflerden mamul örme kumaşların konfor özellikleri üzerine araştırmaların sınırlı olduğu görülecektir. Aynı zamanda, örme kumaş konfeksiyonunda yaygın olarak kullanılan lacoste tipi kumaşların konfor davranışı üzerine çalışmalar oldukça azdır. Bu değerlendirmeden yola çıkılarak gerçekleştirilen çalışmada, lacoste örme kumaşların gramaj, kalınlık, patlama mukavemeti, boncuklaşma, aşınma dayanımı boyutsal değişimleri, may dönmesi gibi fiziksel ve boyutsal davranışlarının yanında kılcal ıslanma, nem kazanımı, kuruma ve su buharı geçirgenliği gibi nem konfor davranışlarının da değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

## **2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI**

### **2.1 Giriş**

#### **2.1.1 Tekstilde Kullanılan Lifler**

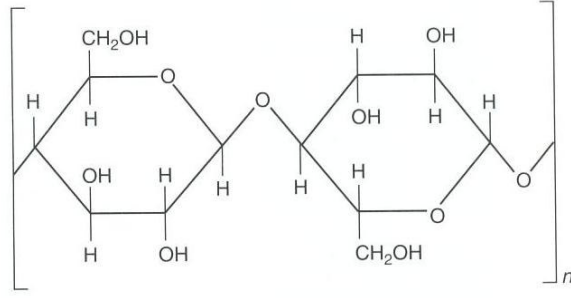
Tekstil lifleri tekstilde giysi ve kumaş yapımında binlerce yıldır kullanılmaktadırlar. İlk başlarda pamuk, keten, yün, ipek gibi bitkilerden ve hayvanlardan elde edilen lifler kullanılırken 19. yüzyılda ticari lif üretimi başlamıştır.

Kumaşların en temel yapı birimi olmaları açısından tekstil liflerini ve özelliklerini tanımak son derece önemlidir. Lif özellikleri kumaşların fiziksel özelliklerini, performans özelliklerini, konfor özelliklerini ve maliyetini önemli ölçüde etkiler. Bu yüzden lif özellikleri iyi bir şekilde bilindiğinde kumaş özellikleri de tahmin edilebilir ve ihtiyaç olan kumaş özelliklerine göre elyaf seçimi yapılabilir. Örneğin yüksek mukavemetli lifler dayanıklı kumaşlar için, su emici özelliği olan lifler cilt teması olan kumaşlar için, güç tutuşur lifler koruyucu giysiler için uygun hammaddelerdir.

### **2.2 Pamuk**

#### **2.2.1 Morfolojisi ve Moleküler Yapısı**

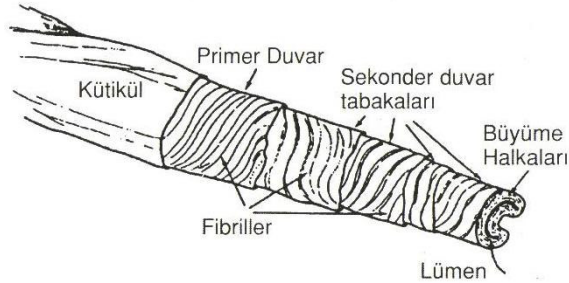
Pamuk lifi %88-%96 selüloz, %1,5 pektin, %1-%1,2 anorganik maddeler, %0,5-%0,6 vaks ve yağlar, %2-%3,5 oranında nemden oluşmaktadır [1]. Pamuğu oluşturan selüloz polimer zincirlerinin temel yapıtaşı glikozdur. Glikoz; karbon, hidrojen ve oksijen elementlerini içerir. Pamuğun her molekülünde 10000 civarı glikoz bulunmaktadır ve yapısı Şekil 2.1'de gösterilmektedir [2].



**Şekil 2.1:** Pamuk Molekülünün Yapısı [2]

Yapıda bulunan hidroksil grupları selülozik liflerin birçok özelliklerinden sorumludurlar. Örneğin pamuğa su emicilik özelliği katarak kolay boya almasını sağlarlar [3].

Pamuk lifi; kütikül, primer duvar, sekonder duvar ve lümeden oluşmaktadır. Bu yapılar Şekil 2.2'de gösterilmiştir. Kütikül lifin yüzeysel dayanıklılığını sağlar. Primer duvar, lif oluşumunda uzayan ve hücrenin en üstünde bulunan selülozik zardır. Sekonder duvar, açık ve koyu renkte saf selüloz halkarından oluşmuştur. Lümen ise lifin ortasında muntazam olmayan bir boşluk halindedir [2].



**Şekil 2.2:** Pamuk Lifinin Yapısı [2]

Pamuk lifinin enine kesiti ortası delikli bir fasulye tanesini andırır. Bu delik şeklindeki kanal lifin gelişimi boyunca lifi beslemeyi sağlar. Boyuna görünüşünde ise selüloz fibrillerinin spiral yapısından dolayı kıvrımlı bir yapıya sahiptir. Şekil 2.3'de bu yapı görülmektedir [2].





**Şekil 2.3:** Pamuk Lifinin Enine ve Boyuna Kesiti [2]

## **2.2.2 Pamuk Lifinin Özellikleri**

### **2.2.2.1 Uzunluk**

Lif uzunluğu pamuk lifinin kalitesini belirleyen en önemli parametrelerden biridir. Lif inceliği ve mukavemetiyle ilişkilidir ve eğirme sürecini etkiler. Uzun lifler daha incedir ve daha mukavim iplik oluşumunu sağlarlar. Ayrıca daha yumuşak, düzgün, mukavim ve parlak kumaş oluşumunu sağlarlar [2]. Dünyada üretilen pamuk liflerinin uzunlukları 9 ile 55 mm arasında değişmektedir. 35 milimetreden uzun lifler ekstra uzun şapelli, 29 ile 35 mm arasında olanlar uzun şapelli, 25 ile 28 mm arasında olanlar orta şapelli, 25 milimetreye kadar olanlar ise kısa şapelli olarak sınıflandırılırlar [1].

### **2.2.2.2 İncelik**

Uzunluktan sonra en önemli lif özelliği incelikdir. Lif uzunluğu ile inceliği arasında ters bir orantı vardır. Uzun lifler ince, kısa lifler kalındır. Pamuk liflerinin inceliği 12 ile 18 mikron arasında değişmektedir. 20 mikrondan düşük çaplı lifler ince lifler, daha büyük çaplı lifler kalın lifler olarak sınıflandırılabilir [1].

### **2.2.2.3 Mukavemet**

Pamuk lifi orta derecede mukavemete sahip bir lifdir. Sekonder duvarı dolu yani içi selülozik tabakayla dolu olan lifler daima yüksek mukavemete sahiptir [1]. Pamuk lifinin yaş mukavemeti kuru mukavemetinden yüksektir. Yaşken yaklaşık %20 daha mukavim olur [3].

#### **2.2.2.4 Elastikiyet**

Diğer çoğu selülozik lif gibi pamuk lifinin de elastikiyeti düşüktür. Bu yüzden kolay kırılır. Uzama değeri %7 ile %15 arasındadır [1]. Rezilyans özelliği de düşüktür ancak bir takım bitim işlemleriyle bu özelliği iyileştirilebilir [3].

#### **2.2.2.5 Yoğunluk**

Lifin birim hacminin gram olarak ağırlığıdır. Bu değer lifi oluşturan moleküllerin ağırlığına ve onların ne kadar sıkı bir şekilde paklendiğine bağlıdır. Pamuk lifinin yoğunluğu  $1,54 \text{ g/cm}^3$ 'tür [3].

#### **2.2.2.6 Su Emicilik**

Yapısındaki hidroksil gruplar pamuğa su emici özellik katarlar. Bu özelliğinden dolayı vücutla temas eden çok konforlu kumaşlar üretilebilmektedir. Ayrıca bu özelliği sayesinde kolay boya alabilmektedir. Standart koşullarda pamuğun nem alımı %7-%8 civarındadır [3]. Çok yüksek bağıl neme sahip ortamlarda bu oran yaşlık hissedilmeden %21 seviyelerine çıkabilmektedir [1].

#### **2.2.2.7 Isı ve Elektrik İletkenliği**

Pamuk lifi iyi bir ısı iletkenliğe sahiptir, bu sayede pamuklu kumaşlar serin tutarlar. Ayrıca elektrik iletkenliği de iyidir.

#### **2.2.2.8 Boyutsal Stabilitite**

Pamuk lifleri ıslandıklarında şişerler. Bu yüzden bitim işlemleri tamamlanmamış olan kumaşta ilk birkaç yıkamada boyutsal bir değişim olacaktır çünkü dokuma sırasında oluşan gerginlikler gevşeyeceklerdir. Bunu önlemek amacıyla kumaşlara özel bitim işlemleri uygulanmalıdır [3].

#### **2.2.2.9 Renk**

Pamuk lifinin rengi beyazdan sarıya kadar tanımlanabilir. Beyaz, hafif benekli, benekli ve sarı olarak sınıflandırılabilir [3].

#### **2.2.2.10 Parlaklık**

Pamuk lifinin parlaklığı düşüktür. Bunun sebebi pamuk lifinin doğal bir kıvrıma sahip olması, yüzeyinin düz olmaması ve ışığı kırmasıdır. Parlaklık kazandırmak için özel terbiye ve bitim işlemleri uygulanır [3].

#### **2.2.2.11 Kimyasallara Dayanıklılık**

Sülfürik asit, nitrik asit gibi mineral asitler pamuğa zarar verir. Organik asitlerin çok zararı yoktur. Bazların pamuk lifine bir zararı yoktur [3].

#### **2.2.2.12 Mikroorganizmalara Dayanıklılık**

Mantarlar ve nemli, sıcak ve karanlık ortamlarda küf pamuk lifini bozar. Güvenin pamuk lifine bir zararı yoktur [3].

#### **2.2.2.13 Çevresel Şartlara Dayanıklılık**

Pamuk lifi güneş ışığına karşı diğer çoğu life göre daha dayanıklıdır. Ancak çok fazla maruz kalmaları pamuklu kumaşlarda zayıflamaya ve kötüleşmeye sebep olur [3].

#### **2.2.3 Pamuk Lifinin Tayini**

Pamuk lifinin mikroskop altında tayini çok kolaydır. Kıvrımlar çok net bir şekilde görülebilir. Yakma işlemi ile selüloz tayin edilebilir ancak kesin pamuk olduğu söylenemez. Lif uzunluğu bir ölçü olabilir ancak kesin sonuç vermez. Bunların dışında pamuk lifi kuvvetli mineral asitler tarafından çözünebilir [2].

#### **2.2.4 Pamuk Lifinin Kullanım Alanları**

Pamuk lifinin kullanıldığı en büyük sektör giyim sektörüdür. Konforun birinci planda olduğu, estetiğin çok önemli olmadığı günlük giyim ürünlerinde en çok tercih edilen lif çeşididir. Pamuğun diğer liflerle karışımıyla elde edilen kumaşları da pazarda bulmak mümkündür. Karışım halindeki bu kumaşlarda pamuğun iyi özelliklerinin yanında daha iyi bir estetik görünüm, kırışmazlık ve dayanıklılık elde edilebilir [3].

Havlu üretiminde de pamuk lifi en çok tercih edilen lifdir. Kolay boyanabilirliği, yumuşaklığı, su emiciliği ve yıkanabilirliği bunu sağlayan önemli özellikleridir [2].

Yatak örtüleri ve yastıkların hemen hepsi pamuk ve pamuk polyester karışımlarından yapılmaktadır.

Perdeler ve döşemelik kumaşlar genellikle pamuk lifinden yapılmaktadır. Pamuklu döşemelik kumaşlar çekici, dayanıklı, rahat ve kolay temizlenebilirlerdir. Ağır gramlı kumaşlarda rezilyans problemi yaşanmamaktadır [2].

Tıbbi malzemelerde ve ameliyat malzemelerinde pamuk sıkça kullanılan bir lifdir. Dezenfekte edilebilirliği, su emiciliği, yıkanabilirliği ve statik elektriklenmesinin düşük olması bu açıdan pamuk lifini önemli kılar [2].

Bunların dışında ayakkabı, terlik, çanta, kitap ciltlemesi, temizlik bezi gibi birçok alanda kullanılabilirler [2].

### **2.2.5 Pamuklu Ürünlerin Bakımı**

Pamuklu kumaşlar hiçbir özel işlem gerektirmeden deterjanlarla normal bir şekilde yıkanabilirler. Beyaz kumaşlar sıcak suda, renkli kumaşlar ise ılık suda renk atmadan yıkanabilirler. Çok kirli olmadıkları sürece kumaşlardaki lekeler soğuk suyla bile giderilebilirler. Ancak bazı kumaşlarda kir iticilik bitim işlemi uygulamak gerekebilir. Yoğun uygulanmadığı sürece klorin ağartması yapılabilir [2].

Uygun koşullarda olduğu sürece kurutucuda kurutulabilirler. Pamuk lifi termoplastik olmadığı için yüksek sıcaklıklarda ütülenebilir [2].

Pamuklu ürünler temiz ve kuru bir şekilde saklanmalıdır. Nemli şekilde saklanırsa küf oluşumu gerçekleşir. Başlangıçta siyah noktalar halinde beliren küf, zamanla kumaşı yiyerek delik oluşumuna sebep olabilir [2].

Asitler pamuğa zarar verirler. Meyve ya da meyve suyu lekeleri, leke kumaşa tamamen işlemeden soğuk suyla giderilmelidir. Alkaliler pamuğa zarar vermezler. Pamuk lifi organik çözücülere dayanıklı olduğu için kuru temizleme yapılabilir [2].

Güneş ışığına fazlaca maruz kalan pamuklu kumaşlarda oksidasyon ve renklerinde sarılaşmalar görülür [2].

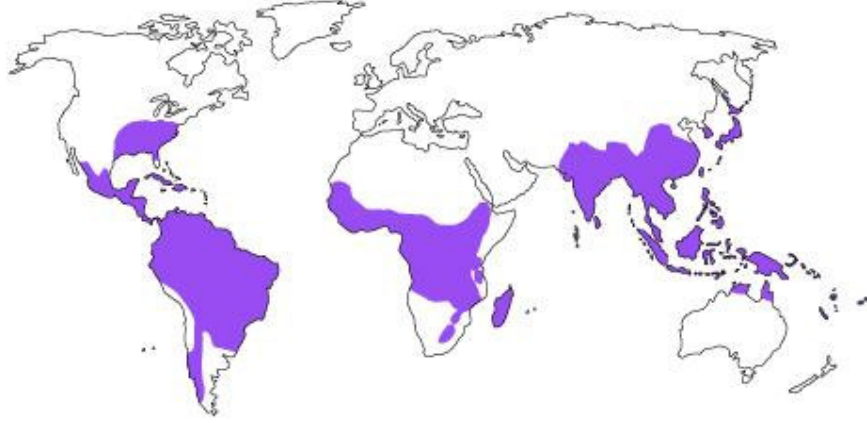
## **2.3 Bambu**

### **2.3.1 Bambu Bitkisi**

Daima yeşil olan uzun ömürlü bambu bitkisinin Çin'de başlayan yaklaşık 4000 - 5000 yıllık bir tarihi vardır. İlk zamanlarda ok yapımı, mesaj gönderme, kâğıt yapımı

gibi alanlarda kullanılan bambu bitkisi Şu an tekstil, tıp gibi çeşitli alanlarda kullanılabilmektedir [4].

Dünyada bambu bitkisinin yaklaşık 1000 türü vardır. Bu türler soğuk dağlardan sıcak tropikal iklime kadar çok çeşitli iklim koşullarında yetiŐebilmektedir. Şekil 2.4’de görüldüğü gibi yaygın olarak Doğu Asya, Kuzey Avustralya, Güney Amerika ve Afrika’da yetiŐmektedir [5].



**Şekil 2.4:** Dünya’da Bambu Bitkisinin Yaygın olarak YetiŐtiğı Bölgeler [5]

Dünyada 30 milyon hektar civarı kendini yenileyen geniş bir bambu ormanı vardır. Bu ağaçların verdiğı oksijen yetiŐmeleri için harcadıklarından çok daha fazladır ve iyi birer karbondioksit filtreleridir [6].

Bambu ağacı dünyanın en hızlı büyüyen ağacıdır. Bazı türleri günde 1 metre büyüyebilir. 3-5 senede bir hasat edilebilirler [7].

Çok hızlı büyüyen bambu bitkisi, gelişimi sırasında pestiside ya da kimyasallara ihtiyaç duymaz. Bu da onu organik bir ürün yapar. Çok kısa sürede yeniden hasat edilebilecek olgunluğa gelmesi çok büyük bir avantajdır. Bitkinin tüm bölümleri kullanılabilir. Bambudan üretilen lif ya da iplik tamamen çözünebilir [8].

### **2.3.2 Bambu Lifinin Üretimi**

Bambu lifi, rejenere selüloz bir lif olup, bambu ağacının hamurundan üretilmektedir. Bitki halinden kumaş haline gelene kadar üretimi Şu sırayladır [9]:

Bambu → kalın hamur → ince hamur → bambu lifi → bambu ipliğı → kumaş.

İlk olarak bambu hamuru, bambunun alkali hidralizasyonu ve çok safhalı ağartma işlemlerinden sonra rafine edilir. Bu işlemden sonra bambu hamurundan lif çekimi

yapılır. Bambu lifinin inceliği ve beyazlık derecesi normal viskona benzemektedir. Ek olarak bambu lifinin aşınmaya karşı dayanımı viskon lifine göre daha iyidir. Bambu lifi rejenere selüloz bir lif olduğu için çevreye zarar vermeden doğal yollarla çözünebilmektedir [9].

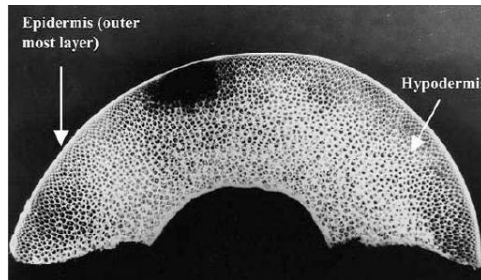
Üretilen bazı bambu liflerinin incelikleri ve uzunlukları Tablo 2.1’de verilmiştir [9].

**Tablo 2.1:** Bambu Elyafının İncelik ve Uzunluk Değerleri [9]

İncelik (dtex)	Uzunluk (mm)
1,33/1,56/1,67	38
2,00	45
2,22	51
2,78	51
3,33	64
	76
5,56	38

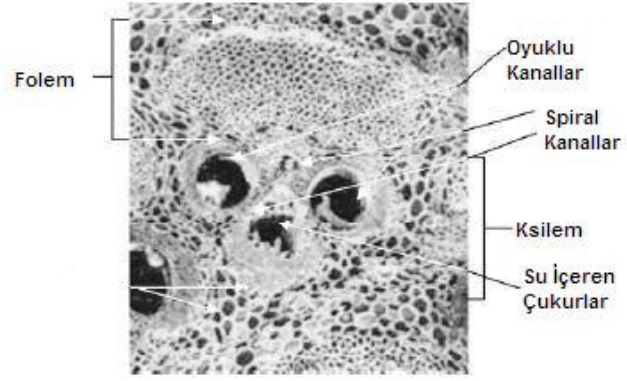
### 2.3.3 Bambu Lifinin Morfolojisi

Bambu hücresinin enine kesiti incelendiğinde Şekil 2.5’de görüldüğü gibi en dış tabakada epidermis bulunmaktadır. Epidermisin altında sert dokudan oluşan hypodermis tabakası bulunmaktadır [10].



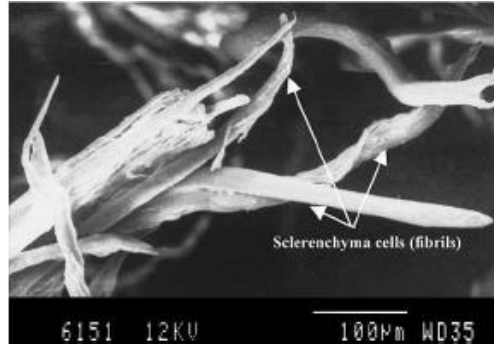
**Şekil 2.5:** Bambu Hücresinin Enine Kesiti [10]

Bambu lifleri vasküler demetler olarak adlandırılmaktadırlar. Bu demetler bitkinin yapısında dağınık bir şekilde bulunmaktadır. Bitkinin enine kesiti incelendiğinde dış kısımda bulunan liflerin iç kısımda bulunanlara oranla daha yoğun olduğu gözlenmiştir. İç kısımda matriks daha fazla yer kaplamaktadır. Şekil 2.6’da görüldüğü gibi her lif demeti ksilem ve pholem olmak üzere iki farklı kısımdan oluşmaktadır [10].



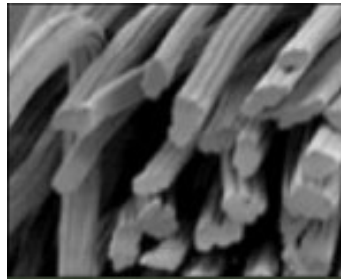
**Şekil 2.6:** Bambu Bitkisinde Bulunan Ksilem ve Folem Bölgeler [10]

Bambu bitkisindeki lif demetleri bir çok fibrilden oluşmaktadır ve bir fibrilde bir çok kontinü selüloz bulunmaktadır. Şekil 2.7’de bambu lif demeti görülmektedir [10].



**Şekil 2.7:** Bambu Lif Demeti [10]

Bambu lifinin enine kesitinde çok miktarda mikro boşluk ve çukurlar bulunmaktadır. Bu sayede bambu, yüksek miktarda nem tutma ve hava geçirgenliğine sahiptir. Bambu lifinin enine kesiti Şekil 2.8’de verilmiştir [10].



**Şekil 2.8:** Bambu Liflerinin Enine Kesiti [10]

## **2.3.4 Bambu Lifinin Diğer Özellikleri**

### **2.3.4.1 Doğal Anti-Bakteriyel Olma**

Bilim adamları, bambu lifinin yapısında “bambu kun” adını verdikleri ve life anti-bakteriyellik özelliği veren bir madde bulmuşlardır. Bu madde selüloz moleküllerine sıkı bir şekilde yapıştığı için mamul kumaş formunda da bu özelliğini korumaktadır. Japan Textile Inspection Association tarafından kumaşın 50 yıkamadan sonra bile anti-bakteriyel özelliğini %70 oranında koruduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bambu kumaşlarına kimyasal olarak anti-bakteriyel özellik katılmasına gerek olmadığı için vücutta alerji yapmaz [11].

Ayrıca China Industrial Testing Center tarafından 2003 yılında yapılan testler sonucu bakteri eklenmiş %100 bambu kumaşa 24 saat sonra bakterilerin %99,8'inin öldüğü gözlenmiştir [12].

### **2.3.4.2 Çevre Dostu Olma**

Bambu lifinin üretimi boyunca çevreye zarar verecek herhangi bir kimyasal kullanımı yoktur ve üretimi boyunca herhangi bir çevre kirliliği yaratmaz. Elyaf üretiminde kullanılan çözücülerin tamamına yakını geri dönüşebilir özelliktedir. %100 doğal selülozdan oluşması sayesinde topraktaki mikroorganizmalar ve de güneş ışığı tarafından biyolojik olarak ayrıştırılabilir. Tamamen doğadan gelir ve doğaya geri döner [9].

### **2.3.4.3 Hava Geçirgenliği ve Serinlik Hissi Vermesi**

Bambu lifi yüksek derecede hava geçirgenliğine sahiptir ve bu sayede serinlik hissi ve konfor sağlar. Bunu sağlayan enine kesitindeki mikro boşluklardır. Bu mikro boşluklar sayesinde vücuttaki teri çok kolay dışarı atar ve sıcak havalarda serinlik hissi verir. Sıcak havalarda vücuda yapışmaz [11].

### **2.3.4.4 Su Emiciliği**

Bambu lifi kendi ağırlığının 3 katına kadar su emiciliğe sahiptir. Bu oran çok yüksek bir orandır. Vücuttaki teri çok iyi bir şekilde dışarı atar. Bu nedenle vücutla temas eden tekstil ürünlerde tercih edilebilir [11].



#### 2.3.4.5 UV Işığını Kırma

Günümüz modern sanayisi atmosferdeki ozon tabakasını ihmal etmekte ve bu nedenle insan vücuduna zarar veren UV ışınları her geçen gün artmaktadır. Bu ışınlar katarakt, cilt kanseri gibi hastalıklara yol açmaktadır. Bambu lifinin anti-UV karakteri, UV ışınlarını kırarak bu ışınların vücuda zarar vermesini engellemektedir [9].

#### 2.3.4.6 Yumuşaklık

Bambu kumaşlar çok yumuşaktırlar ve vücutla temas edecek şekilde giyilebilirler. Yumuşaklığı ipek seviyesine yakındır. Yün ve kenevir gibi bazı doğal liflerin aksine alerji yapmazlar [11].

#### 2.3.4.7 Parlaklık

Bambu lifi sahip olduğu parlaklık sayesinde mercerizasyon işlemine gerek duymamaktadır [13].

#### 2.3.4.8 Düşük Kopma Dayanımı

Şu ana kadar yapılan araştırmalar bambu lifinin mukavemetinin yeterli olduğunu gösterse de China Bambro Textile firması Ne 8 – Ne 60 arasındaki numaralarda iplik yapımını tavsiye etmektedir. Daha ince numaralar için mukavemetin yeterli olmayacağı düşünülmektedir. Bunun dışında bambu lifinin yaş mukavemeti kuru mukavemetinin %60'ı kadardır [14].

#### 2.3.5 Fiziksel Parametreler

Tablo 2.2'de Bambrotex firmasının 20 °C ve %65 rutubette yapmış olduğu test sonuçları verilmiştir [14]:

**Tablo 2.2:** Bambu Lifine Ait Bazı Teknik Veriler [14]

Madde	Referans Veriler
Kuru mukavemet (CN/dtex)	2,33
Yaş mukavemet (CN/dtex)	1,37
Kuru kopma uzaması (%)	23,8
Nem kazanımı (%)	13,03

### 2.3.6 Bambu İplik Özellikleri

Bambu ipliği %100 bambu elyafından yapılabileceği gibi bambu elyafının pamuk elyafıyla karışımıyla da yapılabilir. Tablo 2.3 ve Tablo 2.4 de %100 bambu elyafından ve %70 bambu-%30 pamuk elyafından üretilmiş olan örgü ve dokuma ipliklerinin bazı kalite değerleri verilmiştir [14].

**Tablo 2.3:** Bazı Bambu Örgü İpliklerine Ait Teknik Veriler [14]

Tipik Bambu İpliğinin Teknik Verileri						
Örgü ipliği	Numara	Büküm Katsayısı	Gerilim Gücü CN	İplik (CV %) Düzgünsüzlüğü	Kalın yer/1000m	İnce yer/1000m
% 100 Bambu	32s	340	220	13,24	20	4
	40s	350	170	14,78	68	25
% 70 Bambu-%30 Pamuk	32s	340	185	13,12	18	5
	40s	350	150	13,6	47	12

**Tablo 2.4:** Bazı Bambu Dokuma İpliklerine Ait Teknik Veriler [14]

Tipik Bambu İpliğinin Teknik Verileri						
Dokuma İplik	Numara	Büküm Katsayısı	Gerilim Gücü CN	İplik (CV %) Düzgünsüzlüğü	Kalın yer/1000m	İnce yer/1000m
% 100 Bambu	32s	360	240	13,16	20	3
	40s	380	160	14,63	50	19
% 70 Bambu-%30 Pamuk	32s	360	181	13,06	17	5
	40s	390	181	13,55	30	11

Bambu lifinin kullanıldığı karışım ipliği anti bakteriyel özelliğe sahiptir. Tatmin edici bir anti-bakteriyel özelliğin oluşabilmesi için karışımda %70 bambu lifi kullanılması önerilmektedir.

Bambu lifinin gerilim mukavemeti düşüktür, bu nedenle bambu lifinden yapılan ipliğin Ne8-Ne60 aralığında olması önerilmektedir. 50s-60s numaralı zayıf bambu ipliği üretilecekse, katlama yapılmasını önerilmektedir.

Bambu iplik üretimi viskon iplik üretimine benzer. Çok küçük bazı ayarlar yapma ihtiyacı duyulur. Dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır [14]:

- Bambu lifleri fitilde ve cerde uçuşma eğilimindedir. Bu nedenle yüksek nem ve düşük çalışma sıcaklıkları önerilir. (25 °C, % 65-70 ) Proses öncesi bir nemlendirme işlemi yapılması tavsiye edilir.
- Bambu lifleri zayıf kohezyonludurlar. Bu nedenle yüksek büküm önerilir. Düşük tarak tülbent gerilimi ve düşük fitil geriliminde çalışılması tavsiye edilir.
- Eğirmede tüylülüğü kontrol edebilmek için yüksek kaliteli çelik bilezik ve kopça kullanılması önerilir.

### **2.3.7 Boyama**

Bambu liflerinin yaş mukavemeti düşüktür. Boyama işlemi ise bir yaş işlemdir. Bu nedenle bambu lifleri düşük flotte kullanılan jiger ya da halat boyama makinelerinde boyanırlar. Boyama işleminde alkali miktarı 25gr/l'yi, sıcaklık ise 100°C'yi geçmemelidir. Bambu lifinin boyanmasında reaktif boyarmaddelerin kullanılması daha uygundur. Çünkü reaktif boyarmaddeler düşük bazik ortamlarda reaksiyon verir [14].

#### **2.3.7.1 %100 Bambu Kumaş Boyama**

Bambu ürünlerini boyamak için pamuğun boyama mekanizmasıyla aynı boyama mekanizması kullanılabilir. Çünkü kimyasal yapı olarak ikisi de aynı yapıdadır ve ikisi de selüloziktir. Pamuk için uygun olan boyarmadde bambu için de uygundur [14].

#### **2.3.7.2 Bambu-Pamuk Karışımı Kumaş Boyama**

%100 bambu ürünlerini boyamak bambu-pamuk karışımlarını boyamaktan daha kolaydır. Bambu lifleri daha fazla gözeneğe sahip olmasına karşın; pamuğa göre daha az boyarmadde alır ve boyarmadde alma hızı da daha düşüktür. Bambu-pamuk karışımı boyandığında çift renk oluşur. Bu nedenle aynı boyama eğrilerine, benzer

absorbsiyonlara ve benzer ısı/süre dayanımına sahip boyar maddeler kullanılmalıdır [14].

### **2.3.8 Bitim İşlemi**

Kurutma işlemi ve kumaş enini sabitlemek için rotorlu tamburlu kurutucular kullanılmalıdır. Tek silindirli veya çok silindirli kurutucular gibi direkt kurutucuların kullanılması uygun değildir. Sıcaklık 130°C civarında tutulmalıdır. Eğer sıcaklık kontrol altında tutulmazsa kumaş sararması, sert tutum, yüksek oranda kumaş çekmesi gibi bazı zararlara sebep olur [14].

Boyalı iplikleri kurutmak için ise infrared hafif kurutucular kullanılmalıdır. Bu kurutucular düzgün buharlaşmayı sağlar, tutumu iyileştirir, ipliklerin yapışmasını ve mukavemet düşüşünü azaltır [14].

### **2.3.9 Kullanım Alanları**

#### **2.3.9.1 İç ve Dış Giyim**

Doğal anti-bakteriyel olması sayesinde iç giyimde, vücutla temas eden dış giyimde, çoraplarda ve özellikle de bebek kıyafetlerinde kullanılabilir. Anti-UV özelliği sayesinde yaz kıyafetlerinde güneşin zararlı ışınlarından koruma amaçlı kullanılabilir. Ayrıca bu özellik hamile bayan kıyafetlerinde de önemlidir [9]. Doğal parlaklığı ve ipeğe yakın yumuşaklığı sayesinde şık giysiler yapılabilir. Nem alma özelliği ve yüksek hava geçirgenliği sayesinde serin tutan, konforlu giysiler yapılabilir [11].

#### **2.3.9.2 Ev Tekstili**

Yüksek nem alımı, yumuşaklığı, parlaklığı ve anti-bakteriyel özelliği sayesinde havlu, bornoz gibi ürünlerde kullanılarak çok konforlu ürünler yapılabilir. Bu özellikler sayesinde nevresim, yastık kılıfı ve yatak takımları için de uygundur. Anti-UV özelliğinin ev tekstilinde önemli bir yeri vardır. Güneşin zararlı ürünlerinden korunma amaçlı duvar kâğıtlarında, perdelerde ve televizyon örtüsü olarak kullanılması son derece uygundur [15].

### **2.3.9.3 Hijyenik Ürünler ve Tıbbi Tekstil**

Bambu lifinin doğal anti-bakteriyel özelliği, bu lifi hijyenik ve tıbbi ürünler için elverişli kılmaktadır. Bandaj, maske, ameliyat elbiseleri ve hemşire kıyafetleri gibi ürünler bambu lifinden üretilebilir. Bu liften elde edilen ürünlerde kimyasal anti-bakteriyel madde ilavesine ihtiyaç yoktur. Bu sayede ciltte alerjiye yol açmaz. Bu hijyenik ürünler non-woven olarak da üretilebilmektedir [9].

### **2.3.10 Bakımı**

Bambu ürünleri aynı pamuklu ürünlerde olduğu gibi yıkama talimatına uymak şartıyla sıcak suyla yıkanabilir ve kurutucuda kurutulabilir. Problemsiz bir şekilde ütülenebilir [16].

Pamuklu ürünlere göre çekmesi biraz daha fazladır. Bu yüzden genellikle üretici tarafından son kullanıcıya satılmadan önce ekstra bir son yıkamaya tabi tutulur [16].

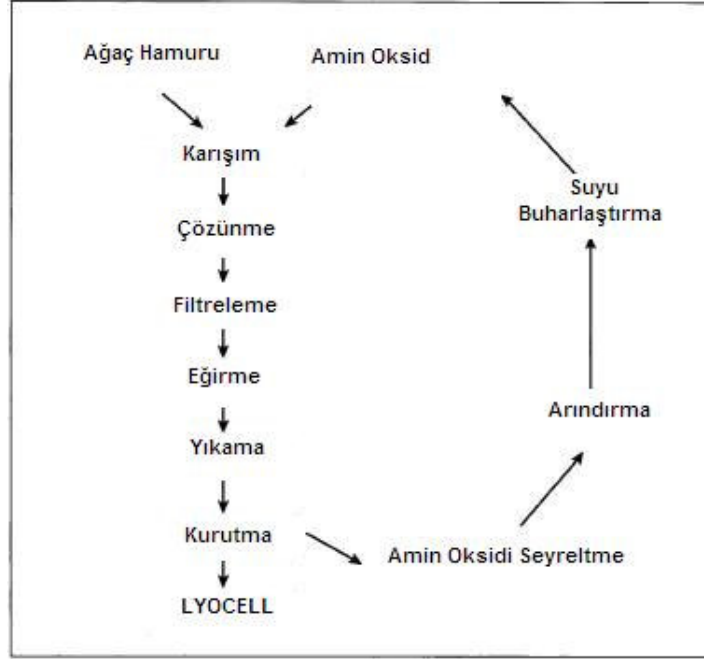
## **2.4 Lyocell (Tencel)**

### **2.4.1 Tarihi**

Tencel, lyocell lifinin ticari ismidir ve ilk olarak 1992 yılında büyük bir rayon lifi üreticisi olan “Courtaulds Fibres” firması tarafından üretilmeye başlamıştır. Bu firmanın 1996 yılında sunduğu rapora göre ilk dört yılda toplam 70000 ton lyocell lifi kullanılmıştır [17]. Bu lifin fiziksel özellikleri ve üretimi diğer liflerden o kadar farklıdır ki “Birleşmiş Milletler Federal Ticaret Komisyonu” tarafından 30 yıl içindeki ilk yeni lif olarak ayrı bir lif sınıfına alınmıştır [18]. Bu lifin şu an en büyük üreticilerinden biri “Lenzing” firmasıdır.

### **2.4.2 Lyocell Lifinin Üretimi**

Lyocell, özel olarak yetiştirilen ağaç tomruklarından eriyikten lif çekim yöntemiyle elde edilen ve çekim eriyiği tekrar geri dönüştürülebildiğinden çevre dostu bir elyaftır [1]. Üretim basamakları Şekil 2.9’da şematize edilmiştir [3].



**Şekil 2.9:** Lyocell Üretim Aşamaları [3]

Rejenere bir lif olan lyocell lifinin üretimi 4 basamakta anlatılabilir [19]:

- Ağaç hamurundan çözelti oluşturmak,
- Çözeltiden lif çekimini sağlamak,
- Çözücüyu uzaklaştırmak için lifi yıkamak,
- Kurutmak.

**Ağaç hamurundan çözelti oluşturmak:** Ağaç hamuru parçalanır ve selüloz zincirleri olmayan amino oksid çözeltisinde kırılır. Amino oksid çözeltisi toksik olmayan organik bir çözüldür ve doğaya bir zararı olmadan geri dönüştürülerek tekrar kullanılabilir. Çözeltinin yaklaşık % 99 u geri dönüştürülebilir [19].

**Çözeltiden lif çekimini sağlamak:** Hazırlanmış olan çözelti düse denilen, duş başlığına benzeyen ve üretilmek istenen lif kalınlığına ve şekline göre yüzlerce delik içeren çelik plakalardan geçirilir.

**Çözücüyu uzaklaştırmak için lifi yıkamak:** Düselerden çıkan lifler kurutulmadan önce yıkanılır ve çözücü uzaklaştırılır. Üretim sırasında çok az miktarda atık çıkar ve bu atıklar zararsızdır. Ayrıca enerji tüketimi de azdır [19].

**Kurutmak:** Son işlem olarak çıkan lifler kurutulur ve kullanıma hazır hale getirilir [19].

Üretilen bazı lyocell liflerinin incelikleri ve uzunlukları Tablo 2.5’de verilmiştir [20].

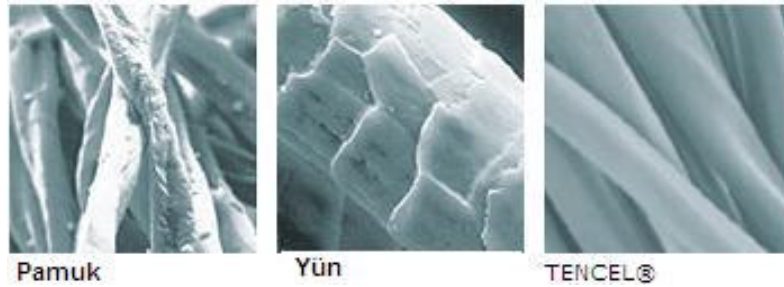
**Tablo 2.5:** Lyocell Liflerine Ait İncelik ve Uzunluk Değerleri [20]

Tencel	dtex	mm
Standart	1,3	38
	1,4	38
	1,7	38/51
	2,2	50
Micro	0,9	34
LF	1,3	38
	2,2	50
	0,9	34
A100	1,4	38

### 2.4.3 Morfolojisi

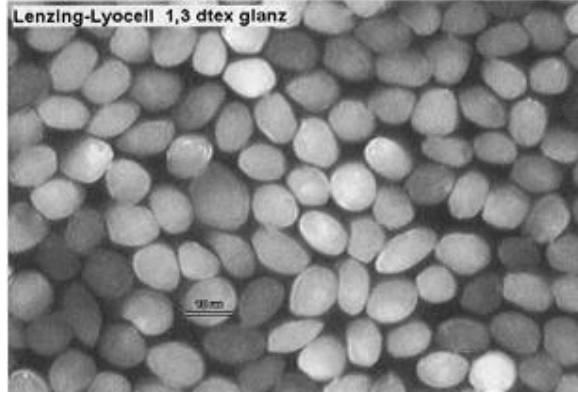
%100 selülozdan oluşan lyocell lifi eriyikten çekim yöntemiyle üretilir. Lifin moleküler yapısı pamuğunkiyle aynıdır. Polimer zinciri pamuktan daha kısa ama rayondan daha uzundur [1].

Lyocell lifinin boyuna görünüşü Şekil 2.10’da görüldüğü gibi düz, pürüzsüz bir yapıya sahiptir. Pamuktaki düzgünsüz yapı ya da yündeki pullu yapı lyocellde görülmez [20].



**Şekil 2.10:** Pamuk, Yün ve Lyocell Liflerinin Boyuna Görünüşleri [20]

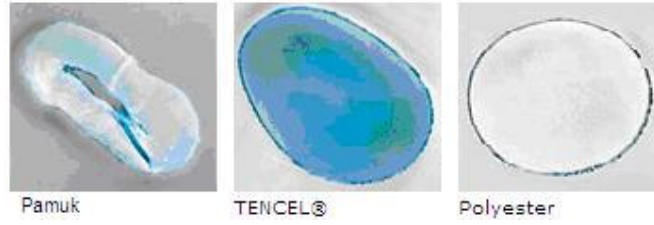
Enine kesiti incelendiğinde Şekil 2.11’deki gibi yuvarlak bir yapıya sahip olduğu görülür [20].



**Şekil 2.11:** Lyocell Liflerinin Enine Kesit Görünüşleri [20]

#### 2.4.4 Lyocell Lif Özellikleri

Lyocell lifinin yapısındaki kontrollü ve düzenli dizilmiş olan nanofibriller hidrofilik yapıdadırlar. Bu sebeple sentetik liflerle karşılaştırıldığında su emişi oldukça fazladır. Bu sayede çok iyi ısı transferi sağlar ve serinlik hissi verir. Sıvı emişi pamuğa göre %50 oranında daha fazladır. Şekil 2.12’de suyu lifin içine tamamen çekmesi ve diğer liflerle karşılaştırılması görülmektedir [20].



**Şekil 2.12:** Lyocell Lifinin Su Emişinin Diğer Liflerle Karşılaştırılması [20]

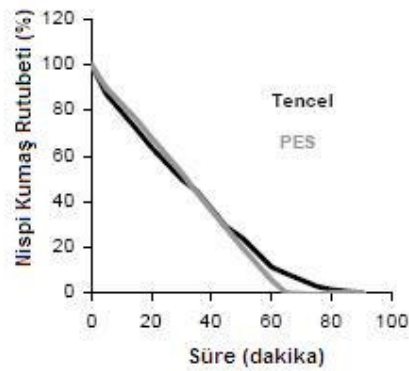
Pamuk, lyocell ve polyester kumaşların su emiciliklerinin optik gösterimi Şekil 2.13’de verilmiştir. Görüldüğü gibi lyocell, pamuk ve polyesterle karşılaştırıldığında çok yüksek emiş gücüne sahiptir [21].



Zaman(s)	Lyocell	Pamuk	Polyester
1			
5			
10			
50			
100			

**Şekil 2.13:** Pamuk, Lyocell ve Polyester Liflerinin Zamanla Su Emişlerinin Optik Gösterimi [21]

Nem emişi özelliğinin yanında özellikle spor giyimler için kuruma da çok büyük önem taşımaktadır. Emiciliği yüksek olan selülozik liflerin kuruma hızının emiciliği düşük olan sentetik liflere göre çok daha uzun olduğuna dair genel bir düşünce vardır. Ancak Şekil 2.14 bu düşüncenin yanlış olduğunu kanıtlar niteliktedir [21].



**Şekil 2.14:** Lyocell ve Polyester Liflerinin Kuruma Hızlarının Karşılaştırılması [21]

Lyocell lifi son derece pürüzsüz bir yapıya sahiptir. Lifi hassas yapan en önemli faktör lif sertliğinin az olmasıdır. Pürüzsüz yüzeyi ve de yüksek nem emişi sayesinde hassas ciltler için idealdir [20].

Lyocell lifi bakteri oluşumunu doğal yollardan engelleyen, dolayısıyla hijyenik bir liftir. Vücuttaki suyu hızlı bir şekilde emdiği için vücutta bakteri oluşumunu tetikleyecek bir yüzeyin oluşmasını engeller. Bu işi lifin doğal yapısı sayesinde yaptığı için bakteri oluşumunu engelleyecek herhangi bir kimyasal kullanımına gerek kalmaz [20].

Sağlık konusunda Heidelberg Üniversite Hastanesi'nde Diepgen ve Schuster bir çalışma yaparak lyocell ürünlerin tenle uyumunu incelemişlerdir. Egzama ve sedef hastalıklarına sahip 30'ar hastaya lyocell ürünler kullanılarak "1" en kötü ve "10" en iyi olmak üzere tenle uyumlarına göre bu ürünlere puan vermelerini istemişlerdir. Bu ürünlerin aldıkları ortalama puanlar Tablo 2.6'da verilmiştir [22].

**Tablo 2.6:** Egzama ve Sedef Hastalarının Lyocell Ürünlere Verdikleri Puanların Ortalamaları [22]

	<b>Egzama Hastaları (n=30)</b>	<b>Sedef Hastaları (n=30)</b>
<b>Nevresim Takımı</b>	8,6	8,8
<b>Pijama</b>	8,6	8,7
<b>T-Shirt</b>	8,7	8,7
<b>Sweat-Shirt</b>	8,6	8,7

Lyocell lifi, kontrol edilebilir fibrilasyon sayesinde şeftali yüzeyi efektinden ipeksi pürüzsüz bir yapıya kadar çeşitli kumaş yapıları elde edilmesine olanak verir [20].

Islak ve kuru durumdaki yüksek mukavemeti sayesinde son üründe yüksek boyutsal dayanım sağlar. Üründe çok az oranda lyocell lifi kullanılması halinde dahi ürüne dayanıklılık katar [20]. Aşınma dayanımı diğer rejenere elyaflara göre yüksektir [23].

Tamamen doğal kaynaklı bir lif olması dolayısıyla biyolojik olarak tamamen çözünebilir [20].

#### **2.4.5 Fiziksel Parametreler**

Tablo 2.7'de Lenzing firmasının 1,3 dtex, 38 mm lyocell elyafı için yapmış olduğu test sonuçları verilmiştir [20].

**Tablo 2.7:** 1,3 dtex 38 mm Lyocell Lifine Ait Teknik Veriler [20]

<b>Kuru Mukavemet (cN/tex)</b>	37
<b>Kuru Uzama (%)</b>	13
<b>Yaş Mukavemet (cN/tex)</b>	30
<b>Yaş Uzama (%)</b>	15

Lyocell lif özelliklerinin pamuk ve viskon lifleri ile karşılaştırması Tablo 2.8’de verilmiştir [17].

**Tablo 2.8:** Lyocell, Pamuk ve Viskon Liflerinin Teknik Verilerinin Karşılaştırılması [17]

	<b>Tencel</b>	<b>Pamuk</b>	<b>Viskon</b>
<b>Kuru Mukavemet (cN/tex)</b>	38-42	20-24	22-26
<b>Kuru Uzama (%)</b>	14-16	7-9	20-25
<b>Yaş Mukavemet (cN/tex)</b>	34-38	26-30	10-15
<b>Yaş Uzama (%)</b>	16-18	12-14	25-30

Bu verilerden yola çıkıldığında lyocell lifinin kuru mukavemetinin yaş mukavemetinden daha fazla olduğu, her iki mukavemetin de pamuk ve viskon liflerine göre daha fazla olduğu görülüyor. Ayrıca değerlerden lyocell lifinin uzamasının pamuk lifinden daha fazla olduğu anlaşılıyor.

#### **2.4.6 Fibrilasyon**

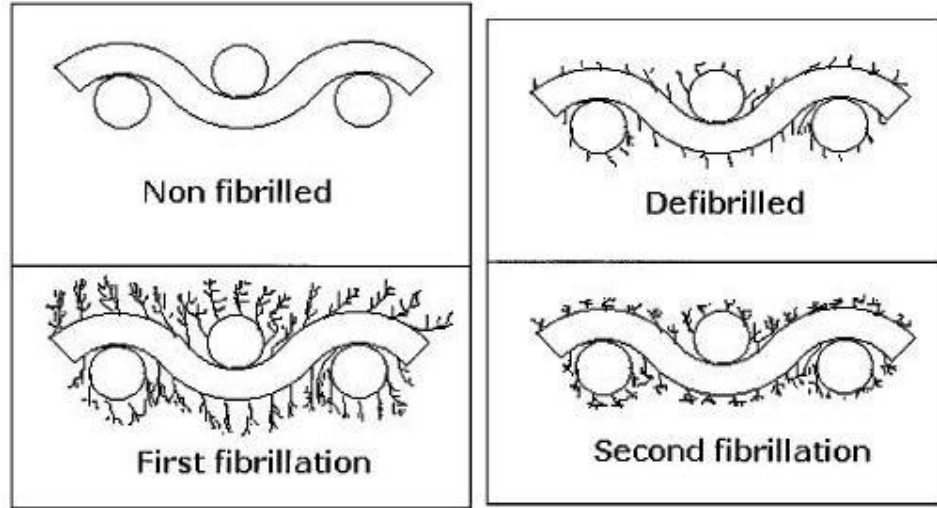
Fibrilasyon, tek liflerin boyuna bölünerek çapları 1-4 mikrondan daha küçük olan mikroliflerin oluşmasıdır. Bu bölünme metalle ya da kumaşla gerçekleşen yaş sürtünme sonucu oluşur. Fibrilasyon yaş ortamda sürtünmenin olduğu herhangi bir süreçte oluşabilir. Örneğin halat boyama sırasında kumaşın kendisiyle ya da metallerle sürtünmesi sonucu fibrilasyon görülebilir. Bu mikrolifler o kadar incedirler ki neredeyse saydamdırlar ve kumaşa beyaz bir görünüm kazandırırılar [24].

Udomkichdecha ve Chiarakorn yaptıkları çalışmada “Fibrilleşme İndeksi” diye bir terimden bahsetmişlerdir. Fibrilleşme indeksi (FI), toplam fibril uzunluğunun ( $\sum l$ ) lif uzunluğuna (L) bölünmesiyle bulunur. Şekil 2.15’de normal bir lif ve de fibrilleşmiş bir lif görülmektedir [25].



**Şekil 2.15:** Normal ve Fibrilleşmiş Lyocell Liflerinin Görüntüleri [25]

Bu mikro liflerin oluşumu şeftali efekti yüzeyi gibi çeşitli kumaş yüzeyleri oluşturmakta kullanılabilir. Bu yüzeyin oluşumu 3 aşamada gerçekleşir: ilk fibrilasyon, enzimatik temizleme ve ikincil fibrilasyondur [24]. Bu aşamalar Şekil 2.16 ile şematize edilmiştir [26].



**Şekil 2.16:** Fibrilasyon Aşamaları [26]

Şekil 2.17’de sırasıyla fibrilleşmemiş, birinci kez fibrilleşmiş ve ikinci kez fibrilleşmiş kumaşlara ait fotoğraflar görülmektedir [26].



**Şekil 2.17:** Fibrilleşmemiş, Birincil Fibrilasyon ve İkincil Fibrilasyon Sonrası Kumaş Yüzeyleri [26]

Ham lyocell kumaş tüylü bir yüzeye sahiptir. Kumaşın gazelenmesiyle birlikte bu tüylerin (liflerin) bir kısmı yok olurken, önemli bir kısmı hala kumaş yüzeyinde kalır. Kumaş ıslak bir ortamda mekanik bir etkiye maruz kaldığında, yüzeydeki bu tüyler sürtünmeye maruz kalır ve fibrilleşme yoğun olarak bu tüylerde gerçekleşir. Bu fibriller çok uzunlardır ve kumaşta oldukça mat bir görünüme sebep olurlar. Gazelemeden önce bu tüylerin maksimum fibrilleşmeye maruz kaldığından emin olunmalıdır. Aksi halde efektif bir gazeleme elde edilemez [24].

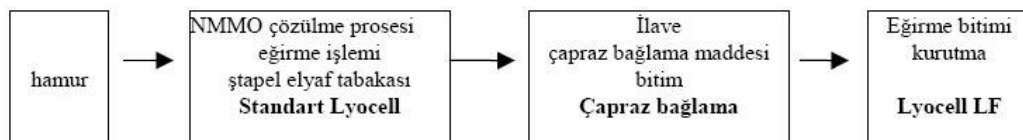
Kumaşın yüzeyindeki fibrilleşen tüyleri temizlemek için selülaz enzimi kullanılır. Temizleme sırasında kumaşın ağırlığında yaklaşık %4'lük bir kayıp olabilir. Ayrıca kumaş mukavemetinde de düşme görülür. Bu işlem yapılmadan önce numune üzerinde deneme yapılmalıdır [24].

Kalıcılığı sağlanmış bir kumaş yüzeyi elde edebilmek için kumaşta ikinci bir fibrilasyon yapmak gereklidir. Bu ikinci fibrilasyonun karakteristiği birincisinden oldukça farklıdır. Yüzeydeki tüylerin giderilmesiyle, fibrilleşme bu sefer ipliklerin kesişme noktalarında ve kumaşın tepe noktalarında oluşur. Konumları itibariyle fibrilleşen bu noktalarda boncuklanma görülmez. Bu ikinci fibrilasyonla kumaş yüzeyine şeftali efekti verilmiş olur. İkincil fibrilasyon jet boyama makinalarında ya da basit bir yıkamayla elde edilebilir [24].

Boyama işlemi fibrilasyondan önce ya da sonra yapılabilir. Ancak bazı boyalar birincil fibrilasyonu ve enzim verimliliğini etkileyebilirler. Bu yüzden boyama işleminin bu işlemler bittikten sonra yapılması tavsiye edilir [24].

Tekstilcilerin lyocell elyafını çok daha basit ve tercihen ucuz bitim işlemleri ile temin etmek istedikleri bilinmektedir. Uzmanlar bu konuda araştırmalar yapmakta ve elyafın fibrilasyon eğilimindeki gelişmeyi üretim aşamasında kimyasal çapraz bağ sayesinde bastırarak Tencel LF elyafını üretmişlerdir [27].

Tencel LF elyafının üretimi bilinen lyocell yaş eğirme prensibine dayalıdır. Yükseloğlu, bu elyafın üretimindeki çapraz bağlamayı Şekil 2.18 ile şematize etmektedir [27].



Şekil 2.18: Tencel LF Lifinin Oluşum Aşamaları [27]

Ayrıca Yükseloğlu bu çalışmasında standart lyocell ve Tencel LF elyafının özelliklerini karşılaştırmıştır. Çapraz bağlama, Tencel LF elyafının verilerini ve performans değerlerini etkileyerek kendine has elyaf karakteristiğini oluşturur. Çapraz bağlama sonucu elyaf mukavemeti ve uzaması azalmaktadır. Ayrıca Tencel LF'nin daha yüksek erişilebilirlik ve daha modifiye edilmiş gözenek yapısı özellikleri ile su tutma kapasitesinin ve şişme davranışlarının arttığı görülmektedir. Tablo 2.9'da Standart Lyocell ve Tencel LF arasındaki farklar gösterilmiştir [27].

**Tablo 2.9:** Standart Lyocell ve Tencel LF Liflerinin Teknik Verilerinin Karşılaştırılması [27]

Elyaf Özellikleri	Lyocell LF	Standart Lyocell
Mukavemet (cN/tex)	35-37	40-42
Uzama (%)	9-11	15-17
Yaş Mukavemet (cN/tex)	27-29	34-36
Yaş Uzama (%)	11-13	17-19
Gözenek Hacmi (ml/g)	0,82	0,6
İç Yüzey (m <sup>2</sup> /g)	507	374
Su Tutma Kapasitesi (%)	69	55

#### 2.4.7 Boyama ve Bitim İşlemleri

Lyocell lifinden üretilmiş ürünlerde boyama ve bitim işlemleri, özellikle fibrilasyon özelliğinden dolayı çok büyük önem taşımaktadır. Yaygın olarak birincil fibrilasyon ve enzimle muamele ile birlikte halat boyama ya da parça boyama kullanılmaktadır. Halat boyamada amaç maliyeti düşürmektir. Klasik halat boyama dışında özel olarak değişik bir tuşe vermek ya da değişik yüzey efektleri verme amacıyla açık en sürekli boyama kullanılabilir [28].

Ev tekstilinde, nevresim takımlarında ve dış giyimde genellikle sürekli bitim işlemleri kullanılmaktadır. Ancak halat boyama konusunda çok dikkatli olunmalıdır. Özellikle örme kumaşlarda ve dış giyimde bitim işlemleri lif karakteristiğine uygun bir şekilde yapılmalıdır [28].

Pamuk ile karşılaştırıldığında şişmesi ve boya alımı daha fazladır, daha koyu bir renk alır ve fibrilasyon özelliğine sahiptir [28].

Kumaşların bitim işlemlerindeki tutumlarında kumaş yapısı ve gramajı etkin rol oynar. Örneğin örme kumaşlar için nispeten daha yüksek iplik bükümü tavsiye edilir.

Pamuklu kumaşlarla karşılaştırıldığında daha sıkı bir kumaş yapısı olmalıdır. Örneğin örmede 12 ilmek/cm yerine 13-14 ilmek /cm tercih edilmelidir ya da daha kalın iplik numaraları tercih edilmelidir [28].

#### **2.4.7.1 Halat Boyama ve Parça Boyama**

Terbiyeciler ve boyacılar için fibrilasyon eğilimi lyocell liflerinde en çok dikkat edilmesi gereken ve en önemli unsurdur. Fibrilasyon özelliği kumaşa değişik yüzey efektleri vermek için kullanılabilir ancak halat boyamada ve parça boyamada özel modifikasyonlar gerekmektedir. Aynı zamanda bitim işlemleri kumaş yapısına ve kumaş gramajına da bağlıdır [28].

Halat boyamada ipliğe düzgün sarılmayan liflerin çözülmesinden dolayı tüylülük artar. Şişmiş ve mekanik strese maruz kalmış, lif eksenine çapraz durumda olan lifler fibrile olmaya başlarlar. Tüylülük ve fibrilasyon birlikte kaba tüylü, sönük bir kumaş yüzeyi oluşumuna sebep olurlar. Bu yüzden halat boyamada işlem prosedürlerini boyama makinelerinde optimum akış (işleyiş) karakteristiğine ulaşacak şekilde organize etmek gereklidir [28].

#### **2.4.7.2 Haşılama**

Haşılama sonucu dokuma ve örme kumaşlarda tüylülükte azalma ve kumaş görünümünde iyileşme sağlanır. Pamuklu kumaşlarla karşılaştırıldığında %10-%15 daha düşük hızlarda çalışılmalıdır [28].

#### **2.4.7.3 Ağartma**

Lyocell lifi temiz bir lif olduğundan normal koşullarda ağartma işlemine ihtiyaç yoktur. Ancak optik beyaz için ağartma yapılabilir. Ağartma işlemi diğer selülozik liflerle aynı şartlarda ve aynı teknikte yapılabilir [24].

#### **2.4.7.4 Kostik Muamele**

Açık ende uygulanan kostik muamele sonucu ıslak rijitliğinde önemli bir düşüş sağlanarak daha derin ve daha düzgün bir boyama sağlanır, daha az tüylü kumaş yüzeyi elde edilir [28].

Normalde dokuma kumaşlarda kural olarak fibrilleştirme, enzimle muamele ve sonrasında airflow makinelerinde boyama yapılırken kostik muamele sonucu overflow makinelerde reaktif boyalarla herhangi bir aşınma izi görülmezsizin

boyama yapılabilir. Yalnız bu işlem için düşük ya da orta gramajlı kumaşlar tercih edilmelidir [28].

Örme kumaşlarda da kostik muamele sonucu daha düzgün ve tüysüz kumaş yüzeyi elde edilirken, boncuklaşma açısından da daha iyi sonuçlar elde edilir [28].

Lyocell-pamuk karışımlarında merserizasyon ya da potasyum hidroksit çözeltisiyle muamele tavsiye edilir. Bu sayede pamuğun boyanma afinitesi artırılarak lyocelle yaklaşması sağlanır [28].

#### **2.4.7.5 Açık En Boyama**

Halat boyamadan farklı olarak açık en boyamada fibrilasyon ya da aşınma izi problemleri görülmez. İlk fibrilleşme ya da enzimle muamele olmadan da düzgün bir kumaş yüzeyi elde edilebilir. Bu şekilde boyanan lyocell kumaşlar çok düzgün yüzeye, ipeksi tuşeye, iyi boyutsal stabiliteye ve mükemmel termo-psikolojik özelliklere sahiptirler [28].

#### **2.4.7.6 Tencel LF İçin Bitim İşlemleri**

Tencel LF lifi lyocell lifinin fibrilleşmeyen tipidir ve doğallık yüksek mukavemet, iyi boyutsal stabilite ve yumuşaklık gibi rancel lifine ait özelliklere sahiptir. Bu tipin üretilme amacı hasarsız ve fibrilasyona uğramamış bir şekilde halat boyama yapılmış kumaşlar elde edebilmektir. Örme ve dokuma kumaşlarda %100 veya karışım halinde kullanılabilir. Bu lifin boyama ve bitim işlemleri oldukça basittir. Fibrile olmaz, halat boyamada aşınmaya uğramaz, birincil fibrilasyona ve enzimle muameleye gerek yoktur ve bitim işlemlerinin maliyeti düşüktür [28].

#### **2.4.8 Kullanım Alanları**

Yumuşak tuşesi ve lüks görünümü sayesinde bayan moda kıyafetlerinde, erkek dış giyiminde ve ipek görünümü veren giysilerde kullanılabilir. %100 kullanılabildiği gibi pamuk, rayon ve polyesterle karışım halinde de kullanılabilir. Su iticilik apresi uygulanarak gabardinlerde kullanılabilir. Yumuşak ve parlak görünüme sahip örme kumaşlarda kullanılabilir. Özel ürünler olarak mukavemeti sayesinde taşıma bantlarında, sigara filtrelerinde ve medikal giysilerde kullanılabilir [29].

Çok iyi ter emici özelliği sayesinde yastık ve nevresimde kullanılarak konforlu bir uykuyu sağlar [20].



#### **2.4.9 Bakımı**

Yüksek yaş mukavemeti ve de selülozik olması sebebiyle elde ya da makinede yıkanabilir, kurutucuda kurutulabilir. Ancak bazı kumaşlar kuru temizlemede daha iyi bir performans gösterebilirler. Üretim sırasında geçirdiği süreçler, elde, makinede ya da kuru temizleme yoluyla temizleneceğinde etkili rol oynayacağından ürünlerin bakım talimatlarını okumakta fayda vardır.

Kuru temizleme gerektiren lyocell ürünler genellikle pürüzsüz bir yüzeye sahiptirler. Elde ya da makinede yıkanılırsa tüylenirler. Islanma sonucu kırışmalar gözlenir.

Lyocell selülozik bir elyaf olduğundan kırışabilir. Selülozik yapısından dolayı pamukta olduğu gibi sıcak bir ütüyle hafif bir şekilde ütülenebilir. Çok ince ipliklerden üretilen kumaşların ütülenmesinde dikkatli olunmalıdır. Bu kumaşlarda ısı çok daha hızlı nüfuz eder ve kumaşı yakabilir. Çoğu durumlarda kumaş nemli sıcak bir ortamda bırakıldığında kırışıklıklar kaybolur.

Sonuç olarak, bu ürünlerin kullanımlarında kullanma ve bakım talimatları mutlaka okunmalı ve bu talimatlara uyulmalıdır. Çünkü üretimleri sırasındaki uygulandıkları işlemler yüzünden her ürünün farklı bakım yöntemi vardır.

#### **2.5 Giysi Konforu Üzerine Araştırmalar**

Konfor, tanımlaması çok zor olan karmaşık ve net olmayan bir kavramdır. Giyim koşullarıyla ilişkili olarak termal ve termal olmayan bileşenleri içerir [30].

Araştırmacılar insanların psikolojik ve fizyolojik olarak kıyafetlerini hissetmedikleri durumlarda kendilerini konforlu hissettiklerini, aksi halde konfor hissedemediklerini belirtmektedirler [31].

Genel olarak, insanların kendilerini daha serin ya da sıcak hissetmek için kıyafet giymek ya da çıkarmak gereği duymadıklarında termal açıdan konforlu oldukları varsayılmaktadır [31].

İnsan ile çevre arasındaki fizyolojik, psikolojik ve fiziksel hoş bir uyum olarak tanımlanabilmektedir. Yapılan çalışmalarda çevrenin konfor üzerindeki öneminden ve üç konudan bahsedilmiştir. Fizyolojik konfor insan vücudunun yaşamı sürdürme yeteneğiyle, psikolojik konfor zihnin dış yardımıyla fonksiyonlarını

yeterince yerine getirme yeteneğiyle, fiziksel konfor ise dış çevrenin vücuda etkisiyle ilgilidir [30].

Uzun zamandır görülüyor ki pozitif olarak konforu tanımlamak zordur, fakat rahatsızlık yani konforlu olmama durumu sıcak, soğuk, iğneleme, kaşıdırma gibi kelimelerle kolay bir şekilde tanımlanabilir. Konfor için genel bir tanım ağrı, sızı ve rahatsızlık unsurundan uzak olmak olarak belirtilebilir. Ayrıca psikolojik ve fizyolojik durumlarında çeşitli halleri vardır [30]:

- Termofizyolojik Konfor: Rahat bir termal ve ıslaklık durumuna erişilmesi; kumaştan ısı ve nem geçişini kapsar.
- Duyumsal Konfor: Tekstil ürünün deri ile kontak halinde iken çeşitli sinirsel duyuların ortaya çıkması.
- Hareket Konforu: Tekstil ürününün vücut hareketlerini kısıtlamamasıdır.
- Estetik Konfor: Göz, el, kulak ve burun gibi organlarca giysinin sübjektif olarak algılanması.

Konfor hakkındaki tanımlar incelendiğinde başlıca şu maddeler üzerinde durulmaktadır [30]:

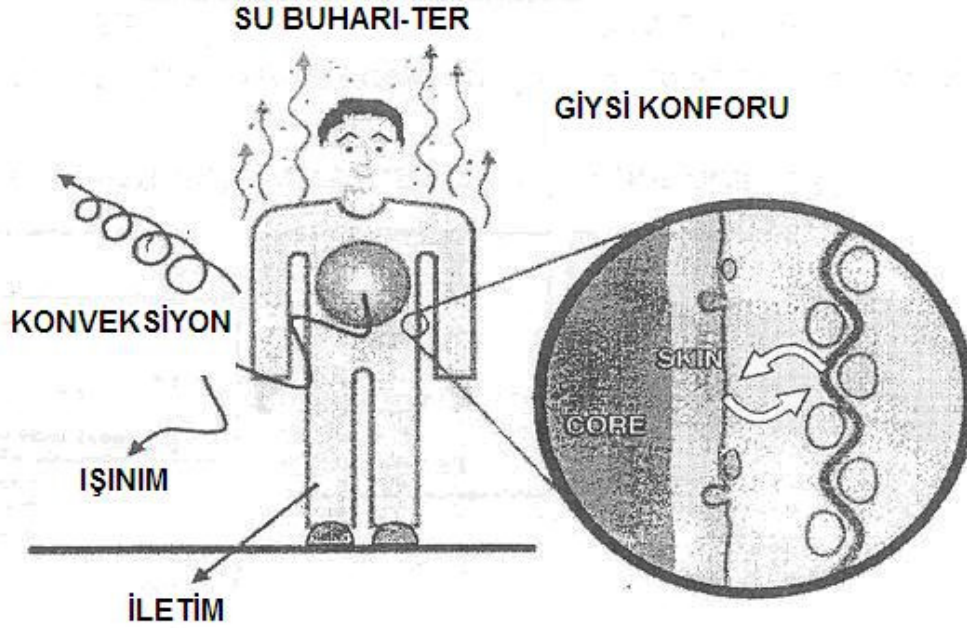
- Konfor, çeşitli duyular tarafından sübjektif algılamalarla alakalıdır,
- Görsel (estetik konfor), termal (sıcak ve soğuk), dokunsal (düz, pürüzlü, yumuşak ve sert) gibi birçok hissi kapsar,
- Kişisel algılar konuyla ilgili tüm geçmiş tecrübeleri ve şu an ki istekleri dikkate alan psikolojik bir değerlendirmeye kişinin konfor durumu hakkında etkilidirler,
- Termal ve mekanik olarak vücut-giysi etkileşimi kişinin konforu konusunda büyük önem taşır,
- Dış çevrenin (fiziksel, sosyal ve kültürel) kişinin konfor durumu konusunda büyük önemi vardır.

Tüm bu yapılan açıklamalar konforun karmaşık ve çok yönlü bir kavram olduğunu desteklemektedirler.

Giyim insan yaşamının bir parçasıdır ve süslenme, statü, yalınlık ve korunma gibi fonksiyonları vardır. Süslenme, kişiye iyi görüldüğünü hissettirerek mental bir

konfor sağlar. Vücuda iyi oturan ve lüks giysiler kişinin statüsünü artırarak kişiyi tatmin eder. Giysi ayrıca kişinin toplum standartlarında vücudu sade bir şekilde örterek ve vücut kusurlarını kapayarak kişide mental bir konfor sağlar. Ancak giysinin temel ve birincil amacı kat ya da katlar halinde bariyerler kurarak vücudu olumsuz fiziksel çevre şartlarından korumaktır. Bu korumayı uygun termal çevreyi oluşturarak yaşamayı sağlamak, aşınma sonucu sakatlanmadan, radyasyondan, rüzgârdan, elektrikten, kimyasallardan ve mikrobiyolojik toksin maddelerden koruma şeklinde olabilir [30].

Bu özellikler gösteriyor ki giysi insan vücuduyla dış çevre arasındaki ara yüzeyde kişinin konfor durumunun kişisel algılanmasında çok önemli bir rol oynuyor. Kişisel konfor algılamasının nasıl elde edildiğini anlamak için insan giyimini Şekil 2.19'da görüldüğü gibi sürekli çevreyle fiziksel, duyuşsal ve psikolojik olarak dinamik bir etkileşim içinde olan açık bir sistem olarak algılayabiliriz [30].



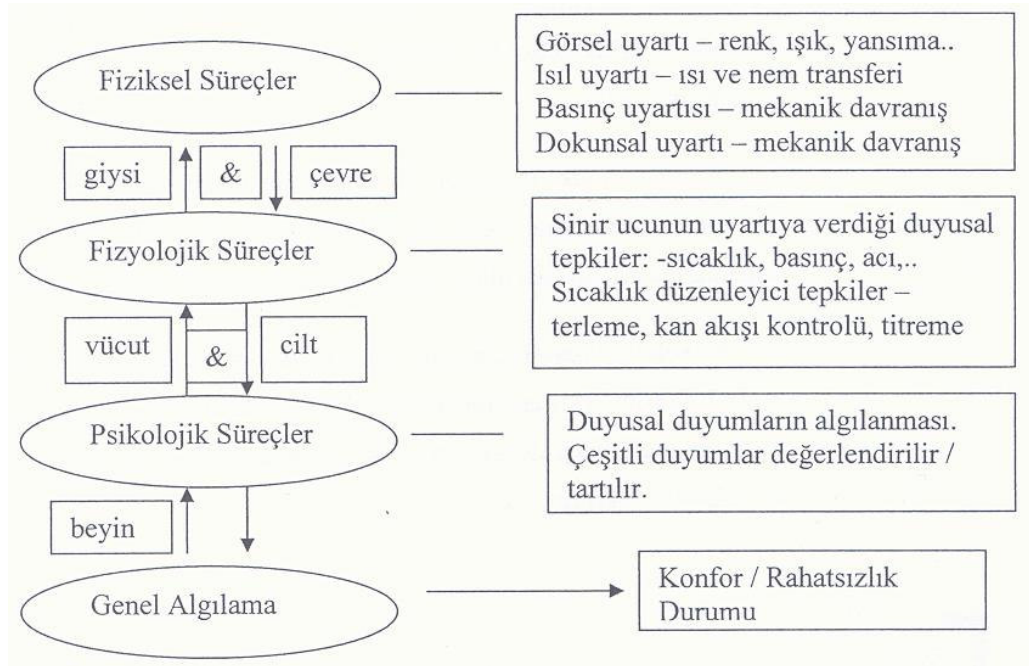
Şekil 2.19: İnsan-Giysi-Çevre Sistemi [30]

Bu sistemde kişinin konfor durumunu belirleyen ve birbirleriyle etkileşim halinde olan bir takım prosesler vardır [30]:

- Giysilerdeki ısı ve nem taşınımı, giysi ve vücut arasındaki mekanik etkileşim ve giysinin ışığı yansıtması ve soğurması gibi vücuda fiziksel uyarılar sağlanan giysideki ve çevredeki fiziksel prosesler,

- Vücudun termal dengesi, giysiyle ve çevreyle dinamik etkileşimi gibi vücudun fizyolojik durumunu belirleyen ve kritik koşullarda hayatta kalmasını sağlayan vücuttaki fizyolojik prosesler,
- Vücudun derideki, gözdeki ve diğer organlardaki duyuusal sisteminin nörofizyolojik mekanizması gibi vücudun giysiyle ve çevreyle etkileşiminin olduğu nörofizyolojik prosesler,
- Beynin nörofizyolojik duyuusal sinyallerden kişisel algılar oluşturması ve daha sonra geçmiş tecrübeleri ve anlık istekleri kullanarak bunları genel algılara ve tercihlere çevirmesi gibi psikolojik prosesler.

Bu dört proses eş zamanlı olarak gerçekleşmektedir. Beynin psikolojik gücü vücudun fizyolojik durumunu terleme, titreme gibi yollarla etkileyebilir. Bu fizyolojik değişimler vücuttaki ve dış çevredeki fiziksel prosesi değiştirebilirler. Bu dört proses birbirleriyle dinamik etkileşime girerek kişinin konfor durumunu herhangi bir zamanda belirleyebilirler. Bu yüzden konfor durumu fiziksel, fizyolojik, nörofizyolojik ve psikolojik proseslerin ve faktörlerin baz alınarak kişi tarafından bireysel olarak algılanması ve yargılanması sonucu oluşur. Bu prosesler şematik olarak Şekil 2.20’de verilmiştir [30].



**Şekil 2.20:** Kişinin Konfor Durumunu Belirleyen Süreçler [30]

Konfor hakkında başlarda önceleri yapılan deneysel çalışmalarda sonuçlar deneklere hisleri sorularak elde ediliyordu ve bu sonuçlar tamamen sübjektifti. Bu yüzden sayısal ölçümler yapmak, sonuçları karşılaştırmak ve son olarak analiz edip konfor hakkında bir sonuca varmak daha doğru ve objektif değerler elde edilmesini sağlayacaktır. Bu amaçla normal giyim koşullarında giyim konforunu etkileyen parametreleri araştırmak amacıyla bir takım modeller ve test sistemleri geliştirilmiştir. Bundan sonraki kısımlarda temel olarak konforun fizyolojik tarafı incelenecek ve buhar geçişi, ıslanma ve kuruma gibi konular üzerinde durulacaktır.

### **2.5.1 Islanma ve Kılcal Islanma**

Islanma ve kılcal ıslanma lifli materyallerin prosesinde ve uygulamasında önemli birer kavramdır. Islanma kılcal ıslanma için bir ön şarttır. Gözenekli bir sisteme sıvının kapiler kuvvetler etkisiyle kendiliğinden taşınmasına kılcal ıslanma denir. Bu kapiler kuvvet ıslanma tarafından sağlanır. Lifleri ıslatamayan bir sıvı kumaşta kılcal ıslanmaya sebep olamaz [32].

Boyama, bitim işlemleri ve kullanım sırasındaki ıslanma ve kılcal ıslanma proseslerinin tekstil proseslerinin kalitesinde ve giysi konforunda önemli etkisi vardır. Bu özellikler spor kıyafetleri, sağlık giysileri, hijyenik giysiler, iş kıyafetleri ve ayakkabı gibi ürünlerde önemli bir yere sahiptirler konfor konusunda önemli ölçüde belirleyicidirler [32].

#### **2.5.1.1 Islanma**

Islanma, katı-hava ara yüzeyinin katı-sıvı ara yüzeyiyle yer değiştirmesi olarak tanımlanır [33].

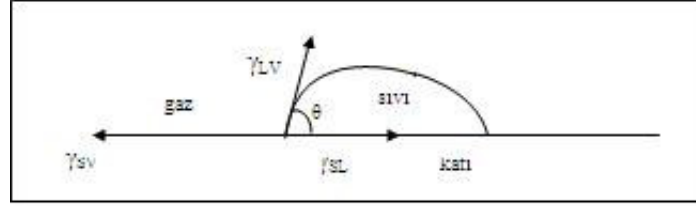
Bir sıvının lifli bir ortama taşınması için, kapiler hareketle içerideki lif gözeneklerinden transferinden önce lif yüzeylerini ıslatması gerekmektedir. Sıvı hacminin içindeki moleküllerin etkileşimleri tüm yönlerdeki eşit çekim kuvvetleri tarafından dengelenirken, sıvı yüzeyindeki moleküller dengesiz kuvvetlere maruz kalırlar. Bu sebeple, sıvının yüzeyinde serbest bir enerji bulunmaktadır. Bu fazla enerji, “yüzey serbest enerjisi” olarak tanımlanmaktadır. Bu enerji sıvının yüzey alanını minimum tutma eğilimindedir ve sıvının katı yüzeyinde ilerlemesini sınırlar. Bir sıvının bir katıyı tamamen ıslatması için, katı yüzeylerinin sıvının serbest yüzey enerjisinin üstesinden gelecek yeterli yüzey enerjisine sahip olması zorunludur.

Serbest yüzey enerjisinin miktarı birim alandaki enerjinin ölçülmesiyle belirlenebilir. Bu genellikle “yüzey gerilimi” olarak tanımlanır ve mN/m birimiyle birim uzunluktaki kuvvet olarak sayısallaştırılır [32].

Bir sıvının katı ve hava ile aynı anda temas halinde iken denge durumunda oluşan kuvvetler Young-Dupre eşitliğiyle Denklem 2.1’de gösterilen şekilde açıklanabilir. Bu eşitlik sadece sıvı damlasının düzgün, homojen, geçirgen olmayan ve deforme olmayan yüzey üzerinde denge halinde olduğu durumlarda geçerlidir.

$$\gamma_{SV} - \gamma_{SL} - \gamma_{LV} \cdot \cos \theta = 0 \quad (2.1)$$

Bu eşitlikte  $\gamma$  katı, sıvı ve havanın çeşitli kombinasyonları arasında oluşan ara yüzeyel gerilimi; S, L, V harfleri ise sırasıyla katı, sıvı ve hava yüzeylerini göstermektedir.  $\theta$  ise denge halindeki temas açısını göstermektedir. Bu denge hali Şekil 2.21 ile gösterilmektedir [32].



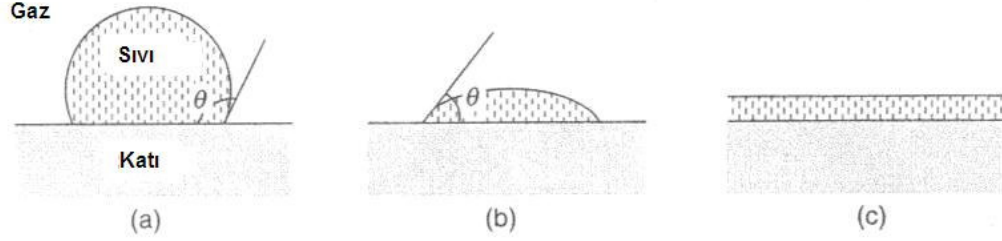
**Şekil 2.21:** Yüzey Gerilimlerinin Denge Hali ve Temas Açısı [32]

$\gamma_{LV}$  terimi sıvının sıvı-yüzey ara yüzeyindeki yüzey gerilimi olarak tanımlanır [32].

$\gamma_{LV}\cos\theta$  terimi “adezyon kuvvet gerilimi” olarak tanımlanabilir [32].

$\theta \leq \pi/2$  olduğu durumda büyük ölçüde ıslanmama ve  $\theta > \pi/2$  olduğu durumda büyük ölçüde ıslanma söz konusudur. Bir yüzey suyla temas ettiğinde genellikle  $\theta \leq \pi/2$  ise hidrofilik,  $\theta > \pi/2$  ise hidrofobik olarak tanımlanır [33].

Şekil 2.22’de (a) büyük ölçüde ıslanmamış kısmi ıslanma, (b) büyük ölçüde ıslanmış kısmi ıslanma ve (c) tamamen ıslanma görülmektedir [34].



**Şekil 2.22:** Yatay Bir Yüzeydeki Su Damlası ve Islatma Oranları [34]

### 2.5.1.2 Kılcal Islanma

Kılcal ıslanma, sıvının gözenekli bir tabakadan kapiler kuvvetler etkisiyle kendiliğinden akışıdır. Kapiler kuvvetler ıslanma sebebiyle oluştuğundan, kılcal ıslanma kapiler sistemde kendiliğinden oluşan ıslanmanın sonucu olarak tanımlanabilir [33]. Başka bir deyişle katı-hava ara yüzeyinin katı-sıvı ara yüzeyiyle yer değiştirmesi olarak da düşünülebilir. Lifli materyallerin çoğu ıslak işleminde, ürünün daha iyi bir performansa sahip olması için sıvının düzgün bir dağılımına ve gözeneklerden nüfuzuna ihtiyaç vardır [32].

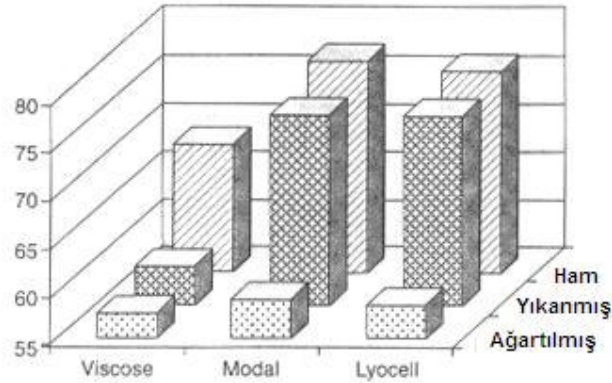
Çoğu tekstil prosesi zaman sınırlıdır ve bu sebeple kılcal ıslanma hızı çok önemlidir. Kılcal ıslanma hızı, ara yüzeysel gerilimler ve liflerin ıslanma kabiliyeti tarafından yönetilirler. Materyalin kapiler boyutları ve sıvının viskozitesi bu hızın belirlenmesinde etkin rol oynarlar [32].

Kılcal ıslanma hızı, kumaşın yapısı boyunca sıvı rutubetini taşıma kabiliyetini gösterir. Transfer kılcal ıslanma, sıvının kumaş yapısına, kumaş yüzeyine dik bir şekilde taşınmasıdır. Dikey kılcal ıslanma ise kumaşın sınırsız bir su haznesine kumaş yüzeyine paralel bir şekilde daldırılmasıyla oluşur. Dikey kılcal ıslanma hızı ve transfer ıslanma hızı arasında her zaman uygunluk yoktur. Vücuttan sıvı çıkış yönü kumaş kalınlığına doğru olduğundan transfer ıslanma dikey kılcal ıslanmaya göre daha önemlidir [34,35].

Kumaş emiciliği, kumaşın kılcal ıslanma kabiliyetinden etkilenir. Kılcal ıslanma, kumaş tamamen ya da kısmen bir sıvıya daldırıldığında ya da kumaşın üzerindeki su damlası gibi sınırlı miktarda sıvıyla temas halindeyken gerçekleşir.

### 2.5.1.3 Liflerde ve Lifli Materyallerde İslanmayı ve Kılcal İslanmayı Etkileyen Faktörler

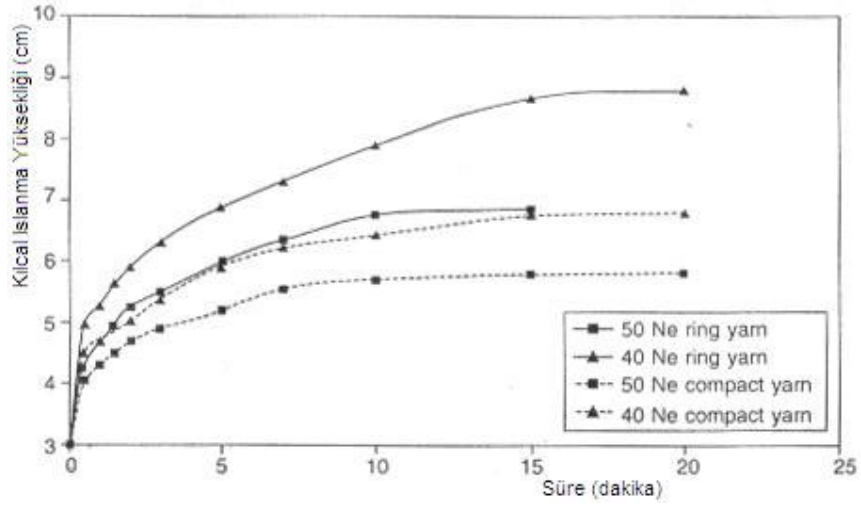
Lif tipi, kimyasal saflık, molekül oryantasyonu, yüzey kirliliği, yüzeydeki bitim işlemi, enine kesit şekli, yüzey pürüzlülüğü, yüzey aktif maddenin varlığı, yıkama, ağartma ve merserizasyon gibi faktörler liflerin ıslanma davranışlarını etkilerler. Pürüzlü yüzeyler aradaki çukurlar boyunca hızlı yayılmada artışı sağlarlar. Yıkama, ağartma ve merserizasyon gibi ön terbiye işlemleri emiş kabiliyetini artırır. Daha yüksek emiş kabiliyetine sahip lifler daha düşük temas açısına sahiptirler. Şekil 2.23’de bazı rejenere liflerin ham, yıkanmış ve ağartılmış hallerindeki temas açıları görülmektedir. Ayrıca lif çapı arttıkça, lif ara yüzeyleri sıvıyla daha iyi temas eder, lif yapısı gevşer ve temas açısı azalır [32].



**Şekil 2.23:** Bazı Rejenere Liflerin Ham, Yıkanmış ve Ağartılmış Durumlardaki Temas Açıları [32]

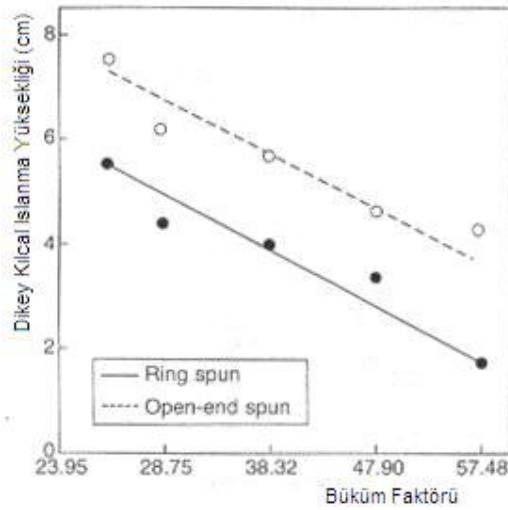
İplik yapısı, gerginliği, bükümü, lif şekli, iplik kesitindeki lif sayısı, lif konfigürasyonu, bitim işlemleri ve yüzey aktif maddeler gibi faktörler ipliklerin kılcal ıslanmasını etkilerler. Open-end iplikler ring ipliklerine göre daha hızlı ve daha düzgün bir kılcal ıslanmaya sahiptirler ancak iplik ve numaraları ve dikey yüksekliklerin eşit olması koşuluyla iki ipliğinde emdikleri su miktarları aynıdır. Kılcal ıslanma konusunda yapılan çalışmalar göstermiştir ki, denge durumuna ulaşıldığında ring ipliklerinde kompakt ipliklere göre daha fazla kılcal ıslanma oluşmaktadır. Ayrıca Şekil 2.24’de görüldüğü gibi ring iplikleri kompakt ipliklerden; kalın iplikler ise ince ipliklerden daha hızlı kılcal ıslanmaya sahiptirler. Ortalama kapiler boyutu kompakt ipliklerde ring ipliklere göre daha azdır [32].





**Şekil 2.24:** Çeşitli Kalınlıklardaki Ring ve Kompakt İpliklerin İslanma Süreleri [32]

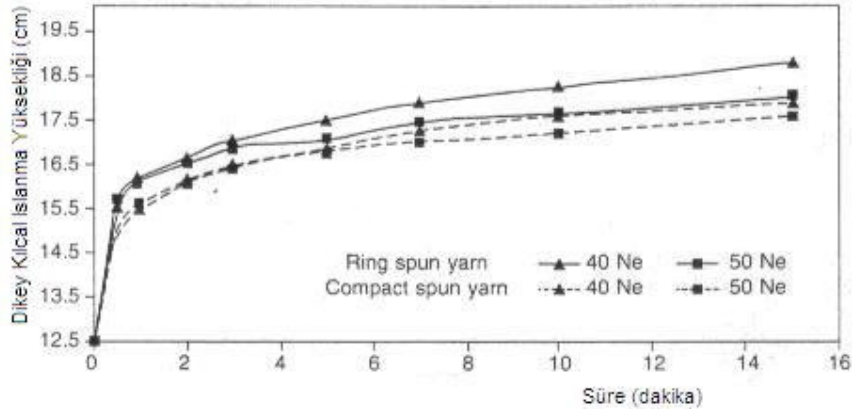
İplikteki büküm, içindeki liflerin sarmal hale gelmesinden dolayı kapiler bölgeyi etkiler. Deneysel çalışmalar göstermektedir ki kılcal ıslanma büküme karşı oldukça hassastır. Şekil 2.25’de ring ve open-end iplikler büküm arttıkça dikey kılcal ıslanmanın azaldığı görülmektedir [32].



**Şekil 2.25:** Bükümün Ring ve Open-End İpliklerde Kılcal İslanma Üzerine Etkisi [32]

Kumaşta kılcal ıslanma hızı ve sıvının transferi gözenek boyutlarına ve bu gözenek boyutlarının kumaş boyunca dağılımına bağlıdır. Küçük gözeneklerde kapiler basınç fazla olacağından sıvının ilerlemesi daha hızlıdır ancak sahip olunan sıvı kütlesi daha azdır [32].

Şekil 2.26’da da görülebileceği gibi ring ve compact ipliklerindeki durum, bunlardan üretilen kumaşlarda da geçerlidir. Ring ipliğinden yapılan kumaşlarda kılcal ıslanma hızı, compact ipliğinden yapılan kumaşlara göre daha fazladır. Ayrıca kalın ipliklerden yapılan kumaşlardaki kılcal ıslanma hızı da ince ipliklerden yapılan kumaşlara göre daha fazladır [32].



**Şekil 2.26:** Ring ve Kompakt İpliklerden Üretilmiş Kumaşların Dikey Kılcal İslanmaları [32]

Ağartma işlemi kumaştaki gözenek boyutlarını etkilemeden yüzey ıslanma kabiliyetinde ve su tutma özelliğinde artışı sağlar. Alkali muamelesi ve ağartma işlemleri, pamuğun enzimatik yıkaması tekstil materyalinin ıslanma ve kılcal ıslanma özelliklerini artırır. Ardışık yıkamalar, temas açısını düşürerek ve gözenek hacmini artırarak pamuğun kılcal ıslanma hızını artırır [32].

Kıssa ıslanmanın ve kılcal ıslanmanın temel ilkelerini gözden geçirmiş ve kılcal ıslanma prosesini dört kategoriye ayırmıştır: kapiler nüfuz; eş zamanlı olarak kapiler nüfuz ve liflerin emişi; kapiler nüfuz ve lif yüzeyindeki yüzey aktif maddenin emişi; ve eş zamanlı kapiler nüfuz, lifler tarafından emiş ve lif yüzeyindeki yüzey aktif maddenin emişi [36].

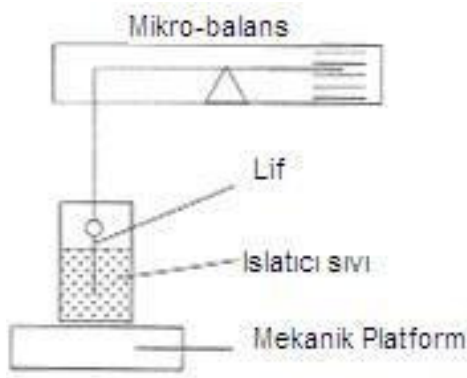
Zhuang ve arkadaşları açık hava aktivitelerinde iç giyim için kullanılan örme kumaşlardaki transfer kılcal ıslanma mekanizması hakkında bir çalışma yapmışlar ve kumaş yüzeyine uygulanan dış basıncın ve ıslak yüzeydeki başlangıçta tutulan su miktarının örme kumaşlardaki transfer kılcal ıslanmayı etkileyen iki temel dış faktör olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda en fazla sıvı transferinin ıslak ve kuru kumaşların birbirlerine yüz yüze temas ettiklerinde gerçekleştiğini

görmüşlerdir. İki kumaşın da arka yüzeylerinin temas ettiği durumda sıvı transferinin gerçekleşmediğini gözlemişlerdir [37].

Crow ve Osczevski aktif giyimde kullanılan çeşitli örme ve dokuma kumaşlar üzerinde transfer ıslanma konusunda çalışmalar yapmışlar ve bir yüzeyden diğerine kılcal ıslanması gerçekleşen su miktarının gözenek boyutlarıyla ve yoğunluğuyla ilgili olduğunu gözlemişlerdir [38].

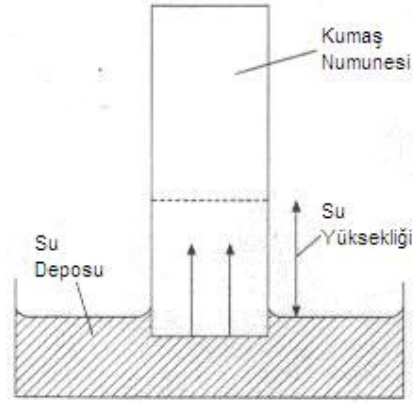
#### 2.5.1.4 Lifli Materyallerin ıslanma ve Kılcal ıslanma Davranışlarının İncelenme Teknikleri

ıslanma karakterinin ölçümü için bir metod tek filamanın ara yüzeysel adezyon geriliminin ölçüldüğü Wilhelmy metodudur. Şekil 2.27’de görüldüğü gibi bu metoda mekanik platformun hareketiyle sonuçları kaydeden bir elektro-mikro balans kullanılmıştır [33].



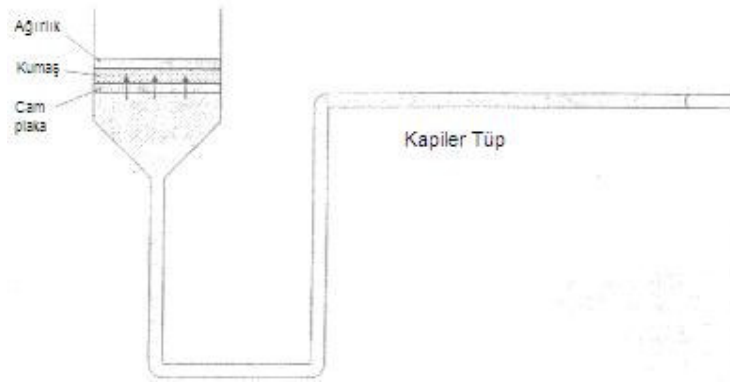
Şekil 2.27: Sıvı ve Lif Arasındaki Ara Yüzeysel Gerilimi Ölçmek İçin Wilhelmy Metodu [33]

Şerit test metodunda Şekil 2.28’de görüldüğü gibi bir kumaş şeridi bir ucundan dikey olarak saf suya batırılmıştır. Belirli bir zamandaki şeritteki ıslaklığın yüksekliği ölçülerek kılcal ıslanma kabiliyeti konusunda direkt bir sonuca varılabilir [35].



**Şekil 2.28:** Dikey Kılcal Islanma Testi (Şerit Testi) [35]

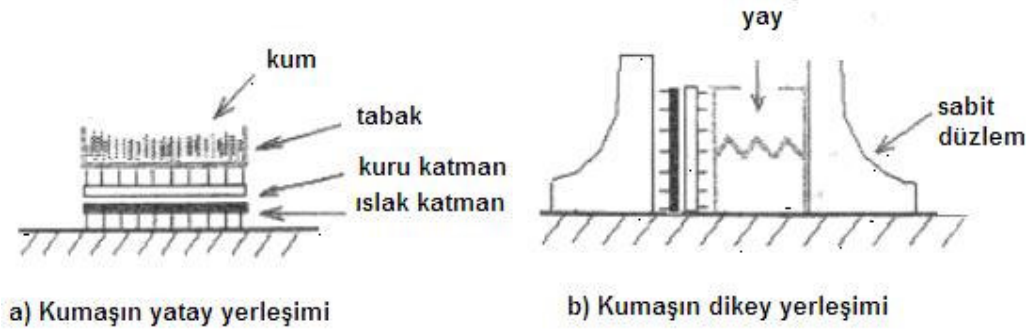
Yanal kılcal ıslanmanın ölçülmesi için levha testi uygulanır. Bu test metodunda Şekil 2.29'da görüldüğü gibi su kaynağı tarafından nemli tutulan sinterlenmiş bir yatay cam levha, bunun üstüne yerleştirilmiş kumaş ve baskı basıncını sağlayan bir ağırlık kullanılmaktadır. Su seviyesi suyun sürekli cam levhanın tam olarak üzerinde olabilmesi için ayarlanabilecek şekilde yapılmıştır. Kumaş numunesinin kılcal emiş gücü, kumaşın cam levhadan suyu çekiş hızıyla ölçülür [35].



**Şekil 2.29:** Levha Testi [35]

Zhuang ve arkadaşları, transfer ıslanmanın ölçülmesi konusunda standart bir metod olmadığı için Şekil 2.30'da görüldüğü gibi kendi test düzeneklerini kurmuşlardır. Bu düzeneklerde numuneler yatay ve dikey olarak yerleştirilmişlerdir. Kumaşın yatay olarak yerleştirildiği düzenekte, alta ıslak kumaş, onun üstüne kuru kumaş, onun da üstüne dış basıncı sağlamak için 74,5 mm çapında bir tabak ve tabağın içine kum konulmuştur. Kumaşın dikey olarak yerleştirildiği düzenekte ise sabit iki duvar

arasına önce ıslak kumaş, ardından kuru kumaş ve son olarak da basıncı sağlayacak olan yay yerleştirilmiştir [37].



**Şekil 2.30:** Transfer Islanma Test Düzenekleri [37]

Transfer ıslanma oranı Denklem 2.2 ile hesaplanabilir:

$$R = \frac{C - C_r}{C_0 - C_r} \quad (2.2)$$

Bu denklemde R ıslak kumaş için transfer oranını,  $C_0$  ve  $C$  başlangıçtaki ve herhangi bir zamandaki su konsantrasyonunu,  $C_r$  ise laboratuarda kondüsyonlanmış kumaşın denge halindeki konsantrasyonunu vermektedir. Başlangıçta kuru olan kumaşın transfer ıslanma oranı  $(1-R)$  şeklinde ifade edilir ve bu değer 0 ile 0,5 arasında olmalıdır [39].

### 2.5.2 Kuruma

Kurumanın, tekstil ürünlerinin konforunun değerlendirilmesinde büyük bir önemi vardır. Daha hızlı kuruma demek, kumaştaki ıslaklık sebebiyle insana rahatsızlık hissi veren durumun daha çabuk sona ermesi demektir. Giysi çok ıslak olduğunda, insan vücudundan giysiye doğru olan ısı akımı çok daha büyük olabilir çünkü su giysinın ısıl izolasyonunu düşürür. Bu da çok fazla rahatsızlık verici üşüme ve tehlikeli derecede vücut ısısının normalin altına düşmesine sebep olabilir [38].

Coplan yaptığı çalışmada yün, sentetik lifler ve karışımlarının rutubet ilişkilerini incelemiştir. Bu çalışmaya göre kuruma hızı, kumaşın başlangıçta sahip olduğu sıvı su miktarına ve buharlaşma alanına bağlıdır. Ayrıca lifler tarafından emilen suyun

sıvı şeklinde kumaştaki boşluklarda tutulması gerektiğini ve bu boşlukların lif hacminden daha fazla olduğunu belirtmiştir [40].

Crow and Osczevski çalışmalarında su ve çeşitli örme ve dokuma kumaşlar arasındaki etkileşimi incelemiştir. Pamuk, polyester, yün, akrilik, naylon, pamuk-polyester, polipropilen ve poliüretan-naylon liflerinden yapılan kumaşlar kullanılmıştır. Onlar da çalışmanın sonucunda lif tipinden bağımsız olarak kuruma hızının kumaşın aldığı sıvı miktarıyla alakalı olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca suyun buharlaşabileceği kumaş yüzeyi arttıkça kurumanın hızlandığını da gözlemlemiştir [38].

### **2.5.3 Su Buharı Geçişi**

Su buharı geçiş hızı, birim zamanda vücuttaki birim alandan belirli bir paralel yüzeye, belirli sıcaklık ve rutubet koşullarındaki düzenli su buharı akışı olarak tanımlanabilir [41].

İnsan vücudunun günlük aktiviteleri sırasında kendi kendine yaptığı termofizyolojik düzenlemeler sonucu derideki gözeneklerden ter ve su buharı çıkar. Terleyen vücut ve çevre arasındaki buhar basıncı, su buharı moleküllerinin giysiden çevreleyen ortamdaki düşük basınçlı bölgeye doğru ilerlerler. Su buharı kumaştan çeşitli yollarla transfer edilir: kumaştaki boşluklardaki havadan difüzyon, liflerden difüzyon ve emilen su moleküllerinin lif yüzeylerinden transferi [34].

#### **2.5.3.1 Kararlı Durumda Su Buharı Geçişi**

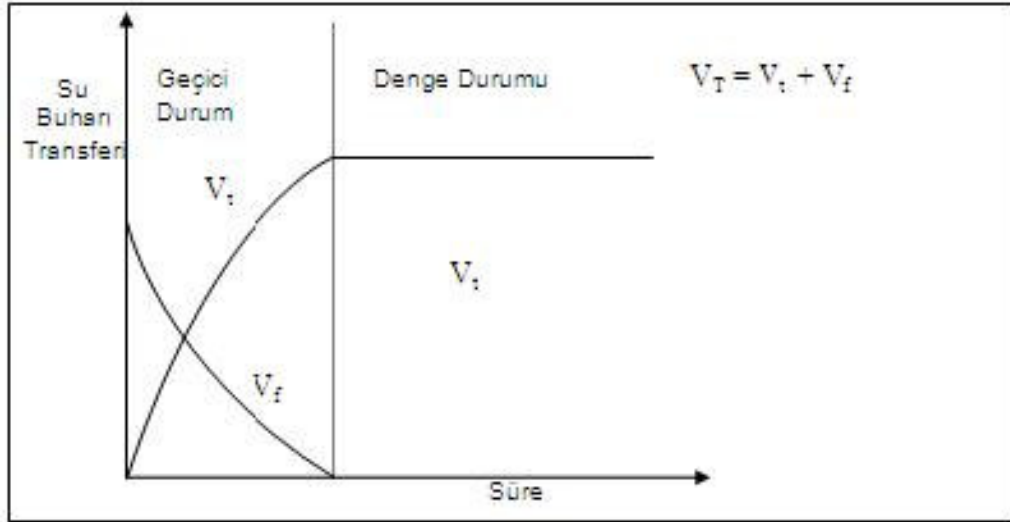
Kararlı durumda su buharı nakli difüzyon yoluyla gerçekleşir. Kararlı durumdaki kumaşın su buharı direnci, özellikle kumaş kalınlığı ve gözenekliliği olmak üzere kumaş geometrisine bağlıdır. Kumaş kalınlığı, su moleküllerinin kumaştan difüzyonu sırasında kat ettikleri yolu etkilediği için önemlidir. Kalın kumaşlar ince kumaşlara göre su buharı transferine daha fazla direnç gösterirler [34].

Long, çift tabaka atkılı örme kumaşların su transferi özelliklerini incelemiştir. Kumaşlarda lif kompozisyonu olarak %100 pamuk, pamuk-polipropilen, pamuk-polyester, pamuk-poliakrilonitril, yün-poliakrilonitril-polyamid-polipropilen ve yün-poliakrilonitril-polyamid-polyester karışımlarını kullanmıştır. Çalışmasının sonucunda kumaşta kullanılan liflerin hidrofobik ya da hidrofilik olmasının su buharı geçirgenliğinde önemli bir etkide bulunmadığını açıklamıştır. Ayrıca diğer koşullar

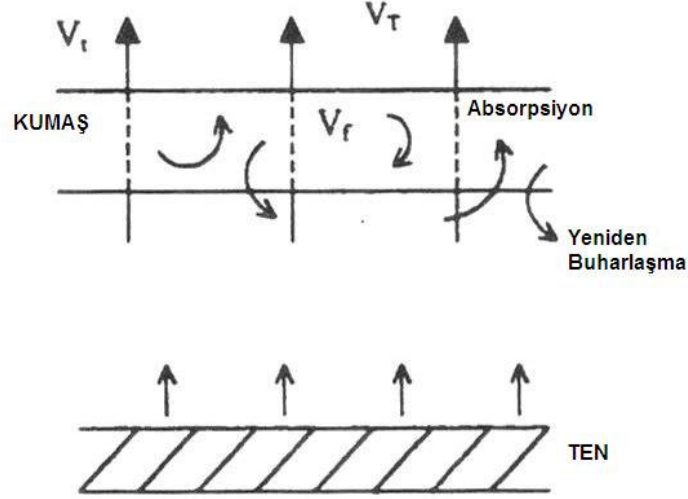
sabit olmak şartıyla aynı gruptaki kumaşlardan yoğunluğu büyük olanın su buharı geçirgenliğinin düşük olduğunu ve yüksek ilmek yoğunluğuna sahip kumaşın su buharı geçirgenliğinin daha düşük olduğunu gözlemlemiştir [42].

### 2.5.3.2 Kararsız Koşullarda Su Buharı Geçişi

Araştırmacılar giyim konforunu etkileyen su buharı geçirgenliğinde, kararlı durumlar için yapılan ölçümlerin dinamik giyim koşullarında yeterli olmadığını belirtmişlerdir. Kararsız durumlarda Şekil 2.31’de görüldüğü gibi deri ve kumaş arasındaki buhar basıncı artar ve dengeye ulaşır. Kararsız durumlarda deriden gerçekleşen toplam su buharı geçişi ( $V_T$ ), su moleküllerinin kumaştaki hava boşlukları tarafından difüzyonu ya da transferi ( $V_i$ ) ve lifler tarafından emilen nemin ( $V_f$ ) toplamıdır. Şekil 2.31’de ve Şekil 2.32’de kararsızlık ve denge durumları ve kumaştan su buharı geçişi gösterilmektedir [34].



Şekil 2.31: Kararsız ve Denge Durumlarında Su Buharı Geçişi [34]



**şekil 2.32:** Kumaşta Su Buharı Transferi [34]

Fukzawa tekstil materyallerinin su buharı geçişine gsterdikleri direnci ölçmek için bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada sıcaklık ve basıncın etkisini ölçmek için yüksek yerlerdeki su buharı naklini incelemiştir. Çalışmasında sıcaklığın su buharına dirençte sıcaklığın az etkili, basıncın ise fazla etkili olduğunu görmüştür. Yükselti arttıka su buharı direnci düşmektedir. Su buharı direncinin azalması, kıyafetlerde kişiye rahatsızlık veren sıvılaşmaya (buğulaşma) sebep olmaktadır. Aynı şekilde basınç azaldıkça tekstil materyalinin su buharı direnci azalmaktadır [43].

#### 2.5.4 Nem Kazanımı

Bir lif numunesinin sahip olduğu nemle ilgili iki kavramdan bahsetmek mümkündür. Bunlardan biri nem kazanımı, diğeri ise nem içeriğidir.  $M_0$ , numunenin 20 °C sıcaklık ve %65 rutubete sahip bir ortamda kondüsyonlanmış ağırlığı ve  $M$ , fırında kurutulduktan sonraki ağırlığı olmak üzere nem kazanımı Denklem 2.3 ile; nem içeriği ise Denklem 2.4 ile gsterilmiştir [35]:

$$\% \text{ Nem Kazanımı} = \frac{M_0 - M}{M} \cdot 100 \quad (2.3)$$

$$\% \text{ Nem İçeriği} = \frac{M_0 - M}{M_0} \cdot 100 \quad (2.4)$$



### 2.5.5 Su Emişi

Su emişinin iki boyutu vardır. Bunlardan birincisi zamandan bağımsız olarak emilebilecek su miktarıdır; diğeri ise su emişinin hızıdır. Değişik su emiş oranlarına sahip kumaşların emdikleri toplam su miktarı aynı olabilir, bunun yanında aynı kumaş yapısına sahip farklı kumaşların emdikleri toplam su miktarları aynı olmak zorunda değildir [35].

Su emiş yüzdesi Denklem 2.5 ile gösterilebilir:

$$\% \text{ Su Emiş} = \frac{\text{Emilen Su Kütlesi}}{\text{Orjinal Kütle}} \cdot 100 \quad (2.5)$$

Crow and Osczevski yaptıkları çalışmalarında su ve çeşitli kumaşlar arasındaki etkileşimi incelemişlerdir. Bu çalışmada emilen su miktarının kumaş kalınlığıyla ve su miktarıyla sıkı bir ilişkide olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca bir kattan diğere kılcal bir şekilde geçen suyun miktarının gözenek boyutuna ve gözenek hacmine bağlı olduğunu belirtmişlerdir [38].

### 3. DENEYSEL ÇALIŞMA

Örme kumaşlarda sıkça kullanılan pamuk, bambu ve lyocell lifleri seçilmiştir. Kullanılan lif tipinin örme kumaş özelliklerine etkisini incelemek amacıyla, her bir lif tipinden aynı numarada üretilen iplikler kullanılmış ve bu ipliklerden aynı örme makinesinde üçer farklı gramajda lacoste kumaşlar oluşturulmuştur.

#### 3.1 Malzeme

Yapılacak deneylerde kumaşların konfor ve fiziksel özelliklerine elyaf cinsinin etkileri inceleneceğinden ipliklerde söz konusu lifin % 100 hali kullanılmıştır. İplik üretiminde kullanılan bambu lifi 1,56 dtex, 38 mm ve lyocell lifi de 1,3 dtex, 38 mm olup, ayrıca iplikler birbirine yakın büküm değerlerinde üretilmiştir. Aynı şartlarda üretilibilmeleri için tüm iplikler aynı anda aynı makine üzerinde üretilmiş olup, Suessen ring iplik makinesinde üretim gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmada kullanılan iplik özellikleri Tablo 3.1’de verilmektedir.

**Tablo 3.1:** Üretilen İpliklerin Teknik Verileri ve Kalite Değerleri

İplik Cinsi	Büküm T/m	Fiili Ne	Ne %cv	Düzensüzlük		İnce Yer (%50)	Kalın Yer (%50)	Neps (%200)	Tüyl. (h)	Elast. (%E)	Mukavemet	
				%Cvm	%U						cN/tex	%cv
Penye Triko	765	29,7	0,9	12,1	9,6	1	10	15	4,3	4,7	15,9	7,2
Bambu Triko	775	28,8	1,0	12,7	10,0	2	22	33	4,0	15,5	16,2	8,1
Tencel Triko	755	29,4	1,1	11,3	9,0	0	21	38	4,6	7,7	25,6	7,9

Üretilen kumaşların makine özellikleri Tablo 3.2’de verilmektedir.

**Tablo 3.2:** Kumaşların Örüldüğü Makineye Ait Teknik Veriler

<b>Markası</b>	Mayer&Cie
<b>Modeli</b>	Relanit 1,6
<b>Yılı</b>	1997
<b>Pus</b>	30
<b>Fayn</b>	28
<b>İğne Sayısı</b>	2640
<b>Rpm</b>	22
<b>Sistem</b>	48

Lacoste kumaşın ilmek notasyonu “1” ilmeği, “2” askıyı vermek üzere Şekil 3.1 ile gösterilmiştir.

1 2 2 1 1 1  
1 1 1 1 2 2  
1 2 2 1 1 1  
1 1 1 1 2 2

**Şekil 3.1:** Lacoste Kumaşın İlmek Notasyonu

Ham kumaşa ait parametreler Tablo 3.3’de verilmiştir.

**Tablo 3.3:** Kumaşlara Ait Teknik Veriler

<b>Kumaş Kodu</b>	<b>Gramaj (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Sıra Sıklığı (1/cm)</b>	<b>May Sıklığı (1/cm)</b>	<b>İlmek Yoğunluğu (1/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>İlmek İplik Uzunluğu (mm/50 ilmek)</b>
<b>P1</b>	166,4	11	11	121	132
<b>P2</b>	150,4	9	10	90	144
<b>P3</b>	139,7	9	10	90	154
<b>B1</b>	173,5	11	11	121	131
<b>B2</b>	145,5	9	11	99	143
<b>B3</b>	139,2	9	10	90	155
<b>T1</b>	171,7	11	11	121	132
<b>T2</b>	153,3	10	10	100	144
<b>T3</b>	139,4	9	10	90	153

Kumaş kodlarında “P” pamuğu, “B” bambuyu, “T” de Tencel’i temsil etmektedir. Kodlardaki rakamlarda “1” sıkı, “2” orta, “3” ise gevşek kumaş yapısına ait rakamlardır.

Örülen kumaşların bir kısmı ham testler için ayrılıp geriye kalan kısmı aynı şartlarda boyama işlemine tabi tutulmuştur.

Ham ve boyalı kumaşlara yapılan testler, kumaşların hem yıkama öncesi haliyle hem de yıkama sonrası haline uygulanmıştır. Yıkama işlemi ev tipi çamaşır makinesinde, 60 °C sıcaklık ve B yıkama programıyla yapılmıştır. Yıkama işleminde ev tipi deterjan kullanılmıştır. Yıkanan kumaşlar 5 kg kapasiteli tamburlu kurutucuda 2 saat boyunca kurutulmuştur.

### **3.2 Metod**

Kumaş numunelerine yapılacak testler iki ana başlık altında toplanmıştır:

- Fiziksel ve Boyutsal Performans Testleri:  
Gramaj, kalınlık, patlama mukavemeti, boncuklaşma, aşınma dayanımı, boyutsal değişim, may dönmesi,
- Nem Konfor Özellikleri Testleri:  
Transfer ıslanma, kılcal ıslanma, nem kazanımı, kuruma hızı, su buharı geçirgenliği.

### **3.3 Fiziksel ve Boyutsal Performans Testleri**

#### **3.3.1 Gramaj Tespiti**

TS251 [44] standardı baz alınarak, gramaj alma aletiyle kumaş numunelerinin 100 cm<sup>2</sup> lik dairesel bir alanda kesilip hassas terazide tartılmasıyla, kumaşın g/m<sup>2</sup> olarak gramaj değerleri elde edilmiştir.

#### **3.3.2 Kalınlık Tespiti**

BS 2544 [45] standardı baz alınarak, kumaş kalınlıklarının tespitinde James H. Heal marka kalınlık ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ölçümler için makina basıncı 10 g/cm<sup>2</sup> olarak ayarlanmıştır. Her bir grup için 5 ölçüm yapılmış ve bunların ortalama değeri kumaşın kalınlığı olarak kaydedilmiştir.

### **3.3.3 Patlama Mukavemeti Testi**

TS393 [46] standardına göre yapılan testlerde kumaş numuneleri 33 mm lik çapa sahip bir diyafram üzerine yerleştirilmiş ve 5 kg/cm<sup>2</sup> lik bir basınç altında sıkıştırılmıştır. Diyafram şişirmeye başlanarak kumaş patlatılmaya zorlanmıştır. Kumaşların patladığı andaki ekrandaki basınç değeri kumaşların patlama mukavemeti olarak kaydedilmiştir.

### **3.3.4 Boncuklaşma Testi**

Boncuklaşma testi için ISO 12945-1 [47] standardı esas alınarak ICI Boncuklaşma test cihazı kullanılmıştır. Numuneler 12.5x12.5 cm ebadında kesilip bir tüp formu oluşturacak şekilde katlanarak dikilmiştir. Dikilen her numune bir poliüretan tüpe geçirilerek iki ucundan sıkıca tüpe bantlanmıştır. Her gurptan 3 er tane hazırlanan numuneler cihaz üzerinde bulunan iç yüzeyi mantar kaplı dört kutuya her kutuda aynı cins numune olacak şekilde yerleştirilmiştir. Örme kumaşlar için belirtilen devirde (7000 tur) kutular döndürüldükten sonra tüplerden çıkarılan numunler ışık kabini içinde 45° lik açıyla yerleştirilmiş platform üzerine konarak standard boncuklaşma tablosuna göre değerlendirilmiştir. Sonuçlar 1 en kötü 5 en iyi olmak üzere 1 ile 5 arasında değerlendirilmiştir.

### **3.3.5 Aşınma Dayanımı Testi**

Test, ISO 12947-2 [48] standardı esas alınarak ve Martindale aşınma test cihazında yapılmıştır. Kesme aparatıyla 38 mm çapında hazırlanan numuneler 9 Pa lık basınç altında 20.000 tur aşınmaya maruz bırakılmıştır. 20.000 turdan sonra ağırlıkları ölçülen numunelerin başlangıç ağırlıklarına göre kaybettikleri kütleleri hesaplanarak aşınma değerlendirmesi yapılmıştır.

### **3.3.6 Boyutsal Değişim Testi**

Numunelerin boyutsal değişimi, TS 392 [49] standardına göre yapılmıştır. Numuneler tüp formuna getirilerek boyutsal değişim cetveliyle enden ve boydan işaretlenmiş ve Vaskatörde 15A nolu programda yıkandıktan sonra kurutucuda kurutulmuştur. Kuruyan numuneler işaretli yerlerinden boyutsal değişim cetveliyle ölçülerek değerler kaydedilmiştir.

### 3.3.7 May Dönmesi Testi

Numunelerin may dönmesi AATCC 179 [50] standardına göre yapılmıştır. Boyutsal değişim için hazırlanan numuneler ayrıca may dönmesi cetveli ile de işaretlenmiş yıkama sonrası kurutucuda kurutulan numuneler yine cetvel kullanarak ölçülmüş ve % olarak kaydedilmiştir.

## 3.4 Nem Konfor Özellikleri Testleri

### 3.4.1 Transfer Kılcal Islanma Testi

Transfer ıslanma testi için, Zhuang ve arkadaşlarının [37] kullandıkları test yöntemi esas alınmıştır. Bunun için 7.45 cm çapında dairesel numuneler hazırlanmıştır. Aynı kumaştan kesilen iki parçadan biri ıslatıp fazla suyu kurutma kağıdıyla alındıktan sonra yaş tabaka olarak ön yüzü üstte kalacak şekilde zemine yerleştirilmiştir. Kuru kalan kumaş da yine önyüzü üstte kalacak şekilde yaş tabakanın üzerine konulduktan sonra en üste sabit bir basınç sağlaması açısından bir ağırlık konmuştur. Kullanılan ağırlık, Zhuang' ın [37] çalışmasında belirttiği optimum aralık içinde bulunan 15,6 kg/m<sup>2</sup> lık bir ağırlık seçilmiştir. 5, 10, 15, 20, 25, 30. dakikalarda olmak üzere toplam 8 ölçüm kaydedilmiştir.

Numune için ıslanma oranını (1-R) bulurken, Denklem 3.1'den yararlanır.

$$\text{Islanma oranı ( 1-R )}; \quad R = \frac{C_1 - C_0}{C_r - C_0} \quad (3.1)$$

C<sub>1</sub>: Kuru kumaşın transferden sonraki her bir ağırlığı

C<sub>0</sub>: Islanan kumaşın ıslanmadan önceki ilk ağırlığı

C<sub>r</sub>: Islanan kumaşın ıslandıktan sonraki ilk ağırlığı

### 3.4.2 Dikey Kılcal Islanma Testi

Testler DIN 53924 [51] nolu standarda göre göre yapılmıştır. Numuneler 25 x 100mm ebatlarında şeritler halinde kumaşın boyu yönünde olmak üzere 3 er tane hazırlanmıştır. Kumaşların üzerine ölçüm kolaylığı için mesafeler işaretlenmiştir. İçine saf su konmuş bir kabın üstünde numuneler suya 3 mm dalacak şekilde sabitlenmiştir. 30. saniyede ve 1.-5. dakikalarda suyun kumaş üzerinde yükseldiği noktalar okunarak 5 dakika sonunda suyun yükselme mesafesi tespit edilmiştir.

### 3.4.3 Nem Kazanımı Tespiti

Nem kazanımı hesaplayabilmek için kumaşın kuru ağırlığının tespiti gerekmektedir. Bunun için ASTM D2654 [52] standardı esas alınmıştır. Kondisyonlanmış numuneler ilk ağırlıkları tespit edildikten sonra 105 °C ye ısıtılmış etüve konmuştur. Aralıklarla kuruyan numunenin ağırlığı ölçülüp üst üste 3 ölçümden de aynı sonuç alındığında test durdurulup bulunan değer kuru ağırlık (D) olarak kaydedilmiştir. Kurutulan numuneler standart şartlarda (22 °C, %65 RH) bekletilerek birer saat aralıkla ağırlık ölçümü yapılmıştır. Ölçülen 3 değer aynı olduğu durumda ölçüm durdurulup son değer nemli ağırlık (M) olarak kaydedilmiştir. Nem kazanımı ve nem içeriği denklem 3.2 ve 3.3 de gösterilmiştir.

$$\text{Nem kazanımı: } R = \frac{M - D}{D} \times 100 \quad \text{formülüyle hesaplanmıştır} \quad (3.2)$$

$$\text{Ayrıca nem içeriği: } C = \frac{M - D}{M} \times 100 \quad \text{formülüyle hesaplanmıştır} \quad (3.3)$$

### 3.4.4 Kuruma Testi

Bu test için Fourt ve arkadaşlarının [53] yaptığı çalışmalar baz alınmıştır. 8x16 cm ebadında kesilen numunelerin ağırlıkları tespit edilmiştir. Daha sonra saf su içinde yarım saat bekletilerek tamamen ıslanması ve üzerinde hiç hava kabarcığı kalmaması sağlanmıştır. Sudan çıkarılan numunelerin fazla suyu hafifçe sıkılarak kalan suyun uzaklaştırılması için numunelerin her iki yüzü 1 er dakika kurutma kağıdı üzerinde bekletilmiştir. Fazla suyu alınan kumaşlar, ıslak ağırlığı tespit edildikten sonra, kurumaları için, standart atmosfer şartlarında kurutma telleri üzerine serilmiştir. Saatte bir alınan ağırlık ölçümleri yardımıyla kumaştaki fazla nem miktarının oranı tespit edilmiştir. Kumaşlar, %5'lik fazla nem seviyesinde kuru olarak kabul edilmiş ve bu seviyeye karşılık gelen zaman kumaşın kuruma süresi olarak kaydedilmiştir.

### 3.4.5 Su Buharı Geçirgenliği Testi

Su buharı geçirgenliği için ASTM E96-00 [41] yöntemi esas alınarak test düzeneği kurulmuştur. Buna göre 20 mm derinliğindeki dairesel petri kaplarına 85±5 g olacak şekilde eşit miktarda 23 °C deki saf su konduktan sonra kabın üstü test alanı haricinde hava alamayacak şekilde test yapılacak numune ile kapatılmıştır. Prosedüre uygun olarak su ile kumaş arasında 16 mm boşluk bırakılmıştır. Hazırlanan kaplar 22

°C, %65 RH atmosfer şartlarında bir gün süreyle beklemeye alınmıştır. Su buharı transfer hızını tespit edebilmek için saatte bir ölçüm alınmıştır. 24 saat sonundaki ağırlık ölçümü alınarak, kaptaki suyun azalma miktarının tespit edilmesiyle, su buharı geçirgenliği formüle uygun olarak  $g/m^2 \cdot 24sa$  olarak hesaplanmıştır.



#### 4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

Bu bölümde, yapılan testler sonucu elde edilen veriler tablolar ve şekiller halinde ayrı başlıklar altında verilecektir. Daha sonra bu tablolardan ve şekillerden yardımıyla her konu hakkında sonuçlar yorumlanmaya çalışılacaktır. Bu yorumlar ve tespitler sonucu kumaşların çeşitli fiziksel, boyutsal ve konfor davranışları hakkında bilgi sahibi olunacaktır.

Tablo 4.1’de tüm kumaşlara ait bazı kumaş parametreleri verilmektedir.

**Tablo 4.1:** Kumaşlara Ait Bazı Fiziksel Parametreler

	Kumaş Gramajı (g/m <sup>2</sup> )	Kumaş Kalınlığı (mm)	Kumaş Yoğunluğu (g/cm <sup>3</sup> )	İlmek Yoğunluğu (1/cm <sup>2</sup> )	İlmek Uzunluğu (mm/ilmek)
<b>HAM KUMAŞ</b>					
P1	166,4	0,82	0,202	121	2,64
P2	150,4	0,87	0,174	90	2,88
P3	139,7	0,85	0,164	90	3,08
B1	173,5	0,85	0,205	121	2,62
B2	145,5	0,80	0,181	99	2,86
B3	139,2	0,88	0,159	90	3,1
T1	171,7	0,87	0,197	121	2,64
T2	153,3	0,92	0,166	100	2,88
T3	139,4	0,91	0,153	90	3,06
<b>YIKANMIŞ HAM KUMAŞ</b>					
P1	248,2	1,15	0,216	90	2,64
P2	227	1,15	0,198	77	2,9
P3	212,6	1,18	0,181	68,25	3,08
B1	274,8	1,15	0,240	90	2,62
B2	240,7	1,14	0,211	77	2,8
B3	208,4	1,10	0,189	68,25	3,02
T1	241,8	1,11	0,218	90	2,6
T2	214	1,13	0,189	71,5	2,86
T3	193,3	1,08	0,178	60	3,08
<b>BOYALI KUMAŞ</b>					
P1	196,5	0,90	0,218	78	2,6
P2	172,7	0,85	0,204	71,5	2,86
P3	157,5	0,87	0,181	57,5	3,04
B1	211,9	0,88	0,242	81	2,54
B2	190,6	0,81	0,235	71,5	2,8
B3	176,6	0,78	0,225	65	3,02
T1	200,9	0,84	0,239	81	2,62
T2	172,7	0,83	0,207	65	2,86
T3	159	0,83	0,191	60	3,08

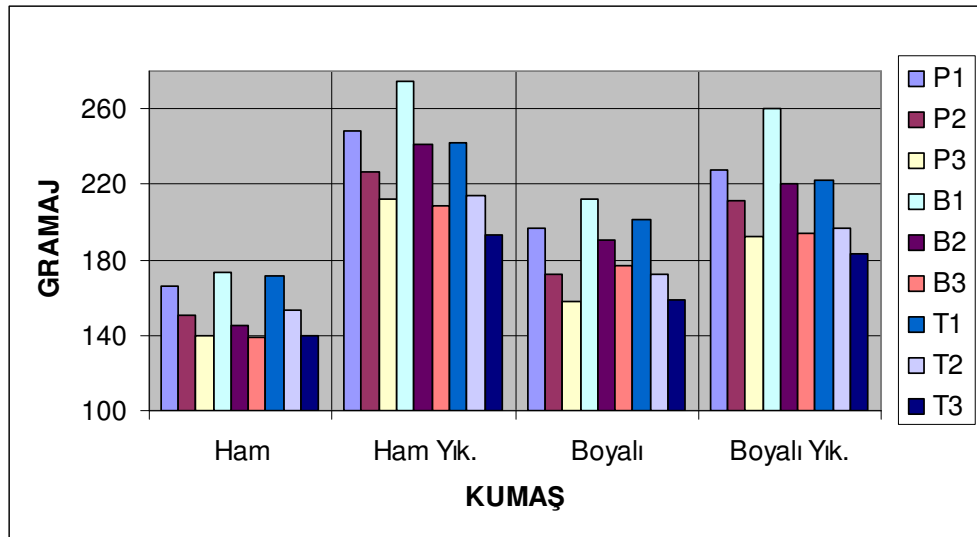
YIKANMIŞ BOYALI KUMAŞ					
P1	227,2	1,06	0,215	84	2,58
P2	211,7	1,09	0,195	71,5	2,84
P3	192	1,10	0,174	66	3,02
B1	260,2	1,03	0,253	97,5	2,58
B2	220,1	1,04	0,212	78	2,8
B3	194	0,91	0,212	66	3,04
T1	222	1,04	0,213	81,25	2,62
T2	196,9	1,02	0,192	69	2,86
T3	183,2	1,03	0,178	66	3,04

#### 4.1 Gramaj Testi Sonuçları

Numunelerin gramaj değerleri ve karşılaştırmaları  $g/m^2$  olarak Tablo 4.2 ve Şekil 4.1'de verilmektedir.

**Tablo 4.2:** Numunelerin Gramaj Değerleri ( $g/m^2$ )

	Ham	Ham Yık.	Boyalı	Boyalı Yık.	
P1	166,4	248,2	196,5	227,2	Pamuk
P2	150,4	227,0	172,7	211,7	
P3	139,7	212,6	157,5	192,0	
B1	173,5	274,8	211,9	260,2	Bambu
B2	145,5	240,7	190,6	220,1	
B3	139,2	208,4	176,6	194,0	
T1	171,7	241,8	200,9	222,0	Tencel
T2	153,3	214,0	172,7	196,9	
T3	139,4	193,3	159,0	183,2	



**Şekil 4.1:** Numunelerin Gramaj Değerlerinin Karşılaştırması

Kumaşların yıkanmış ve yıkanmamış halleri arasında gramajlarında gözle görülür bir değişim vardır. Bu değişimin sebebi yıkama sırasında kumaşta meydana gelen boyutsal değişimdir. Çekmenin çok olduğu kumaşlarda gramaj artışı daha fazla oranda olur. En düşük gramaj artışı lyocell kumaşlarda olmaktadır. Boyalı kumaşlardaki yıkanmış ve yıkanmamış kumaşlar arasındaki gramaj artış yüzdesi, ham durumdaki artış yüzdesinden daha düşüktür. Bu durum yüzdesel olarak Tablo 4.3’de görülmektedir. Bunun sebebi boyama sonrası kumaşın stabilitesindeki artış olabilir.

**Tablo 4.3:** Yıkanmış Kumaşlarda Yıkanmamış Hallerine Göre Gramaj Artış Yüzdesi

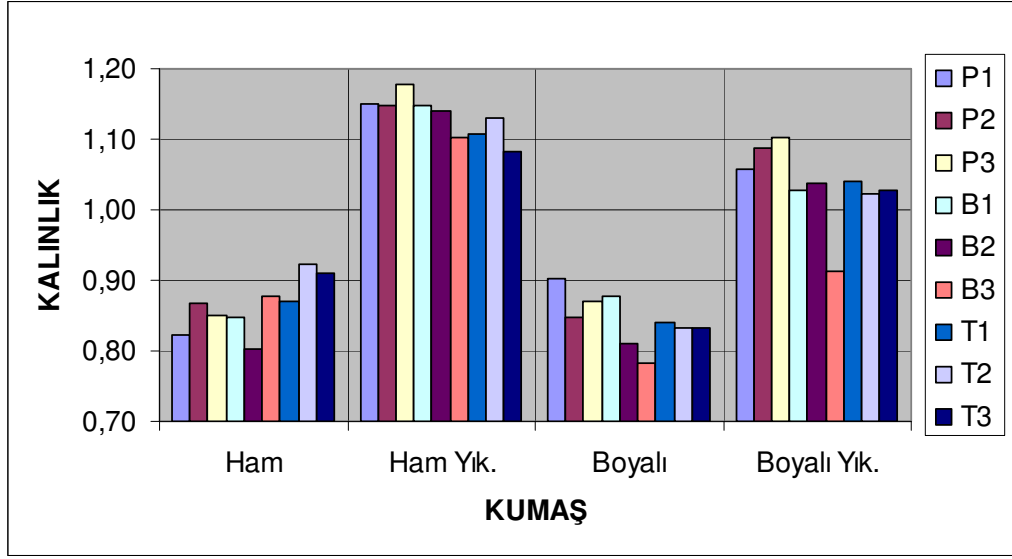
	HAM	BOYALI	
<b>P1</b>	49%	16%	<b>Pamuk</b>
<b>P2</b>	51%	23%	
<b>P3</b>	52%	22%	
<b>B1</b>	58%	23%	<b>Bambu</b>
<b>B2</b>	65%	15%	
<b>B3</b>	50%	10%	
<b>T1</b>	41%	11%	<b>Tencel</b>
<b>T2</b>	40%	14%	
<b>T3</b>	39%	15%	

#### 4.2 Kalınlık Testi Sonuçları

Numunelerin beş ölçüm sonundaki ortalama kalınlık değerleri ve karşılaştırmaları Tablo 4.4 ve Şekil 4.2’de verilmektedir.

**Tablo 4.4:** Numunelerin Kalınlık Değerleri (mm)

	Ham	Ham Yık.	Boyalı	Boyalı Yık.	
<b>P1</b>	0,82	1,15	0,90	1,06	<b>Pamuk</b>
<b>P2</b>	0,87	1,15	0,85	1,09	
<b>P3</b>	0,85	1,18	0,87	1,10	
<b>B1</b>	0,85	1,15	0,88	1,03	<b>Bambu</b>
<b>B2</b>	0,80	1,14	0,81	1,04	
<b>B3</b>	0,88	1,10	0,78	0,91	
<b>T1</b>	0,87	1,11	0,84	1,04	<b>Tencel</b>
<b>T2</b>	0,92	1,13	0,83	1,02	
<b>T3</b>	0,91	1,08	0,83	1,03	



**Şekil 4.2:** Numunelerin Kalınlık Değerlerinin Karşılaştırması

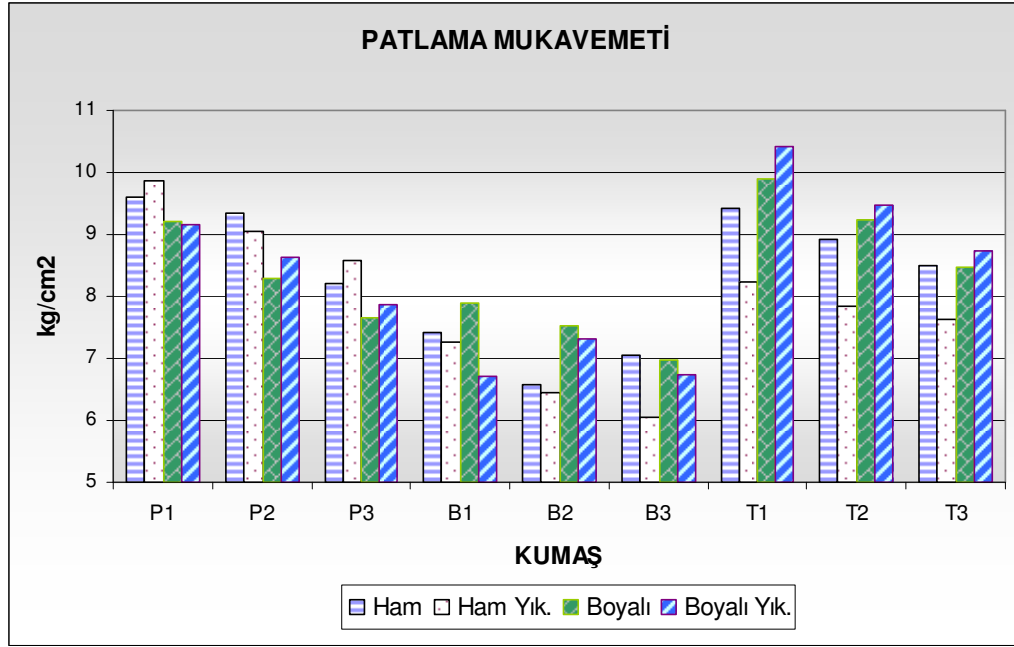
Gramaj testi sonuçlarında da gözlemlendiği gibi kalınlıklarda da yıkama sonrası bir artış gözlenmektedir. Bunun sebebi yine kumaşlarda yıkama sırasında meydana gelen boyutsal değişim olabilir.

#### 4.3 Patlama Mukavemeti Testi Sonuçları

Numunelerin beş ölçüm sonundaki ortalama patlama mukavemeti değerleri ve karşılaştırmaları Tablo 4.5 ve Şekil 4.3’de verilmektedir.

**Tablo 4.5:** Numunelerin Patlama Mukavemeti Değerleri (kg/cm<sup>2</sup>)

	Ham	Ham Yık.	Boyalı	Boyalı Yık.	
<b>P1</b>	9,62	9,87	9,20	9,15	<b>Pamuk</b>
<b>P2</b>	9,33	9,05	8,28	8,63	
<b>P3</b>	8,20	8,57	7,67	7,87	
<b>B1</b>	7,42	7,27	7,90	6,70	<b>Bambu</b>
<b>B2</b>	6,57	6,45	7,52	7,32	
<b>B3</b>	7,05	6,05	6,98	6,73	
<b>T1</b>	9,43	8,23	9,88	10,42	<b>Tencel</b>
<b>T2</b>	8,92	7,83	9,25	9,48	
<b>T3</b>	8,50	7,63	8,48	8,75	



**Şekil 4.3:** Numunelerin Patlama Mukavemeti Değerlerinin Karşılaştırması

Patlama testi sonucunda kumaş gramajı düştükçe patlama mukavemetinde de düşme olduğu gözlenmektedir. Aynı şekilde ilmek yoğunluğundaki azalma, patlama mukavemetinde düşüşe sebep olmaktadır.

Tüm kumaşlara toplam varyasyon analizi yapıldığında patlama mukavemeti ve kumaşın fiziksel parametreleri arasında 0,01 (çift yönlü) ya da 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde bir ilişki görülememektedir. Lif tiplerine göre kendi içlerinde analiz yapıldığında pamuklu kumaşlarda patlama mukavemeti ve gramaj arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde 0,999 olarak ölçülmektedir, yani gramajın artmasıyla patlama mukavemeti artmaktadır. Lyocell kumaşlarda ise patlama mukavemeti ve kumaş yoğunluğu arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde 0,999 olarak ölçülmekte, yani kumaş yoğunluğunun artmasıyla patlama mukavemeti artmaktadır.

Lif bazında incelendiğinde en yüksek patlama mukavemetine lyocell kumaşların, en düşük patlama mukavemetine ise bambu kumaşların sahip olduğu gözlenmektedir. Tablo 4.6'da ipliklerin mukavemet değerleri verilmektedir. İplik mukavemeti ve patlama mukavemetleri arasındaki ilişkiye baktığımızda en yüksek iplik mukavemetine sahip olan lyocell kumaşın en yüksek patlama mukavemetine sahip olduğu görülmektedir. Pamuk ve bambu ipliklerinin mukavemetlerinin hemen hemen

aynı olmasına rağmen pamuklu kumaşlardaki patlama mukavemetinin bambudan yüksek olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.6:** Pamuk, Bambu ve Lyocell İpliklerinin Mukavemet Değerleri (cN/tex)

	cN/tex	Rkm	%cv
<b>Pamuk</b>	15,9	16,2	7,2
<b>Bambu</b>	16,2	16,5	8,1
<b>Tencel</b>	25,6	26,1	7,9

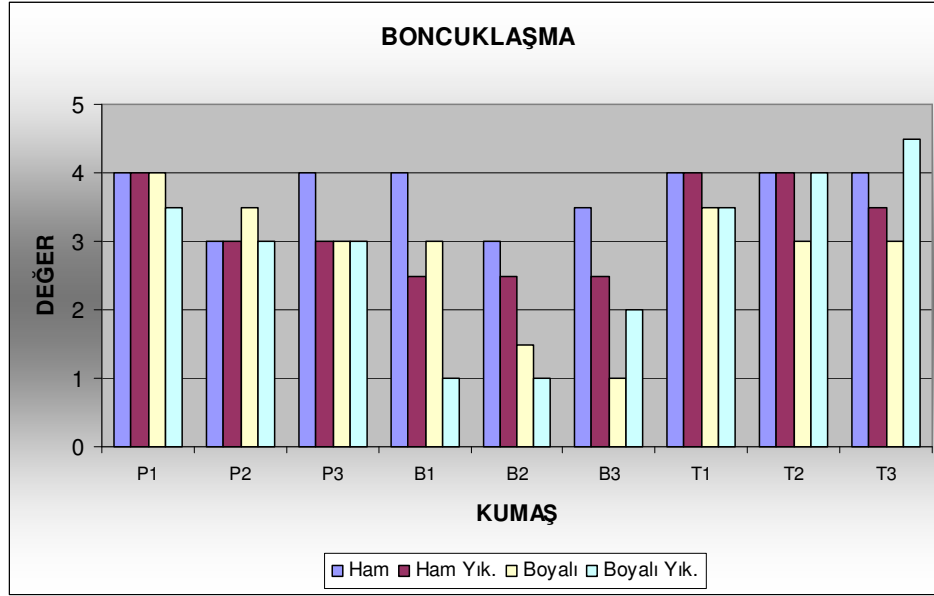
Yıkama öncesi ve sonrası değerler incelendiğinde lyocell ve pamuklu kumaşlarda patlama mukavemetinde artış görülürken, bambu kumaşlarda düşüş gözlenmektedir. Boyama sonrasında patlama mukavemetlerinde ise lyocell ve bambu kumaşlarda artış gözlenirken, pamuklu kumaşlarda düşüş gözlenmektedir.

#### 4.4 Boncuklaşma Testi Sonuçları

Numunelerin ICI boncuklaşma değerleri Tablo 4.7 ve Şekil 4.4'de verilmektedir.

**Tablo 4.7:** Numunelerin ICI Boncuklaşma Değerleri

	Ham	Ham Yık.	Boyalı	Boyalı Yık.	
<b>P1</b>	4	4	4	3-4	<b>Pamuk</b>
<b>P2</b>	3	3	3-4	3	
<b>P3</b>	4	3	3	3	
<b>B1</b>	4	2-3	3	1	<b>Bambu</b>
<b>B2</b>	3	2-3	1-2	1	
<b>B3</b>	3-4	2-3	1	2	
<b>T1</b>	4	4	3-4	3-4	<b>Tencel</b>
<b>T2</b>	4	4	3	4	
<b>T3</b>	4	3-4	3	4-5	



**Şekil 4.4:** Numunelerin ICI Boncuklaşma Değerlerinin Karşılaştırması

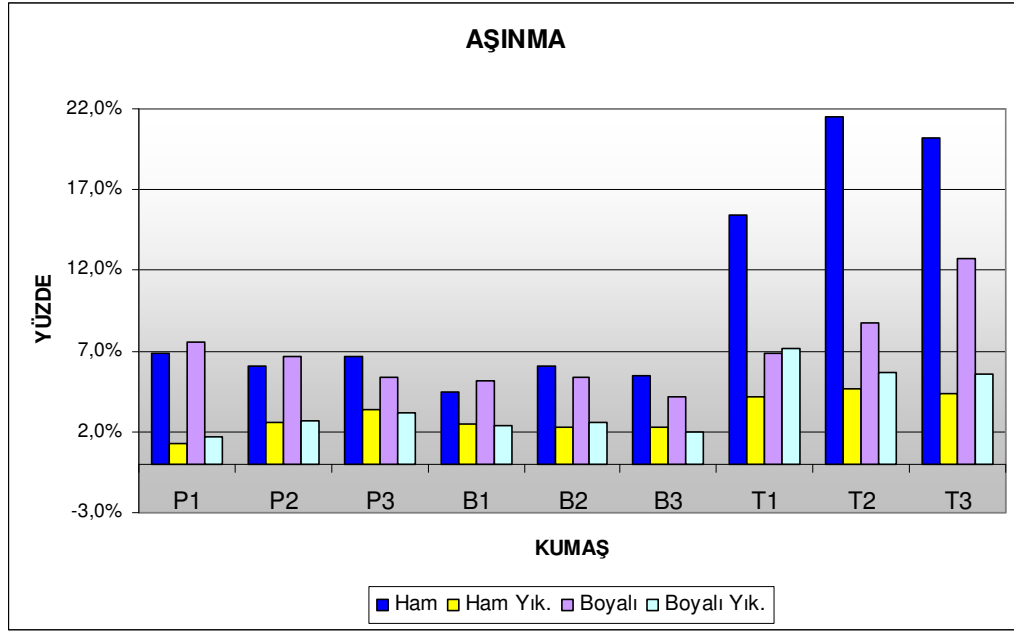
Boncuklaşma testi sonuçları incelendiğinde gramaj azaldıkça kumaşların daha fazla boncuklaştığı gözlenmektedir. Lif bazında incelendiğinde lyocell ve pamuklu kumaşların boncuklaşma değerlerinin birbirine yakın olduğu, bambu kumaşların ise bunlardan daha çok boncuklaştığı gözlenmektedir. Ayrıca yıkama sonrası kumaşların daha fazla boncuklaştığı da görülmektedir. Bunun sebebi yıkama sırasında meydana gelen sürtünme sonucu liflerin iplik ve kumaş yüzeyine çıkma eğilimi olabilir.

#### 4.5 Aşınma Dayanımı Testi Sonuçları

Martindale aşınma cihazındaki 20000 devir sonunda numunelerin örme yüzeyindeki yüzde aşınma değerleri Tablo 4.8 ve Şekil 4.5’de verilmektedir.

**Tablo 4.8:** Numunelerin Yüzeylerinin Aşınma Sonucu Yüzde Kütle Kaybı Değerleri

	Ham	Ham Yık.	Boyalı	Boyalı Yık.	
<b>P1</b>	6,8%	1,3%	7,6%	1,7%	<b>Pamuk</b>
<b>P2</b>	6,1%	2,5%	6,6%	2,7%	
<b>P3</b>	6,6%	3,4%	5,3%	3,2%	
<b>B1</b>	4,5%	2,4%	5,2%	2,4%	<b>Bambu</b>
<b>B2</b>	6,0%	2,3%	5,4%	2,6%	
<b>B3</b>	5,5%	2,3%	4,2%	2,0%	
<b>T1</b>	15,5%	4,1%	6,8%	7,1%	<b>Tencel</b>
<b>T2</b>	21,5%	4,6%	8,7%	5,6%	
<b>T3</b>	20,2%	4,4%	12,7%	5,6%	



**Şekil 4.5:** Numunelerin Yüzeylerinin Aşınması Sonucu Yüzde Kütle Kaybı Değerlerinin Karşılaştırılması

Aşınma testi sonuçları lif bazında incelendiğinde en çok aşınma lyocell kumaşlarda, en az aşınma ise Bambu kumaşlarda gözlenmektedir. Genel olarak yıkama sonrası aşınma miktarında düşüş gözlenmektedir. Lyocell kumaşlar dışında ham ve boyanmış kumaş arası aşınma değerlerinde önemli bir fark görülmemektedir. Lyocell kumaşlarda aşınmanın bu denli yüksek olmasında fibrilasyonun etkisi olabilir. Ancak fibrilasyonun tek başına bu miktarda bir aşınmaya sebep olması beklenemez.

Tüm kumaşlara toplam varyasyon analizi yapıldığında aşınma ve kumaşın fiziksel parametreleri arasında 0,01 (çift yönlü) ya da 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde bir ilişki görülememektedir. Lif tiplerine göre kendi içlerinde analiz yapıldığında pamuklu kumaşlarda aşınma ve ilmek yoğunluğu arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde -1,0 olarak ölçülmekte, yani ilmek yoğunluğunun artmasıyla aşınma miktarı azalmaktadır. Bambu ve lyocell kumaşlarda anlamlı bir korelasyon görülememektedir.

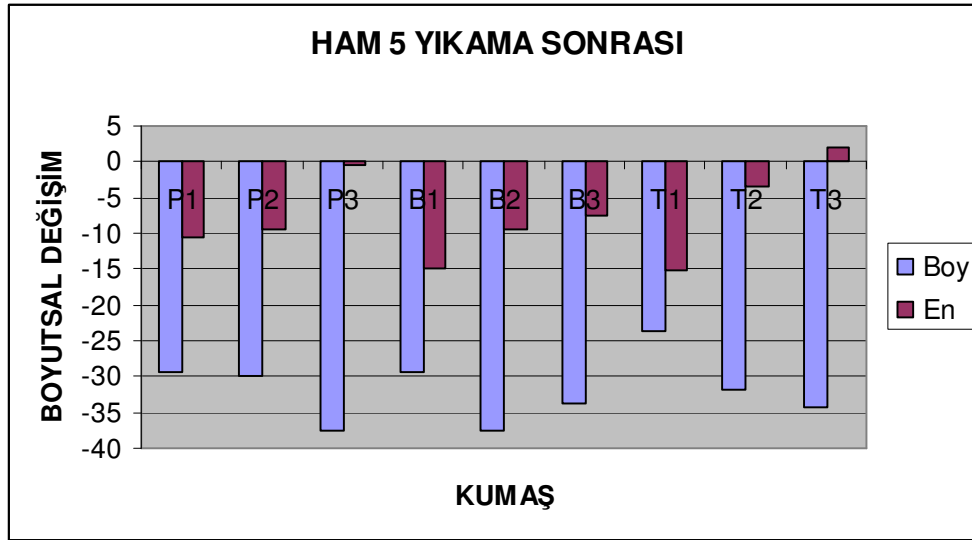
#### 4.6 Boyutsal Değişim Testi Sonuçları

Numunelerin 5 yıkama sonrasındaki boyutsal değişim değerleri ve karşılaştırması Tablo 4.9, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de verilmektedir.

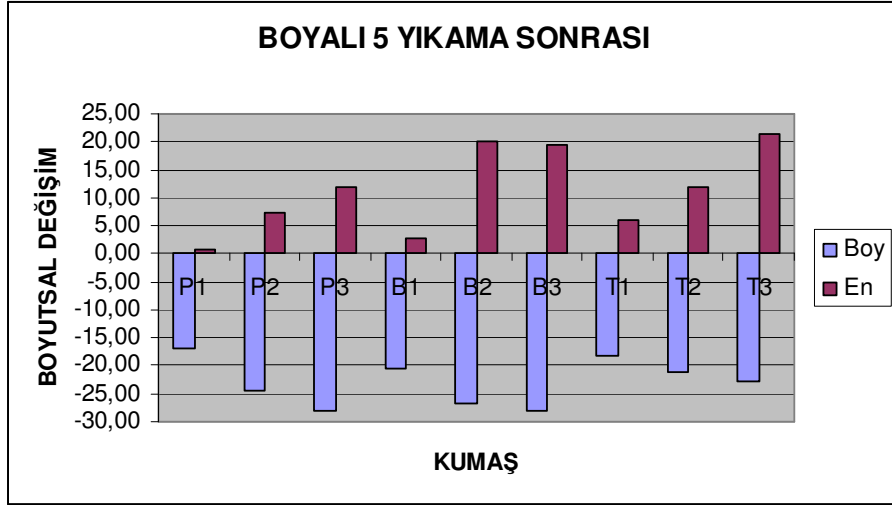


**Tablo 4.9:** Numunelerin Boyutsal Değişim Değerleri

	Ham		Boyalı		
	Boy (%)	En (%)	Boy (%)	En (%)	
P1	-29,33	-10,50	-17,00	0,83	Pamuk
P2	-30,00	-9,33	-24,50	7,17	
P3	-37,67	-0,33	-28,17	12,00	
B1	-29,33	-14,83	-20,67	2,67	Bambu
B2	-37,67	-9,33	-26,83	20,17	
B3	-33,83	-7,67	-28,00	19,33	
T1	-23,50	-15,17	-18,33	6,00	Tencel
T2	-31,83	-3,33	-21,00	12,00	
T3	-34,17	2,00	-22,67	21,50	



**Şekil 4.6:** Ham Numunelerin Boyutsal Değişim Değerlerinin Karşılaştırması



**Şekil 4.7:** Boyalı Numunelerin Boyutsal Değişim Değerlerinin Karşılaştırması

Gramaj azaldıkça boyutsal değişimin arttığı gözlenmektedir. Lif bazında incelendiğinde en az değişim lyocell kumaşlarda, en çok değişim ise bambu kumaşlarda olmaktadır. Yıkama sonrası ilmek iplik uzunluklarındaki değişim çok önemli miktarlarda olmasa da en fazla bambu kumaşlarda olmaktadır. Boyutsal değişimin en fazla bambu kumaşlarda olması bununla açıklanabilmektedir. Bunun dışında ilmek yoğunluğunun azalmasıyla kumaşta boyutsal değişim miktarı artmaktadır, çünkü ilmek yoğunluğunun düşük olduğu kumaşlar daha gevşek yapıdadırlar ve değişime daha az direnç göstermektedirler.

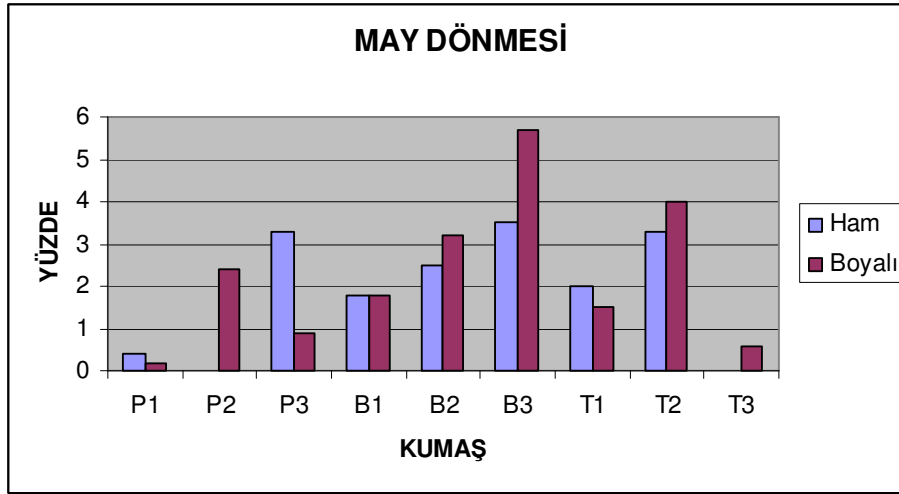
Tüm kumaşlara toplam varyasyon analizi yapıldığında ilmek uzunluğu ile boydaki boyutsal değişime ait Pearson korelasyon katsayısı 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde -0,769 olarak ölçülmektedir. Negatif bir korelasyon var gibi gözükmemektedir çünkü boyutsal değişim çekme yönündedir, yani ilmek uzunluğu arttıkça boyutsal değişim artmaktadır. İlmeğin uzunluğu ile endeki boyutsal değişime ait Pearson korelasyon katsayısı 0,01 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde 0,769 olarak ölçülmekte, yani ilmek uzunluğu arttıkça enine boyutsal değişim artmaktadır. Gramaj ile endeki boyutsal değişime ait Pearson korelasyon katsayısı 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde -0,694, ilmek yoğunluğu ile endeki boyutsal değişime ait Pearson korelasyon katsayısı ise 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde -0,685 olarak ölçülmekte, yani gramajın ya da ilmek yoğunluğunun artmasıyla enine yöndeki boyutsal değişim azalmaktadır. Yani kumaş sıklığı arttıkça enine yöndeki boyutsal değişim azalmaktadır.

#### 4.7 May Dönmesi Testi Sonuçları

Numunelerin 5 yıkama sonrasındaki may dönmesi değerleri ve karşılaştırılması Tablo 4.10 ve Şekil 4.8'de verilmektedir.

**Tablo 4.10:** Numunelerin Yüzde May Dönmesi Değerleri

	HAM	BOYALI	
P1	0,4	0,2	Pamuk
P2	0	2,4	
P3	3,3	0,9	
B1	1,8	1,8	Bambu
B2	2,5	3,2	
B3	3,5	5,7	
T1	2	1,5	Tencel
T2	3,3	4	
T3	0	0,6	



**Şekil 4.8:** Numunelerin Yüzde May Dönmesi Değerlerinin Karşılaştırması

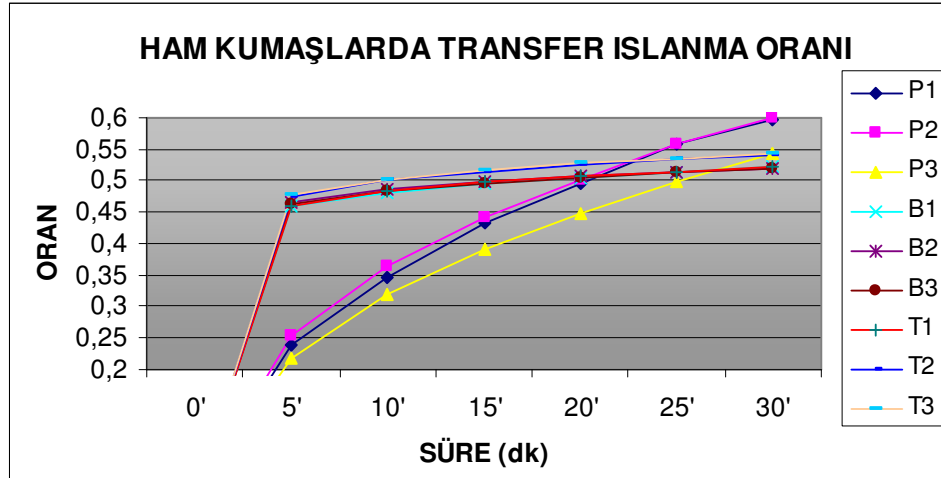
Genel olarak gramaj artışının may dönmesini arttırdığı görülmektedir. İmek yoğunluğu azaldıkça may dönmesi miktarı artmaktadır. Bunun sebebi kumaştaki gevşek yapının boyutsal değişime daha az direnç gösteriyor olması olarak açıklanabilmektedir. Lif bazında incelendiğinde Bambu kumaşlarda daha yüksek oranda may dönmesi görülmektedir. Boyalı kumaşların yıkama öncesi ve sonrası may ve sıra sıklıklarına baktığımızda yıkama sonrası sıra sıklığında artış ve may sıklığında azalma görülmektedir.

#### 4.8 Transfer Kılcal İslanma Testi Sonuçları

Ham numunelerin transfer ıslanma değerleri ve karşılaştırılması Tablo 4.11 ve Şekil 4.9'da verilmektedir.

**Tablo 4.11:** Ham Numunelerin Transfer İslanma Değerleri

	Ham						
	0'	5'	10'	15'	20'	25'	30'
P1	0	0,24	0,35	0,43	0,50	0,56	0,60
P2	0	0,25	0,36	0,44	0,50	0,56	0,60
P3	0	0,22	0,32	0,39	0,45	0,50	0,54
B1	0	0,46	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52
B2	0	0,47	0,49	0,50	0,51	0,51	0,52
B3	0	0,46	0,48	0,50	0,51	0,51	0,52
T1	0	0,46	0,48	0,50	0,51	0,51	0,52
T2	0	0,47	0,50	0,51	0,53	0,53	0,54
T3	0	0,48	0,50	0,52	0,53	0,54	0,54

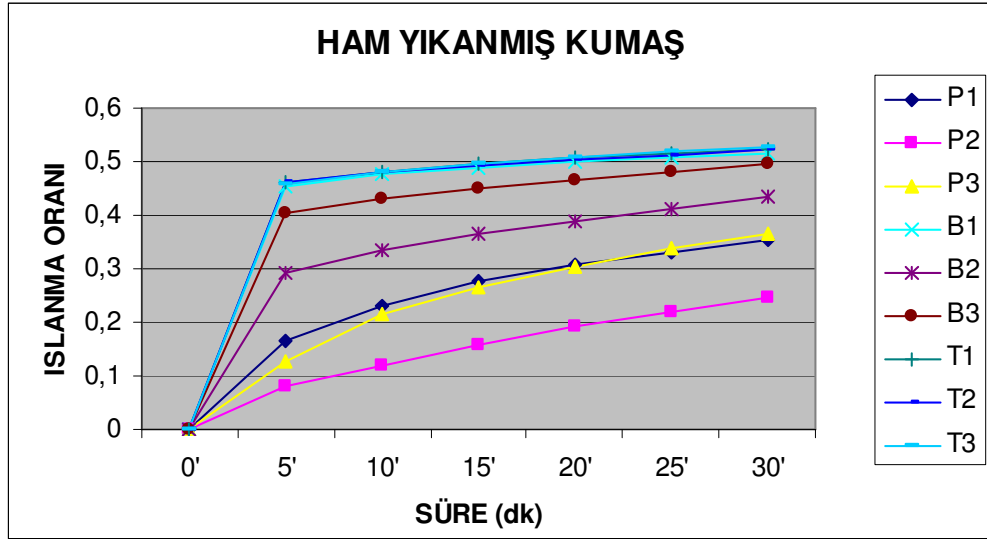


**Şekil 4.9:** Ham Numunelerin Transfer İslanma Değerlerinin Karşılaştırması

Ham kumaşlarda transfer ıslanma değerlerine bakıldığı zaman bambu ve lyocell kumaşlarda hızlı bir ıslanma görülürken pamuklu kumaşlarda daha yavaş bir ıslanma görülmektedir. Gramajlar ve ıslanma oranları arasında bir ilişki görülmemektedir. Yıkanmış ham numunelerin transfer ıslanma değerleri ve karşılaştırılması Tablo 4.12 ve Şekil 4.10'da verilmektedir.

**Tablo 4.12:** Ham Yıkanmış Numunelerin Transfer İslanma Değerleri

	Ham Yık.						
	0'	5'	10'	15'	20'	25'	30'
P1	0	0,17	0,23	0,28	0,31	0,33	0,35
P2	0	0,08	0,12	0,16	0,19	0,22	0,25
P3	0	0,13	0,21	0,27	0,30	0,34	0,37
B1	0	0,45	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52
B2	0	0,29	0,34	0,36	0,39	0,41	0,43
B3	0	0,40	0,43	0,45	0,47	0,48	0,50
T1	0	0,46	0,48	0,50	0,51	0,51	0,52
T2	0	0,46	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52
T3	0	0,46	0,48	0,50	0,51	0,52	0,53



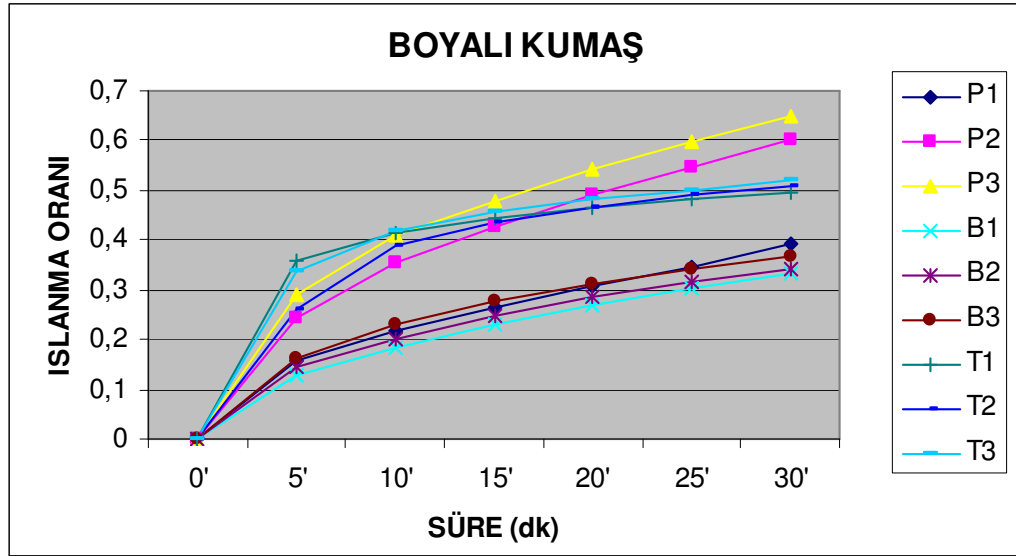
**Şekil 4.10:** Ham Yıkanmış Numunelerin Transfer İslanma Değerlerinin Karşılaştırması

Yıkanmış ham kumaşlarda transfer ıslanma değerlerine bakıldığı zaman en hızlı ıslanma lyocell kumaşlarda, en yavaş ıslanma ise pamuklu kumaşlarda gözlenmektedir.

Boyalı numunelerin transfer ıslanma değerleri ve karşılaştırılması Tablo 4.13 ve Şekil 4.11'de verilmektedir.

**Tablo 4.13:** Boyalı Numunelerin Transfer İslanma Değerleri

	Boyalı						
	0'	5'	10'	15'	20'	25'	30'
P1	0	0,16	0,22	0,26	0,31	0,35	0,39
P2	0	0,24	0,36	0,43	0,49	0,55	0,60
P3	0	0,29	0,41	0,48	0,54	0,60	0,65
B1	0	0,13	0,18	0,23	0,27	0,30	0,33
B2	0	0,15	0,20	0,25	0,28	0,31	0,34
B3	0	0,16	0,23	0,28	0,31	0,34	0,37
T1	0	0,36	0,41	0,45	0,47	0,48	0,50
T2	0	0,26	0,39	0,44	0,47	0,49	0,51
T3	0	0,34	0,42	0,46	0,48	0,50	0,52



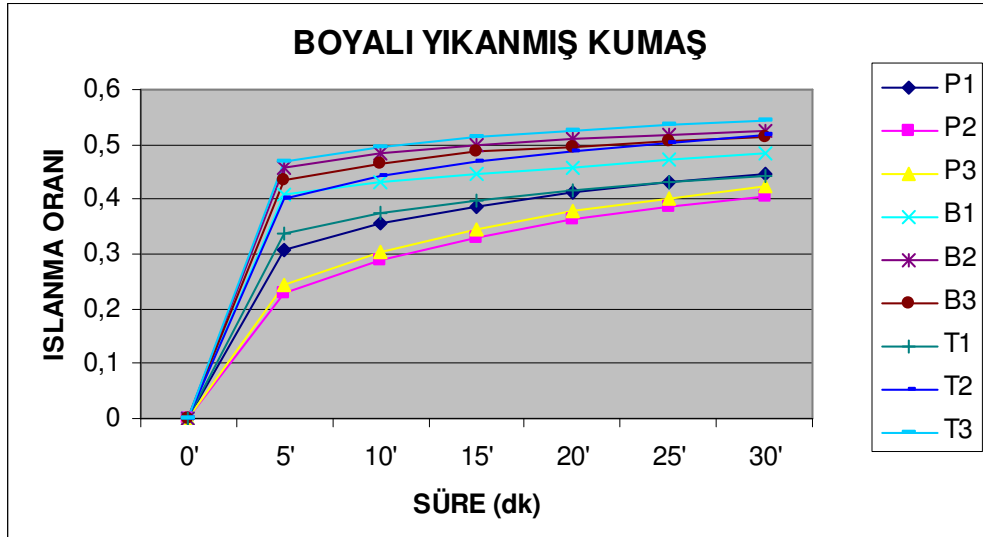
**Şekil 4.11:** Boyalı Numunelerin Transfer İslanma Değerlerinin Karşılaştırması

Boyalı kumaşlarda ham kumaşlardan farklı bir durum gözlenmektedir. Lyocell kumaşlarda ve pamuklu kumaşlarda hızlı bir ıslanma görülürken Bambu kumaşlarda yavaş bir ıslanma göze çarpmaktadır. Ayrıca 30 dakika sonundaki ıslanma oranları incelendiğinde pamuklu ve lyocell kumaşlarda yüksek bir oran gözlenirken, Bambu kumaşlarda düşük bir oran gözlenmektedir. Gramajlar ve ıslanma oranları arasındaki ilişki incelendiğinde gramaj arttıkça ıslanma oranının azaldığı görülmektedir.

Yıkamış boyalı numunelerin transfer ıslanma değerleri ve karşılaştırılması Tablo 4.14 ve Şekil 4.12'de verilmektedir.

**Tablo 4.14:** Boyalı Yıkanmış Numunelerin Transfer İslanma Değerleri

	Boyalı Yık.						
	0'	5'	10'	15'	20'	25'	30'
P1	0	0,31	0,36	0,39	0,41	0,43	0,45
P2	0	0,23	0,29	0,33	0,36	0,39	0,41
P3	0	0,24	0,30	0,34	0,38	0,40	0,42
B1	0	0,41	0,43	0,45	0,46	0,47	0,48
B2	0	0,46	0,48	0,50	0,51	0,52	0,52
B3	0	0,44	0,47	0,49	0,50	0,51	0,51
T1	0	0,34	0,38	0,40	0,42	0,43	0,44
T2	0	0,40	0,44	0,47	0,49	0,50	0,52
T3	0	0,47	0,50	0,51	0,53	0,54	0,54



**Şekil 4.12:** Boyalı Yıkanmış Numunelerin Transfer İslanma Değerlerinin Karşılaştırması

Boyalı yıkanmış numunelerin test sonuçları incelendiğinde en yavaş ıslanmanın pamuklu kumaşlarda olduğu görülmektedir. 30 dakika sonundaki ıslanma oranları arasında çok ciddi bir fark olmamakla birlikte en az pamuklu kumaşların ıslandığı gözlenmektedir. Gramajlar ve ıslanma oranları arasında bir ilişki kurulamamaktadır.

Transfer ıslanma hızının ve değerlerinin bambu ve lyocell kumaşlarda fazla olması lif yapısıyla açıklanabilir. Bambu lifinin enine kesitinde çok miktarda mikro boşluklar bulunmaktadır. Lyocell lifinin ise gelişmiş gözenekli yapısı ve yapısında bulunan düzenli yerleşime sahip hidrofilik nanofibriller transfer ıslanma özelliklerini arttırmaktadır.

Tüm kumaşlara toplam varyasyon analizi yapıldığında transfer ıslanma ve kumaşın fiziksel parametreleri arasında 0,01 (çift yönlü) ya da 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde bir ilişki görülememektedir. Ancak kalınlık ve 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyine giremese de kalınlık ve transfer ıslanma arasında negatif bir korelasyon gözlenmektedir. Transfer ıslanma ve kılcal ıslanma arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde -0,695 olarak ölçülmektedir. Yani kılcal ıslanma arttıkça transfer ıslanma azalmaktadır. Transfer ıslanma ve nem kazanımı arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0,01 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde -0,815 olarak ölçülmekte, yani nem kazanımı arttıkça transfer ıslanma azalmaktadır.

Lyocell kumaşlara yapılan varyasyon analizinde transfer ıslanma ve ilmek yoğunluğu arasındaki Pearson korelasyon katsayısının 0,01 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde -1,0 olduğu gözlenmektedir. Yani ilmek yoğunluğu arttıkça transfer ıslanma azalmaktadır. Bunun sebebi kumaş yapısındaki gözeneklerin ilmek yoğunluğunun artması sebebiyle azalması olarak açıklanabilir.

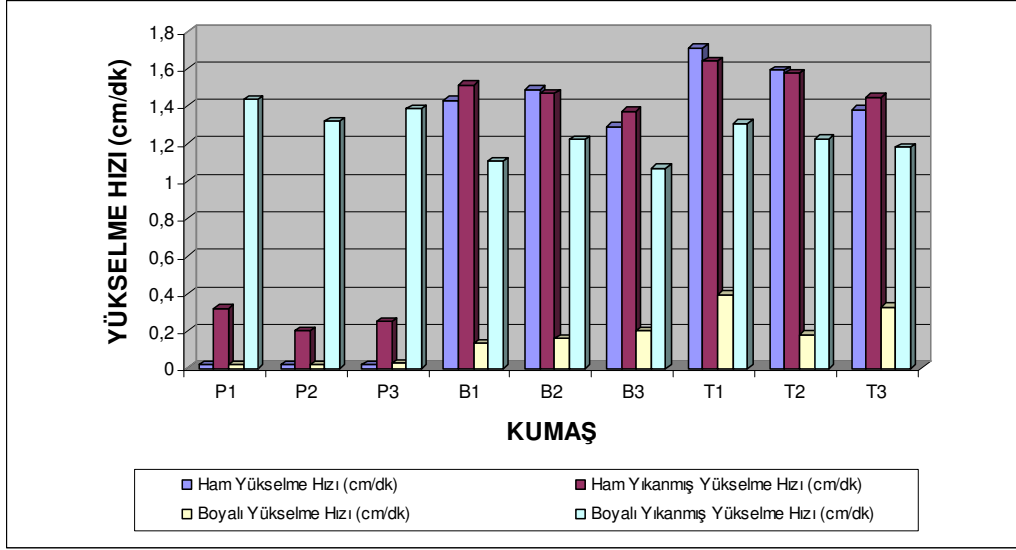
#### 4.9 Dikey Kılcal Islanma Testi Sonuçları

Dikey kılcal ıslanma testi sonuçları ve karşılaştırması Tablo 4.15, Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'de verilmektedir.

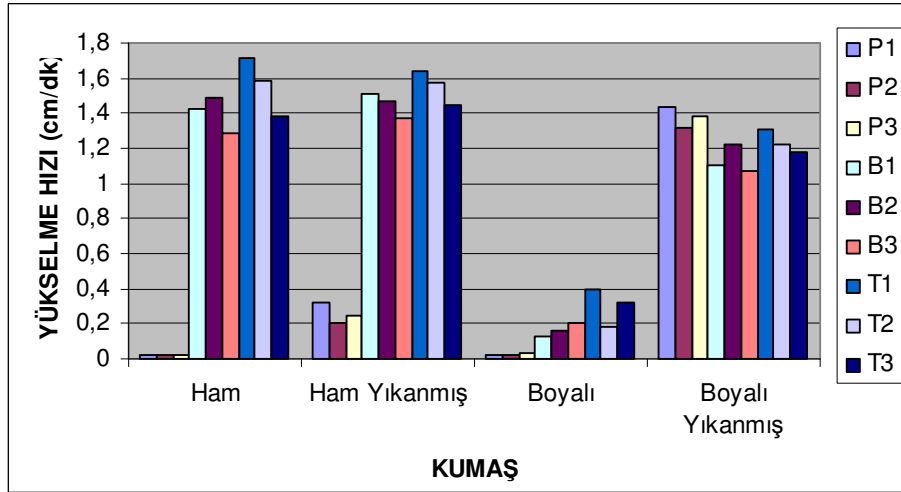
**Tablo 4.15:** Numunelerin Dikey Kılcal Islanma Değerleri

	Ham		Ham Yıkanmış		Boyalı		Boyalı Yıkanmış	
	Sıvı Yükseliş Değerleri (cm)	Yükselme Hızı (cm/dk)	Sıvı Yükseliş Değerleri (cm)	Yükselme Hızı (cm/dk)	Sıvı Yükseliş Değerleri (cm)	Yükselme Hızı (cm/dk)	Sıvı Yükseliş Değerleri (cm)	Yükselme Hızı (cm/dk)
<b>P1</b>	0,1	0,02	1,6	0,32	0,1	0,02	7,2	1,43
<b>P2</b>	0,1	0,02	1	0,2	0,1	0,02	6,6	1,32
<b>P3</b>	0,1	0,02	1,3	0,25	0,2	0,03	6,9	1,39
<b>B1</b>	7,2	1,43	7,6	1,51	0,7	0,13	5,5	1,11
<b>B2</b>	7,5	1,49	7,3	1,47	0,8	0,16	6,1	1,22
<b>B3</b>	6,5	1,29	6,9	1,37	1	0,20	5,3	1,07
<b>T1</b>	8,6	1,71	8,2	1,64	2,0	0,39	6,5	1,31
<b>T2</b>	7,9	1,59	7,9	1,57	0,9	0,18	6,1	1,23
<b>T3</b>	6,9	1,38	7,2	1,45	1,6	0,33	5,9	1,18





**Şekil 4.13:** Numunelerin Lif ve Kumaş Sıklığı Bazında Dikey İslanma Değerlerinin Karşılaştırması



**Şekil 4.14:** Numunelerin Dikey İslanma Değerlerinin Karşılaştırması

Numunelerin dikey kılcal ıslanma test sonuçları incelendiğinde:

- Ham pamuklu kumaşlarda dikey kılcal ıslanma yok denecek kadar azdır,
- Yıkanmış boyalı kumaşlar dışında ıslanma en hızlı lyocell kumaşlarda, en yavaş ise pamuklu kumaşlarda gözlenmiştir. Bambu kumaşların ıslanma hızı lyocell kumaşların ıslanma hızına yakındır,
- Genel olarak yıkanmış boyalı kumaşların ıslanma hızı ham kumaşlarından daha düşüktür,

- Yıkanmamış boyalı kumaşlarda dikey kılcal ıslanma çok düşük seviyelerdedir,
- Genel olarak gramaj arttıkça dikey kılcal ıslanma hızı artmaktadır.

Tüm kumaşlara yapılan varyasyon analizinde dikey kılcal ıslanma ve kalınlık arasındaki Pearson korelasyon katsayısının 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde 0,779 olduğu gözlenmektedir, yani kalınlık arttıkça dikey kılcal ıslanma artmaktadır. Dikey kılcal ıslanma ve nem kazanımı arasındaki Pearson korelasyon katsayısının ise 0,01 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde -0,822 olduğu ortaya çıkmaktadır. Yani dikey kılcal ıslanma ve nem kazanımı arasında negatif bir korelasyon vardır ve nem kazanımı arttıkça dikey kılcal ıslanma azalmaktadır.

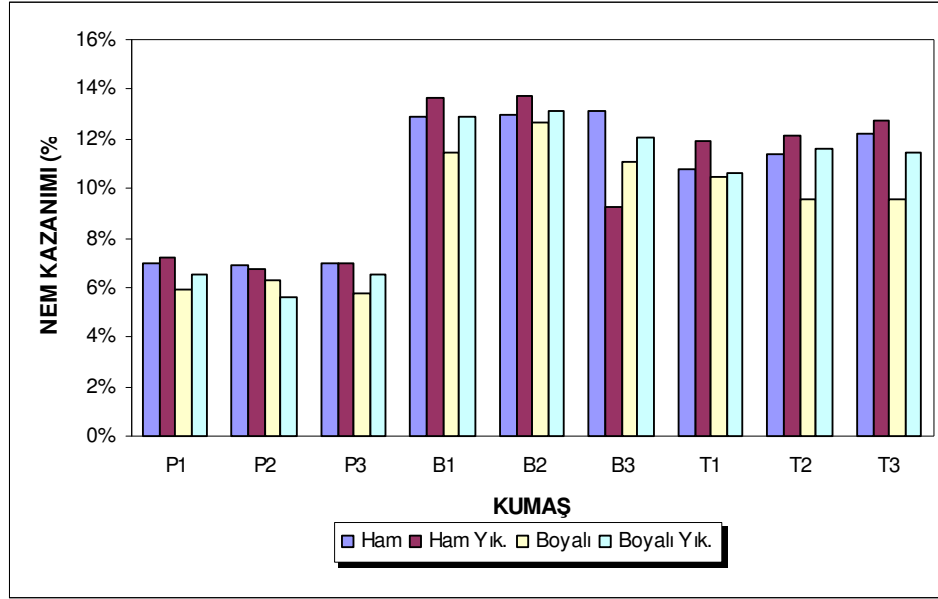
Lyocell kumaşlara yapılan varyasyon analizinde dikey kılcal ıslanmanın gramaj, kumaş yoğunluğu ve ilmek uzunluğuyla aralarındaki Pearson korelasyon katsayılarının 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde sırasıyla 0,999, 1,0 ve -0,99 olduğu gözlenmektedir, yani gramaj ya da kumaş yoğunluğundaki artışla dikey kılcal ıslanma artmakta, ilmek uzunluğunun artmasıyla ise azalmaktadır.

#### 4.10 Nem Kazanımı Testi Sonuçları

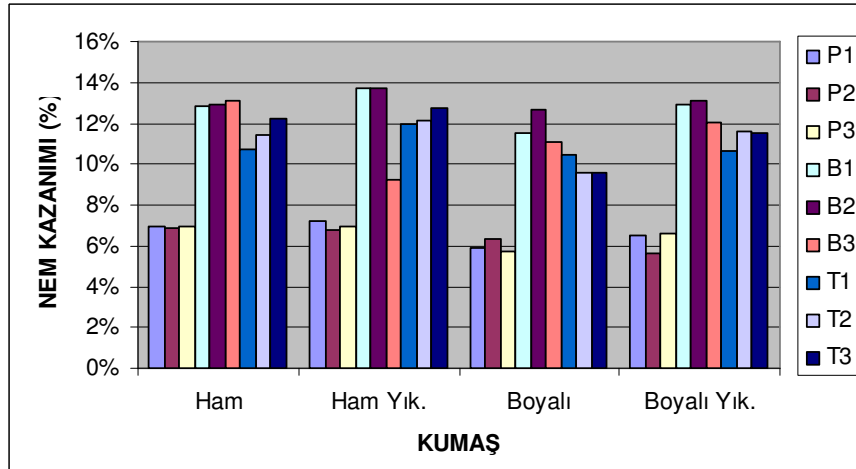
Nem kazanım testi sonuçları ve karşılaştırması Tablo 4.16, Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da verilmektedir.

**Tablo 4.16:** Numunelerin Nem Kazanım Değerleri

	Ham	Ham Yık.	Boyalı	Boyalı Yık.	
<b>P1</b>	6,9%	7,2%	5,9%	6,5%	<b>Pamuk</b>
<b>P2</b>	6,9%	6,8%	6,3%	5,6%	
<b>P3</b>	7,0%	6,9%	5,8%	6,6%	
<b>B1</b>	12,9%	13,7%	11,5%	12,9%	<b>Bambu</b>
<b>B2</b>	12,9%	13,7%	12,7%	13,1%	
<b>B3</b>	13,1%	9,3%	11,0%	12,0%	
<b>T1</b>	10,8%	11,9%	10,5%	10,6%	<b>Tencel</b>
<b>T2</b>	11,4%	12,1%	9,6%	11,6%	
<b>T3</b>	12,2%	12,8%	9,6%	11,5%	



**Şekil 4.15:** Numunelerin Lif ve Kumaş Sıklığı Bazında Nem Kazanımı Değerlerinin Karşılaştırması



**Şekil 4.16:** Numunelerin Nem Kazanımı Değerlerinin Karşılaştırması

Numunelerin nem kazanımı testi sonuçları incelendiğinde en yüksek nem kazanımı yüzdesine bambu kumaşların, en düşük nem kazanımı yüzdesine ise pamuklu kumaşların sahip olduğu görülmektedir.

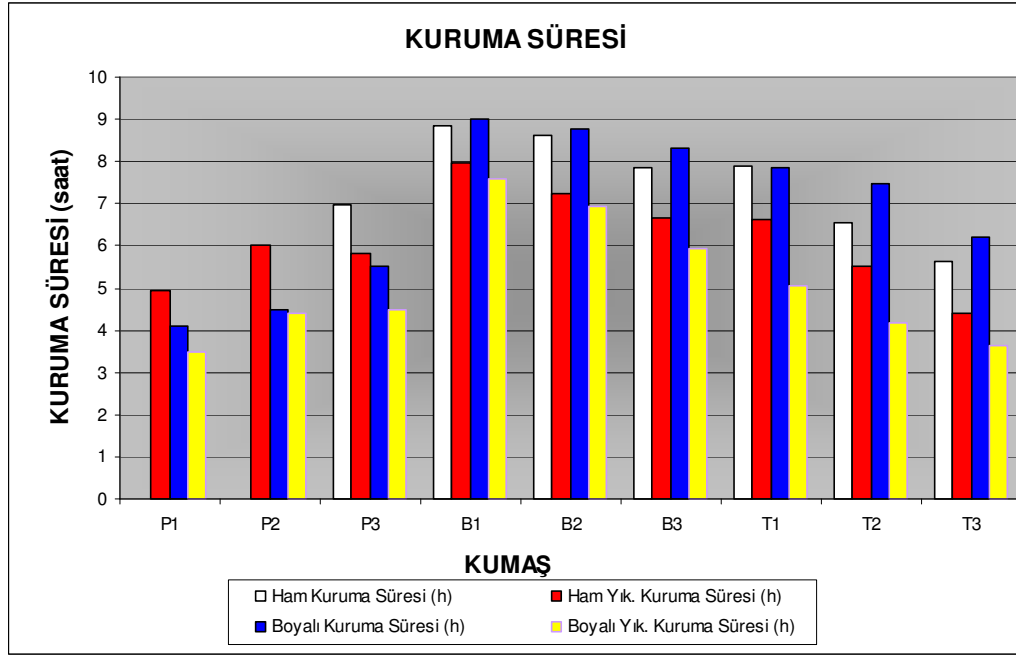
Bambu lifinin enine kesitinde görülen mikro boşluklar ve lyocell lifinin yapısındaki hidrofilik olan nanofibriller bu liflere yüksek su emiş özelliği katarlar. Bu liflerden oluşan kumaşların nem kazanımlarının yüksek olması bununla açıklanabilir.

#### 4.11 Kuruma Testi Sonuçları

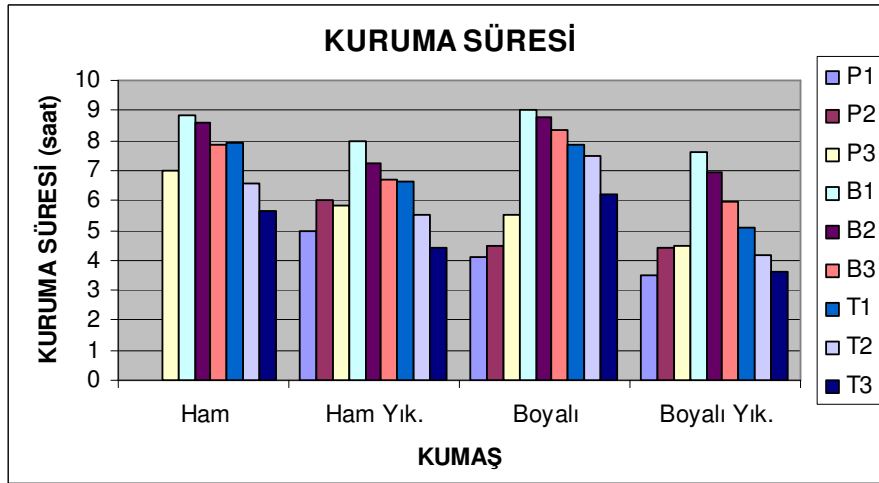
Numunelerin %5'lik fazla nem seviyesinde kuruduğu kabul edilen süreler ve ortalama kuruma hızları saat olarak Tablo 4.17'de gösterilmektedir. 10 saat sonunda P1 ve P2 kodlu ham kumaşlarda kuruma gözlenmemektedir. Kuruma sürelerine ait grafikler ise Şekil 4.17 ve Şekil 4.18 de verilmektedir.

**Tablo 4.17:** Numunelerin Kuruma Süreleri (saat)

	Ham	Ham	Boyalı	Boyalı	
	Kuruma Süresi (h)	Yık. Kuruma Süresi (h)	Kuruma Süresi (h)	Yık. Kuruma Süresi (h)	
<b>P1</b>	-	4,95	4,09	3,49	<b>Pamuk</b>
<b>P2</b>	-	6,03	4,50	4,40	
<b>P3</b>	6,99	5,84	5,52	4,46	
<b>B1</b>	8,83	7,98	8,99	7,59	<b>Bambu</b>
<b>B2</b>	8,61	7,23	8,78	6,92	
<b>B3</b>	7,85	6,67	8,32	5,96	
<b>T1</b>	7,91	6,61	7,86	5,07	<b>Tencel</b>
<b>T2</b>	6,55	5,52	7,47	4,18	
<b>T3</b>	5,64	4,42	6,19	3,65	



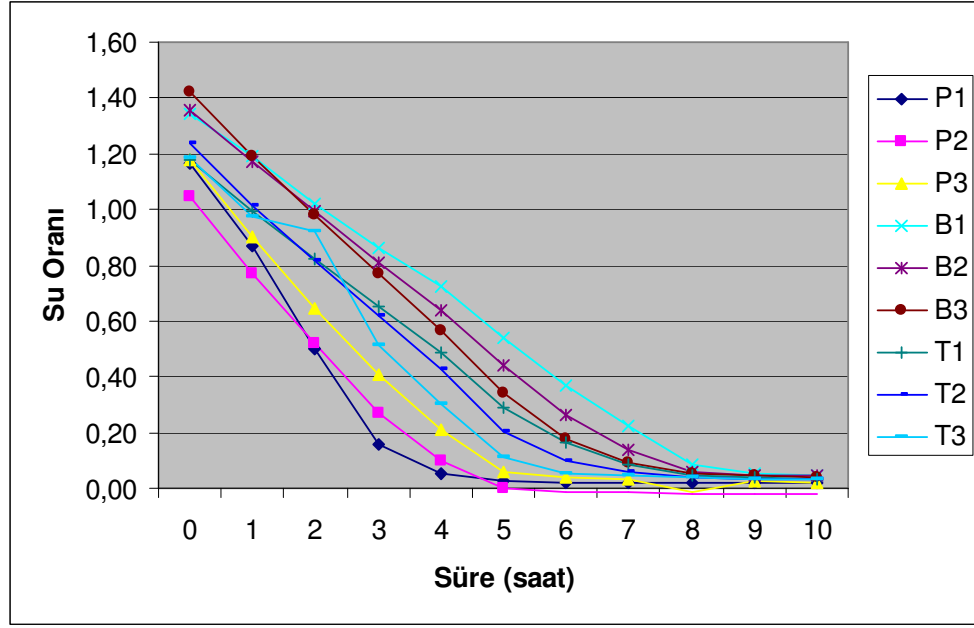
Şekil 4.17: Numunelerin Lif ve Kumaş Sıklığı Bazında Kuruma Süresi Değerlerinin Karşılaştırması



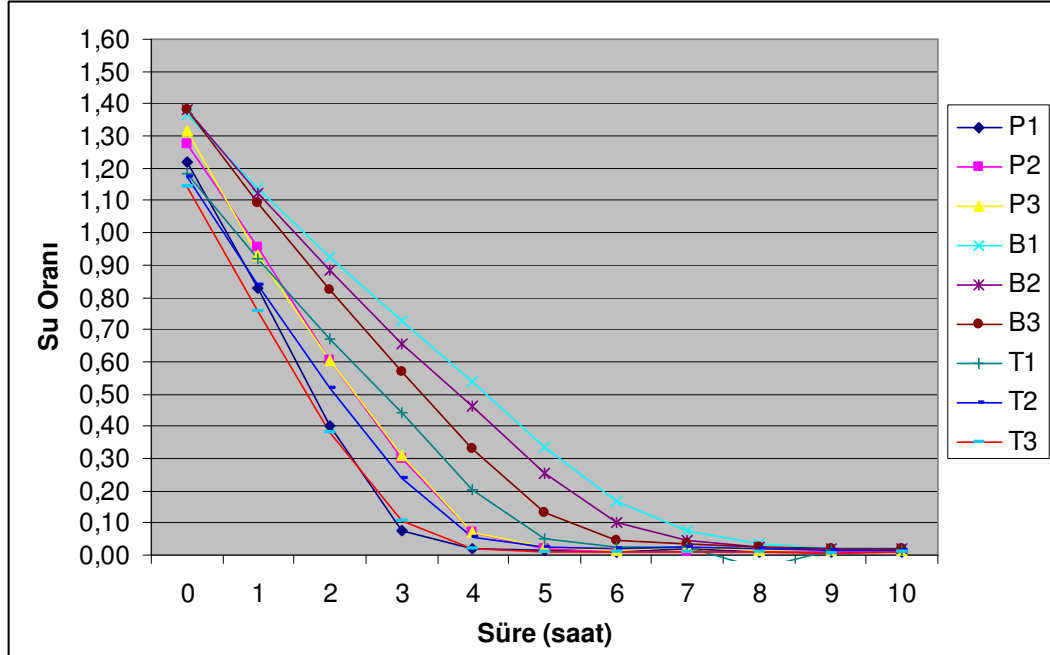
Şekil 4.18: Numunelerin Kuruma Süresi Değerlerinin Karşılaştırması

Numunelerin kuruma süreleri incelendiğinde Bambu kumaşların en yavaş kuruyan grup olduğu görülmektedir. Hem ham kumaşlarda hem de boyalı kumaşlarda yıkama sonrası kumaşlarda kuruma süreleri düşmektedir. Pamuklu kumaşlarda kumaş gramajı arttıkça kuruma süresinin kısaldığı, bambu ve lyocell kumaşlarda ise kumaş gramajı arttıkça kuruma süresinin arttığı gözlenmektedir.

Şekil 4.19 ve Şekil 4.20'de sırasıyla boyalı ve yıkanmış boyalı kumaşların sahip oldukları su oranlarının zamanla değişimi görülmektedir.



Şekil 4.19: Boyalı Kumaşların Sahip Oldukları Su Oranlarının Zamanla Değişimi



Şekil 4.20: Yıkanmış Boyalı Kumaşların Sahip Oldukları Su Oranlarının Zamanla Değişimi

Literatürde kuruma hızlarının başlangıçta aldıkları su miktarıyla orantılı olduğu belirtilmektedir [38, 40]. Yukarıdaki grafiklerden de görülebileceği gibi başlangıçta en fazla su miktarına sahip olan bambu lifinin en geç, en az suya sahip pamuk lifinin ise en erken kurduğu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 4.18’de yıkanmış ve yıkanmamış boyalı kumaşlara ait kuruma oranları verilmektedir.

**Tablo 4.18:** Numunelerin Kuruma Oranları (g/saat)

	<b>Boyalı</b>	<b>Boyalı Yık.</b>	
<b>P1</b>	0,72	0,72	<b>Pamuk</b>
<b>P2</b>	0,67	0,69	
<b>P3</b>	0,68	0,70	
<b>B1</b>	0,58	0,64	<b>Bambu</b>
<b>B2</b>	0,63	0,63	
<b>B3</b>	0,67	0,64	
<b>T1</b>	0,62	0,67	<b>Tencel</b>
<b>T2</b>	0,67	0,71	
<b>T3</b>	0,65	0,72	

Bambu kumaşlar sadece geç kurumakla kalmayıp, aynı zamanda en düşük kuruma oranına sahip olan kumaşlardır. Buradan anlaşılmaktadır ki bambu kumaşların geç kurumalarındaki tek etmen başlangıçta sahip oldukları su miktarı değildir.

Tüm kumaşlara yapılan varyasyon analizinde kuruma ve kumaş yoğunluğu arasındaki Pearson korelasyon katsayısının 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde 0,727 olduğu gözlenmekte, yani kumaş yoğunluğu arttıkça kuruma süresi artmaktadır.

Bambu kumaşlara yapılan varyasyon analizinde kuruma ve ilmek uzunluğu arasındaki Pearson korelasyon katsayısının 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde -0,997 olduğu gözlenmekte, yani ilmek uzunluğu arttıkça kuruma süresi azalmaktadır.

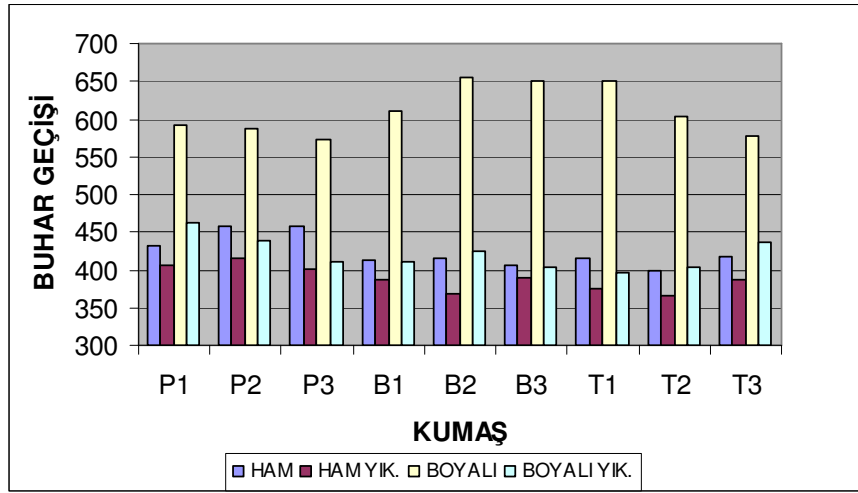
Lyocell kumaşlara yapılan varyasyon analizinde kuruma süresinin gramaj, kumaş yoğunluğu ve ilmek uzunluğuyla aralarındaki Pearson korelasyon katsayılarının 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde sırasıyla 1,0, 1,0 ve -0,998 olduğu ortaya çıkmaktadır. Yani gramaj ya da kumaş yoğunluğu arttıkça kuruma süresi artmakta, ilmek uzunluğu arttıkça ise kuruma süresi azalmaktadır.

#### **4.12 Su Buharı Geçirgenliği Testi Sonuçları**

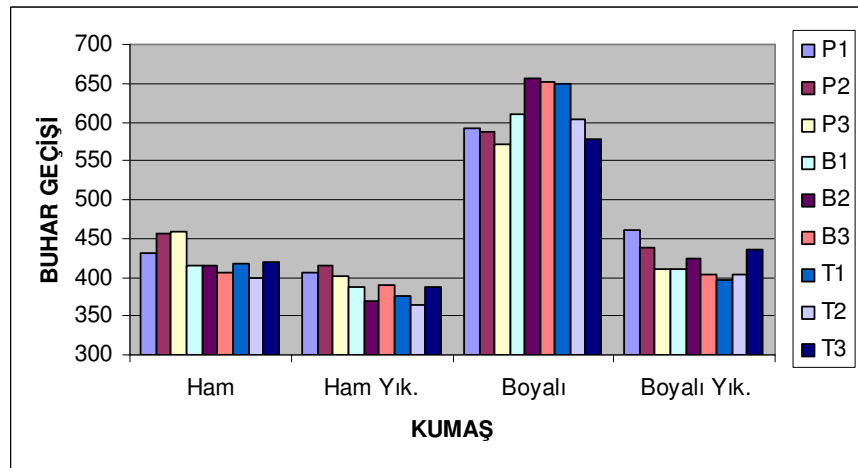
Su buharı geçirgenlik değerleri  $g/m^2 \cdot 24sa$  olarak Tablo 4.19’da verilmiştir. Ayrıca Şekil 4.21 ve Şekil 4.22’de karşılaştırmalar grafik olarak verilmektedir.

**Tablo 4.19:** Numunelerin Su Buharı Geçirgenliği Değerleri ( $g/m^2.24sa$ )

	Ham	Ham Yık.	Boyalı	Boyalı Yık.	
P1	431,594	405,698	591,453	462,002	Pamuk
P2	456,789	415,678	586,775	438,678	
P3	457,992	401,3863	572,072	410,208	
B1	413,884	387,9533	609,498	411,210	Bambu
B2	415,554	368,6391	655,945	425,018	
B3	405,618	389,223	651,601	403,057	
T1	416,356	374,9881	649,596	396,307	Tencel
T2	399,448	365,4981	602,815	402,790	
T3	418,495	387,8864	578,087	436,740	



**Şekil 4.21:** Numunelerin Lif ve Kumaş Sıklığı Bazında Su Buharı Geçiş Değerlerinin Karşılaştırması



**Şekil 4.22:** Numunelerin Su Buharı Geçiş Değerlerinin Karşılaştırması



Ham ve yıkanmış ham kumaşlarda su buharı geçişi en fazla pamuklu kumaşlarda olmakta, lyocell ve bambu kumaşlarda birbirine yakın sonuçlar gözlenmektedir. Boyama işlemi sonrasında su buharı geçişinde oldukça yüksek bir artış olmakta, yıkanmış boyalı kumaşlarda ise bu değer ham değerlere yakın bir değere kadar düşmektedir.

Kumaşların nem kazanımı ve su buharı geçirgenliği özelliklerini birlikte incelediğimizde nem kazanımının en düşük olduğu pamuklu kumaşlarda su buharı geçişinin en fazla olduğunu, nem kazanımının yüksek olduğu bambu ve lyocell kumaşlarda ise su buharı geçişinin daha az olduğu gözlenmektedir. Bunun sebebi Kumaşta nem kazanımının yüksek olması, kumaşın su buharını tutarak buhar geçişini engeller.

Tüm kumaşlara toplam varyasyon analizi yapıldığında aşınma ve kumaşın fiziksel parametreleri arasında 0,01 (çift yönlü) ya da 0,05 (çift yönlü) anlamlılık düzeyinde bir ilişki görülememektedir. Genel olarak kumaş yoğunluğu ve su buharı geçirgenliği arasında negatif bir korelasyon görülmektedir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmanın amacı, çeşitli selülozik liflerden oluşan kumaşların hem fiziksel hem de konfor özelliklerinin çeşitli testler yapılarak karşılaştırılmasıdır.

Çalışmanın giriş bölümünde insanların konfor konusundaki hislerinden ve konforun tekstil sektöründeki yerinden ve öneminden bahsedilmektedir. Literatür kısmında çalışmada kullanılan pamuk, bambu ve lyocell liflerine ait bir takım bilgiler verilmekte ve konfor konusunda araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalar ışığında bilgilendirmeler yapılmaktadır. Daha sonra çalışmada kullanılacak olan kumaşların teknik özellikleri, ne şekilde elde edildikleri ve ne tür testlere tabi tutuldukları açıklanmaktadır. Son olarak yapılan testlerin sonuçları ve açıklamaları ayrı başlıklar halinde verilmektedir.

Fiziksel özellikler incelendiğinde gramaj ve ilmek yoğunluğu arttıkça patlama mukavemetinin de arttığı, bunun yanında boyutsal değişimin azaldığı görülmektedir. İlmek uzunluğundaki artışın boyutsal değişimi de arttırdığı gözlenmektedir. Gramaj ve kalınlıkta artışa sebep olan yıkama işlemi, aşınmayı da azaltmaktadır.

Lif bazında incelendiğinde aşınma en çok lyocell kumaşlarda, en az ise bambu kumaşlarda gerçekleşmektedir. Patlama mukavemetine bakıldığında en yüksek mukavemeti lyocell kumaşlar, en düşük mukavemeti ise bambu kumaşlar göstermektedir. Boyutsal değişim en az lyocell kumaşlarda olmaktadır.

Konfor özellikleri incelendiğinde yıkama sonrası kılcal ıslanmanın ve nem kazanımının arttığı, kuruma süresinin ise azaldığı gözlenmektedir. Kumaşlarda kalınlık artışı, dikey kılcal ıslanma hızında artışı sağlamaktadır. Başlangıçta sahip olunan su miktarı ne kadar fazla ise kuruma süresi o kadar uzamaktadır. Ayrıca kumaş yoğunluğundaki artışın da kuruma süresini arttırdığı gözlenmektedir. Nem kazanımı artıkça dikey kılcal ıslanma hızının düştüğü gözlenmektedir.

Lif bazında incelendiğinde bambu ve lyocell kumaşlarda transfer hızlanmanın ve nem kazanımının yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca bambu ve lyocell kumaşlarda gramaj artışının kuruma süresindeki artışa da sebep olduğu sonuçlardan

anlaşılmaktadır. Kuruma süresi bakımından en yavaş kuruyan kumaş bambu kumaşlardır.

Tüm test sonuçlarına bakıldığı zaman görülmektedir ki çalışmada kullanılan lif çeşitlerinin birbirlerine göre olumlu ve de olumsuz tarafları vardır. Örneğin lyocell lifi fiziksel bir özellik olarak kötü aşınma değerine sahiptir. Öte yandan konfor özelliklerine baktığımızda nem kazanımı ve transfer ıslanma özelliği gibi özellikleri de oldukça iyidir. Lif çeşitlerine göre kumaşların özellikleri 1 en iyi değer, 3 en kötü değer olmak üzere matris halinde verilmektedir:

	<b>Pamuk</b>	<b>Bambu</b>	<b>Tencel</b>
<b>Patlama</b>	2	3	1
<b>Boncuklaşma</b>	2	3	1
<b>Aşınma</b>	2	1	3
<b>Boyutsal Değişim</b>	2	3	1
<b>May Dönmesi</b>	1	3	2
<b>Transfer ıslanma</b>	3	1-2	1-2
<b>Dikey Kılcal ıslanma</b>	1-2	3	1-2
<b>Nem Kazanımı</b>	3	1	2
<b>Kuruma</b>	1-2	3	1-2
<b>Su Buharı Geçirgenliği</b>	1	2-3	2-3

Bu çalışmada sunulan veriler ve elde edilen sonuçlar ışığında dış giyim ürünlerinde gerek fiziksel ve boyutsal gerek konfor özellikleri açısından en uygun lif çeşidi lyocell lifleridir. Fiziksel ve boyutsal özelliklerinin kötü olması açısından bambu lifleri dış giyimde çok uygun değildir. Ancak konfor özellikleri ve bu ürünlerden üretilen mamullerin yumuşaklığı dikkate alındığında özellikle havlu gibi ürünlerde tercih edilebilir. Aynı zamanda anti bakteriyel özelliğinin iyi olması açısından bebek giysileri, hijyenik ürünler ve çorap gibi ürünlerde bambu lifi kullanılabilir.

Bu çalışmada kullanılan kumaşlar %100 pamuk lifinden, %100 bambu lifinden ve %100 lyocell lifinden oluşmaktadır. Optimum sonuçlara ulaşabilmek için bu liflerin karışımından oluşan kumaşlar üretilerek gerekli testleri yapılabilir.

## KAYNAKLAR

- [1] **Gürçüm, B.H.**, 2005. Tekstil Malzeme Bilgisi, Grafiker Yayınları, Ankara.
- [2] **Kadolph, S. and Langford, A.L.**, 2002. Flame Lamination meets environmental challenge, Printice Hall, Upper Saddle River.
- [3] **Tortora, P.G., and Collier, B.J.**, 1997. Understanding Textiles, Upper Saddle River, New Jersey.
- [4] **Yuming, Y. and Jiru, X.**, Bamboo resources and their utilization in China, Southwest Forestry College, Yunan, [www.bioversityinternational.org/publications/Web\\_version/572/ch10.htm](http://www.bioversityinternational.org/publications/Web_version/572/ch10.htm)
- [5] [www.eeob.iastate.edu/research/bamboo/maps.html](http://www.eeob.iastate.edu/research/bamboo/maps.html), Ekim 2007
- [6] **All About Bamboo**, [www.plyboo.nl/bic/5\\_info2.html](http://www.plyboo.nl/bic/5_info2.html), Ekim 2007
- [7] [www.swicofil.com/products/015bamboo.html](http://www.swicofil.com/products/015bamboo.html), Ekim 2007
- [8] [www.chanvrier.com/en/bamboo.html](http://www.chanvrier.com/en/bamboo.html), Ekim 2007
- [9] **www.bambrotex.com**, Ekim 2007
- [10] **Ray, A.K., Das, S.K., Mondal, S. and Ramachandrarao, P.**, 2004. Microstructural characterization of bamboo, *Journal of Material Science*, **39**, 1055 – 1060
- [11] [www.bamboofabricstore.com.au](http://www.bamboofabricstore.com.au), Kasım 2007
- [12] **Bamboo Leading the Way in Textile Innovations**, [preview.pr.com/press-release/17523](http://preview.pr.com/press-release/17523), Kasım 2007
- [13] [www.bilkont.com.tr/tekstil/tr\\_urun\\_bambu.asp](http://www.bilkont.com.tr/tekstil/tr_urun_bambu.asp), Kasım 2007
- [14] **Bamboo Fiber Technical Guidance**, [www.bambrotex.com](http://www.bambrotex.com), Kasım 2007
- [15] [www.swicofil.com/bamboo.pdf](http://www.swicofil.com/bamboo.pdf), Kasım 2007
- [16] [www.bambooclothing.co.uk/faqs.html](http://www.bambooclothing.co.uk/faqs.html), Kasım 2007
- [17] **Thomas, R.**, 1996. Tencel – practice and potential, *Yarn and Fibre Science Joint Conference*, Manchester, 3-4 December.
- [18] [www.srfabrics.com/tencels/tencel.htm](http://www.srfabrics.com/tencels/tencel.htm), Kasım 2007

- [19] **Lyocell / Tencel : Facts Behind The Fiber**,  
www.lotusorganics.com/articles/lyocell.aspx, Aralık 2007
- [20] www.lenzing.com/fibers/en/textiles/4180.jsp, Aralık 2007
- [21] **Firgo, H., Manner, J., Schuster, K.C., Suchomel, F. and Gürtler, H.**, 2004. Higher Performance With Natural Intelligence, *Lenzinger Berichte*, **83**, 99-110.
- [22] **Diepgen, T.L. and Schuster, K.C.**, 2006. Dermatological Examinations on the Skin Compatibility of Textiles Made From Tencel Fibres, *Lenzinger Berichte*, **85**, 61-67.
- [23] **Elsasser, V.H.**, 2005. Textiles : concepts and principles, Fairchild Publications, New York.
- [24] **Technical Information**, www.lenzing.com, Aralık 2007
- [25] **Udomkichdecha, W. and Chiarekorn, S.**, 2001. Factors to predict the fibrillation tendency of lyocell fibers, *J. Sci. Res. Chula. Univ.*, **26(1)**, 49-56.
- [26] **Nostro, P.L., Corrieri, D., Ceccato, M. and Baglioni, P.**, 2001. Enzymatic treatments on tencel in water and microemulsion, *Journal of Colloid and Interface Science*, **236**, 270-281.
- [27] **Rohrer, C., Retzl, P. and Firgo, H.**, 2001. Lyocell LF – Profile of a Fibrillation–Free Fibre From Lenzing, *Lenzinger Berichte*, **80**, 75-81.
- [28] **Bartsch, P. and Kling, G.**, 2001. What Opportunities Are Available to the Finisher From Today’s Point of View When It Comes to Dyeing and Finishing of Lenzing Lyocell, *Lenzinger Berichte*, **80**, 40-48.
- [29] **Lyocell – One Fiber, Many Faces**. <http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/5000/5572.html>, Aralık 2007
- [30] **Li, Y.**, 2001. The Science of Clothing Comfort, *Textile Progress*, **31(1/2)**, Textile Institute, UK.
- [31] **Hatch, K.L.**, 1993. *Textile Science*. New York: West.
- [32] **Patnaik, A., Ghosh, A., Rengasamy, R. S., and Konthari, V.K.**, 2006. *Wetting and Wicking in Fibrous Materials*, Textile Progress, **38(1)**, Textile Institute, UK.
- [33] **Pan, N. and Zhong, W.**, 2006. *Fluid Transport Phenomena in Fibrous Materials*, Textile Progress, **38(2)**, Textile Institute, UK.

- [34] **Prahsarn, C.**, 2001. Factors Influencing Liquid and Moisture Vapor Transport in Knit Fabrics, *PhD Thesis*, NCSU, Raleigh.
- [35] **Saville, B. P.**, 1999. Physical Testing of Textiles, Woodhead Publishing, England.
- [36] **Kissa, E.**, 1996. Wetting and Wicking, *Textile Research Journal*, **66(10)**, 660-668.
- [37] **Zhuang, Q., Harlock, S.C., Brook D.B.**, 2002. Transfer Wicking Mechanism of Knitted Fabric Used as Undergarment for Outdoor Activities, *Textile Research Journal*, **72(8)**, 727-734.
- [38] **Crow, R.M. and Oszcewski, R.J.**, 1998. The Interaction of Water with Fabrics, *Textile Research Journal*, **68(4)**, 280-288.
- [39] **Adler, M.M. and Walsh, W.K.**, 1984. Mechanism of Transient Moisture Transport Between Fabrics, *Textile Research Journal*, **54(6)**, 334.
- [40] **Coplan, M. J.**, 1953. Some Moisture Relations of Wool and Several Synthetic Fibers, *Textile Research Journal*, **23(12)**, 897.
- [41] **ASTM E96-00**, 2000. Standard Test Methods For Water Vapor Transmission of Metarials, *ASTM International*, PA, US.
- [42] **Long, H.**, 1999. Water Transfer Properties of Two-Layer Weft Knitted Fabrics, *International Journal of Clothing Science and Technology*, **11(4)**, 198-205.
- [43] **Fukazawa, T., Kawamura, H., Tochihara, Y. and Tamura, T.**, 2003. Water Vapor Transport Through Textiles and Condensation in Clothes at High Altitudes -Combined Influence of Temperature and Pressure Simulating Altitude, *Textile Research Journal*, **73(8)**, 657-663.
- [44] **TS 251**, Dokunmuş kumaşlar – Birim uzunluk ve birim alan kütlelerinin tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [45] **BS 2544**, 1991. Methods for Determination of Thickness of Textile Materials.
- [46] **TS 393 EN ISO 13938-1**, 2002. Tekstil – Kumaşların Patlama Özellikleri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [47] **TS EN ISO-12945-1**, 2002. Tekstil - Kumaslarda Yüzey Tüyenmesi ve Boncuklanma Yatkınlığının Tayini - Bölüm 1: Boncuklanma Kutusu Metodu, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

- [48] **TS EN ISO 12947-2**, 2001. Tekstil – Martindale Metoduyla Kumaşların Aşınmaya Karşı Dayanımının Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [49] **TS 392 EN 25077/Şubat**, 1996. Tekstil Mamulleri-Yıkama Ve Kurutmadan Sonra Boyut Değişmesinin Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [50] **AATCC 179 – 2004**: Kumas ve giysilerde otomatik ev tipi yıkama sebebiyle may dönmesi deşisimi.
- [51] **DIN 53924**, 1997. Velocity of suction of textile fabrics in respect of water method determining the rising height.
- [52] **ASTM D2654**, 1971. Standard Methods of Test for moisture content and moisture regain of textile material, *ASTM International*, PA, US.
- [53] **Fourt, L., Sookne, A.M., Frishman, D. and Harris M.**, 1951. The Rate of Drying of Fabrics, *Textile Research Journal*, **21**, 26-32.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Erkan DÜNDAR 1983 yılında Beykoz'da doğdu. Orta Öğrenimini Denizli Anadolu Lisesinde, Lise Öğrenimini Denizli Er-Bakır Fen Lisesinde tamamladı. 2001 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. Eylül 2006 tarihinden itibaren Abalıoğlu Tekstil Sanayi A.Ş.'de Kalite Güvence Mühendisi olarak çalışmaktadır.