

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI LİFLERDEN ÖRÜLMÜŞ KUMAŞLARIN
KILCALLIK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

**Hazırlayan
Gülşah Dilrüba SUNGUR**

**Danışman
Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK**

**Kasım 2015
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI LİFLERDEN ÖRÜLMÜŞ KUMAŞLARIN
KILCALLIK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

**Hazırlayan
Gülşah Dilrüba SUNGUR**

**Danışman
Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK**

**Kasım 2015
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Gülşah Dilrüba SUNGUR

İmza :



YÖNERGEYE UYGUNLUK

“Farklı Liflerden Örölmüş Kumaşların Kılcallık Özelliklerinin İncelenmesi” adlı Yüksek Lisans / ~~Doktora~~ tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Gölşah Dölrüba SUNGUR



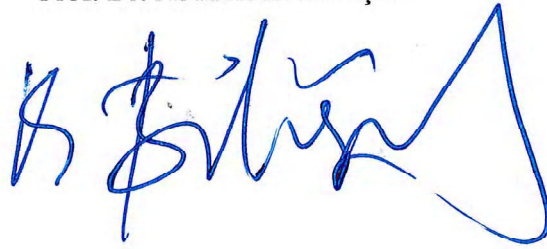
Danışman

Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK



Tekstil Mühendisliğı Anabilim Dalı Başkanı

Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK



Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK danışmanlığında **Gülşah Dilrüba SUNGUR** tarafından hazırlanan “Farklı Liflerden Örülmüş Kumaşların Kılcallık Özelliklerinin İncelenmesi” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

10 /11/2015

JÜRİ:

Danışman :Doç.Dr.Oğuz DEMİRYÜREK

Üye : Doç.Dr.Serin MAVRUZ MEZARCIÖZ

Üye :Yrd.Doç.Dr. Emel ÇİNÇİK

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 01.12.2015 tarih ve 2015/49-10 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Kazım KEŞLİOĞLU

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarım boyunca tez konusu seçimi, deneysel verilen incelenmesi ve sonuçların değerlendirilmesinde farklı bakış açıları ve bilimsel katkılarıyla beni aydınlatan, yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Deneysel çalışmalarımı gerçekleştirilmesinde laboratuvar imkânlarından faydalanmamızı sağlayan ve tez çalışmalarımda bana katkıları bulunan Erciyes Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümünden Çağrıalp ARSLAN'a, yardımlarını esirgemeyen Emel OLGAÇ, Dilek ÇAKAL ve Merve ÖZMENLİ'ye teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca yardımını esirgemeyen arkadaşım Fevziye ATİK'e teşekkür ederim.

Maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen hep yanımda olan ve bana güç veren sevgili annem Saadet GÜVEN ve babam Doğan GÜVEN'e, sevgili kardeşlerim Hakan GÜVEN, Gülenay DEMİREL'e ve bana her konuda destek olan yalnız bırakmayan eşim Abdullah SUNGUR'a sonsuz sevgilerimi sunarım.

Gülşah Dilruba SUNGUR

Kayseri, Kasım 2015

FARKLI LİFLERDEN ÖRÜLMÜŞ KUMAŞLARIN KILCALLIK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Gülşah Dilirüba SUNGUR

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Kasım 2015

Danışman: Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

ÖZET

Tekstil teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak insanların yaşam standartlarının yükselmesi sonucu, kumaş ve giysilerden beklentiler sadece sağlamlık, estetik, tasarım ve modaya uygunluk olmaktan çıkmıştır. Konfor; insan vücudu ile çevresi arasındaki psikolojik, fiziksel, termofizyolojik uyumun memnuniyet verici olma durumudur.

Bu çalışmada; materyal olarak selülozik liflerden pamuk, viskon, modal, tencel, promodal, viloft ve bambu ile polyester lifleri olan; coolmax , yuvarlak kesitli polyester lifleri kullanılarak konfor için önemli parametre olan dikey kılcallık, yatay kılcallık ve kuruma özellikleri incelenmiştir.

Çalışmada; Coolmax lifinin oktalobal yapıda olması ve bu loblar arasında nemin çok iyi iletilmesi neticesinde en iyi dikey kılcallık değeri bu lif için ortaya çıkmıştır. Promodal lifinin nem emiciliğinin yüksek olması neticesinde en iyi yatay kılcallık değeri bu lif için ortaya çıkmıştır. Farklı hammaddeler kullanıldığında farklı sürelerde oluşan yüzde kuruma değerlerine bakıldığında nem alma oranı yüksek olan rejenere selülözik liflerin yıkamadan sonra kuru ağırlıklarına göre ağırlık yüzdeleri yüksek olup geçen süre ile kurudukları ve ağırlık yüzdelerinin azaldığı görülmektedir. Coolmax lifinin oktalobal yapısının kuruma sonuçları üzerinde etkisi olduğu görülmüştür. .Dairesel kesit arasında nemin iyi iletilememesi nedeniyle polyesterin dikey kılcallık, yatay kılcallık değerleri düşük çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Termofizyolojik konfor, dikey kılcallık, yatay kılcallık, kuruma, pamuk, viskon, modal, promodal, tencel, viloft, polyester, coolmax, bambu

INVESTIGATION OF WICKING PROPERTIES OF KNITTED FABRICS PRODUCED FROM DIFFERENT FIBRES

Gülşah Dilrüba SUNGUR

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

MSc Thesis, November 2015

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

ABSTRACT

As a result of rising living standards of people parallel to the developments in textile technology, fabric and clothing and expectations not only durability, aesthetics, design and eligibility has ceased to be fashionable. Comfort is being pleasing harmony between the human body and the environment of, psychological, physical, a thermophysiological state.

In this study; cellulosic fiber such as cotton, viscose, modal, tencel, promodal, viloft and bamboo fibers with round cross section polyester and coolmax fibers were selected and used for single jersey knitted fabrics and the comfort properties are investigated by means of vertical capillarity, horizontal capillarity and drying properties.

As a result; coolmax fabrics showed the maximum vertical capillarity since this fiber has oktalobal structure which yields in good vertical capillarity. Since promodal fabrics have good moisture regain properties, the best horizontal capillarity was seen on this fabrics. When used in raw materials different dehumidification drying when we look at the face value of different high proportion of time after washing the regenerated cellulosic fiber the dry weight is decreased in accordance with a higher weight percentages is night time and they are dry weight percentages are observed. Coolmax fiber effect that the structure is seen in the results to drying oktalobal. We have not comminicated well to moisture capillarity between circular cross-section polyester vertical, horizontal capillarity values are lower risen.

Keywords: Thermophysical comfort, vertical capillarity, horizontal capillarity, drying, cotton, viskose, tencel, viloft, polyester, coolmax, bamboo.

İÇİNDEKİLER

FARKLI LİFLERDEN ÖRÜLMÜŞ KUMAŞLARIN KILCALLIK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	ii
ONAY :.....	iii
ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii

1.BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1. Genel Bilgiler.....	1
1.1. Çalışmada Kullanılan Lifler Hakkında Genel Bilgiler	7
1.1.1 Pamuk Lifi.....	8
1.1.2 Viskon Lifi	19
1.1.3. Modal Lifi	24
1.1.4. Tencel (Lyocell) Lifi	26
1.1.5. Promodal Lifi	30
1.1.6. Viloft Lifi	31
1.1.7.1 Coolmax Lifi.....	43
1.1.8. Bambu Lifi.....	45
1.2. Tekstilde Konfor	49
1.2.1. Konfor.....	49
1.2.2. Konforun Sınıflandırılması.....	52
1.2.2.1. Psikolojik Konfor	52
1.2.2.2. Fiziksel Konfor	53
1.2.2.3. Termofizyolojik Konfor	53

1.2.2. Termofizyolojik Konfor Parametreleri	54
1.2.2.1. Isı Geçiş Özellikleri	54
1.2.2.2. Su Buharı Geçiş Özellikleri.....	58
1.2.2.4. Kumaşlarda Sıvı Su İletimi (Kılcalık)	62

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1 Gereç	78
2.2 Yöntem	78
2.2.1. Cihazların Özellikleri.....	78
2.2.1.1. Dikey kılcalık.....	78
2.2.1.2. Yatay kılcalık.....	79
2.2.1.3. Kuruma.....	79
2.2.1.4. Kumaş Kalınlığı Ölçümü	80
2.2.1.5. İlmek İplik Uzunluğu Ölçümü	81
2.2.1.6. İlmek ve May Sıklık Değerleri	81
2.2.1.7. Gözeneklilik Hesabı.....	82
2.2.2 İstatistiksel Yöntem.....	83
2.2.2.1. Model Seçimi ve Regresyon Analizi.....	83
2.2.2.2. Regresyon Analizi.....	84
2.2.2.3. Bağımlı Değişken	84
2.2.2.4. Bağımsız Değişken.....	84
2.2.2.5. F- Testi.....	85
2.2.2.6. p-değeri	85
2.2.2.7. ANOVA (Analysis of Variance)	85
2.2.2.9. Artık Analizi	86

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Dikey Kılcalık Sonuçları	87
3.2 Yatay Kılcalık Sonuçları.....	96
3.2 Kuruma Sonuçları.....	96

4.BÖLÜM**TARTIŞMA-SONUÇ VE ÖNERİLER**

4.1. Tartışma	103
4.1.1 Dikey Kılcallık.....	103
4.1.2 Yatay Kılcallık.....	109
4.1.3 Kuruma	111
4.2. Sonuç ve Öneriler	116
KAYNAKLAR.....	121
ÖZGEÇMİŞ	126

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Pamuk lifi inceliğinin sınıflandırılması	16
Tablo 1.2. Pamuk lifinin olgunluk indeks sınıflandırılması	16
Tablo 1.3. Pamuk lifinin üniformite indeks sınıflandırılması	17
Tablo 1.4. Pamuk lifinin kısa lif indeks sınıflandırılması	17
Tablo 1.5. Pamuk lifi mukavemetinin sınıflandırılması	18
Tablo 1.6. Pamuk lifi uzamasının sınıflandırılması.....	18
Tablo 1.7. Pamuk lifi nem sınıflandırılması.....	19
Tablo 1.8. Modal lifinin fiziksel değerleri	26
Tablo 1.9. Tencel (lyocell) lifinin fiziksel değerleri.....	29
Tablo 1.10. Promodal lifinin fiziksel değerleri	31
Tablo 1.11. Viloft elyafının fiziksel değerleri.....	35
Tablo 1.12. Viloft elyafının lineer yoğunluk ve uzunluk değerleri	35
Tablo 1.13. Kuru liflerin özgül ısıları	55
Tablo 2.1. Kumaş Kalınlığı Ölçümü.....	80
Tablo 2.2. İlmek İplik Uzunluğu Ölçümü	80
Tablo 2.3. İlmek Sıklık Değerleri.....	81
Tablo 2.4. May Sıklık Değerleri.....	81
Tablo 2.5. Kumaşların gramajları.....	82
Tablo 2.6. Kumaşların gözeneklilik değerleri	82
Tablo 3.1. Viskon kumaş dikey kılcallık sonuçları	87
Tablo 3.2. Modal kumaş dikey kılcallık sonuçları	88
Tablo 3.3. Promodal kumaş dikey kılcallık sonuçları	89
Tablo 3.4. Tencel kumaş dikey kılcallık sonuçları.....	90
Tablo 3.5. Viloft kumaş dikey kılcallık sonuçları	91
Tablo 3.6. Bambu kumaş dikey kılcallık sonuçları	92
Tablo 3.7. Polyester kumaş dikey kılcallık sonuçları.....	93
Tablo 3.8. Coolmax kumaş dikey kılcallık sonuçları	94
Tablo 3.9. Yatay kılcallık sonuçları.....	95
Tablo 3.10. Pamuk kumaşa ait kuruma değerleri (gram)	96
Tablo 3.11. Pamuk kumaşa ait kuruma değerleri (%)	96

Tablo 3.12. Viskon kumaşa ait kuruma değerleri (gram)	97
Tablo 3.13. Viskon kumaşa ait kuruma değerleri (%).....	97
Tablo 3.14. Modal kumaşa ait kuruma değerler (gram)	97
Tablo 3.15. Modal kumaşa ait kuruma değerleri (%).....	98
Tablo 3.16. Promodal kumaşa ait kuruma değerleri (gram)	98
Tablo 3.17. Promodal kumaşa ait kuruma değerleri (%).....	98
Tablo 3.18. Tencel kumaşa ait kuruma değerleri (gram)	99
Tablo 3.19. Tencel kumaşa ait kuruma değerleri (%).....	99
Tablo 3.20. Viloft kumaşa ait kuruma değerleri (gram)	99
Tablo 3.21. Viloft kumaşa ait kuruma değerleri (%).....	100
Tablo 3.22. Bambu kumaşa ait kuruma değerleri (gram)	100
Tablo 3.23. Bambu kumaşa ait kuruma değerleri (%).....	100
Tablo 3.24. Polyester kumaşa ait kuruma değerleri (gram)	101
Tablo 3.25. Polyester kumaşa ait kuruma değerleri (%).....	101
Tablo 3.26. Coolmax kumaşa ait kuruma değerleri (gram)	101
Tablo 3.27. Coolmax kumaşa ait kuruma değerleri (%).....	102
Tablo 4.1. Dikey kılcallık için F-testi	104
Tablo 4.2. Dikey kılcallık için uyum eksikliği testi.....	104
Tablo 4.3. Dikey kılcallık için bazı istatistiksel sonuçlar	105
Tablo 4.4. Dikey kılcallık için ANOVA tablosu	107
Tablo 4.5. Dikey kılcallık için bazı istatistik sonuçlar	107
Tablo 4.6. Yatay kılcallık için ANOVA tablosu	110
Tablo 4.7. Yatay kılcallık için bazı istatistik sonuçlar.....	110
Tablo 4.8. Kuruma için F-testi	112
Tablo 4.9. Kuruma için uyum eksikliği testi.....	112
Tablo 4.10. Kuruma için bazı istatistiksel sonuçlar.....	113
Tablo 4.11. Kuruma için ANOVA tablosu	114
Tablo 4.12. Kuruma için bazı istatistik sonuçlar.....	115

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Tekstil liflerin sınıflandırılması	2
Şekil 1.2. Tekstil endüstrisinde kullanılan liflerin genel olarak sıralaması	3
Şekil 1.3. Kılcallık olayı	6
Şekil 1.4. Kılcallık modelleri; yatay kılcallık (A), dikey kılcallık (B).	7
Şekil 1.5. Pamuk lifinin fiziksel görünümü	9
Şekil 1.6 Pamuk liflerinin mikroskop altında kesit ve boyuna yüzey görünüşleri	10
Şekil 1.7. Viskon üretim şeması	21
Şekil 1.8. Viskon elyafının kesit görünüşü	22
Şekil 1.9. Viskon elyafının boyuna ve enine kesit görünüşleri	22
Şekil 1.10. Modal Lifinin Enine ve Boyuna Kesit Görünüşü	25
Şekil 1.11 Tencel üretimi için kullanılan organik çözücünün kimyasal gösterimi	27
Şekil 1.12. Tencel liflerinin emdiği su miktarının lif kesitindeki görünümü	30
Şekil 1.13. Viloft elyafının kesit görünüşü	32
Şekil 1.14. Viloft(Viskon) çözelti eldesi.....	32
Şekil 1.15. Viloft üretimi için yağ çekim ünitesi	33
Şekil 1.16. Viloft üretim aşamaları.....	34
Şekil 1.17. Genel olarak polyesterin kimyasal yapısı.....	36
Şekil1.18. Polyester eriğinin elde edilmesi	37
Şekil 1.19. Sürekli ve kesikli (ekstrüder ile) filament üretimi	38
Şekil 1.20. Ekstrüder ile eriyikten lif çekimi	39
Şekil 1.21. Polyester liflerinin mikroskop altında kesit ve boyuna yüzey görünüşleri...	40
Şekil 1.22. CoolMax® lifinin kesit görünüşleri	43
Şekil 1.23. CoolMax®'lı kumaşta nem transferi.....	44
Şekil 1.24. CoolMax® elyafının kuruma özelliğinin diğer liflere göre kıyaslanması.....	44
Şekil 1.25. İşlem görmüş poliestere ile coolmax®'in su buharlaştırma özelliklerinin karşılaştırılması	45
Şekil 1.26. Bambu lifi enine (a) ve boyuna (b) kesit görünüşleri	46
Şekil 1.27. Konfor değerlendirme şeması	51
Şekil 1.28. Fiziksel olarak konforlu olmama	53
Şekil 1.29. Deriden çevreye olan ısı transferi diyagramı.....	55
Şekil 1.30. Su buharının buhar geçirgen bir kumaştan difüzyonu.....	59

Şekil 1.31. Farklı gözenek büyüklüklerinde kapiler yükselme	62
Şekil 1.32. Kapiler etki ile nem iletimi	63
Şekil 1.33. Ara yüzey gerilimleri ve temas açısı	64
Şekil 1.34. Kılcallık modelleri; yatay kılcallık (A), dikey kılcallık (B)	67
Şekil 1.35. Çeşitli kumaşların kuruma davranışları.....	70
Şekil 2.1. Dikey kılcallık ölçüm düzeneği	78
Şekil 2.2. Kalınlık ölçüm test cihazı	79
Şekil 4.1. Dikey kılcallık için normal dağılım grafiği	106
Şekil 4.2. Farklı hammaddeler kullanıldığında farklı sürelerde oluşan dikey kılcallık değerleri	108
Şekil 4.3. Yatay kılcallık için normal dağılım grafiği	109
Şekil 4.4. Yatay kılcallık için farklı hammaddeler kullanıldığında oluşan dikey kılcallık değerleri	111
Şekil 4.5. Kuruma için normal dağılım grafiği	113
Şekil 4.6. Farklı hammaddeler kullanıldığında farklı sürelerde oluşan yüzde kuruma değerleri	116

1.BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

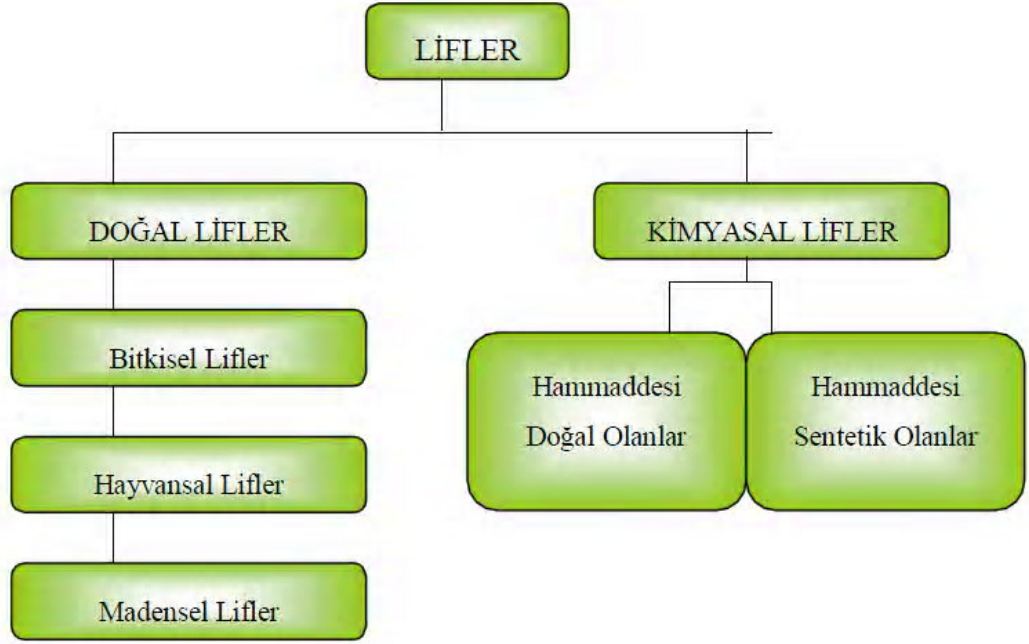
1. Genel Bilgiler

Tekstil; örme ya da dokuma anlamına gelen Latince de ‘texere’ kelimesinden türetilmiş bir kavramdır. İnsanların yaşam standartlarının artmasıyla giyime olan ihtiyaç artmış ve beraberinde yeni tekstil teknikleri ortaya çıkmıştır [1].

İnsanların temel ihtiyaçları beslenme, barınmanın ve örtünmedir. Bu ihtiyaçları karşılamada insanlar tekstil materyallerini kullanmışlardır. Bu materyallerin ana maddesi, liflerdir. Lif; belirli sınırlar dâhilinde gerilme ve kopmaya dayanıklı, birbirine tutundurulabilen, eğilip bükülebilen, homojen, uzunluğu genişliğinden çok büyük olan, boyanabilen esnek yapılardır.

İnsanların örtünme ihtiyacını karşılayan tekstil endüstrisi, elyafın elde edilmesinden tüketici isteklerini karşılayan son ürünün üretilmesine kadar olan aşamaları kapsayan çeşitli proseslerden oluşmaktadır. İplik üretimi ise bu prosesler içerisinde nihai ürün özellikleri üzerinde önemli etkisi olan bir süreçtir. Konvansiyonel tekstil üretiminde, genelde, farklı yöntemlerle elde edilen elyaflar bir araya getirilip eğilerek iplik üretimi yapılmaktadır [2].

Tekstil endüstrisinde kullanılan liflerin en az 5mm. uzunluğunda olması gerekmektedir. Şekil 1.1’de görüldüğü gibi bu lifler doğal ve yapay olmak üzere ikiye ayrılır. Doğal lifler de kendi içerisinde üç gruba ayrılır. Bitkisel esaslı, hayvansal esaslı ve mineral esaslı olanlardır. Yapay lifler ise doğada hazır halde bulunmayan çeşitli işlemlerden sonra elde edilen liflerdir [1].



Şekil 1.1. Tekstil liflerin sınıflandırılması [1].

Şekil 1.2' de tekstil endüstrisinde kullanılan liflerin genel olarak sıralaması gösterilmiştir. Doğal lifler; bitkisel, hayvansal ve mineral olarak üçe ayrılır. Bitkisel liflerin kimyasal yapısında büyük oranda selüloz bulunur ve bu genel özellikleri ile diğer liflerden ayrılırlar. Bitkisel kaynaklı lifler tohum, gövde, yaprak ve meyve kökenlidir. Tohum liflerinin en önemlisi pamuktur. Bitkilerin gövdesinden keten, jüt, rami ve hemp elde edilir. Sisal, manila ve koko yaprak lifleri, hindistan cevizi ise meyve lifidir. Hayvansal lifler ise kıl kökenli ve salgı kökenlidir. Kıl kökenli lifler sınıfında koyundan elde edilen yün başta gelir. Salgı kökenli lifler ise ipek böceğinden elde edilen doğal ipek ve örümcek ağıdır. Hayvansal lif üretiminde yün baskın bir rol oynamasına rağmen diğer hayvansal liflerde oldukça büyük ticari öneme sahiptir. Cam, asbest ve bazalt lifleri ise mineral kaynaklı liflerdir. Yapay lifler de suni ve sentetik olarak iki kısma ayrılır. Suni lifler, doğal hammaddelerden çeşitli kimyasal işlemlerle elde edilir. Viskon, Viloft, lyocell, modal, asetat ve triasetat suni liflere örnektir. Sentetik lifler petrol kökenli olup sentez yoluyla üretilen polimerlerden kimyasal lif çekim yöntemi kullanılarak elde edilen liflerdir. Polyester, poliamid, polipropilen, polietilen, poliakrilonitril ve elastan sentetik liflere örnektir [2].



Şekil 1.2. Tekstil endüstrisinde kullanılan liflerin genel olarak sıralaması [2].

Tekstil teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak insanların yaşam standartlarının yükselmesi sonucu, kumaş ve giysilerden beklentiler sadece sağlamlık, estetik, tasarım ve modaya uygunluk olmaktan çıkmıştır. Yoğun çalışma saatleri dışındaki serbest zamanlarda da kendisini rahat hissetmek isteyen günümüz insanı, giysilerden farklı beklentiler içerisinde ve bu bağlamda giysi konforu büyük önem taşımaktadır.

Konfor; insan vücudu ile çevresi arasındaki psikolojik, fiziksel, termofizyolojik uyumun memnuniyet verici olma durumu olarak tanımlanabilir. İnsan vücudu ile çevresi arasındaki fizyolojik, psikolojik ve fiziksel uyumun memnuniyet verici olma durumunu gösteren konforun en önemli parametrelerinden birisi ısı konfordur. Isıl konfor, giysilerin ısı ve nem geçirgenlik özellikleri ile ilgilidir. Isıl açıdan konforlu giysiler, farklı çevre koşulları ve aktivitelere bağlı olarak, vücudun değişen sıcaklık ve nemini transfer ederek vücudun ısı ve nem dengesinin korunmasında en önemli işlevi yerine getirirler [3].

Bir kumaşın, nem emme ve transfer kabiliyeti, onun karakteristik polimer özelliklerinin fonksiyonu olduğu kadar, lif yapısına da bağlıdır. Lif morfolojisinden kaynaklanan su iticilik, kuruma süresi, nem alma yüzdesi, ısı tutuculuk, hacimlilik, yüzey ağırlığına etkisi ve tuşe gibi özellikler termofizyolojik konforu etkilemektedir. Lifi termofizyolojik konforu sağlaması için sıvı veya sıvı olmayan nemi deriden uzaklaştırması gerekmektedir. Bu nedenle lifin hidrofilite ve hidrofobite özellikleri çok önemlidir.

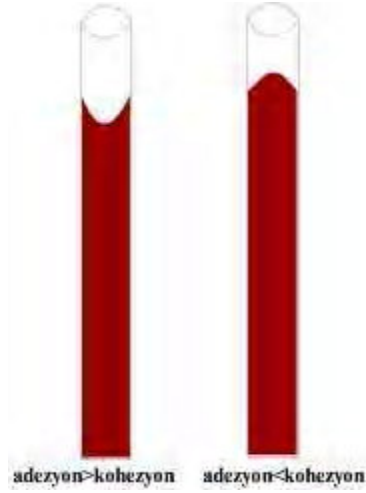
Lifi yapısında nemi ve teri aynı anda emilmesini ve açık havaya verilmesini sağlayan özellikler olmadığı takdirde, bu kumaşların termofizyolojik konfor sağlaması mümkün değildir. Termofizyolojik konfor için genellikle fonksiyonel özelliği artırılmış olan lifler kullanılmaktadır. Bu liflerin yapısında bulunan boşluk ya da farklı karakterdeki bir başka lif bir boşaltım borusu gibi vücuttan alınan tüm partiküllerin uzaklaştırılması için çalışmaktadır. Yeni nesil termofizyolojik liflerin konfor özellikleri deri ile lif arasındaki kütle ve ısı alışverişini idealize eden bir yapıda olmalarından kaynaklanmaktadır. Adsorbsiyon, migrasyon kavramları, su veya su buharı moleküllerinin lif yüzeyleri boyunca tutunması ve taşınması ile ilgilidir. Bu

mekanizmanın iyi işlemesi yalnızca liflerin hidrofil bir yapıya sahip olmaları ve uygulanan bitim işlemleri ile değil, özellikle adsorbsiyona katılan lif yüzeyi büyüklüğü ile de ilgili bir husustur. Mikro liflerden yapılmış kumaşlarda ise bu yüzey alanı oldukça fazladır [4].

Terden kaynaklanan ıslaklık hissinin ortadan kaldırılması için, giysiyi oluşturan kumaşın vücut yüzeyindeki teri buhar yoluyla uzaklaşmasına izin verir yapıda olması yanında, aktivite sonrası kumaşa biriken, vücutla temas halindeki sıvı teri de mümkün olduğunca dağıtarak uzaklaştırması gerekir. Konfor için istenen bu ter emicilik ve çabuk kuruma özellikleri, bir ağacın köklerindeki suyu en uçtaki yapraklarına kadar iletmesini sağlayan “kapılar (kılcal) kanal” doğa olayından esinlenerek geliştirilmiştir [5].

Kapiler transfer etkisi, tekstiller için sünger etkisi olarak da bilinen suyun ince borucuk veya aralıklar yardımı ile fiziksel olarak yukarıya taşınması ve yükselmesi olayıdır. İplikteki lifler arası boşluklar bu tür kapiler kanalları oluşturmaktadırlar [4].

Bir sıvı içine batırılan ince borudan sıvıların yükseldiği veya tam tersi olarak sıvı seviyesinin azaldığı görülür. Bu olayda kohezyon ve adezyon kuvvetlerinin etkisiyle gerçekleşir. Örneğin cam ile su arasındaki adezyon kuvveti, suyun kohezyon kuvvetinden büyüktür. Bu nedenle yeteri kadar ince bir cam boru su içine batırıldığında cam boru içindeki su seviyesi yükselir metrelerce yükseklikteki ağaçların en üst dallarının ucundaki yapraklara suyun ulaşması bu şekilde gerçekleşir. Cam ile sıvı arasındaki adezyon kuvveti, sıvı kohezyon kuvvetinden küçüktür. Bir cam boru sıvı içine batırıldığında ise boru içindeki sıvı seviyesi azalır. Şekil 1.3 ‘de görüldüğü gibi sıvıların bu şekilde ince borular içinde yükselmesi ya da alçalması olayına kılcallık denir [6].



Şekil 1.3. Kılcallık olayı [6].

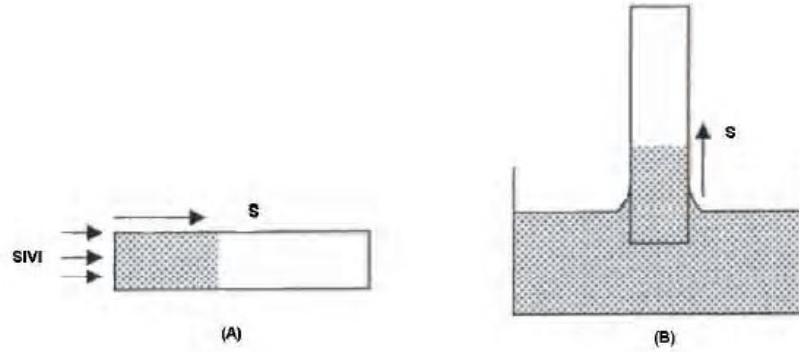
Terin iyi taşınması veya iletilmesi olayı sadece lif yüzeyinin suyu seven, hidrofil özelliği ile değil, özellikle lif inceliği ile de ilgili bir durumdur. Kapiler kanallar ne kadar dar, lifler ve iplikler ne kadar ince ise, o tekstilin kapiler taşıma etkisi de o derecede yüksektir. Mikro liflerden yapılmış giysiler, çok fazla terleme durumunda diğer klasik liflerden yapılmış tekstillere göre daha iyi nem taşıma ve daha iyi giysi konforu sağlamakta ve bu nedenle spor giysilerin, iş kıyafetlerinin ve koruyucu giysilerin yapımında kullanılmaktadır [4].

Tekstil materyallerinin sıvı transfer davranışları, bir ürünün üretim prosesleri ve son kullanımı sırasındaki performansı açısından önemlidir. Materyalin üretiminde kullanılan hammaddenin sıvı absorpsiyon özellikleriyle başlayan, iplik üretim metodu, yüzey oluşturma tekniği ve kumaş yapısal parametreleri ile kumaşa uygulanan bitim işlemleri tarafından büyük oranda etkilenen sıvı transfer özellikleri giysi konforu ve bazı teknik tekstil uygulamaları (tıbbi tekstiller, jeotekstiller, tarım tekstilleri, vb.) için göz önünde bulundurulması gereken bir özelliktir.

Tekstil materyallerinin sıvıyla iletişimde belirleyici rol oynayan absorpsiyon teorileri;

- a) Hidrofillik grupların etkisi
- b) Direkt ve indirekt bağlanan su modelleri
- c) Kristalin ve amorf bölgelere absorpsiyon
- d) Histerizis olayının moleküler açıklaması
- e) Limit şişmedir.

Kumaşların sıvı transfer kapasitesini değerlendirmek için genellikle düzlemsel kılcallık ölçümü yapılır. Kumaş içinde kılcallık, terleyen vücuttan alınan suyun giysi içindeki hareketine benzer şekilde, kumaş düzlemine dik veya paralel doğrultuda gerçekleşebilir. Bu amaçla yapılan ölçümler, yüzeyin bir kenarını sıvı içine daldırmak ve yüzey içinde sıvı hareketini, sıvı uç noktasının pozisyonunu takip ederek veya kütsel veya hacimsel değişimi belirleyerek gözlemek esasına dayanır. Kapilar basınç değeri sıvının ağırlığını geçtiği zaman sıvı kumaş içinde ilerlemeye başlar. Eğer sıvının hareket mesafesi yeterince uzunsa sıvı akış oranında yer çekiminin etkisini görmek mümkün olacaktır. Kapilar hareket yer çekimi ile dengelendiğinde bir eşitlik hali oluşur ve sıvı ilerleyişi durur. Şekil 1.4’de, yatay ve dikey yönde düzlemsel kılcallık modeli görülmektedir [7].



Şekil 1.4. Kılcallık modelleri; yatay kılcallık (A), dikey kılcallık (B).

Tez çalışmasında materyal olarak selülozik liflerden pamuk, viskon, modal, tencel, promodal ve viloft ile polyester lifleri olan; coolmax , yuvarlak kesitli polyester lifleri kullanılacağından bu elyaflar ile ilgili genel bilgiler aşağıda sırayla verilmektedir.

1.1. Çalışmada Kullanılan Lifler Hakkında Genel Bilgiler

Tez çalışmasında materyal olarak selülozik liflerden pamuk, viskon, modal, tencel, promodal, viloft ve bambu ile polyester lifleri olan; coolmax , yuvarlak kesitli polyester lifleri kullanılacaktır. Bu elyafların farklı oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen karışımlar ise Ne 30/1 ve süprem veya ribana örgü kumaş yapısında olması planlanmaktadır.

1.1.1 Pamuk Lifi

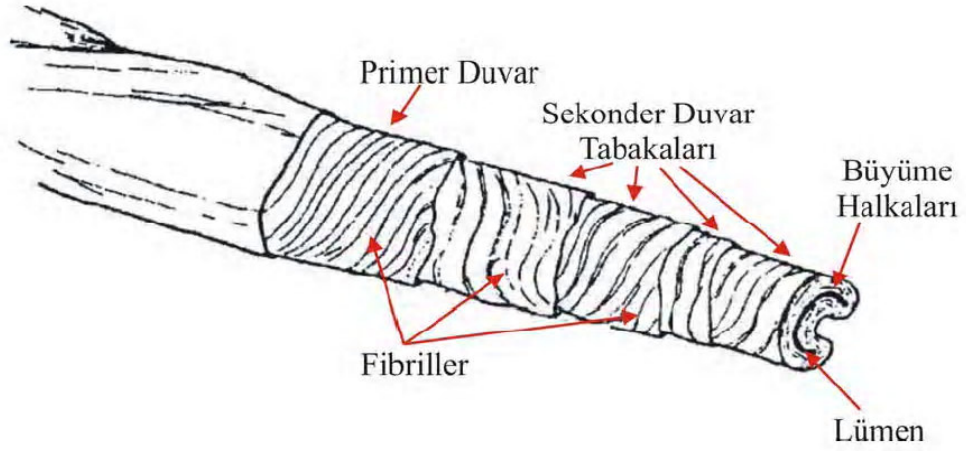
Pamuk liflerinin tarihçesine bakıldığında kullanımının M.Ö. 3000 yıllarına kadar uzanmakta olduğu görülmektedir: Pamuk lifleri ilk olarak Indus vadisindeki bir şehir olan Mohenjo-Daro'nun harabelerinde bulunmuştur. 7. yy'da eski mısırlılar pamuğu yetiştirmeyi ve eğirmeyi biliyorlardı. İspanyollar Amerika'ya çıktıklarında pamuğun giysi yapmakta kullanıldığını gördüler. Ayrıca pamuk lifleri, Arizona'daki tarih öncesi kalıntılarda ve İnka'lar öncesi Peru'da bulunmuştur. Tekstilde kullanılan en eski elyaf olan pamuğun anavatanı Hindistan'dır. Bugün dünyada en fazla pamuk üreten ülkeler; ABD, Çin, Hindistan, Pakistan, Rusya, Türkiye, Brezilya, Mısır, Meksika ve Sudan'dır. Türkiye'de ise pamuk üretim bölgeleri; Ege, Çukurova, GAP ve Antalya'dır [8].

Pamuk Üretimi

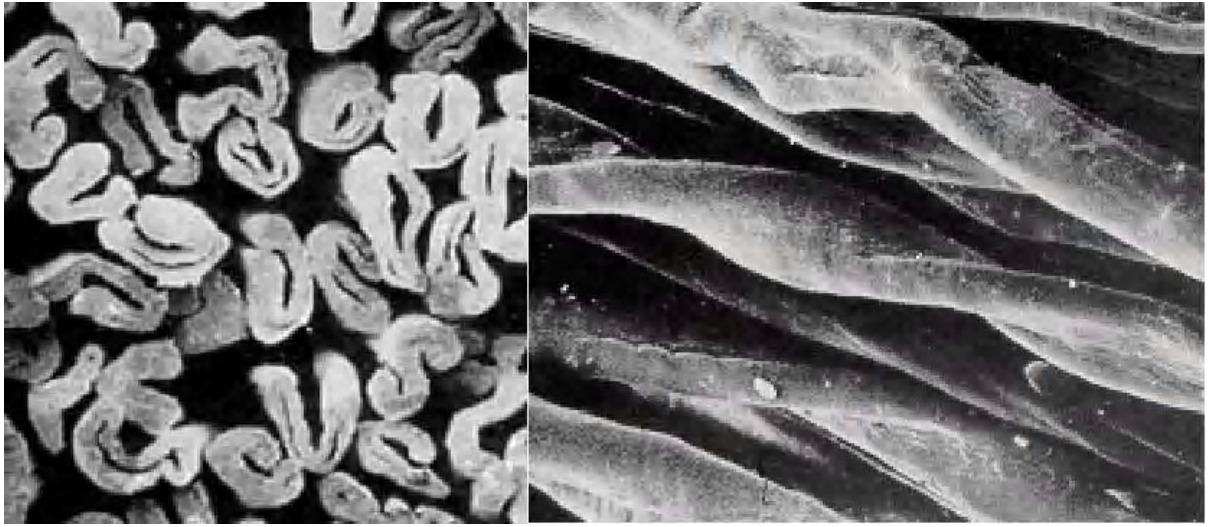
Pamuk bir yıllık bir bitkidir. İlkbaharda ekilen tohumdan, üretim şartlarına göre boyu en fazla 1 metreye varan bir bitki elde edilir. Koza adı verilen tohum zarfının, olgunluğa erişme süresi içinde, tohumlar üzerinde uzun ve ince lifler oluşur. 10 gün sonra da bu tohumlar üzerindeki uzun liflerin yanında, kısa tüyler meydana gelir. Bunlara ‘‘pamuk linteri’’ adı verilir. Çiçekten sonra kozanın olgunlaşması 40-45 gün sürer. Olgunlaşma sırasında lif, çekirdeğe bağlı ince bir kabuk veya boş bir tüp gibidir. Primer duvar denilen bu kısım doğal yağ ve vakslardan yapılmıştır. Olgunlaşma sırasında bu dış duvar içine sekonder duvar denilen selülozdan duvarlar örülür. Koza olgunluğa eriştikten sonra çatlar ve pamuk tohumları bir lif kütlesi kaplı bir halde açığa çıkar. Çiğit de denilen her bir pamuk tohumu üzerinde 10.000-20.000 kadar lif vardır. Kozanın açılmasından önce renksiz denecek kadar parlak olan lifler, havaya çıktığı andan itibaren su kaybederler; hücre sıvısı buharlaşır. Rengi donuklaşır ve enine kesiti dairesel halden bir tarafı göçmüş bir hale geçer. Pamuk liflerinin hasadı Ağustos ve Ekim ayları arasında yapılır. Olgunlaşan pamuklar zaman zaman toplanır. Tarlalardan elle veya makinelerle toplanan pamuklara, kütlü pamuk denir. Toplanan pamuklar, koza kabukları ve tohumlarından ayırmak üzere çırçır makinelerine yollanır. Çırçırlanmış pamuklar balyalar haline getirilerek iplik fabrikalarına yollanır. Geriye kalan tohumların üzerindeki linterler ayrılarak, rejenere selülozik elyaf yapımında kullanılır. Pamuk

tohumları yağ bakımından çok zengindir. Pamuk yağı üretilerek yağı alınmış tohumlar, havan yemi olarak tüketilir [9].

Pamuk lifinin fiziksel görünümü Şekil 1.5’de verilmektedir. En dışta yağ ve vakslardan oluşan "kütikül" adı verilen ince bir tabaka yer almaktadır. Bu tabakanın hemen altında selülozdan yapılmış fibrillerden oluşan primer hücre duvarı bulunmaktadır. Daha sonra ise merkeze doğru lifin bütün kütleini oluşturan ve yine selülozdan yapılmış olan sekonder hücre duvarı görülmektedir. Sekonder hücre duvarı, lifin olgunlaşması sırasında her gün bir tabaka olmak üzere selüloz ile örülmektedir. Sekonder duvarın sonunda "lümen" adı verilen içi protoplazma sıvısı ile dolu olan kanal bulunmaktadır. Olgunlaşmamış pamuk liflerinde bu kanalın geniş olduğu bilinmektedir. Pamuk liflerinin mikroskop altında enine ve boyuna kesit görünüşleri Şekil 1.6’da verilmektedir [8].



Şekil 1.5. Pamuk lifinin fiziksel görünümü [8].



Şekil 1.6 Pamuk liflerinin mikroskop altında kesit ve boyuna yüzey görünümleri [8].

Pamuk lifinin kimyasal yapısı, bitkinin yetiştirme koşullarına göre kısmen farklılıklar gösterir. Kimyasal yapısı incelendiğinde, makro moleküllerinin temel yapı taşının selüloz olduğu görülmektedir. Selülozdan başka yağ ve vakslar, pektin, protein, organik asitler gibi diğer doğal maddeleri de içermektedir.

Selüloz % 88-96

Hemiselüloz ve pektin % 4-6

Protein ve renkli madde % 1,5-5

Anorganik maddeler % 1,0-1,2

Vaks ve yağlar % 0,5-0,6

Pamuklu materyale uygulanan ön terbiye işlemleri sayesinde selüloz yüzdesi % 99'a kadar ulaşır. Şekil 1.6'da görüldüğü gibi ham pamuk lifi mikroskop altında düz bir şerit şeklinde görünmektedir. Lifi bükülmesi ile oluşan ve lifin cinsi bakımından çok önemli olan kıvrımlara torsiyon adı verilmektedir. Büküm her pamukta aynı değildir. Büküm kontrolü ile lifin olgunlaşıp olgunlaşmadığı anlaşılır. Olgunlaşmış liflerdeki torsiyon sayısı 60-160 adet/cm'dir [2].

Pamuk Lifinin Fiziksel Özellikleri

Uzunluk: Pamuk liflerinde uzunluk kalıtsal bir özellik olmasına rağmen çevre şartlarının etkisi ile değişiklikler gösterebilir. Pamuk lifinin boyu 1 cm'den 6,5 cm'ye kadar değişmektedir.

İncelik: Pamukta uzunluktan sonra en çok aranan özelliklerden biri incelik. Pamuklarda incelik uzunluk gibi kalıtsal bir özelliktir. Pamuk lifinin çapı 6-25 μm arasında değişir. Liflerde uzunluk ve inceliğin belirlenmesi bu liflerden kaç numara iplik yapılabileceğini tahmin etmeye yarar. Uzunlukları aynı olduğu halde incelikleri değişik olan liflerden elde edilen iplik numaraları farklıdır. Genellikle ince liflerden ince iplikler elde edilir. Genel olarak uzun pamuk lifleri kısa pamuk liflerine göre daha incedir. Pamukta lif uzunluğu arttıkça incelik de artar.

Mukavemet: Pamuk liflerinde uzunluk ve incelikte birlikte aranan özelliklerden biri de mukavemettir. Sağlam iplik sağlam pamuk liflerinden yapılacağı için mukavemet tekstilde çok önemlidir. Pamuk elyafının kopma mukavemeti genel olarak 19-45 cN/tex arasındadır. Pamuk liflerinin mukavemeti, liflerin olgunlaşma dereceleriyle yani selüloz tabakasının kalınlığı ile orantılıdır. Selüloz tabakasının yeterli kalınlığa ulaşması ve lifin olgunlaşması mukavemeti arttıran bir faktördür. Lif mukavemeti o liften elde edilecek ipliğin mukavemetini direkt etkiler ancak ipliğin mukavemeti hiçbir zaman kendini oluşturan tek liflerin mukavemetlerinin toplamına eşit değildir. Bunun sebebi, iplik içindeki liflerin birbiri üzerinden kayması ve kolaylıkla sıyrılması ile iplik mukavemetinin düşmesidir. Bu sebepten bir ipliğin mukavemeti kendini oluşturan tek liflerin mukavemet toplamının yaklaşık $\frac{1}{4}$ 'ü kadardır. Selülozik elyafların hepsinde olduğu gibi, pamukta da ıslatıldığında mukavemetinde artış görülmektedir. Yaş haldeyken mukavemet % 10-20 oranında artmaktadır. Pamuk liflerinde merserizasyon işlemi de mukavemeti arttırmaktadır..

Olgunluk: Olgunluk pamuğun selülozik çeper de denilen sekonder çeperinin kalınlığı yani gelişme derecesi ile ilgilidir. Bu çeper ne kadar kalın olursa lif o kadar olgun, ne kadar ince olursa da lif o kadar az olgun ya da ölüdür. Üretim sırasındaki olumsuz koşullar sebebiyle sekonder duvarların oluşumu olumsuz yönde etkilenir ve çeperler

tam olarak gelişemez. İç tabakaları tam olarak gelişmemiş lifler, ince duvarlı ve bükümsüz görünüştedir. Bu tür liflere ölü pamuk da denilir. Bunlar, zayıf ve kırılğan olduklarından kumaş yüzeyinde az boyanmış benekler halinde görünürler. Boyama ve diğer kimyasal işlemlerde çözeltinin lif içerisine nüfus etmesi bakımından duvarların kalınlığı ve lümenin genişliği çok önemlidir. Olgun olmayan pamuk elyafı daha yumuşak tutumlu ve parlak görünüşlü olmasının yanında mukavemeti daha az ve neps sayısı daha fazladır. Olgun olmayan lifler iplik yapımı sırasında kopar, neps oluşturur ve görünümü olumsuz yönde etkilemektedir.

Uzama ve elastikiyet: Pamuk liflerinde uzama miktarı % 5,6-6,8 arasındadır. % 2' lik elastik uzamadan sonra geriye dönme % 74, %5' lik uzamadan sonra ise % 45' tir. Pamuktaki doğal bükümler elastikiyeti artırır ve aynı zamanda bükülebilirliğini de arttırdığından iplik yapımını kolaylaştırır.

Yaylanma (Rezilyans) Özelliği: Pamuk lifi rezilyans yeteneği en düşük liftir. Elyafın bir basınç altında kalması ve ezilmesi sonrasında eski haline dönmesi güçtür. Bu sebeple de pamuk çok buruşur.

Nem alma: Pamuk elyafının yapısı göz önüne alındığında üzerinde yağ, mum gibi maddelerin olduğu görülür. Bu tür maddeler su ve nem almazlar. Bu durumda pamuk elyafı ham halde iken hidrofobtur. Ancak bazik işlemle bu tür maddeler pamuk elyafından uzaklaştırıldığında elyaf hidrofil özellik kazanmış olur. Pamuk elyafının nem alma özelliği iyidir. % 100 rölatif nemde pamuklu materyal, % 25-27 oranında su çeker. Pamuk için ticari nem değeri % 8,5' tur. Pamuk elyafında nem alma özelliğinin iyi olması, aldığı nemi biriktirmeden hemen kolayca vermesi, çabuk kuruması, kullanımı arttırıcı özellikler olarak dikkat çeker. Pamuktan yapılan giysilerde insan vücudunda oluşan ter, fark edilmeden ve rahatsız edici olmadan emilir.

Renk: Pamukların rengi kalıtsal bir özellik olup bağlı bulunduğu türe özgüdür. Ülkemizde yetiştirilen pamuklar beyaz renkli olmakla beraber, bazı dış etkenler bunların renk ve tonlarında değişiklikler meydana getirmektedir.

Sertlik ve yumuşaklık: Genellikle yumuşak tutumlu olan liflerin iplik olma yetenekleri yüksek olur. Pamukta yumuşak olan lifler ince, uzun ve daha fazla bükümlü olan liflerdir. Pamuk liflerinde uzunluk arttıkça incelik ve de büküm sayısı da artmaktadır. Bu nedenle de yumuşaklık artarken sertlik dereceleri de azalmaktadır.

Parlaklık: Pamuk lifleri, yapısındaki bükümler sebebiyle pek parlak olmayan liflerdir. Pamuk liflerinde parlaklık lif uzunluğuna bağlı olarak artar. Ayrıca pamuktaki parlaklığı arttırmak için meriserizasyon işlemi yapılır. Meriserizasyon işlemi ile lifteki kristalin bölgeler şişer, bükümler açılır ve parlaklık artar. Bu işlem ayrıca pamuğun boya alma özelliğini de artırır.

Pamuk Liflerinin Kimyasal Özellikleri

Pamuk ve pamuk gibi selüloz esaslı liflerin kimyasal özellikleri şu faktörlere göre değişiklikler gösterir.

- Büyük molekül gruplarının (makro molekülün) kimyasal yapısı; yani molekülleri oluşturan yapıtaşları, bunları birbirine bağlayan bağlar, zincir uzunluğu, zincir yapısı, uç grupların cinsi, ortalama polimerizasyon derecesi.
- Makro moleküllerin lif içindeki yerleşimleri; yani kristalin ve amorf bölgeler, lif eksenine göre makro moleküllerin yerleşme şekli.
- Elyaf içinde bulunan yabancı maddeler. Moleküler yapıda kristalin bölgenin amorf bölgeye oranı lifin kimyasal ve fiziksel özelliklerine etki eder. Liflerde kristalleşme oranı yükseldikçe sertlik derecesi artarken eğilme ve bükülme yetenekleri azalır. Bunun gibi lifler kimyasal maddelere karşı daha dayanıklı olurlar. Buna karşın liflerde amorf yapının artması sertliği azaltırken eğilme ve bükülme yeteneklerini de artırır. Sulu çözeltilerin lif içerisine nüfuz etmesi kolaylaşır. Dolayısıyla lifin kimyasal maddelere karşı dayanıklılığı azalmış olur. Tekstilde kullanılan selülozik esaslı liflerde makro molekül zincirleri aynı değildir. Doğal selülozik liflerdeki bu değer rejenere selülozik liflere kıyasla daha fazladır. Kristalin ve amorf oranlarının farklılığı ve polimerizasyon derecelerindeki değişiklikler, aynı kimyasal yapıya sahip olmalarına rağmen doğal ve rejenere selüloz lifleri arasında kimyasal ve fiziksel bakımdan farklılıkların oluşmasında ana nedendir.

Suyun etkisi: Pamuk liflerinde ıslanma sonucu % 28 kesit artışı, % 1' den az uzunluk artışı görülür. Islanmayla kopma dayanımında da artış görülür. Kuru kopma dayanımı 100 birim olarak kabul edilirse yaş kopma dayanımı 99,5-113,2 birim olabilmektedir. Pamuk nem çekici özellik gösterir. Lif yapısında bulunan bu suyun, liflerin; sağlamlık, buruşmazlık, esneklik ve tutum gibi özellikleri üzerinde büyük etkisi vardır.

Bazların etkisi: Bazlar pamuğu suya nazaran daha etkin bir şekilde şişirirler. Pamuk liflerine, alkalilerle soğukta muamele edilirse; liflerin şiştiği, lümenin daraldığı, lif yüzeyinin düzleştiği görülebilir. Bunun sonucunda lif mukavemeti artar, silindir şeklini alır ve şeffaflaşır, rengi parlaklaşır. Endüstride pamuk ve pamuklu kumaşlar sodyum hidroksitin bu etkisinden faydalanılarak merserize edilir. Hidrofil pamuk oluşturmak için de bazlardan yararlanılır. Sıcak bazik ön işlem, pamuğun su emiciliğini artırır. Sulandırılmış alkali çözeltilerinin pamuk lifleri ve mamulleri üzerinde etkileri suyun etkisi gibidir.

Asitlerin etkisi: Kuvvetli asitler, selüloz makro molekülünü oluşturan glikoz yapıtaşlarını birbirine bağlayan oksijen köprülerini koparır. Bunun sonucunda makro moleküller daha küçük parçalara bölünür ve polimerizasyon dereceleri düşer. Asitler tarafından zarara uğratılan selüloz liflerinin, kopma dayanımları ve diğer özellikleri de olumsuz etkilenir.

Yükseltgen maddelerin etkisi: Yükseltgen maddeler ılıman koşullar altında selüloz elyafı ile çeşitli reaksiyonlar gösterirler. Selüloz makro moleküllerini oluşturan her bir glikoz yapıtaşında yükseltgenecek çeşitli alkol grupları vardır. Bunlardan primer hidroksil gruplarının bir derece yükseltgenmesi ile aldehit, bunun da bir derece yükseltgenmesi ile karboksilli asit grupları oluşur. Eğer reaksiyon devam ederse yani glikoz yapıtaşında bulunan sekonder hidroksil grupları bir derece yükseltgenirse keton grupları meydana gelir ve oksiselüloz oluşur. İkincil hidroksil grupları daha zor şartlar altında yükseltgenirse C-C arasındaki bağları kopar ve moleküler bir parçalanma olabilir. Yükseltgeme devam ettiğinde altılı halka açılarak ester selülozu oluşumuna kadar etki devam eder. Bu da makro moleküllerin parçalanması demektir.

Sıcaklığın etkisi: Pamuk çok hızlı yanar ve piroliz olur. Yanma ısısı düşük olmasına rağmen, yanma çok hızlı ilerlediğinden açığa çıkan enerji fazladır. 150°C'ye kadar bir değişiklik olmazken bu değerden yukarı çıkıldıkça bozunmaya başlar; 170°C' de kısa zamanda kavrulur. Yakıldığında, siyah, parmak arasında ezilebilen bir kül bırakır ve yanık kâğıt kokusu duyulur.

Işığın etkisi: Işık etkisine doğrudan maruz kalan pamuklu mamuller ultraviyole ışınlarının etkisi ve havanın oksijeni yardımıyla kimyasal bir değişikliğe uğrayıp mukavemetlerinden kaybederler. Yazın rüzgârsız bir havada nemli olarak serilen pamukların 375 saat kadar gün ışığına maruz kalmaları halinde mukavemetlerinden %50 kaybettikleri görülmüştür [2].

Pamuk Özelliklerinin Testi-HVI (High Volume Instrument)

Uster HVI Spectrum test ekipmanı ile aşağıda belirtilen lif özellikleri test edilmektedir.

- Lif inceliği (mikronik değeri)
- Olgunluk
- Lif uzunluğu
- Uzunluk üniformitesi
- Kısa lif oranı (SFI-Short Fiber Index)
- Lif mukavemeti
- Kopma uzaması
- Eğirim tutarlılığı indexi (SCI-Spinning Consistency Index)
- Parlaklık(Rd-Reflectance)
- Sarılık (b)
- Renk skalasında bulunduğu bölge (C-G :Color Grade)

Lif inceliği (Mikroner): Sabit ağırlıktaki bir lif örneği, lifler arasından hava geçişi ve basınç altında bu geçişin ölçülmesiyle test edilir. İncelik, olgunluk gibi diğer faktörler, mikroner sonuçlarından etkilenir [2]. Tablo 1.1' de pamuğun çeşitli incelik değerlerinin

sınıflandırılması yer almaktadır. Buna göre 3 mikronerden az olan değerler çok ince olurken 6.0 mikronerden büyük olanlar çok kaba olarak çok kaba olarak değerlendirilir.

Tablo 1.1. Pamuk lifi inceliğinin sınıflandırılması

Mikroner	Tanımlama
3.0 'dan az	Çok ince
3.0-3.6	İnce
3.7-4.7	Kaba
4.8-5.9	Orta
6.0'dan yüksek	Çok kaba

Olgunluk indeksi (Mat): Olgunluk indeksi, mikroner, mukavemet ve uzama HVI ölçümlerini sofistike algoritma kullanılarak hesaplanan nispi bir değerdir. Bu indeks bir pamuk örneğinin hücre duvar kalınlığının derecesini belirtir [2]. Tablo 1.2'de pamuk lifinin olgunluk indeks sınıflandırılması görülmektedir. Buna göre olgunluk indeksi 1 üzeri olan çok olgun olurken 0.85 altı olanlar olgunlaşmamış olarak değerlendirilir.

Tablo 1.2. Pamuk lifinin olgunluk indeksinin sınıflandırılması

Olgunluk İndeksi	Tanımlama
0.70 altı	Görülmez
0.71-0.85	Olgunlaşmamış
0.86-1.00	Olgun
1.01 üstü	Çok Olgun

Üniformite indeksi (Unf): Üniformite indeksi, ortalama uzunluğun üst yarı ortalama uzunluğa oranıdır. Fibrogram içerisinde lif uzunluğun dağılmasını göstermektedir [2]. Tablo 1.3'de Pamuk lifinin üniformite indeks sınıflandırılması verilmektedir. Buna göre üniformite indeksi 86'nın üstü olan çok yüksek olurken 77'nin altı olanlar çok düşük olarak değerlendirilir.

Tablo 1.3. Pamuk lifinin üniformite indeks sınıflandırılması

Üniformite İndeksi	Tanımlama
77'nin altı	Çok Düşük
77-79	Düşük
80-82	Orta
83-85	Yüksek
86'nın üstü	Çok Yüksek

Kısa lif indeksi (SFI): Kısa lif indeksi sofistike bir algoritma kullanılarak hesaplanır. Fibrogram matematiksel olarak uzunluk dağılım eğrisine dönüştürülür. SFI 0,5 inç (12,7 mm) den kısa lif miktarını dikkate alır. Bu indeks, AFIS kısa elyaf içeriğiyle ağırlık olarak iyi bir korelasyon sağlar [2]. Tablo 1.4'te Pamuk lifinin kısa lif indeks sınıflandırılması verilmiştir. Buna göre kısa lif indeksi 18 ve üstü olan çok yüksek olurken 6'nın altı olanlar çok düşük olarak değerlendirilir.

Tablo 1.4. Pamuk lifinin kısa lif indeks sınıflandırılması

Kısa Lif İndeksi	Tanımlama
6'nın altı	Çok Düşük
6-9	Düşük
10-13	Orta
14-17	Yüksek
18 ve üstü	Çok Yüksek

Lif mukavemeti: Lif mukavemeti, elyaf kopma kuvvetinin gram cinsinden elyafın lineer yoğunluğuna (tex) oranıdır. İncelik, mikroner değerlerinden hesaplanır. Lif demeti sürekli bir deformasyon oranında (CRE=sabit uzama oranı) kopartılır. Çeneler arasındaki mesafe 1/8 inçtir [2]. Tablo 1.5' de Pamuk lifi mukavemetinin sınıflandırılması verilmiştir. Buna göre mukavemet değeri 31 ve üstü olan çok kuvvetli olurken 21'nin altı olanlar çok zayıf olarak değerlendirilir.

Tablo 1.5. Pamuk lifi mukavemetinin sınıflandırılması

Mukavemet (gr/tex)	Tanımlama
21'den az	Çok Zayıf
22-24	Zayıf
25-27	Orta
28-30	Kuvvetli
31 ve üstü	Çok Kuvvetli

Uzama: Uzama demeti içerisindeki liflerin elastikiyeti davranışlarının bir ölçüsüdür. Lifler çeneler arası mesafe 1/8 inç olarak şekilde demet halinde sıkıştırılır. Çenelerin ilk bölümü sabittir ve alt çene çifti sabit bir oranla çekilip kopmadan önce liflerin uzman miktarı kaydedilir ve uzama yüzdesi olarak tanımlanır. Örneğin eğer % 50' lik bir uzama ölçülürse bu lifler kopmadan önce bir incin 1/16' sı kadar uzamış demektir [2]. Tablo 1.6' da pamuk lifi uzamasının sınıflandırılması verilmiştir. Buna göre uzmana değeri 7.7 ve üstü olan çok yüksek olurken 5' in altı olanlar çok düşük olarak değerlendirilir.

Tablo 1.6. Pamuk lifi uzamasının sınıflandırılması

Uzama	Tanımlama
5' in altı	Çok Düşük
5-5.8	Düşük
5-6.7	Orta
6.8-7.6	Yüksek
7.7 ve üstü	Çok Yüksek

Nem: Nem test edilen örneğin içerdiği su (H₂O) miktarıdır. % (Nem) pamukta zamanla örneklerin içinde bulunduğu sıcaklığa ve rutubete göre farklılık gösterir. HVI test sonuçlarını aynı doğruluk ve kesinlik seviyesinde elde etmek için tutarlı nem gereklidir. En iyi kesinlik ve doğruluk ortalama % 6,5-8 nem seviyesinde elde edilir [2]. Tablo 1.7'de Pamuk lifi nem sınıflandırılması verilmiştir. Buna göre nem değeri 10 ve üstü olan çok yüksek olurken 4.5' nin altı olanlar çok düşük olarak değerlendirilir.

Tablo 1.7. Pamuk lifi nem sınıflandırılması

Nem	Tanımlama
4.5'in altı	Çok Düşük
4.5-6.5	Düşük
6.5-8.0	Orta
8.0-10.0	Yüksek
10.0 ve üstü	Çok Yüksek

Parlaklık (Rd): Pamuk lifinin yansıttığı ışığın beyazlığını ifade eder. Bu Nikerson/Hunter renk grafiğinde gösterilen parlaklığa benzemektedir. Pamuğun ölçülen renk derecesini belirlemek için sarılık (+b) ile birlikte kullanılır..

Sarılık (+b): Bu değer pamuk lifinin yansıttığı ışığın sarılığını ifade etmektedir. Örneğin sarılığı (+b) sarı bir filtre kullanılarak belirlenir. Bu Nickerson Hunter renk grafiğinde gösterilen +b değerine benzemektedir. Sarılık pamuğun ölçülen renk derecesini belirlemek için parlaklık (Rd) değeriyle birlikte kullanılır.

Renk derecesi (CG): Bir pamuğun renk derecesi iki filtreli bir kalorimetrede belirlenir. Bu objektif metod,(USDA) pamuk derece standartlarını kontrol etmek amacıyla 1940'ların başında Nickerson ve Hunter tarafından geliştirilmiştir. Bugün bu yerini tamamen pamuk sınıflandırıcısıyla subjectif görsel derecelendirmeye bırakılmıştır [2].

1.1.2 Viskon Lifi

Yeryüzünde nüfus arttıkça, doğal lifler, insanların ihtiyacına yetmemeye başladı. Bu nedenle insanlar, gereksinimleri olan lifleri belli ölçüde kendileri elde etmeyi düşündüler. Bu husustaki ilk fikir, 1664 yılında İngiliz R. Hooke tarafından ortaya atıldı. Daha sonra, 1710 yılında Fransız R.A. Réaumur, reçine ve vernik kullanarak bir filament elde etmeyi tasarladı. Ancak kimyasal olarak elyaf yapımında ilk ciddi adım 1855'de İsveçli G. Audemars'ın selüloz nitratı keşfetmesiyle atılmış oldu. Bu konuda üzerine yapılan birçok araştırma Chardonnet tarafından sonuçlandırılmıştır. Chardonnet, ipekböceğinin hastalıkları üzerine araştırmalar yapan Pasteur'un öğrencisi idi.

Chardonnet, ipekböceğinin ipek filamentini üretimine benzeterek, suda çözünen selüloz nitrati ince, deliklerden basınçla verip, bir taraftan da kurutarak selüloz nitrat filamentlerini elde etti. Selüloz nitratin çok kolay alevlendiği göz önüne alınarak filamentleri amonyum sülfür ile denitrate etti. Bu ürün, 1890 yılında Paris Fuarı'nda ilk kimyasal elyaf olarak sergilenmiş oldu. Bu yolla imal edilen yapay liflere benzerliği nedeniyle ve üreticisinin adına Chardonnet ipeği adı verildi [10].

Viskon rayonunun üretim prosesi, selüloz kimyasını inceleyen Charle Frederick Cross ve E.J. Beven adlı kimyacılar tarafından bulunmuştur. Viskoz üretim prosesleri 1891'de bulunmasına rağmen patenti 1892'de alınmıştır [9].

Doğal liflerin artan nüfus taleplerini karşılayamaması nedeniyle, 19. Yüzyılın ortalarında başlayan araştırmalar sonucunda rejenere selüloz lifi olan viskon üretilmiştir. Her ne kadar viskonun yaş dayanımlarının sınırlı olması, yeni nesil rejenere selüloz lifi üretimine yol açsa da, zaman içerisinde üretim teknolojilerindeki gelişmeler viskonun maliyet ve üretim rekabetini arttırmış ve pazar içindeki payını korumasını sağlamıştır. Günümüzde ise doğal ürünlere olan ilgi nedeniyle hoş tutuma, parlak bir görünüme ve dökümlülüğe sahip olan viskona talep artmaktadır [11].

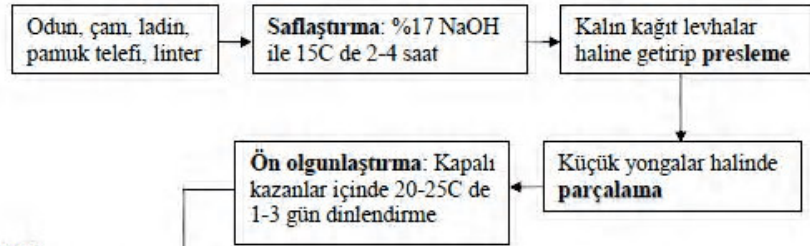
Viskon Üretimi

Viskoz liflerinin hammaddesi selülozdur. Şekil 1.7'de üretim aşamaları verilen viskoz için % 92-98 civarında selüloz içeren pamuk linteri ve odun selülozu kullanılır. Bu maddeler temizlendikten sonra kostik soda ile muamele edilerek alkali selüloz oluşturulur. Daha sonra karbon disülfid ile işleme sokularak selüloz ksantata dönüştürülür ve seyreltik kostik soda çözeltisiyle çözülür. Elde edilen ham viskoz çözeltisi olgunlaştırma işlemine tabi tutulduktan sonra asit koagüle banyolarında çekilir ve böylece viskoz filamentleri meydana gelir. Viskoz lif çekimi sırasında hava kabarcıklarının düzeden çıkan elyafın kopmasına neden olmaması için lif çekimi vakumlu ortamda yapılır. Ayrıca filamentin yapışmasını önlemek için koagülasyon banyosundan geçirilir. Lifler üretildikten sonra germe işleminden geçer. Germe işlemi iki basamakta olmaktadır. Birinci basamakta %10'luk bir gerilim uygulanırken, ikinci bölgede %50-50'lük bir gerilim uygulanır. Daha sonra tow haline getirilen lifler ikinci

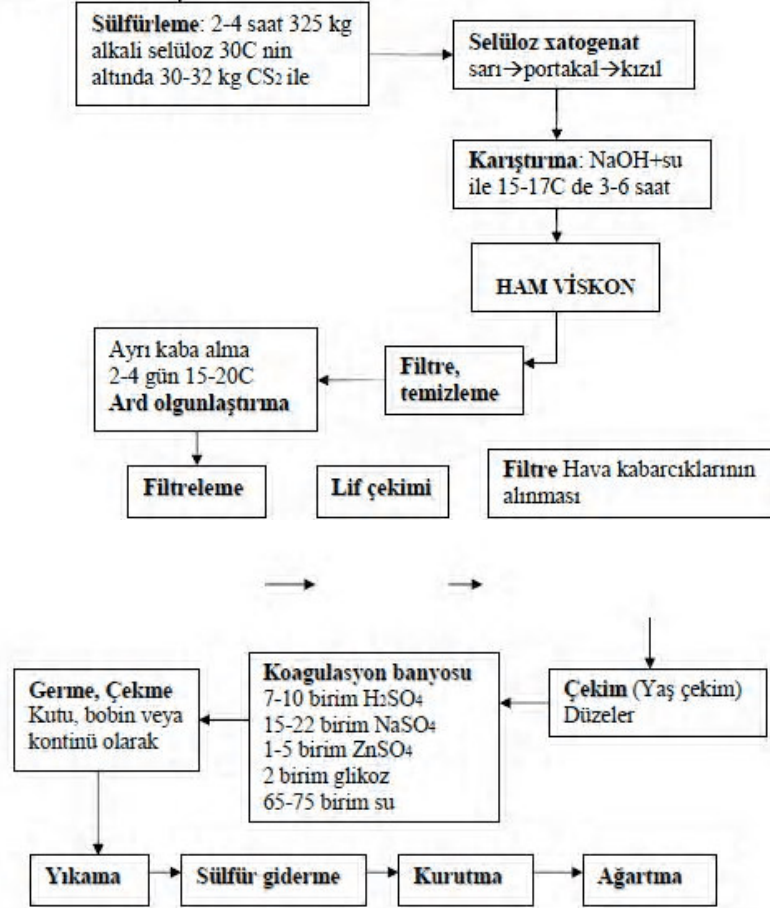
bir banyodan geçerek kesmeye giderler. Burada yapılan kesimden sonra viskon lifi üretilmiş olur.

Kesme işleminden sonra ise lifler terbiyeye gönderilirler ve burada; büzdürme, yıkama, kükürt giderme, 2. yıkama, ağartma, 3. yıkama, anti klorlama, 4. yıkama ve avivaj proseslerinden geçer [11].

I. ADIM



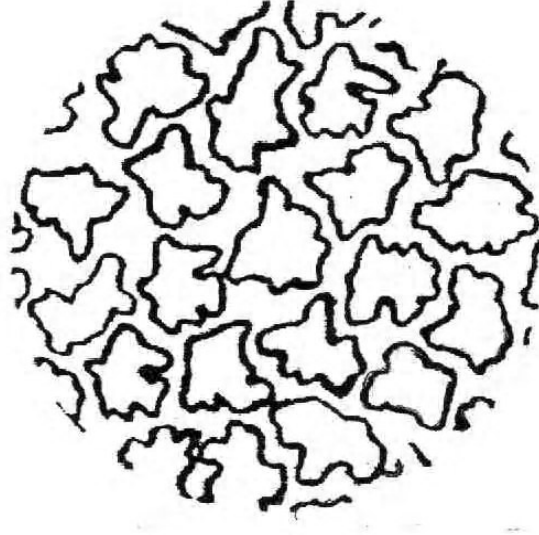
II. ADIM



Şekil 1.7. Viskon üretim şeması [13].

Dünyada üretilen suni liflerin yaklaşık %75'i viskondur. Viskozun kesikli halinden oluşan viskonun devamlı (continue) olanına ticari olarak floş denir [13].

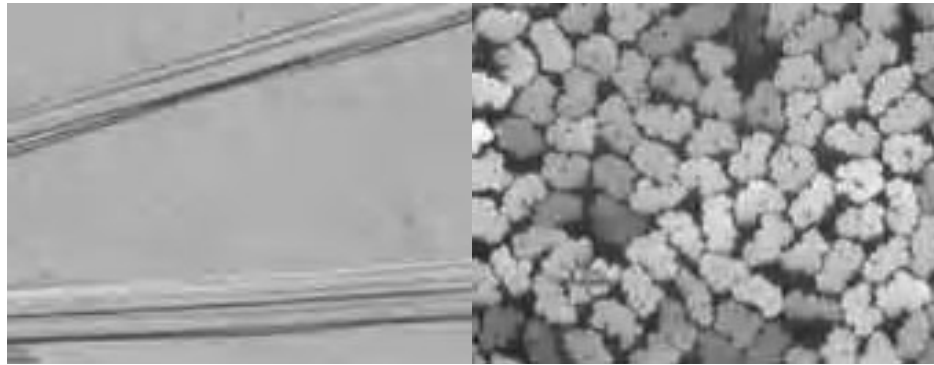
Viskon elyafının enine kesitinin mikroskop altında görünüşü Şekil 1.8’de gösterilmektedir.



Şekil 1.8. Viskon elyafının kesit görünüşü [9].

Viskon Lifinin Fiziksel Özellikleri

- Lif uzunluğu boyunca uzanan pek çok kanallara sahiptir ve bunlar kesitin bir özelliği olan çentiklere karşılık gelir (Şekil 1.9).



Şekil 1.9. Viskon elyafının boyuna ve enine kesit görünüşleri [14].

- Viskon elyafının inceliği denye ile ifade edilir. Viskon elyafı genel olarak 1.5-2.5 ve 3.75 denye olarak üretilmektedir.

- Özgöl ağırlığı 1,52g/cm³.
- Yaş mukavemeti; 1.2-1.7 gr/denye, kuru mukavemeti; 2.3-3.0 gr/denye'dir.
- Viskon elyafına uygulanan kuvvetin elastik sınır içerisinde olması durumunda; kuru olarak % 10-23, yaş olarak % 16-33 uzadığı tespit edilmiştir.
- Viskon elyafı yapı itibariyle nem absorpsiyonu yüksektir. Elyaf havadan önemli miktar nem alır. Ticari olarak viskonun rutubet değeri % 13'tür.
- Viskonun kendilerine has parlak bir görünümü mevcuttur. Işık, lifin üzerine düştüğü sırada bir miktar absorbe edilmektedir. Yansıtılan ışık ise beyaz renktedir. Işığın çoğu, filament veya kesikli liflerin pürüzsüz ve düzenli yüzeylerinden yansıtılmaktadır. Böylece göz kamaştıran ve ışıltılı bir parlaklık elde edilmektedir. Bu yüzden bir matlaştırıcı madde (TiO₂), lif çekim çözeltisine ilave edilebilmektedir.
- 115°C'ye kadar ısıya dayanır daha sonra önce sararır ve beyazımsı kül bırakarak yanar.
- Işığın tesiri önemli ölçüdedir. Viskonun nem miktarı, ışığın etkisini artırır ve mukavemetinin değeri azalır.
- Viskon kurutmaya maruz kalırsa mukavemeti azalır ve renkte solma oluşur.

Viskon Lifinin Kimyasal Özellikleri

- Seyreltik asitler belli bir sıcaklıktan sonra, saf asitler ise soğukta etkiler.
- Alkalilerin konsantrasyonu ve sıcaklıkla doğru orantılı olarak aynen pamukta olduğu gibi dayanıklıdır [14].

Suyun Etkisi: Su, rejenere selüloz liflerini pamuktan daha çok şişirir. Çünkü; su, amorf bölgedeki kristalitlerin dış yüzeyindeki makro moleküllerin hidroksil gruplarına dipol ve H köprüleri ile bağlanır. Amorf bölgenin fazlalığı, giren su miktarını ve şişmeyi artırır. Suyun şişme etkisi nedeniyle ıslanma ve yıkanmada çok çekerler. Uç gruplardaki makro moleküllerin fazlalığı nedeniyle, rejenere selüloz lifleri biraz indirgen özellik gösterirler. Rejenere selüloz liflerinin yaş dayanımları, kuru dayanımlara nazaran daha düşüktür. Bu nedenle; rejenere selüloz mamullerin yıkanması ve kurutulmasında işlemler, pamuğa nazaran daha narin yapılmaktadır.

Asitlerin Etkisi: Viskon ve rayon; asitlere karşı çok dayanıksızdır. Makro moleküllerdeki oksijen köprüleri kolayca koparak parçalanır.

Bazların Etkisi: Viskon ve rayon elyafının. bazlara karşı dayanımları da pamuğa nazaran oldukça düşüktür. Kuvvetli bazlarda kısmen çözünürler. Çözünme, makro moleküllerin polimerizasyon derecesi düştükçe artar. Ancak; konsantre çözeltilerde, çözünme nedeniyle makro moleküller tamamen çözüneceğinden, lifin ortalama polimerizasyon derecesi artmakla birlikte, fiziksel özellikler düşer.

Tuzların Etkisi: Tuzlar rejenere selüloz lifini kısmen çözer. Bu özellik, pamukta olduğu gibi; tuzu oluşturan katyon ne kadar küçük ve anyon ne kadar büyük olursa o kadar fazla olur.

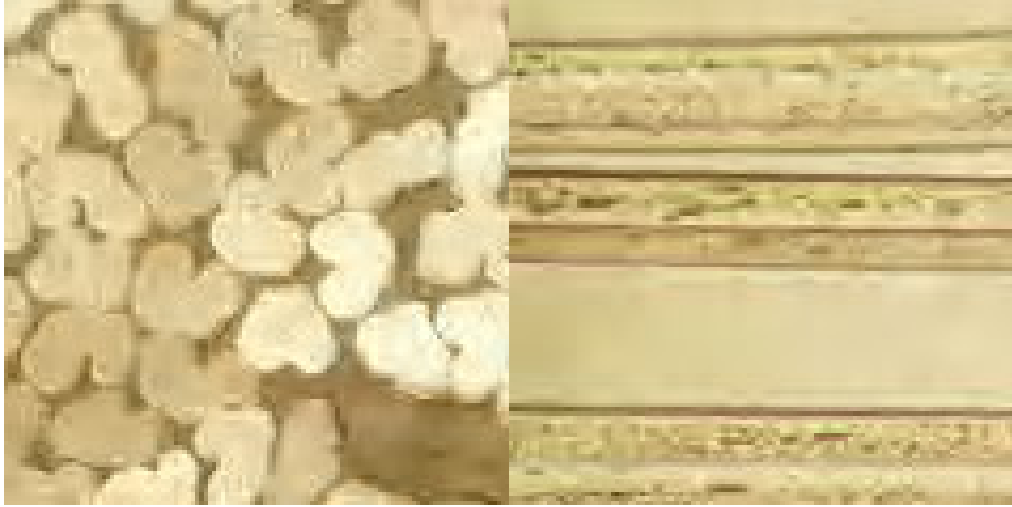
Yükseltgen ve İndirgen Maddelerin Etkisi: Yükseltgen ve indirgen maddelerin etkileri pamuktaki gibidir [15].

1.1.3. Modal Lifi

Selülozdan elde edilen viskon liflerinin özellikle düşük mukavemet dezavantajlarının azaltılması için yapılan çalışmalar sonucunda modal lifler ortaya çıkmış ve tekstil sektörü içerisinde kullanım alanı bulmuştur [16].

Modal®, kayın ağacının selülozundan elde edilen bir elyaftır. Lenzing firmasının ticari bir markasıdır. Sektörde oldukça yaygın olarak kullanılan bu lifin en öne çıkan özellikleri oldukça yumuşak ve parlak olmasıdır. Bunun yanında, diğer doğal liflerde görünen yıkama ve kullanım sonucu sertleşme Modal®' dan elde edilen giysilerde görünmemekte ve aynı yumuşaklığını koruyabilmektedir. Düşük lif katılığı, düzgün lif

yüzeyi, düşük iplik düzgünsüzlüğü, yüksek mukavemeti, doğal yumuşaklık maddesi içermesi, yüksek renk parlaklığı da diğer özellikleri olarak sayılabilir Şekil 1.10 'da Modal lifinin enine ve boyuna kesit görünüşü verilmiştir [17].



Şekil 1.10. Modal Lifinin Enine ve Boyuna Kesit Görünüşü [17].

Modal Üretimi

Selülozik esaslı lifler (viskoz, modal ve tencel gibi) genel olarak bitki dokularının odunsu kısımlarından, sap ve gövdelerinden elde edilen selülozun değişik kimyasal işlemler sonucunda türetilmesiyle elde edilir. Selülozun karbondisülfid ile kimyasal olarak türetilmesiyle üretilen insan yapımı rejenere liflere rayon (viskoz, modal) adı verilmektedir. Selülozun rejenerasyonu ve selüloz-ksantatin koagülasyonunun kombinasyonu viskoz liflerinin bilinen kabuk/öz yapısının oluşmasına neden olur. Modal lifleri viskoz liflerine göre daha yüksek yaş modüllü ve tümüyle kabuk yapıdadırlar. Viskoz ve modal lifleri arasındaki temel farklılık üretim sırasında kullanılan CS_2 miktarı ve lif çekimi sırasında liflerin banyoda kalış süreleridir [18].

Modal Lifi Özellikleri

Lenzing firmasının ticari markası olan ve kayın ağacının selülozundan elde edilen 1.3 dtex modal lifinin fiziksel değerleri Tablo 1.8’ de gösterilmiştir [19].

Tablo 1.8. Modal lifinin fiziksel değerleri

ÖZELLİK	DEĞER
Lineer density (Numara)	1.3 dtex
Tenacity (Mukavemet)	34 cN/tex
Elongation (Uzama)	%12
Tenacity in wet state (Yaş mukavemet)	20 cN/tex
Elongation in wet state (Yaş uzama)	%13
Water retention ability (Su tutma kabiliyeti)	%60
Natural moisture concent (Doğal nem yüzdesi)	%12.5
Volume swelling in water (Suda şişme oranı)	%63
Cristallinity (Kristalite)	%25

1.1.4. Tencel (Lyocell) Lifi

İlk olarak; uluslararası bir elyaf fabrikası olan Hollanda/Acordis firmasının 1990’da İngiliz/Courtaulds firması ile yeniden yapılanmasıyla İngiltere’de üretilmiştir. Avrupa ülkelerinde viskoz üretiminde kullanılan sülfür artıklarının çevreye verdiği zarardan dolayı çevreciler viskoz elyaf fabrikalarına baskı yapmaya başlamış, hatta bu baskının dozu o kadar artmış ki, viskoz lif üreticileri sadece bu sıkıntıdan kurtulmak için mevcut viskoz kalitesinden daha düşük kaliteye de razı olmuşlardır. Diğer taraftan bir viskoz işletmesi atık arıtma tesisinin yatırım ve işletme maliyeti fabrika yatırım maliyetine yaklaşmıştır. İlk çalışmalar 1969’da başlamış; ilk lif çekimi de 1993’te gerçekleşmiştir.

Selülozu çözecek başka bir madde üzerinde araştırmalar yoğunlaşmış ve sonunda viskoz lifinden farklı özelliklerde, çeşitli alanlarda kullanıma çok uygun yeni bir lif bulunmuştur. Bu nedenle bu liflere “Üçüncü Jenerasyon Rejenere Selülozik Lifler” adı verilmiştir.

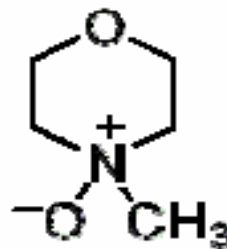
LYO: Lyein (Latince çözünen)

Cell: Selüloz kelimelerinin kısa birleşiminden dolayı Lyocell (CLY) lifleri ismini ve sembolünü almıştır.

Lyocell liflerinin ilk bulunduğu 90'lı yıllarda Lenzing (Avusturya) kendi lyocell liflerini “Lyocell by Lenzing” markası altında pazarlamıştır. Tencel; Acordis/Courtaulds (İngiltere) firmasının kuruluşu olan Tencel Ltd.nin lyocell lifleri için kullandığı bir ticari isimdir. Her iki lif üreticisi Lenzing AG ve eski İngiliz Courtaulds plc 80'li yıllarda stapel (kesikli) lif; Hollanda firması Akzo Nobel de “Newcell” adı altında filament (devamlı) lif teknolojisi geliştirme amacıyla, birbirlerinden bağımsız lisans alma talebinde bulunmuşlardır. Her iki firma 90'lı yıllarda başarıyla lyocell stapel lif üretimine başlamışlardır. Patent hakları beyanına göre Lenzing ve Courtaulds 1998'de bir anlaşma imzalamışlar ve bu suretle sınırlı bir know-how değişimi gerçekleşmiştir. 2004 yılında Courtaulds firmasının Lenzing firması tarafından satın alınması sonucu Lenzing; lyocell kesikli lif üretimini “Tencel” markası ile piyasaya sürmüştür. Her ne kadar bu liflerden yapılan tekstil ürünlerinde ilk yıllarda özellikle terbiyede ciddi problemler yaşanmışsa da devam edilen çalışmalar sonucunda bu problemlerin tamamı aşılmıştır [13].

Tencel (Lyocell) Lifi Üretimi

Elde edilişinde en önemli özellik kullanılan organik çözücünün %90'nın geri kazanılması; koagülasyon banyosunda asit, baz gibi hiçbir maddeye gerek duyulmayıp sadece su kullanılmasıdır. Yeni bulunan bu çözücünün adı toksik olmayan organik çözücü amin oksit olup açılımı N-methylmorpholine N-oxide, NMMO (N-metilmorfolinoksit)'tir. Şekil 1.11'de bu çözücünün kimyasal gösterimi verilmektedir.



Şekil 1.11. Tencel üretimi için kullanılan organik çözücünün kimyasal gösterimi [13].

Selüloz hammaddesi (odun) + su + NMMO beraber ısıtılır. Kademeli olarak içinden su ve hava kabarcıkları alınarak içinde %10-12 selüloz, %5-12 su, %75-80 NMMO

karışımından 100 C°de yüksek viskozitede selüloz çözeltisi elde edilir. Bu çözelti düzelerden önce bir hava aralığından geçirilir; sonra koagülasyon banyosuna (asit ve tuz içermez) gönderilir. Tamamen sudur. Bu nedenle çekme ve büzülme etkileri görülmez. Doğrudan düze çıkışından itibaren moleküllerde oryantasyon başlar. %90 kristal derecesine ulaşır. Bu da mukavemet artmasını sağlar; kırılgenlik artar. Viskoz eldesinde kullanılan karbon sülfür burada yoktur. Daha sonra lifler yıkanır. Koagülasyon banyosunda kullanılan NMMO maddesi banyodan ayrılır; tekrar kullanılmak üzere toplanır [13].

Tencel (lyocell) Lifi Özellikleri

Selülozik liflerin mekanik özelliklerini etkileyen en önemli faktörler, moleküler ağırlık, makro moleküllerin sıralanması ve kristalinite veya yanal düzenlenme derecesidir. Viskoz prosesinin bir basamağı olan alkali olgunlaştırma adımımdan dolayı rayon liflerinin moleköl ağırlıkları, lyocell liflerinin moleköl ağırlıklarından daha düşüktür. Lyocell lifleri uzun moleköl zincirlerinden dolayı modal ve viskoz lifleri ile karşılaştırıldıklarında yüksek polimerizasyon dercesine sahiptirler. Lif oluşumu sırasında kullanılan çözelti ve çekim şartları liflerin kristalinite derecesini doğrudan etkiler. Buna bağılı olarak lyocell lifinin kristalinite derecesi, modal lifinden %16 ve viskoz lifinden %43 oranında fazladır. Lyocell lifleri modal ve viskoz liflerinininkinden daha zayıf kristalitler arası yanal bağılara sahiptirler çünkü lif oluşumunun bir aşaması olan çekim prosesi, yüksek oryante olmuş kristalin bölgelerde büyük kırılmalar oluşumuna neden olmaktadır. Lyocel liflerinde moleküler oryantasyon faktörü modal lifinden %3, viskoz lifinden ise %18 fazladır . Moleküler oryantasyon ile liflerin uzama oranı ters orantılı olduğundan, liflerin uzama oranları arttıkça modöl ve dayanımları azalmaktadır. Selüloz liflerinin su tutabilme özelliğı lifin, amorf ve kristalin yapısına bağılıdır. Su moleküler oryantasyonu güçlü olan bölgelere giremediğinden ve zayıf olan hidrojen bağlarını koparttığından, su ve alkali tutma özelliğı (liflerin su veya alkali alarak şişmesi) lyocellde modal liflerinden daha fazladır . Bu modal liflerinin kabuk/öz oranının daha yüksek olması gibi yapıdaki farklılıklar ile açıklanabilir [18].

Lyocell lifleri diğeri liflere göre oldukça pürüzsüz bir yüzeye sahip iken viskoz ve modal lifleri pürüzlü bir yüzeye sahiptir. Liflerdeki bu şekil farklılığı, kristalizasyon derecesi, oryantasyon ve yüzey morfolojisini önemli ölçüde etkilemektedir. Lyocell lifi kompakt

bir lif çekirdeğine, nanogözenekli orta tabakaya ve yarı geçirgen çok gözenekli amorf lif kabuğuna sahiptir. Modal ve viskoz liflerinde gözeneklerin çapı nanometreden mikrometreye kadar değişebilir. Bu durum liflerin kesit görünüşünü de önemli ölçüde etkiler. Örneğin; viskoz ve modal lifleri loplu kesit yapısına ve lyocell lifleri ise yuvarlak/oval kesit yapısına sahiptir [18].

Selülozik liflerin boyutsal stabilitesi, görünüş ve parlaklığını geliştirmek için yapılan su ve sulu alkali uygulaması (selülozun amorf ve kristalin bölgelerine giren alkali solüsyonu fibriller arası ve fibriller içi şişmeye neden olur); elementer fibril gruplarını ve elementer fibrilleri ayırdığı için gözeneklerin enine kesiti azalırken, boşluktaki kırılmalar artırmış olur. Yani; alkali uygulaması liflerin gözenek yapısını, kristalinitesini, birim hücre yapısını, oryantasyonunu, mekanik ve termal özelliklerini değiştirmektedir. Diğer taraftan, NaOH uygulamaları göstermiştir ki lyocell liflerinin şişmesi sonucu liflerin gözenek alanı ve gözenek çapında bir değişiklik olmazken bu liflerin su tutma değeri artmış ve karboksil içeriği azalmıştır. Alkali etkisi sonucunda meydana gelen şişme basıncı kristalinitedeki H bağlarının zayıflamasına dolayısıyla kristalin bölgelerindeki modüllerin azalmasına neden olur [18].

Tencel nanolif bir yapıya sahiptir. Tablo 1.9’ da 1.3 dtex inceliğine sahip tencel (lyocell) lifine ait fiziksel özellikler gösterilmiştir.

Tablo 1.9. Tencel (lyocell) lifinin fiziksel değerleri [19].

ÖZELLİK	DEĞER
Lineer density (Numara)	1.3 dtex
Tenacity (Mukavemet)	40 cN/tex
Elongation (Uzama)	% 15
Tenacity in wet state (Yaş mukavemet)	34 cN/tex
Elongation in wet state (Yaş uzama)	% 17
Water retention ability (Su tutma kabiliyeti)	% 70
Natural moisture concent (Doğal nem yüzdesi)	% 11.5
Volume swelling in water (Suda şişme oranı)	% 67
Cristallinity (Kristalite)	% 40

Şekil 1.12’de tencel lifinin su absorblamış hali görülmektedir. Tencel lifinin nem emilimi iyidir ve absorblama-desorblama mekanizması hızlıdır. Başka bir deyişle nem alımı ve nemi atmosfere transferi hızlı olmaktadır. Ayrıca Tencel lifi yumuşak bir tuşeye sahip olup genellikle deriye temas eden iç çamaşırı, çorap, spor kıyafetleri, ev tekstilleri, denim ve iş giysilerinde kullanılmaktadır [20].



Şekil 1.12. Tencel liflerinin emdiği su miktarının lif kesitindeki görünümü [17].

1.1.5. Promodal Lifi

Yeni bir buluş olan ProModal®, Lenzing Modal® ve Tencel® marka elyafları ihtiva eden bir karışımdır. Her iki elyaf da tekstil pazarında oldukça iyi yer edinmiş ürünlerdir. Lenzing Modal® dünyaca ünlü birçok tekstil markası üreticisinin koleksiyonda yumuşaklığı ve hoşluğu sebebiyle kullanılmaktadır.

Tencel® ise doğal ve fonksiyonel bir elyaf olarak bilinmektedir. Nem emiciliği, bu elyafı özellikle aktif spor giyim ürünlerinde, hassas ciltler için tasarlanan ve üretilen giysilerde ve ev tekstilinde (özellikle yatak örtüleri, çarşaf) kullanışlı kılmaktadır.

Bu özelliklere sahip iki elyafın kombinasyonu olan ProModal®, aynı üründe yumuşaklık ve performans sunmakta, Lenzing Modal® ve Tencel® li özel karışım ise ProModal® ın bu iki elyafa ait özellikleri bir arada sunmaktadır. Lenzing, bu kombinasyonun tek üreticisi durumundadır.

ProModal® örme giysilerde yüzde 100 oranında kullanılabildiği gibi pamukla karışımli olarak da kullanılabilmektedir [21]. Yumuşaklık ve fonksiyonellik özelliğinin çok iyi olduğu promodal lifinin fiziksel özellikleri Tablo 1.10'da gösterilmektedir [20].

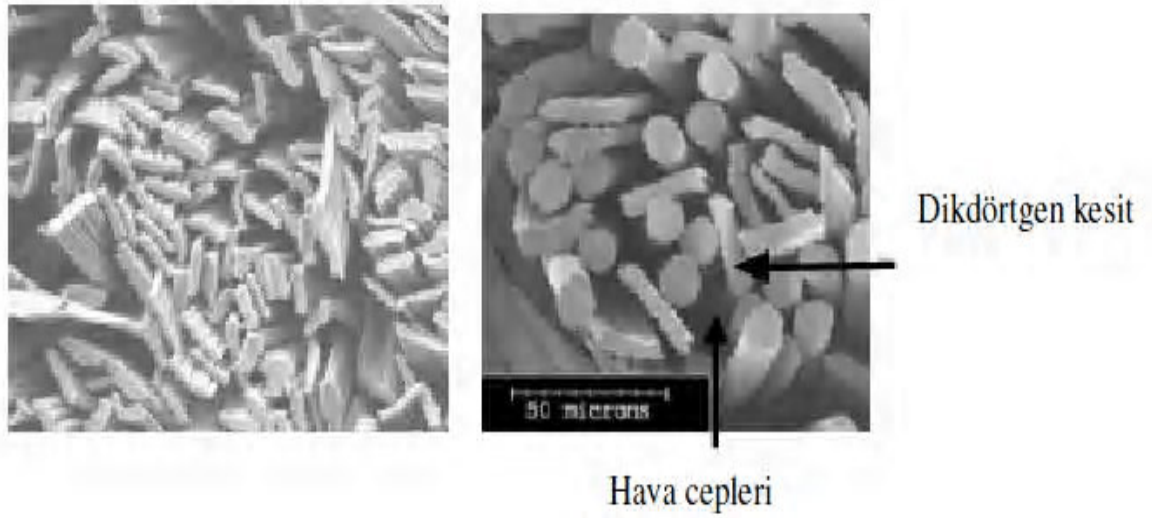
Tablo 1.10. Promodal lifinin fiziksel değerleri [20].

ÖZELLİK	DEĞER
Lineer density (Numara)	1.3 dtex
Tenacity (Mukavemet)	35 cN/tex
Elongation (Uzama)	%12
Tenacity in wet state (Yaş mukavemet)	23 cN/tex
Elongation in wet state (Yaş uzama)	%14

1.1.6. Viloft Lifi

Kelheim firmasının bir ticari markası olan Viloft®, okalıptüs ağacının selülozundan elde edilmektedir [17]. Viloft elyafı tırtırlı yüzeye ve yassı kesite sahiptir. Viloft elyafının kesit şekli ve yüzey özellikleri, viloftun özellikle pamuk ve polyester elyafı ile karışım halinde kullanılmasıyla lifler arasında hava boşlukları oluşmasına sebep olmaktadır. Böylelikle bu elyaf kullanılarak üretilen kumaşların termal ve nem iletim özellikleri iyileştirilmektedir. Viloftun tırtırlı yüzeyi kılcallık etkisinin oluşmasına sebep olmaktadır. Kılcallık ise insan terinin vücuttan uzaklaştırılmasına yardım etmektedir. Rejenere selülozik esaslı bir lif olan viloftun kesit yapısının sağladığı avantajla yumuşaklık, kolay kuruma, hafiflik, konfor, sıcaklık gibi giyim açısından çok önemli olan özelliklerin sağlandığı elyaf üreticisi tarafından iddia edilmektedir [2].

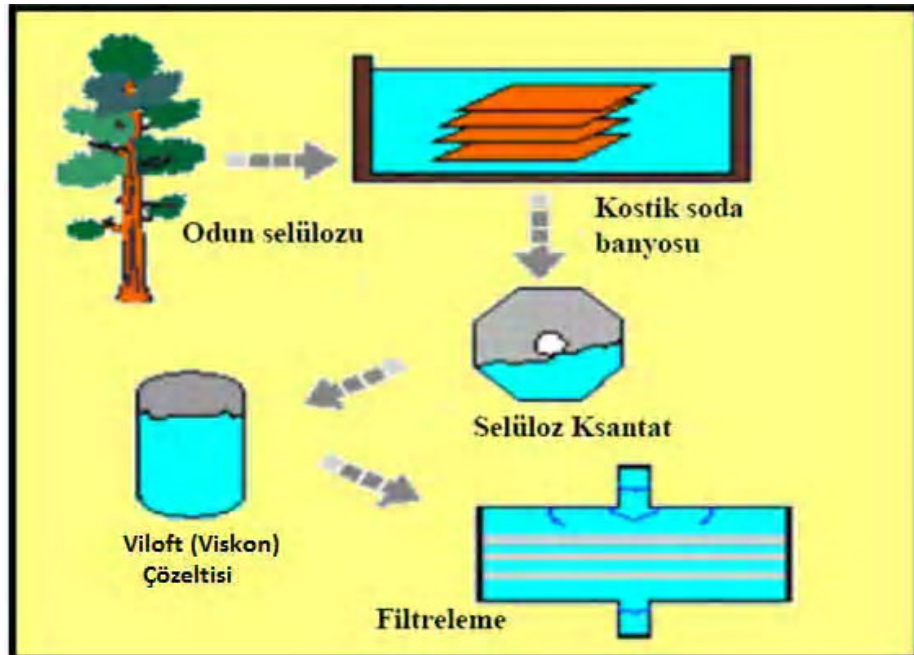
Şekil 1.13' de görüldüğü gibi, elyaf çekiminde dikdörtgen bir kesit oluşturacak şekilde tasarlanan viloft elyafı, bu özelliği sayesinde iplik içinde hava cepleri oluşturmakta, bu da giysiye yüksek ısı izolasyon özelliği kazandırmaktadır [17].



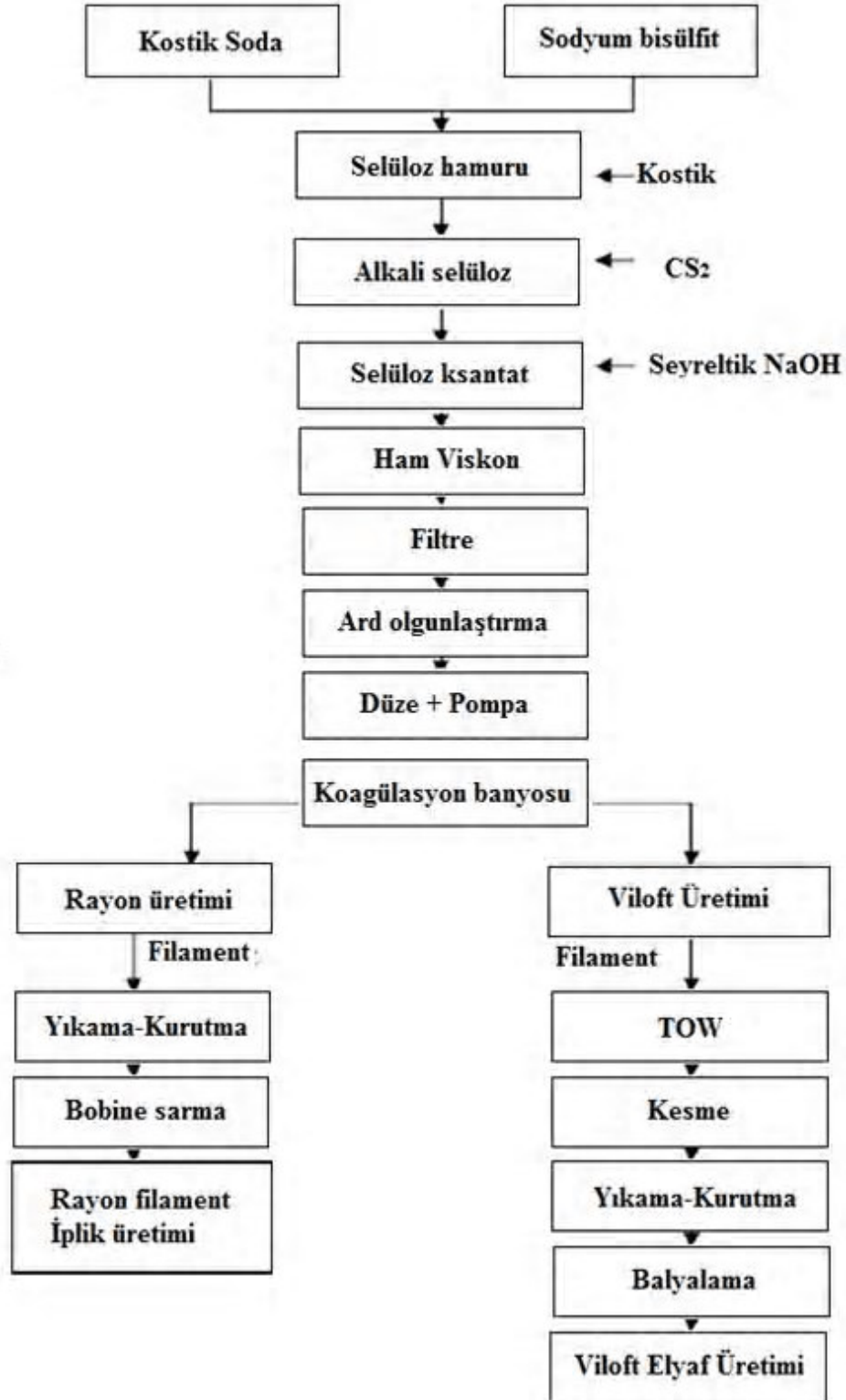
Şekil 1.13. Viloft elyafının kesit görünüşü [17].

Viloft Lifi Üretimi

Viloftun kimyasal yapısı ve üretimi viskon ile aynı olmasına rağmen sadece kullanılan düse farklıdır. Okalıptüs ağacının kabuk kısımlarının çıkarılması sonucunda elde edilen keresteler yapraklar şeklinde küçük boyutlarda dilinir ve elde edilen selüloz parçacıkları preslenerek katı yapraklar haline getirilir (Şekil 1.14).



Şekil 1.14. Viloft(Viskon) çözelti eldesi [22].



Şekil 1.16. Viloft üretim aşamaları [2].

Viloft Lifinin Fiziksel Özellikleri

Viloft elyafının üretici tarafından bildirilen mekanik özellikleri Tablo 1.11’de gösterilmektedir. Viskona benzer olarak viloftun yaş mukavemeti kuru mukavemetine göre düşüktür. Yaş uzama değerleri ise kuru uzama değerinden daha yüksektir.

Tablo 1.11. Viloft elyafının fiziksel değerleri [23].

ÖZELLİK	DEĞER
Air dry tenacity (Kuru mukavemet)	18-22 cN/tex
Air dry extension (Kuru kopma uzaması)	% 18-25
Wet Tenacity (Yaş mukavemet)	10-15 cN/tex
Wet extension (Yaş kopma uzaması)	% 28-33

Tablo 1.12’ de ise farklı stapel uzunluğa ve lineer yoğunluğa sahip olan ve ticari olarak üretilen viloft elyaf özellikleri görülmektedir.

Tablo 1.12. Viloft elyafının lineer yoğunluk ve uzunluk değerleri [23].

Dtex	ELYAF UZUNLUĞU	PARLAKLIK
1.9	38	Parlak
2.4	38.51	Parlak/Mat
2.4	Filament	Parlak

1.1.7. Polyester Lifi

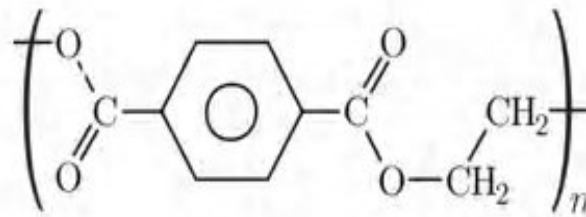
Polyester lifi DuPont firmasında polimerler üzerine yürütülen araştırmalar sırasında ortaya çıkmıştır. Fakat bunlardan lif elde edilmesi ancak 1941 yılında mümkün olmuştur. Önce İngiltere’de Calicio Printers şirketinde çalışan J.T. Dickson ile J.R.

Whinfield Etilen glikol (EG) ve teraftalik asiti (TPA) kondense ederek Polietilen teraftalatı elde etmişler ve bundan da lif üretebilmişlerdir.

İkinci Dünya savaşıdan sonra İngiltere’de Imperial Chemical Industries (ICI) firması, ABD’de DuPont firması polyester lif üretim yöntemlerini geliştirmişlerdir. Özellikle 1950’den bu yana polyester lif üretiminde artış görülmektedir [24].

Dünyada başlıca Polyester üreticileri; ABD, Japonya, İngiltere, Almanya, İtalya, Fransa, Türkiye olarak sayılamaktadır. Ayrıca son yıllarda Çin de, Polyester üreten söz sahibi ülkeler arasında yer almaktadır. Ülkemizde ise Polyester elyaf üretimini gerçekleştiren başlıca firmalar; SASA-DupontSa, Sifaş, Polylen, Nergis, Flament, ASF, Polyteks’dir [8].

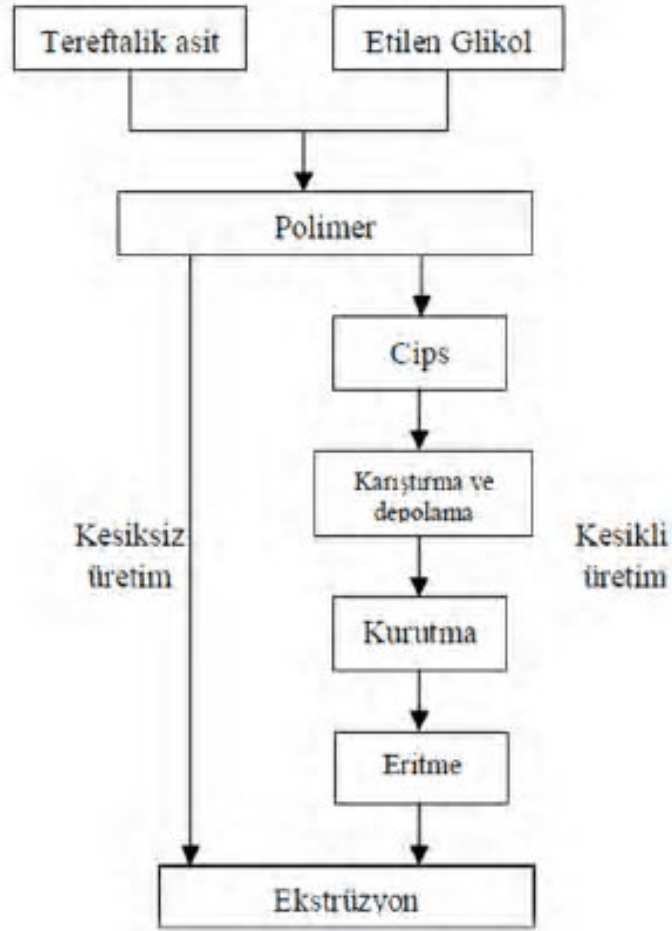
Sentetik lifler içerisinde önemli bir yeri olan bu lif grubu bir polikondenzasyon ürünü olup, organik bir asit ile bir alkolün reaksiyonundan elde edilir. Genel formülleri Şekil 1.17’de görülmektedir [24].



Şekil 1.17. Genel olarak polyesterin kimyasal yapısı [25].

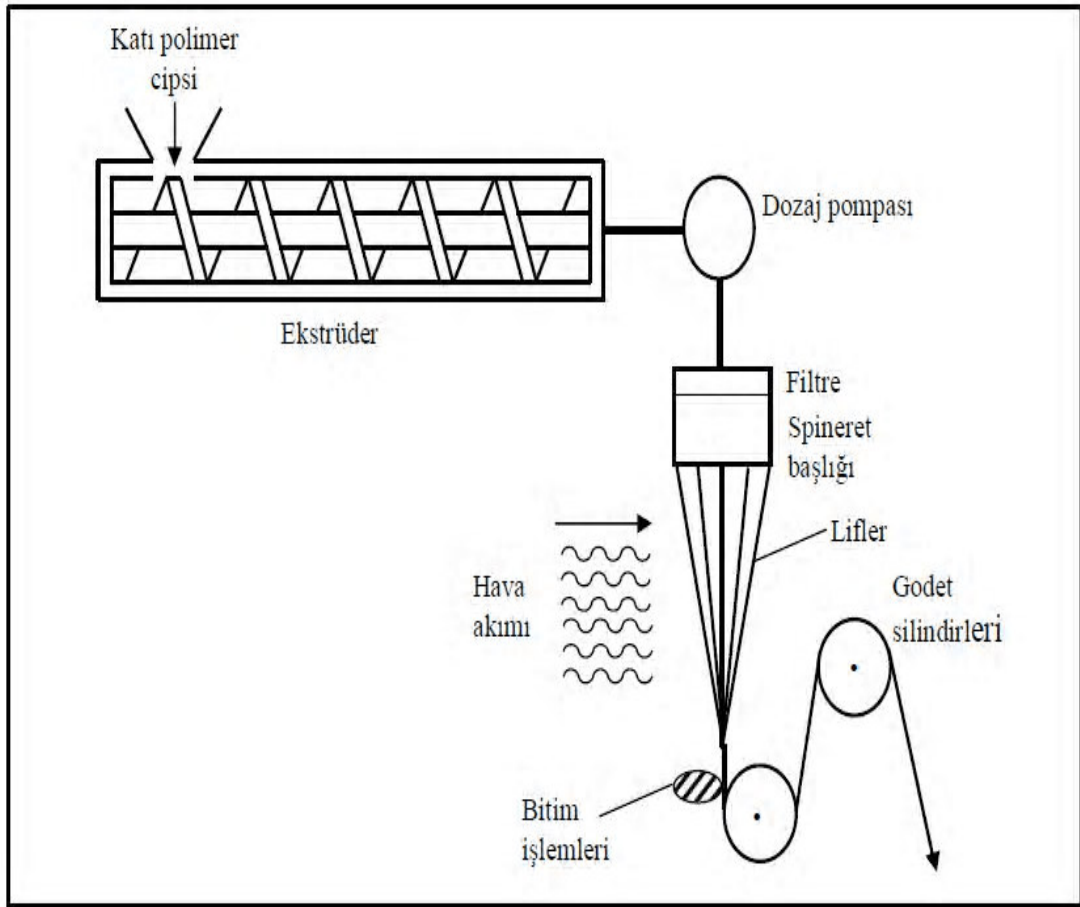
Polyester Lifi Üretimi

Sentetik bir lif olan polyester, tereftalik asit ve etilen glikol’un kondenzasyonu ile oluşan polietilentereftalat (PET) polimerinin eriyikten çekilmesi ile elde edilir. Şekil 1.8’de polyester eriyiğinin elde edilmesi şematik olarak gösterilmektedir. Polyester polimerin oluşturulmasından hemen sonra veya polimerin katılaştırılmasından elde edilen cipslerin ekstrüderde eritilmesiyle de üretilebilmektedir. Polimer üretiminden hemen sonra filament üretimine geçilen kesiksiz entegre üretimde polimer direkt olarak eriyikten çekme ünitesine gelir [2].



Şekil 1.18. Polyester eriğinin elde edilmesi [2].

Kesikli üretimde ise polimer elde edildikten sonra cips denilen küçük katı parçacıklar haline getirilir ve üretilecek yere sevk edilir. Polimer granülleri veya cipsleri eriyikten lif çekimi için başlangıç maddesini oluşturduğunda ilk olarak kurutulur ve ekstrüderde eritilir. Kontinü (sürekli) lif çekiminde polimerizasyon ile üretilen homojen ve çekilebilir eriyik direkt olarak dişli pompa aşamasında lif çekim makinesine yollanır. Sürekli üretim ve ekstrüderle yapılan kesikli üretim ise Şekil 1.19’ da bir arada gösterilmektedir. Kesikli ve sürekli üretim hattından belli bir sıcaklık, basınç, debi, viskozite değerindeki polimer 2...8 lif çekme ünitesine beslenir. Her bir lif çekme ünitesinde, düşe ve filtreden önce, bir planet dişli pompa bulunmaktadır. Bu pompa her üretim sisteminde kullanılmasa da, hassas basınç ve sıcaklık değerlerini yakalamak için

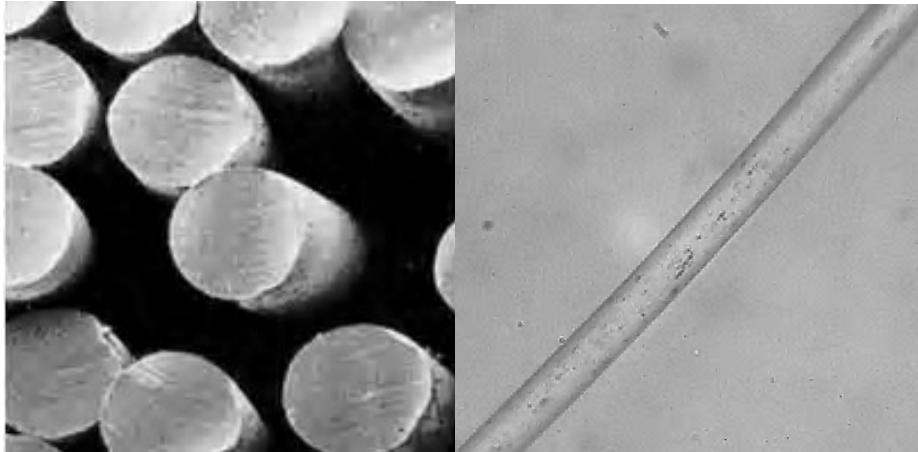


Şekil 1.20. Ekstrüder ile eriyikten lif çekimi [2].

Polyester Lifinin Fiziksel Özellikleri [11]

Polyester elyaf esas olarak; hidrofobluğu, yüksek mukavemeti, buruşmazlığı ile karakterize edilebilir. Bu özellikleri ile polyester elyaf; pamuk, viskon, yün karışımlarında kullanım özelliklerini geliştirici rol oynayan önemli bir elyaf çeşididir.

Mikroskopik görünüş: Boyuna kesiti pürüzsüz ve yeknesak, çubuğa benzeyen bir görünüme sahiptir. Enine kesiti çoğunlukla yuvarlaktır. Polyester liflerinin mikroskop altında kesit ve boyuna yüzey görünüşleri Şekil 1.21’ de gösterilmiştir. Düz formuna göre değişik kesitleri de vardır.



Şekil 1.21. Polyester liflerinin mikroskop altında kesit ve boyuna yüzey görünümleri [8].

Uzunluk: İlk üretildiklerinde sonsuz filament halindedirler. Daha sonra kesikli olarak istenilen boylarda kesilebilirler. Pamuk tipinde 3-5 cm, yün tipinde 6-15 cm'dir.

İncelik: Sentetik elyafta incelik üretim sırasında istenilen şekilde olur.

Yoğunluk: Dakron 1.38 gr/cm³, Kodel 1.22 gr/cm³, Vikron 1.37 gr/cm³. Bu değerlerin hepsi ortalama olarak pamuktan ve rayondan düşük, poliamid ve akrilikten yüksektir.

Renk: Üretimde beyaz renklidir. İstenirse, elyaf çekme çözeltisine pigment renklendiriciler ilave edilerek renkli elyaf elde edilir.

Parlaklık: Üretimde parlaktır. İstenirse, lif çekme eriyiğine matlaştırıcı maddeler ilave edilerek veya daha sonra çeşitli işlemler ile matlaştırılabilir.

Mukavemet (kuru): İyi ve mükemmel derecede mukavemete sahiptir. Üretim şekline monomerlerine ve germe miktarına göre mukavemeti 4.5-8 gr/denye arasında değişir.

Mukavemet (yaş): Kuru mukavemet ve yaş mukavemet arasında pek fark yoktur.

Uzama elastikiyeti: Orta veya iyi derecededir. Esneme yetenekleri normal filament elyafta %15- 30, şapel elyafta %30-50 arasındadır.

Rezilyens(yaylanma): Mükemmeldir. Buruşmadan iyi bir şekilde eski haline döner.

Nem alma: Çok düşüktür. % 0.4 civarındadır. Tamamen hidrofob olarak nitelenebilir.

Isı dayanımı: Yumuşama ve yapışma sıcaklığı 230°C'dir. Fikse edilme durumunda son derece iyi stabiliteleri vardır. Erime noktaları 260°C'dir.

Alev Alma: Yavaş yavaş yanar. Serbest ve açık iken damlama olur.

Statik elektriklenme: Nem emiciliğinin düşük olması sebebiyle statik elektriklenme problemi vardır.

Pilling(Boncuklanma): Tekstil elyafları içerisinde en yüksek derecede pilling polyesterde görülür.

Polyester Lifinin Kimyasal Özellikleri

Polyester elyafı, suya ve kimyasal maddelere karşı çok yüksek bir performans gösterir. Aşağıda su, asit, baz, indirgen maddeler, hava koşulları gibi birçok etkene karşı polyesterin ana tepkileri özetlenmiştir.

Su: Son derece hidrofob bir elyaftır. % 100 bağıl nemde bile %1 su alabilir. Normal koşullarda %0.4 higroskopik neme sahiptir.

Asitler: Asitlere karşı yüksek bir dayanım gösterir. Anorganik asitlerin %30'u aşan konsantrasyonlarında yüksek sıcaklıkta parçalanır. Zayıf ve orta kuvvetli asitlere karşı dayanıklıdır.

Bazlar: Ester bağlarına rağmen, bazlara karşı beklenenden fazla dayanım gösterir. Ancak, yoğun anorganik bazlarla muamelede polyester dıştan itibaren parçalanmaya başlar.

Yükseltgen Maddeler: Yüksek bir dayanıma sahiptir.

İndirgen maddeler: Yüksek bir dayanıma sahiptir.

Organik çözenler: Büyük çoğunluğuna dayanıklıdır. Kuru temizlemede kullanılan benzen, trikloretilen, karbontetraklorür, perkloretilen gibi çözenlerde zarar görmez. O-diklorbenzen, dimetiltereftalat gibi bazı çözenlerde belirli koşullarda tamamen çözünürler. Organik çözenlerin şişirici etkisi polyesterin boyanmasını kolaylaştırır.

Temperatür: 200°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda zarar görür.

Işık: Işık ve atmosfer koşullarına yüksek dayanım gösterir.

Yıpranma (aşınma) mukavemeti çok iyidir, ancak poliamid elyafından daha iyi değildir. Buruşmaya karşı direnci çok iyidir, formunu korur. En iyi rezilyense sahip elyaflardandır. Güve, zararlı böceklerden etkilenmezler. Güneş ışığına karşı dayanıklıdır. Esasen güneş ışığına uzun süre maruz kalan polyester elyafı dayanımından poliakrilonitril elyafından daha fazla oranda kaybetmesine rağmen, başlangıç dayanımları çok yüksek olduğu için güneşlik ve tül perdelerde en fazla tercih edilen elyaftır. Yıkabilir veya kuru temizleme ile temizlenebilir. Termoplastik özelliği nedeniyle sıcakta fikse edildiğinde ütü tutma özelliği yüksektir. Kırışma yada buruşma sonrası kolaylıkla eski haline dönme özelliği nedeniyle, yıkamadan hemen sonra ütüye gerek duyulmadan giyilebilir.

Polyester elyaf, hidrofobtur. Çok düşük nem çekme özelliğine sahiptir. Tutumu gevrekli. Statik elektriklenme rahatsız eder. Pilling oluşumu polyester elyafının en büyük problemlerindendir.

Tekstilde gerek kesiksiz filament gerekse kesikli elyaf olarak polyester birçok kullanım alanına sahiptir. Hazır giyim eşyası, ev döşemesi ve endüstriyel alanlarda kullanılan birçok mamulün yapımında önemli bir elyaftır. Açık hava koşullarına dayanıklılık gerektiren alanlarda da önem taşır. Hafif, ince kumaşlarda kalıcı ütü isteyen giysilerde,

örgü dış giyimde ve takım elbiselik gibi ağır kumaşlar için yün ile karıştırılarak kullanılır. Genellikle %35 veya %50 oranda, pamukla karıştırılarak yağmurluk ve gömleklik kumaşlar yapımında kullanılır. Dikiş iplikleri için kesikli ve filament halde ve özlü ipliklerin üretiminde önemli kullanımı vardır. Elyaf hafif yüklemelerle kolayca uzamadığından, çorapçılıkta polyester elyaf kullanılmaz [14].

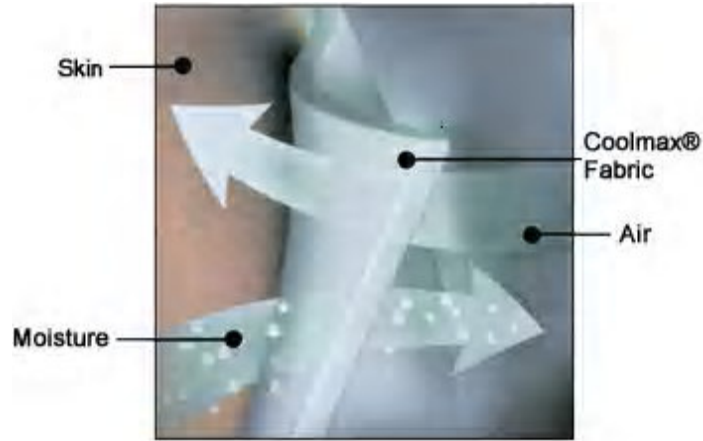
1.1.7.1 Coolmax Lifi

Bir çeşit polyester olan Coolmax®, Invista firmasının ticari bir markasıdır. Şekil 1.22’ de gösterilen dört kanallı lif kesit yapısı sayesinde lif yüzeyinde alanında %20’ ye varan artış sağlayarak çok hızlı bir kılcal transfere olanak verirken polyester özelliği sayesinde transfer ettiği bu sıvıyı çok çabuk bir şekilde buharlaştırarak uzaklaşmasını sağlar [17].



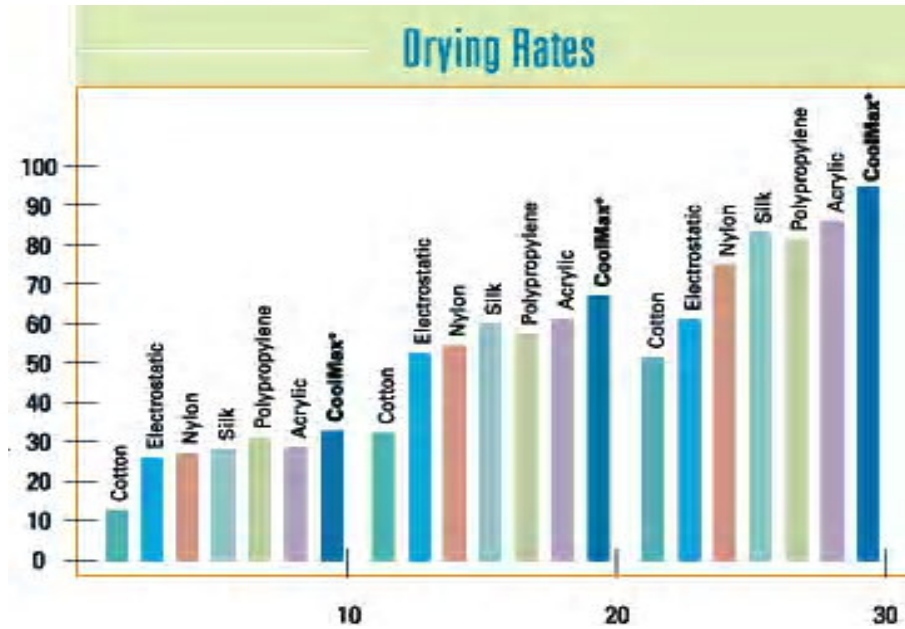
Şekil 1.22. CoolMax® lifinin kesit görünüşleri [26].

Nem transferi diğer kumaşlara oranla daha üstün olan CoolMax®'ın, vücut ısını ve kalp atışını düşük tuttuğu yapılan testlerle kanıtlanmıştır. En büyük özelliği, farklı kumaşların özelliklerini bir arada toplamasıdır. Bu sayede, performans halindeki sporcunun teri vücutta kurumadan kumaşın kendine has özelliğiyle emilmekte ve buharlaşarak, formanın ağırlaşması engellenmektedir. Bu özellik sayesinde sporcunun performansı, ter ve forma ağırlığı gibi etkenlerden kurtularak artmaktadır. CoolMax® ile oluşturulmuş bir kumaşta nem transferi Şekil 1.23’de gösterilmektedir [27].



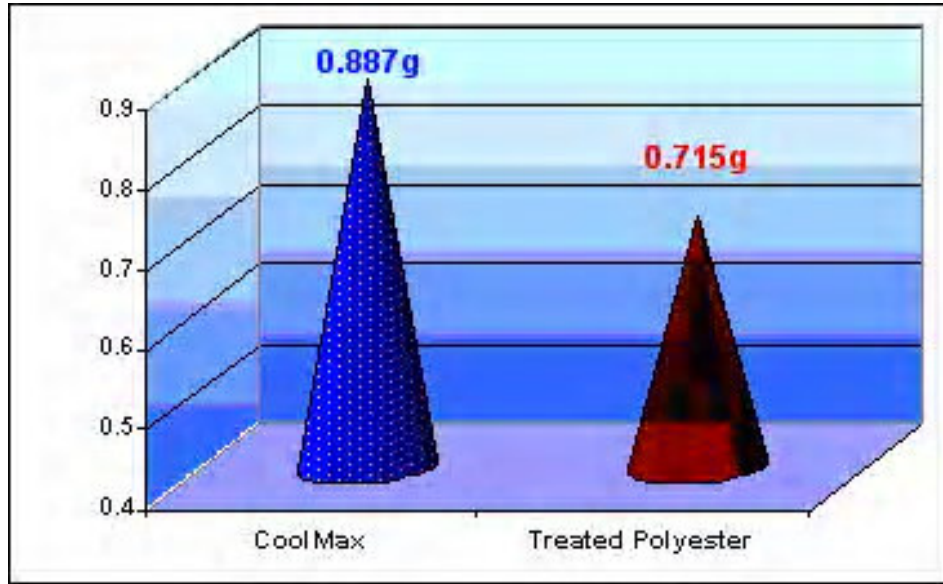
Şekil 1.23. CoolMax®'lı kumaşta nem transferi [27].

Şekil 1.24'de görüldüğü gibi Coolmax® elyafının kuruma özelliği diğer liflere göre kıyaslandığında, 30 dk sonunda kendisine en yakın lif % 86'dan bile az kuru iken, Coolmax® % 100 kuru hale gelmiştir [27].



Şekil 1.24. CoolMax® elyafının kuruma özelliğinin diğer liflere göre kıyaslanması [27].

CoolMax® işlem görmüş polyestere göre 1000 saniyede % 24 daha fazla su buharlaştırmaktadır (Şekil 1.25) [27].

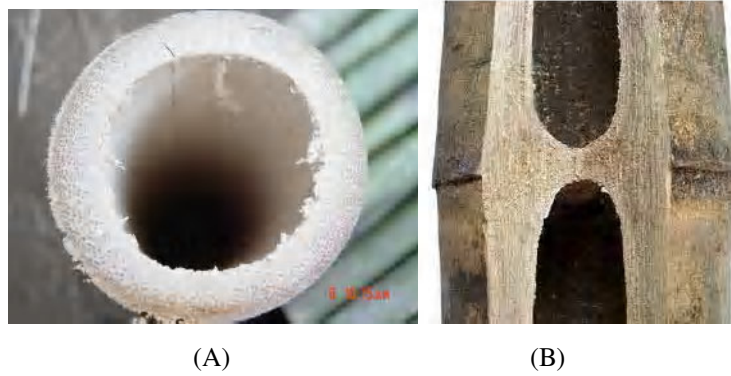


Şekil 1.25. İşlem görmüş poliester ile coolmax®'in su buharlaştırmalarının karşılaştırılması [27].

1.1.8. Bambu Lifi

Bambu, eski zamanlardan beri insanların günlük hayatında birçok alanda kullandıkları bir bitkidir. 500'den fazla türü olan bambunun kullanımı, evlerinin inşasında 2000 yıl, kağıt yapımında ise 1700 yıl öncesine uzanmaktadır. Günümüzde ise yemek çubuklarından, müzik enstrümanlarına; sandalyeden, masaya; zemin kaplamalarından, taşıma araçlarına; tekstil ürünlerinden, besine bir çok alanda kullanılmaktadır [28].

Günde ortalama 10-13 cm uzayan bambu bitkisi, 6-7 ay gibi bir sürede 20-30 metreye kadar uzayabilen bambu tropik ve subtropik iklimin hakim olduğu bölgelerde 3500 m'ye kadar olan yüksekliklerde yetişmektedir. Boşluklu ve dairesel bir yapıya sahiptir olan gövdenin uzaması ile duvar çapı ve kalınlığı azalırken, bitkinin mukavemeti artmaktadır. Şekil 1.26'da bambu lifi enine (a) ve boyuna (b) kesit görünimleri gösterilmiştir [28].



Şekil 1.26. Bambu lifi enine (a) ve boyuna (b) kesit görünüşleri [28].

Bambu Lifi Üretimi

Bambu lifi doğal olarak elde edilebileceği gibi genellikle rejenere bambu olarak kullanımı yaygındır.

Doğal Bambu Lifi Üretimi

Bambu lifi doğal bir lif çeşidi olup yeşil bir bitkiden elde edilir [29]. U.S.P 5397067'ye göre doğal bambu liflerinin eldesi aşağıdaki gibi olmaktadır:

- İlk adımda bambu belli bir basınca maruz bırakılıp, kabaca ezilmektedir
- İkinci adımda ezilen bambu öğütücüde işlenip, liflerine ayrılmaktadır.
- Üçüncü adımda bambu lifleriyle karışmış halde bulunan ince kabuklar ayrıştırılmaktadır [28].

İlk olarak kesilen bambudan yaprakları uzaklaştırılmaktadır. Sonra bambu liflerinin arasında bulunan ince kabuklar ayrılmaktadır. Daha sonra daha önceden belirlenmiş boyutlarda kesilen parçalar silindirli makine içinde parçalanmaktadır. İstenen lif boyundan daha uzun parçalar halinde kesilen bambular, sadece silindirli veya basınçlı silindirlerden meydana gelen makine içinde ezilmektedir. İlk adımda ezilen bambu vurucu-öğütücü bir makinede liflerine ayrılmaktadır. Bambu devamlı bir şekilde hazneye beslenmekte ve yüksek hızdaki dönen çekicinin kesici ve parçalayıcı etkisi sayesinde liflerine ayrılmaktadır. Daha sonra lifler elekten geçerek uzunluklarına göre ayrılmakta ve öğütücüden çıkmaktadır. İlk adımda silindirler arasında ezme işlemi

yapılmadan ikinci adıma geçilmemesi tavsiye edilmektedir. Çünkü bambunun çoğu tozlaşmakta ve elde edilen lif veriminde azalma olmaktadır. Üçüncü adımda bambu lifleriyle karışmış halde bulunan ince kabuklar ayrıştırılmaktadır. Bu işlem mekanik yolla veya suda daldırma-batırma ile yapılabilmektedir [28].

Rejenere Bambu Lifi Üretimi

Bambu ipliği geleneksel viskoz üretim tekniğine çok benzemektedir. Üretim sırasında sadece küçük ayarlamalar yapılması gereklidir.

- Bambu iplik üretimi aşamasında fitil ve cerde elyaf uçuşmalarını önlemek için çalışma yerinin sıcaklığı (25°C) düşük ve nem oranının da (%65-%70) yüksek olması gerekir. Eğer bambu elyafı kuru ise beslemeden önce buhar ile ön muamele işlemine tutularak nem derecesi artırılır.
- Bambu elyafı düşük kohezyon gösterdiğinden büküm kat sayısı yüksek, tarakta ve fitil de gerilim düşük tutulmalı.
- Eğirme de tüylülük kontrol altında tutulmalı. Bunu sağlamak için de iyi kalitede çelik kopça ve bilezikler kullanılmalıdır [29].

Bambu Lifinin Fiziksel Özellikleri [29]

Nem: Nem çekme özelliği çok fazladır. Loblu yapısı sayesinde hidrofil yapıya sahip ve su moleküllerini hızla içine çekerek ikinci bir kanalda buharlaştırır. Pamuktan 4 kat hızlı nem emer.

Elastikiyet: Yüksek elastikiyete sahiptir.

Mukavemet: Gerilme mukavemeti düşüktür. Islak gerilme mukavemeti kuru gerilme mukavemetinden % 60 daha düşüktür. Kuru gerilme mukavemeti 2,33 cN/tex' dir. Islak gerilme mukavemeti ise 1,37 cN/tex' dir. Kuru kopma uzaması % 23,8' dir.

Aleve Karşı Davranışı: Doğal bir elyaf olduğu için termoplastik yapıda değildir. Yanması viskon şeklindedir. Hemen alev alır. Hızlı ve alevli yanar. Yanarken yanık kağıt kokusu verir. Kalıntısı yumuşak, ezilebilir kül şeklindedir.

Elektriksel özellikler: Bambu elyafı çok fazla nem tutucu olduğundan elektrik özelliği vardır. Böylece elektrik akımını geçirir. Bu nedenle de anti-statik bir elyafıdır.

Biyolojik ve Isınlara Direnç: Bambu elyafı doğal anti-bakteriyel bir elyafıdır. Bünyesinde bulunan ‘Bambu Kun’ adlı biyomadde sayesinde bu özelliği gösterir. Kolayca güneş ışığı ve mikro organizmalar sayesinde geri dönüştürülebilir. Ayrıca ultra-viyole ışınları kırar.

İncelik: İnceliği ortalama 0,04 ile 0,5 mm arasındadır.

Uzunluk: Uzunluğu ise 10 mm’den daha fazladır.

Tuşesi: Çok yumuşak bir elyafıdır. Kaşmir ve ipek tuşesine en yakın yumuşaklığa sahiptir. Bu özelliği elde edilen sonuç üründe de kendisini gösterir. Ele alındığında gıcırtı hissi verir.

Parlaklığı: Bambu elyafı çok parlak bir elyafıdır. Bu neden ile merserizasyon işlemi gerektirmez. Elde edilen ürünlerin parlaklığı çok yüksektir.

Geçirgenliği: Bambu elyafı nefes alabilen bir yapıya sahiptir. Normal giysilerden 1 -2 derece daha serin tutarlar. Havalandırma ya da iklimleme giysisi olarak kullanılabilir.

Bambu Lifinin Kimyasal Özellikleri [29]

Asit ve Bazların Etkisi: Bambu elyafı rejenere selülozik bir elyaf olduğu için asit ve alkalilere karşı hassastır. Bu neden ile alkali ile muamelelerde alkali oranına dikkat edilmelidir. Bambu elyafı asit ve iyi ayarlanmamış alkali ortamda zarar görür.

Boyama: Bambu elyafı hidrofil yapıda olduğu için kolay boyanır. Ayrıca yapısında bulunan boşluk kanallar da buna yardımcı olur. Pamuk boyaması için kullanılan bütün boyarmaddeler kullanılabilir. Kullanılan boyarmadde çevreye ve elyafa zarar

vermemelidir. Bu nedenle çevreye zarar vermeyen, yüksek haslık değerlerine sahip reaktif boyarmaddeler kullanılmalıdır. Bambunun boyanma hızı ve derecesi pamuğa göre biraz düşüktür.

Ağartıcılara Karşı Davranışı: Bambu elyafının rengi ağartma derecesine bağlıdır fakat yine de pamuktan daha sarıdır. Bu nedenle eğer yüksek beyazlık isteniyorsa ağartma yapılır. Fakat ağartma sırasında bambu elyafının zarar görmemesi için kullanılan kostik soda miktarına dikkat edilmeli ve mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır. Çünkü bambu elyafı asit ve alkalilere karşı hassastır. Kumaş ve iplik için % 35’lik Hidrojen peroksit kullanılır.

1.2. Tekstilde Konfor

Giyinmek, insanın en önemli temel ihtiyaçlarından birisidir. Giysi, vücudu uygun olmayan fiziksel şartlara karşı koruyan bir ya da birden fazla katmandan oluşan bir bariyer olarak düşünülebilir. Bu koruma işlemi vücudun yaşayabilmesi için uygun termal şartların sağlanması ve vücudun sürtünme, radyasyon, rüzgâr, elektrik, kimyasal ve mikrobiyolojik toksik maddeler tarafından zarar görmesini engelleyen bir dizi fonksiyonu içermektedir. Bu ana görevinin dışında giysi, kişinin içerisinde bulunduğu sosyal ortama uygun olarak sağladığı ‘iyi görünme’ avantajına bağlı olarak psikolojik tatmin ve rahatlık vermektedir. Bundan dolayı giysi konforunun iyileştirilmesine yönelik yapılan çalışmaların insanın yaşam standardını yükseltmeye yönelik olduğu belirtilebilir [30].

1.2.1. Konfor

Günümüzde tüketicilerin giysilerden beklentileri yalnızca örtünmek ve korunmak değil, aynı zamanda iyi görünmek ve iyi hissetmek olmuştur. Giysilerin kullanıcıların kişilik, görünüş ve statüleriyle uyumlu olmaları arzu edilmekte; fiziksel, sosyal ve psikolojik beklentileri karşılaması istenmektedir. Tüketicilerin bu beklentileri konfor kavramını ortaya çıkarmış ve bunları karşılamaya yönelik çalışmalar konfor araştırmalarına yön vermiştir [5].

Birçok araştırmacı konforu nötr bir his olarak tanımlar. Bir kişinin konforlu sayılabilmesi için çevre sıcaklığı, nem, rüzgâr hızı, ışık gibi çevresel faktörlerle ilgili bir uyarının beyine iletilmemiş olması gerekir. Giysilerimiz veya psikolojik durumumuza bağlı olarak bu faktörlerden herhangi birine hissedilen rahatsızlık duygusu konforu ortadan kaldıracaktır [31].

Konforsuzluk rahatsız olma, soğuk, sıcak, acı, batma, kaşınma, soğukluk hissi, ıslaklık ve giysi içinde aşırı terleme gibi birkaç kelimeyle kolaylıkla ifade edilmektedir. Bu nedenle, konfor için çok kabul görmüş bir tanım konforsuzluktan (rahatsızlık) ve acıdan bağımsız, doğal bir durum şeklindedir [5].

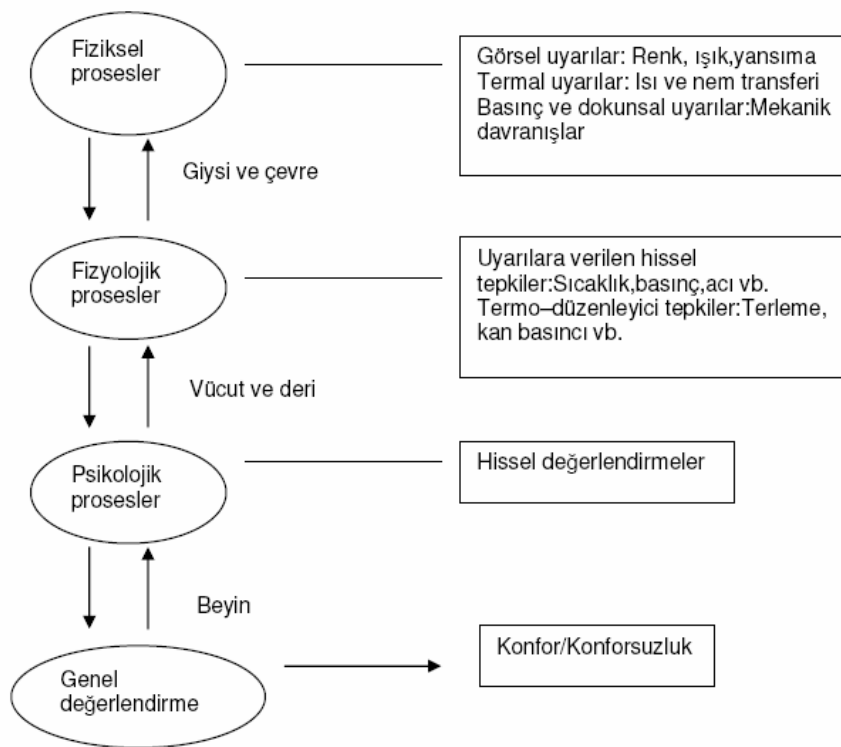
Fourt ve Hollies'in incelemelerinde konfor, termal (ısı) ve non-termal bileşenleri içeren, kullanıcının durumu (çalışma durumu, çeşitli kritik aktiviteler vb.) ve çevresel şartlara bağlı bir durum olarak görülmektedir. İnsan vücudunun belli giysi ve çevresel şartlara karşı verdiği fizyolojik tepkiler konforun tanımlanması için kullanılabilir. Bu tanımlamanın yapılması için ortamın durgun hale ulaşması gerekir. Bu da termal direnç, giysinin nem direnci, ortamın klima şartları ve kullanıcının aktivite düzeyi gibi faktörlerin ölçülmesiyle hesaplanır [32].

Slater, konforu kişiye göre değişen bir özellik olduğundan nicel bir tanımlama getirmemiştir ve konforu insan ile çevre arasındaki psikolojik ve fiziksel harmoninin tatminkâr hali olarak tanımlamaktadır [17].

Hes ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, konforu kumaş ve giysilerin ısı / nem transfer özellikleri ile mekanik özelliklerinin kompleks etkisi olarak tanımlamıştır. Giysinin vücutla temasında oluşan kuvvet, giysinin deforme olabilme yeteneği, kumaşa dokunulduğunda algılanan rijitlik, sertlik, yumuşaklık gibi fiziksel özellikler konfor değerlendirmesi üzerine etkili olmaktadır [5].

Smith, konforu daha kısa ve genel bir şekilde ağrı ve acının bulunmadığı bir 'iyi' olma durumu olarak tanımlamıştır [31].

Konfor fiziksel, psikolojik ve fizyolojik birçok faktörün etkili olduğu, bu sebeple tanımlı zor, karmaşıktır. Bu faktörlerin konfor algısındaki akış şeması Şekil 1.27’de görülmektedir. Şemaya göre fiziksel faktörler duyu organlarına gerekli uyarıları sağlamaktadır. Bu uyarılar, fizyolojik sinyallerle beyne gönderilmekte ayrıca terleme, nabız değişikliği gibi vücut tepkilerine yol açmaktadır. Beyin, aldığı sinyalleri çeşitli subjektif algıları tanımlamak için kullanmakta ve eski tecrübeler ve psikolojik beklentilerle karşılaştırarak bir genel değerlendirme yapmaktadır [5].



Şekil 1.27. Konfor değerlendirme şeması [5].

Tüm bu tanımlamalarda birkaç önemli kısım vardır. Bunlar;

- Konfor çeşitli duyuların oluşturduğu hislerle ilgilidir ve subjektiftir.
- Konfor insan duyusunun görsel (estetik konfor), termal (soğuk ve sıcak), acı (batma ve kasıntı) ve dokunma (pürüzsüz, pürüzlü, yumuşak, sert) gibi çeşitli değerlendirmelerini içerir.

- Sübjektif hisler psikolojik işlemleri kapsar. Bununla kastedilen, kişinin istediği konfor şartlarını tanımlamak için mevcut durumu geçmiş tecrübelerine göre değerlendirmesidir.
- Vücut-giysi etkileşimleri (hem termal hem mekanik) kullanıcının konfor durumunu tanımlamada önemli rol oynar.
- Dış çevre şartları (fiziksel, sosyal, kültürel) kullanıcının konfor durumu üzerinde çok etkilidir.

Bu tanımlamalara göre konfor algısı, giysiden ve dış çevre şartlarından gelen, sinirsel yollarla beyne gidip orada çözümlenen ve çok sayıda uyarıcıyı kapsayan komplike bir prosestir [5].

1.2.2. Konforun Sınıflandırılması

İnsan vücudu ve çevresi arasında ki uyumun memnuniyet verici olma durumunu gösteren konforu psikolojik, fiziksel ve termofizyolojik konfor olmak üzere 3 ana başlık altında inceleyebiliriz [26].

1.2.2.1. Psikolojik Konfor

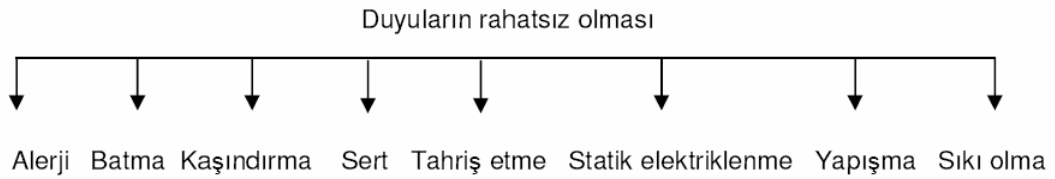
Konforda psikoloji kavramı, duyu organları ile alınan çevresel uyarıların geçmiş tecrübe ve beklentilerle karşılaştırılarak algıya dönüştürülmesi ve bunların sosyal hayat içerisinde çeşitli şekillerinin de ifade edilmesini kapsar. Giysilerde psikolojik konfor, kullanıcının beklenti ve duygularının kumaş veya giysi tarafından ne kadar karşılandığının bir ifadesidir. Giysi, vücut ile temas ettiğinde neler hissettirir, neler çağırıştır, göze nasıl görünür sorularıyla ilgilenir. Moda, güzel görünüm (estetik, vücuda uyum, renk), temiz kalma, yıkama sonrası şekil muhafazası gibi giysi özelliklerinden etkilenir. Modaya uygun ve estetik açıdan cazip giysiler, kullanıcının toplum içinde fark edilme güdüsünü tatmin edecek psikolojik rahatlamayı sağlar.

Kullanıcı, giydiği giysinin kendisi veya bulunduğu ortam için uygun olmadığını düşündüğünde ise psikolojik konforsuzluk hisseder [5].

1.2.2.2. Fiziksel Konfor

Fiziksel konfor, vücudun tekstil yüzeyi ile direkt teması anında duyulan hislerin (vücutla mekanik temas) bir sonucudur. Bu temas sonucu hissedilen kumaşın yumuşaklığı, sağladığı hareket serbestliği ve ıslak kumaşın neden olduğu batma, kaşıntı ve yapışma gibi giysi konforunu negatif yönde etkileyen faktörleri içerir. Bu hisleri belirleyen kumaş özellikleri ise yüzey pürüzsüzlüğü, ağırlık, yumuşaklık, yoğunluk ve rijitlik olarak sıralanabilir [33].

Slater, fiziksel konforu giysi şartlarının insan vücuduna olan etkileriyle ilişkilendirmiştir. Bir tekstil ürünün hareket serbestliğine izin vermesi, istendiğinde vücudun şeklini alması ve vücuda fazla yük bindirmemesi durumunda, fiziksel olarak konfordan söz edilebilir. Kumaş yapısı ve giysi dizaynı, giysinin fiziksel konforu için çok önemlidir. Çünkü bunların Şekil 1.28’de gösterildiği gibi deriye sürtünme, sıkı oturma, kaşıdırma ve batma gibi etkileri vardır. Bu etkiler (fiziksel konforsuzluk), deriyle temas anında açığa çıkan hislerden veya giysinin vücuda oturmaması, şekil uygunsuzluğundan kaynaklanabilir [32].



Şekil 1.28. Fiziksel olarak konforlu olmama [32].

1.2.2.3. Termofizyolojik Konfor

Tekstil materyallerinin ve giysilerin giyim konforu, giysilerin termofizyolojik kullanım özelliklerine ve ciltte yarattıkları hisse dayanmaktadır. Termofizyolojik konfor;

giysilerin ısı ve nem iletim özelliklerine, giysilerin ciltte yarattıkları hisse ve giysi-cilt arasındaki mekanik etkileşime bağlıdır. Termofizyolojik konfor, cilt üzerindeki kumaş rahatlığının algılanması, sıcaklık, soğukluk, ıslaklık ve hissedilebilirlik duygularını içeren karmaşık bir olaydır. Giyim konforunun belirlenmesinde çevre, hareket düzeyi, lif, kumaş ve giysi tasarımının yanında kişinin fizyolojik ve psikolojik durumu da etkili olmaktadır [34].

İnsan cildi ve giysi arasında kalan bölgedeki klima koşulları olarak tanımlanan mikro klima, kumaş ile arasındaki ilişki termofizyolojik konforu açıklamaktadır. Bu klima koşulları ise ısı ve nem ile tarif edilmektedir [35].

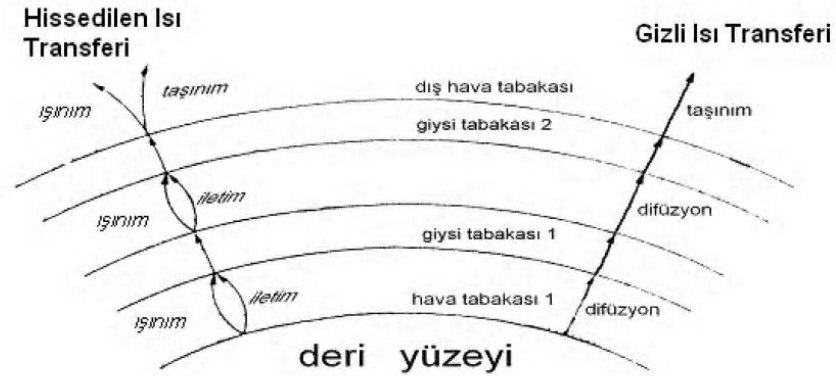
Termofizyolojik konforun sağlanmasında temel prensip, vücut ve onu saran çevresi arasındaki ısı alışverişinin dengelenmesidir. Gerek vücudun ısı regülasyon yöntemi olan faaliyet halinde terleme ya da hastalık sırasında titreme, gerekse diğer rutin fiziksel etkileşimler sonucunda tekstil materyali ile deri arasında sürekli bir dengelenim ve durulum sistemi yaratılmakta ve bu sayede hayati fonksiyonları ve konforu sağlanmaktadır [4].

1.2.2. Termofizyolojik Konfor Parametreleri

Kullanım yerine göre kumaşlardan farklı geçirgenlik özellikleri beklenir. Malzemenin geçirgenlik özelliği belirlenirken kullanım koşullarına göre değerlendirilir. Kullanım alanı göz önünde bulundurularak kumaşın geçirgenlik özellikleri genel olarak ısı, su buharı, hava geçirgenliği, kumaşlarda sıvı su iletimi (kılcallık), kumaşların ıslanma ve kuruma davranışları olmak üzere farklı gruplarda incelenebilir [36].

1.2.2.1. Isı Geçiş Özellikleri

Isı, yüksek sıcaklıklı bölgeden düşük sıcaklıklı bölgeye doğru geçme eğiliminde olan bir enerji çeşididir. Isı, giysi içinden taşınım (konveksiyon), ışıınım, iletim (kondüksiyon) ve terleme yoluyla (buharlaşma) uzaklaşabilir (Şekil 1.29). Düşük aktivite şartlarında deri yüzeyinden ısı kaybının %75'i taşınım, ışıınım ve iletimle gerçekleşir. Giyside oluşan ısı, terin uzaklaşmasına izin verecek seviyede olmalıdır [5].



Şekil 1.29. Deriden çevreye olan ısı transferi diyagramı [5].

Özgül Isı

Bir birim kütlesindeki maddenin sıcaklığını 1°C yükseltmek için gerekli olan ısı miktarıdır ($\text{Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$). Cam lifleri dışında tüm liflerin özgül ısı değerleri 1.05–1.51 arasında değişmektedir. Suyun özgül ısısı $4.2\text{ Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$ olup, suyun emilmesi liflerin özgül ısısını artırmaktadır. Tablo 1.13’de çeşitli liflerin özgül ısıları verilmiştir [3].

Tablo 1.13. Kuru liflerin özgül ısıları [3].

LİF	ÖZGÜL ISI ($\text{Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$)
Pamuk	1.21
rayon	1.26
yün	1.36
ipek	1.38
Naylon-6	1.43
Polyester	1.34
Asbestos	1.05
Cam	0.80

Isıl İletkenlik (λ)

Bir materyalden, birim kalınlıkta 1°K sıcaklık farklılığında geçen ısı miktarının ölçüsüdür. Malzemenin iki yüzeyi birim sıcaklık farkına maruz kaldığında gerçekleşmektedir. Isıl iletkenlik; aşağıdaki gibi hesaplanır [3].

$$\lambda q \cdot h / \Delta T (\text{W/mK}) \quad (1.1)$$

Eşitlikte;

q = ısı akış miktarı (W / m^2)

ΔT = sıcaklık farkı (K)

h = kalınlık (m)'tir.

Kumaşların ısı iletkenliğini etkileyen faktörler:

- Lifin ısı iletkenliği
- Kumaş yapısının hava akımını tutma yeteneği
- Kumaşın gramajı
- Lif, iplik ve kumaşlara uygulanan terbiye işlemleri
- Kumaşlara uygulanan kaplamalar ya da reçine apresi
- Lifin veya ipliğin ısı etkisiyle eriyebilirliği
- Kumaş kalınlığı ya da katları
- Lif ve ipliklerin hava geçirgenliği
- Havanın nemidir [32].

Isıl Direnç (R) (Stabil Durumda)

Isıl direnç, materyalin ısı akışına dayanımıdır (m K/W). Bir malzemenin ne kadar iyi izolasyon sağladığının ölçüsü olan bu parametre, malzeme kalınlığı ile doğru, ısı iletkenlik değeriyle ters orantılı olarak ifade edilmektedir [35]. Isıl Direnç; aşağıdaki eşitlikten hesaplanır [3].

$$R = h / \quad \quad \quad (m^2 \quad K/W)$$

(1.2)

Eşitlikte;

h = kalınlık (mm)

λ = ısı iletkenlik (W/m K)'tir

Isıl Soğurganlık (b) (Geçici Durumda)

Farklı sıcaklıktaki iki parça birbirine temas ettiğinde meydana gelen ani ısı akışıdır. Kumaş ile deri arasındaki ani temas, kumaşın ciltten daha düşük bir sıcaklıkta olması durumunda vücuttan kumaşa doğru ısı akışı meydana getireceğinden, soğukluk hissedilmesine neden olmaktadır [3]. Isı akışı malzemenin ısı iletkenliği ile artmaktadır. Bir malzeme daha fazla ısı enerji soğurduğunda, bir ısı iletken gibi hareket eder ve sıcak bir beden ile ilk temas anında daha soğuk bir his verir [4]. Bu his tüketiciye bağılı olarak iyi veya kötüdür; çünkü sıcak yaz günlerinde soğuk bir his tercih edilirken, soğuk ortamlarda daha sıcak giysiler aranmaktadır. Isıl Soğurganlık; aşağıdaki gibi hesaplanır [3].

$$b = (\lambda \rho c)^{-1/2} \quad (W \, m^{-2} \, K^{-1} \, s^{-1/2}) \quad (1.3)$$

Eşitlikte;

λ = ısı iletkenlik (W/m K)

ρ = yoğunluk (kg m⁻³)

c = özgül ısı (J/kg K)'dir.

Isıl soğurganlık derecesi, kumaş ve cilt sıcaklıkları arasındaki farka dayanmaktadır ve ölçüm süresine bağılıdır. Isıl soğurganlık değeri düşük ise kumaş sıcaklık hissi, yüksek ise soğukluk hissi vermektedir [3].

Isıl Yayılım (a)

Tekstil materyalinden geçen sıcaklığın yayılım hızının bir ölçüsüdür. Isıl Yayılım; aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$a = \lambda / \rho c \text{ (m}^2/\text{s)} \quad (1.4)$$

Eşitlikte;

λ = ısı iletkenlik (W/m K)

ρ = yoğunluk (kg m⁻³)

c = özgül ısı (J/kg K)'dir [3].

1.2.2.2. Su Buharı Geçiş Özellikleri

Su buharı suyun ısı etkisiyle dönüştüğü renksiz ve kokusuz gaz halidir. Ocak havasına karışan çeşitli gazlar arasında özellikle yoğunluğu 0,598 kg/m³ olan su buharı önemli rol oynar. Ocak havasındaki su buharı miktarı havanın basıncına ve ısı derecesine bağılıdır. Doymuş halde su buharı içeren hava, ısısının azalmasıyla su buharı, sis veya soğuk yüzeylerde damlacıklar halinde çöker [38].

Su Buharı Geçirgenliği

Terin buharlaşarak deriden uzaklaşması ve böylece aktif durumlarda aşırı ısınmanın önlenmesi konforlu hissetmenin gereğidir. Bazı durumlarda, ıslak vücuttan terin buharlaşma hızı, ter salgılama hızından düşük olabilir; vücut üzerinde terin birikmesi ve yetersiz buhar hareketliliği konforsuzluk olarak algılanır; bu nedenle konforlu bir giysi yüksek su buharı geçirgenliğine sahip olmalıdır. Yüksek su buharı geçirgenliğine sahip kumaşlar, kullanım esnasında terleme ve buharlaşmadan kaynaklanan soğuma efektine yardımcı olur [5].

Su buharı geçirgenliği, su buharının kumaş kalınlığı boyunca gerçekleşen difüzyon oranıdır. Su buharının kumaş kalınlığı boyunca olan difüzyonu I. Fick Kanunu'na göre aşağıdaki eşitlik ile ifade edilebilir.

$$Q_w = D_a(\Delta C/L) \quad (1.5)$$

Eşitlikte;

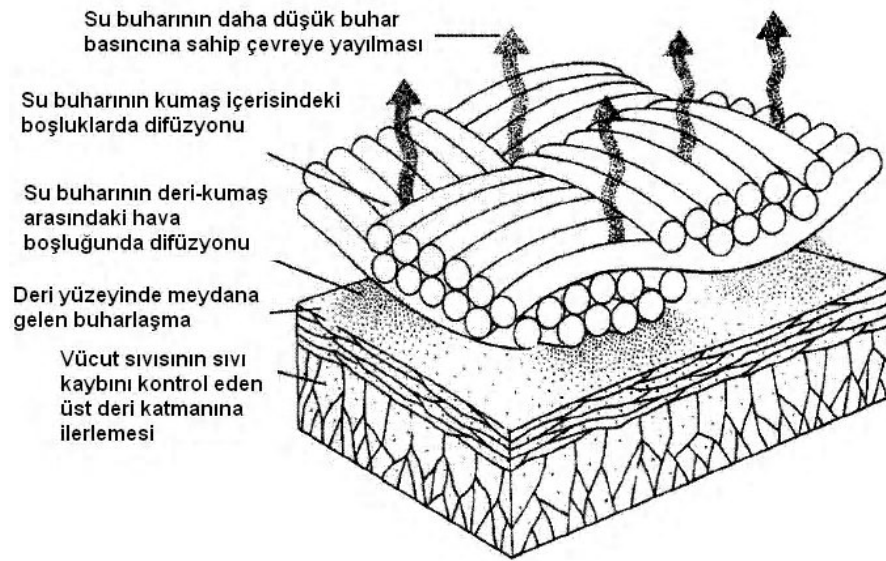
Q_w = Buhar transfer oranı (kg / m²s)

D_a = Su buharı difüzyon katsayısı (m² / s)

L = Kumaş kalınlığı (m)

ΔC = Su buharı konsantrasyon farkı (kg / m³)'dır [31].

(1.5) numaralı eşitlikte de görüldüğü gibi su buharının kumaş kalınlığı boyunca transferi, kumaşın iki yüzündeki su buharı basınç değerleri arasındaki farka (gradyan) bağlı olarak gerçekleşir. Formüldeki su buharı difüzyon katsayısı, kumaş yapısının su buharının ilerlemesine hangi oranda izin verdiğinin ölçüsü olan bir sabittir. Kumaşın gözenekliliği arttıkça su buharı geçirgenliği de artar. Kumaş kalınlığı boyunca olan sıcaklık dağılımına bağlı olarak materyale buhar olarak giren rutubet içeride yoğunlaşabilir ve bu durumda bölgedeki su buharı basıncı doymuş su buharı basıncına eşittir ve buhar transferinin yerini sıvı transferi alır. Bu durumda su buharı transferinden farklı olarak materyalin higroskopikliği sıvıyla olan etkileşiminde önem kazanır. Su buharının kumaş içerisinden geçişi Şekil 1.30'da açıklanmıştır [31].



Şekil 1.30. Su buharının buhar geçirgen bir kumaştan difüzyonu [31].

Su Buharı Dayanımı (R_{et})

Su buharı dayanımı (R_{et}), materyalin su buharı geçişine karşı gösterdiği dayanımdır. Bir malzemenin iki yüzeyi arasındaki su buharı basınç farkının, basınç değişimi yönünde birim alandaki buharlaşma ısı akışına oranıdır [3].

Buharlaşma ısı akışı difüzyon ve taşınım bileşenlerinin her ikisinden meydana gelebilir. Su buharı dayanımı tekstil veya kompozit ürünlerde malzemeye özgü bir büyüklük olup, düzenli ve sürekli uygulanan su buharı basıncı değişiminden dolayı, verilen bir alandan geçen buharlaşma ısısının akışını belirler. Su buharı dayanımı; aşağıdaki gibi hesaplanır [39].

$$R_{et} = (P_m - P_a) (q_v^{-1} - q_0^{-1}) (m^2 Pa/W) \quad (1.6)$$

Eşitlikte;

P_m = T_a çevre sıcaklığı için pascal cinsinden doymuş kısmi su buharı basıncı

(P_m değeri termodinamik tablolarından ortamın sıcaklığı esas alınarak bulunmaktadır).

$P_a = T_a$ çevre sıcaklığı için pascal cinsinden laboratuardaki gerçek kısmi su buharı basıncıdır. P_a değeri, P_m ile ortamın bağıl nemi çarpılarak elde edilir.

q_v : Numune ile ısı akış değeri (W/m^2)

q_0 : Numunesiz ısı akış değeri (W/m^2)'dir [3].

Su Buharı İletkenlik İndeksi

Isıl direncin su buharı direncine oranıdır. Kumaşın termal yalıtımına bağlı olarak nefes alabilirliğinin bir ölçüsüdür. Termal ve su buharı dirençlerini aynı anda göz önünde bulundurup iki parametrenin kumaş kalınlığıyla olan ters ilişkilerini aynı anda yansıtmak amacıyla hesaplanan bir parametredir [31]. Su buharı iletkenlik indeksi; aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır [3].

$$I = S \times R_{ct} / R_{et} \quad (1.7)$$

Eşitlikte;

$$S = 60 \text{ Pa } W^{-1}$$

R_{ct} = Isıl dayanım

R_{et} = Su buharı dayanımını ifade eder.

Su buharı iletkenlik indeksi 0 ile 1 arasında değişir [3].

Hava Geçiş Özellikleri

Hava geçirgenliği, havanın lif, iplik ve kumaş yapısı içerisinde geçebilme yeteneğidir. Birim basınçta, birim alandan, belirli zamanda geçen havanın miktarıdır. Aynı zamanda vücut ve giysi arasında kalan havanın dışarı iletilmesi ile de ilgili bir kavramdır [32].

Hava Geçirgenliği

1 cm^2 lik kumaştan bir dakikada 1 cm su basıncı altında geçen hava hacminin cm^3 cinsinden değeridir [32].

Hava Direnci

1 cm³ lük havanın 1 cm² lik kumaştan 1 cm lik su basıncı altında geçiş süresinin dakika cinsinden değeridir [32].

Kumaş Gözenekliliği

Tüm kumaş içindeki hava boşluğunun yüzdesel değeri olarak tanımlanmaktadır [32].

1.2.2.4. Kumaşlarda Sıvı Su İletimi (Kılcallık)

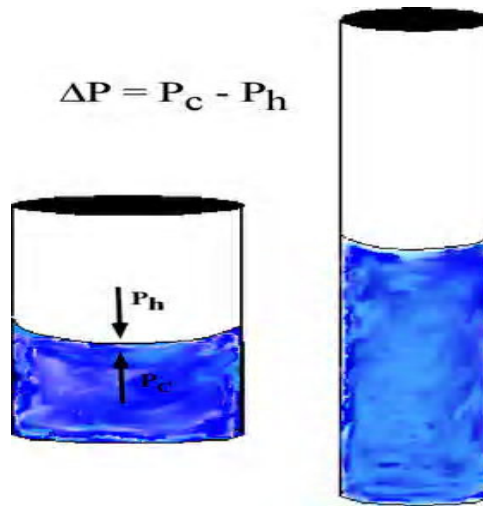
Terden kaynaklanan ıslaklık hissinin ortadan kaldırılması için, giysiyi oluşturan kumaşın vücut yüzeyindeki teri buhar yoluyla uzaklaşmasına izin verir yapıda olması yanında, aktivite sonrası kumaşa biriken, vücutla temas halindeki sıvı teri de mümkün olduğunca dağıtarak uzaklaştırması gerekir. Konfor için istenen bu ter emicilik ve çabuk kuruma özellikleri, bir ağacın köklerindeki suyu en uçtaki yapraklarına kadar iletmesini sağlayan “kapiler (kılcal) kanal” doğa olayından esinlenerek geliştirilmiştir [5].

Terin uzaklaşması giysilerin gözenekliliğine ve kılcallık karakteristiğine bağlıdır. Kılcallık, “sıvının kapiler kuvvetler etkisiyle gözenekli bir yapıda kapiler kanallar içinden hareketliliği” olarak tanımlanabilir. Kılcallık için yapılan bir diğer tanım, “kumaşların kapiler akış oluşturma yeteneği” şeklindedir [32].

Kapilerite, sıvının gözenekli ortamda var olan gözeneklerin içinden kapilar hareketinden kaynaklanmaktadır. Bu gözenekler kumaşa lifler ve iplikler arasında bulunmaktadır. Bu kendiliğinden meydana gelen sıvı akışı, kapilar kuvvetler tarafından yürütülmekte ve kapiler kuvvetler ıslanma nedeniyle meydana gelmektedir [32].

Kapilerite, dar borucuklarda, çatlaklarda ve boşluklarda sıvının yüzey geriliminin sebep olduğu hareket olgusunu açıklamaktadır. Kapilerite moleküller arası kohezyon ve adhezyon kuvvetlerine dayanmaktadır. Sekil 1.31’de gösterildiği gibi, sıvı ile borunun duvarları arasındaki adhezyon kuvvetleri, sıvının molekülleri arasındaki kohezyon

kuvvetlerinden daha büyük olduğunda, kapılar hareket olmaktadır. Bu akış, iki sıvı kütlelerinin hidrolik bağlantı bölgesindeki basınç farkından kaynaklanan diğer hidrolik akışlara benzemektedir. Akış, basınç farkını azaltacak yönde olmaktadır ve basınç farkı sıfır olunca durmaktadır. Kapilerite kanunlarına göre, sıvı akışı büyük yarıçaplı kapılar boşluklarda, küçük yarıçaplı olana göre daha hızlı olmaktadır. Buna karşılık, küçük yarıçaplı kapiler boşluklarda sıvı daha yükseğe çıkmaktadır [35].



Şekil 1.31. Farklı gözenek büyüklüklerinde kapiler yükselme [35].

Lifler ve iplikler ne kadar ince ise, kapiler kanallar da o kadar dar olmakta ve kumaşın kapiler transfer etkisi de o derecede yüksek olmaktadır [35].

Kapiler transfer etkisi, tekstil materyalleri için “sünger etkisi” olarak da bilinmektedir ve suyun ince kapilerler veya kılcal boşluklar yardımı ile fiziksel olarak yukarıya taşınması-yükselmesi olayıdır. Bir tekstil materyalinde, iplikler arası boşluklar ve ipliklerin içerisinde kalan lifler arası boşluklar bu tür kapiler kanalları oluşturmaktadırlar [35].

Kapiler etki, sıvının lifin yüzeyinden ilerlemesi ancak lif içine emilmemesi durumudur. Şekil 1.32’de insan cildinden kumaşa doğru olan sıvı ter hareketi gösterilmektedir [35].



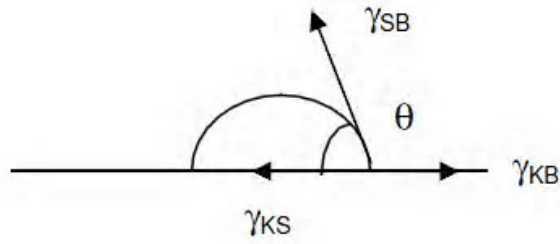
Şekil 1.32. Kapiler etki ile nem iletimi [35].

Ter, vücut yüzeyinden uzaklaşmadan burada buharlaşırsa vücut sıcaklığı hızla düşmekte ve soğuk hissine sebep olmaktadır. Kumaşın, nemi hızla kapilar etki ile deri yüzeyinden alışı, nemin kapladığı yüzey alanını arttırarak nemin hızla buharlaşmasını ve giyen kişinin kuru ve konforlu kalmasını sağlamaktadır [35].

Sıvıların tekstil malzemeleri ile etkileşimi; lif yüzeyinin ıslanması, lif yapısına sıvının taşınması, lif yüzeyinde adsorbsiyon ve sıvının içindeki liflere difüzyonu gibi birçok fiziksel davranışı içerir [5].

Islanma; Katı-hava (buhar) ara yüzeyinin katı-sıvı ara yüzeyiyle yer değiştirmesidir. Daha geniş bir tanımlamayla ıslanma, katı-sıvı veya sıvı-hava ara yüzeyinin sıvı-sıvı ara yüzeyi ve katı-hava ara yüzeyinin katı-katı ara yüzeyiyle yer değişimidir. Islanma, katı yüzey üzerinde termodinamik etkileşimlerle bir sıvının migrasyonu olarak tanımlanmış dinamik bir prosestir ve lif, iplik veya kumaşın sıvıyla temasının başladığı andaki davranışı açıklamak için kullanılır. Kendiliğinden (doğal) ıslanma, termodinamik denge boyunca sıvının katı yüzeyde migrasyonudur. Zorlanmış ıslanma ise, katı-sıvı ara yüzeyini genişletmek için uygulanan hidrodinamik veya mekanik kuvvetlerin etkisi ile meydana gelir [5].

Katı bir yüzeyin ıslanabilirliğinin en yaygın ölçüsü temas açısıdır. Yüzey üzerine bir sıvı damlası bırakıldığında, katı-sıvı-buhar ara yüzeyleri için enerji dengesi ve temas açısı Şekil 1.33’de görülmektedir [5].



Şekil 1.33. Ara yüzey gerilimleri ve temas açısı [5].

Havanın sıvı ile yer değiştirmesi durumu Young-Dupre tarafından aşağıdaki eşitlik ile tanımlanmıştır [7].

$$\gamma_{KB} - \gamma_{KS} = \gamma_{SB} \cos\theta \quad (1.8)$$

Eşitlikte;

γ = Yüzeyler arasındaki gerilimler

θ = Denge halinde katı yüzeyle bu yüzeyle temas halindeki sıvı yüzey arasındaki temas açısıdır.

K, B, S indisleri (sırasıyla) = katı, buhar ve sıvı yüzeyleri

$\gamma_{SB} \cos\theta$ = Islanabilirlik indeksi olarak tanımlanır [7].

Islanma teorisine göre, bir damlacık sert bir yüzey üzerine bırakıldığında, katı ve sıvı fazın her ikisinin akışkan dinamikleri, yüzey gerilimi, yoğunluk ve katı-sıvı sıcaklıkları, sıvının viskozitesi, yüzey pürüzlülüğü ve katının şekli gibi farklı fiziksel ve kimyasal faktörlerden etkilenir. Temas açıları üç yüzey arasındaki gerilimlere bağlı olarak değişir. Katı-buhar arasındaki gerilim katı-sıvı arasındaki gerilimden büyükse temas açısı $0-90^\circ$ arasında, tersi durumda ise açı $90-180^\circ$ arasında olur. Büyük temas açısı sıvının yüzeyden akıp uzaklaşacağını gösterirken küçük temas açısında sıvı kumaşı ıslatacaktır. Sıvı nüfuzunun gerçekleşmesini sağlayan esas etken, lifin sıvı tarafından ıslanabilir bir

kimyasal yapıya sahip olması ve kumaş geometrisinin de ıslanmaya izin vermesidir. Lif yüzey pürüzlülüğü de sıvı absorpsiyon oranını artıran bir etkidir [40].

Tekstil lifleri pürüzlülük, homojen olmama sebepler yüzünden ideal yüzeyler değildir. İdeal olmayan yüzeylerde ölçülen temas açıları, histerisiz sergiler. Bu tip yüzeylerde, damlanın iki ucu arasında görülen temas açıları birbirinden farklıdır ve damlanın yükseldiği uçtan ölçülen temas açısı, gerilediği taraftan ölçülen açıdan daha büyük olacaktır. Kılcallıkta olduğu gibi hareket halindeki bir sıvının temas açısı (dinamik temas açısı) ile durağan haldeki sıvının temas açısı (statik temas açısı) arasında da büyük farklılık görülebilir ve bu fark, temas çizgisinin değişme hızına ve zamana bağlıdır [5].

Kapiler yüzeyde sıvı hareketi tanımlayabilmek için Darcy eşitliğine göre, geçirgenlik (gözeneklilik) ve kapiler basıncın bilinmesi gerekir. Bu parametreler ise bir kumaştaki sıvı içeriğinin bir fonksiyonudur. Sıvı hareketine sebep olan kuvvet ise kapilar kanal (katı yüzey) / sıvı sınır yüzeyindeki pozitif net kuvvettir. Darcy eşitliği aşağıdaki gibi tanımlanmıştır [5].

$$\Delta P = P - \rho gh \quad (1.9)$$

Eşitlikte;

ΔP = Pozitif net kuvvet

P = Kapiler basınç (g/cm s^2)

ρ = Sıvı yoğunluğu (g/cm^3)

g = Yerçekim ivmesi ($980,7 \text{ cm/s}^2$)

h = Sıvı hareketi ile oluşan su sütunu yüksekliği (cm) [5].

Kapiler kanal duvarları sıvı ile ıslandığında sıvı yüzeyinin menüsküs denilen iç bükümlü bir hal almasına neden olur. Sıvının yüzey gerilimi, sıvı-hava ara yüzeyi boyunca bahsedilen basıncı oluşturur. Kapiler kanalın dairesel kesitte olduğu kabul edilirse, kapiler basınç aşağıdaki eşitlik ile ifade edilir.

$$P = \frac{2\gamma \cos \theta}{r_c}$$

(1.10)

Eşitlikte;

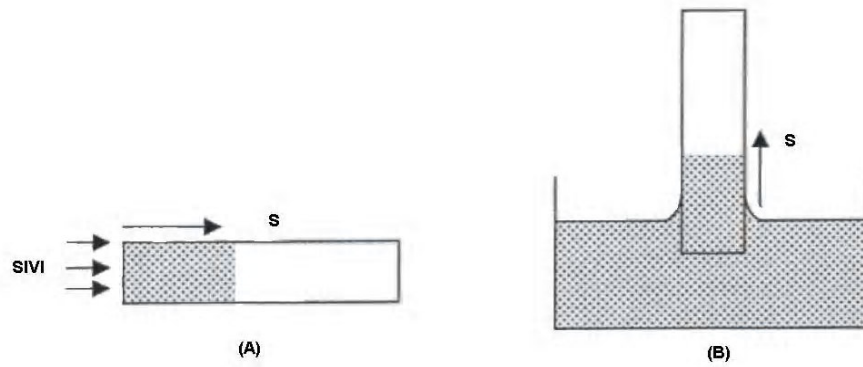
γ = Yüzeyler arasındaki gerilimler (dyn/cm).

θ = Denge halinde katı yüzeyle bu yüzeyle temas halindeki sıvı yüzey arasındaki temas açısıdır.

r_c = Kapilar çapı (cm).

Kapiler basıncın pozitif olması, $\cos \theta$ değerinin pozitif olması ile mümkündür, buna paralel olarak temas açısı θ 'nın $0 - 90^\circ$ arasında olması gerekir [5].

Kumaşların sıvı transfer kapasitesini değerlendirmek için genellikle düzlemsel kılcallık ölçümü yapılır. Kumaş içinde kılcallık, terleyen vücuttan alınan sıvı suyun giysi içindeki hareketine benzer şekilde, kumaş düzlemine dik veya paralel doğrultuda gerçekleşebilir. Bu amaçla yapılan ölçümler, yüzeyin bir kenarını sıvı içine daldırmak ve yüzey içinde sıvı hareketini, sıvı uç noktasının pozisyonunu takip ederek veya kütleli veya hacimsel değişimi belirleyerek gözlemek esasına dayanır. Kapiler basınç değeri sıvının ağırlığını (ρgh) geçtiği zaman sıvı kumaş içinde ilerlemeye başlar. Eğer sıvının hareket mesafesi yeterince uzunsa sıvı akış oranında yer çekiminin etkisini görmek mümkün olacaktır. Kapiler hareket yer çekimi ile dengelendiğinde bir eşitlik hali oluşur ve sıvı ilerleyişi durur. Sekil 1.34.'de, yatay ve dikey yönde düzlemsel kılcallık modeli görülmektedir [32].



Şekil 1.34. Kılcallık modelleri; yatay kılcallık (A), dikey kılcallık (B) [32].

Yatay kılcallığı, yani sıvının kumaş düzlemine paralel hareketini ölçmeye yönelik farklı metotlar geliştirilmiştir. Kumaşın gözenekli bir plaka üzerine yerleştirildiği ve altındaki suyun kumaşa transfer olan miktarının belirlendiği plaka metodu, özellikle havluların absorbanlık yeterliliğini ölçmek için kullanılır [32].

Alternatif olarak, su veya ıslatıcı çözeltisi seviyesinin kumaşla temas edecek şekilde yükseltildiği ve kumaş tarafından absorbe edilen sıvı hacminin ölçüldüğü ıslanma testi, ıslanabilirliği ölçmek için yapılan batma-yüzdürme testi, kumaşın sıvı üzerine düşürüldüğü düşürme testi gibi metotlar düzlemsel yatay kılcallığı ölçmek için çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır. Dikey kılcallık, kumaşın geniş hacimdeki sıvı içine dikey olarak kısmen daldırıldığı durumda gözlenir ve genellikle sıvının ilerleme mesafesi veya gramaj veya alan başına absorblanan sıvı miktarı ölçülür [32].

Tekstil materyallerinin sıvı transfer davranışları, bir ürünün üretim prosesleri ve son kullanımı sırasındaki performansı açısından önemlidir. Materyalin üretiminde kullanılan hammaddenin sıvı absorbsiyon özellikleriyle başlayan, iplik üretim metodu, yüzey oluşturma tekniği ve kumaş yapısal parametreleri ile kumaşa uygulanan bitim işlemleri tarafından büyük oranda etkilenen sıvı transfer özellikleri giysi konforu ve bazı teknik tekstil uygulamaları (tıbbi tekstiller, jeotekstiller, tarım tekstilleri, vb.) için göz önünde bulundurulması gereken bir özelliktir. Tekstil materyallerinin sıvıyla iletişimde belirleyici rol oynayan absorbsiyon teorileri aşağıdaki gibidir;

a) Hidrofillik grupların etkisi; Absorbsiyon olayında su molekülleri ile lifin yapısındaki moleküller arasında bir etkileşim oluşur, bundan dolayı suyla etkileşime

giren hidrofilik gruplara sahip doğal lifler (doğal kaynaklı rejenere lifler de dahil) suyla bağ yapabilen moleküllere sahip oldukları için sıvıyı absorbe ederler, sentetik lifler ise çok az sayıda suyla etkileşime girebilen gruplara sahip oldukları için sıvı absorpsiyon kapasiteleri oldukça düşüktür [40].

b) Direkt ve indirekt bağlanan su modelleri; Tekstil materyali ve su arasında ilk etkileşim sırasında su öncelikle hidrofil gruplara tutunur. Daha sonra su molekülleri ya hidrofilik gruplara tutunur ya da daha önceden bağlanmış su molekülleri üzerine tutunarak yeni bir katman oluştururlar. Direkt hidrofilik gruplara bağlanan su molekülleri sıkıca bağlıdır ve hareketleri sınırlıdır. Molekül yerleşimleri daha düzensiz olan indirekt bağlanan su molekülleri ise daha gevşek bir yapıya sahiptir ve daha kolay hareket ederler [40].

c) Kristalin ve amorf bölgelere absorpsiyon; Tekstil materyallerinin kristalin bölgelerinde lif molekülleri sıkıca paketlenmiştir ve düzenlidirler. Aktif gruplar moleküller arasında çapraz bağlar oluşturmuştur. Bu nedenle kristalin bölgeye su moleküllerinin nüfuzu kolay değildir ve suyun absorpsiyonu için aktif gruplar arasındaki çapraz bağların bir kısmının kopması gerekmektedir. Bir materyalin rutubet absorpsiyonu, yapının kristalin ve amorf bölge oranları hakkında fikir verecektir [40].

d) Histerizis olayının moleküler açıklaması; Kristalin bölgeler, suyun yapıya nüfuzunu mekanik olarak önleme ve bağ yapmaya uygun hidroksil grupların sayısını azaltma yönünde bir etkiye sahiptir. Absorpsiyon arttıkça, çapraz bağlar koparak yerlerini su moleküllerine bırakır. Lif yapısının değişime karşı gösterdiği direnç mekanizmasına bağlı olarak çapraz bağların kopması ve tekrar oluşması olayı bir histerizis şeklinde gerçekleşir ve bu durum sıvı absorpsiyon/desorpsiyon histerizislerinin oluşumunu sağlar [40].

e) Limit şişme; Glikoz ve selüloz kimyasal olarak benzer yapıya sahip olmalarına karşın suyla etkileşimleri birbirinden çok farklıdır; glikoz suda çözünürken selüloz belirli bir oranda şişme gösterir. Limit şişme, sıvının yapının amorf kısımlarına veya fibriller arasına nüfuzu ve kristalin bölgelere girememesinden kaynaklanır [40].

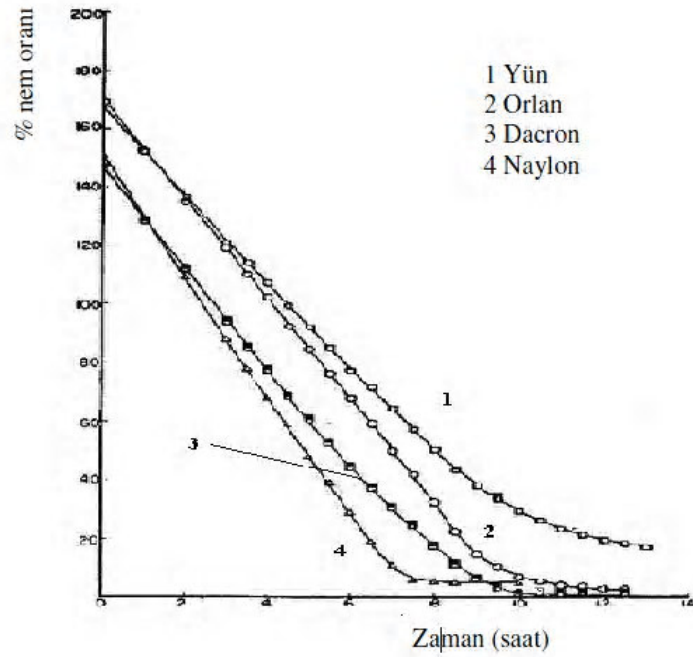
Kuruma; Kumaş tarafından deriden emilen nemin veya sıvının ya da dış ortamdan kumaşa gelen sıvının hızlı bir şekilde kumaştan uzaklaşması konforu sağlayan parametrelerden biridir. Bu da kumaşın denge halinde sahip olduğundan fazla sıvıyı buharlaştırmasıyla mümkün olabilmektedir. Genel olarak kurumanın üç evreden oluştuğu belirtilir. Birinci evrede ıslak kumaş çevresine göre sıcaklığını denge haline getirir, ikinci evrede sabit bir kuruma periyodu olur. Bu periyotta kumaş içindeki su hızla yüzeye doğru çıkar ve sabit bir hızda buharlaşma gerçekleşir. Kritik nem oranına ulaştığında bu sabit kuruma biter ve daha yavaş bir kuruma gerçekleşir. Çünkü yüzeydeki su artık buharlaşmış ve dengeye ulaşmıştır ancak yüzeyin altında hala kuruma devam etmektedir [17].

Fourt ve arkadaşları , geniş bir kumaş çeşidi kullanarak kumaşların aynı ortamda serbest hava koşullarına bırakılmasıyla kuruma hızlarını incelemiştir. Çalışmadan şu neticeler elde edilmiştir [17].

- Kuruma işleminin büyük bölümü sabit hızda gerçekleşen bir sıvı uzaklaştırma evresinden oluşmaktadır. Bütün kumaşlar için bu durum aynı olmaktadır.
- Kuruma hızı, kumaş ağırlığı yüzdesine göre hesaplandığında sonuçların kumaş ağırlığına göre değiştiği, birim alanın ağırlığı cinsinden hesaplandığında 10 mm kalınlığa kadarki kumaşlarda düzgün sonuç verdiği görülmektedir.
- Çalışmada en büyük kuruma hızı farkının yüksek ve açık havlı kumaşta olduğu görülmüş, buna neden olarak da serbest duran hav telleri kalınlığı arttırdığından kılcal ıslanmalarına olanak verememelerinden kaynaklandığı görülmüştür.

Coplan; yün, naylon, Dacron, orlon, pamuk gibi liflerden oluşan kumaşlar üzerine kuruma testleri yapmıştır. Bunun için kumaşlar önce tamamen ıslatılıp daha sonra fazla suları alındıktan sonra standart laboratuvar koşullarında kuruması için bekletilmeye alınmıştır. Aralıklarla yapılan ölçümlerde Şekil 1.35’ de ki kuruma eğrileri elde edilmiştir. Kumaşların kuruma hızlarının sabit bir hızda olduğu görülmektedir ve g/cm^2 saat cinsinden belirtilen bu sabit elyaf cinsine bağlı değildir. Ancak yüzeyi çok düzgün

ve lifsiz bir yapıda olan kumaşlarda bu sabit değer daha yüksektir. Toplam kuruma süresi ise kumaşların başlangıçta aldıkları sıvı miktarına bağlıdır. Sıvı miktarı ne kadar fazlaysa kuruma da o kadar geç olmaktadır. Hissel olarak kuruma ise nem oranının %100' ün altına düşmesiyle gerçekleşmektedir [17].



Şekil 1.35. Çeşitli kumaşların kuruma davranışları [17].

1.3. Önceki Çalışmalar

Duru ve Candan [41], dikişsiz örme kumaşların tekrarlı yıkanmalarının kılcallık ve kuruma özelliklerine olan etkisini incelemişlerdir. Çalışmada gevşek, orta ve sıkı ilmek uzunluklarında pileli örme kumaşlar üretilmiştir. Kumaş için Ne 40/1 pamuk, viskon ve bambu iplikler kullanılırken pile olarak 17 d/tex ile puntalanmış 33 denier ve 34 filament naylon iplik yüzeyde kullanılmıştır. Bu kumaşlar ticari şartlarda parça olarak boyanmıştır. Kumaşların yarısı 5 adet tekrarlı yıkamaya maruz bırakılarak kurutulmuştur. Bu kumaşların sıvı iletimi ve kuruma özellikleri tek yönlü Anova ve bağımsız t-testi kullanılarak analiz edilip karşılaştırılmıştır. Daha sonra sıvı transfer özelliklerinin göreceli önemi analitik hiyerarşi prosesi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak; lif çeşitliğinin yanı sırailmek uzunlukları önemli derecede sıvı geçirgenliğinin karakteristik özelliklerini etkilemektedir. Ayrıca tekrar yıkama prosesleri kumaşların sıvı geçiş özelliklerinde farklı derecelerde sonuçlar vermiştir.

Raja ve arkadaşları [42], farklı ölçüm metotları kullanarak ve bunlar karşılaştırarak sıvı geçirgenliğinin kumaşlar üzerindeki tutumlarını incelemiştir. Çalışmada, toplam emme kapasitesi ve emicilik oranı gibi kumaşlardaki su yayılması davranışları 3 farklı metotla ölçülmüş ve bu metotlar tanımlanmıştır. Bu metotlar; düz yöntem, photoshop kullanılarak yapılan ticari görüntü analiz yöntemi ve Matlab yazılımı kullanılarak yapılan gömülü (embedded) görüntü analiz yöntemidir. Bu metotlar kullanılarak farklı 12 örme\dokuma kumaş üzerinde emicilik ve toplam emilim kapasitesi ölçümleri yapılmıştır. Bu metotlar bağıntılarla analiz edilip karşılaştırılmış ve photoshop kullanılarak yapılan ticari görüntü analiz yönteminde en iyi sonuçlar görünmüştür.

Erdumlu ve Sarıçam [43], geleneksel ring ve vortex ile eğrilmiş pamuk iplikleri ve kumaşların kılcallık ve kuruma özelliklerini incelemiştir. Vortex ve ring yöntemi ile eğrilmiş pamuk ve örme kumaşların dikey kılcallık, su emiciliği ve kuruma özellikleri araştırılmıştır. İplikler Ne 30, Ne 40, Ne 50 olarak farklı numaralarda üretilmiştir. Deneysel sonuçlara göre iplik tipinin su emilimi ve kılcallık özelliklerine etkisi olduğu görülmüş buna göre de vortex ile eğrilmiş ipliklerin ring ipliklerine göre düşük kılcallık ve su emilimi gösterdiği anlaşılmıştır. Kuruma zamanında ise iplik numarasının bir etkisi olmadığı görülmüştür.

Ravandi ve arkadaşları [44], nanolif kaplı filament iplikleri üzerindeki kılcallık olgusunu araştırmıştır. Geleneksel yapılar ile nanolif yapıların yüksek yüzey oranları, küçük gözeneklilik, yüksek gözeneklilik gibi karakteristik özellikleri karşılaştırılmıştır. Elektro eğirme sistemi kullanılarak iplikler nano lif ile kaplanmıştır. Bu metotta elyaf yönü, konvansiyonel elektro eğirme sistemi ve iplik yüzeyindeki gömülü (embedded) nanoliflerin manipüle edilmesi ile kontrol edilmiştir. Nylon66 filamentleri nanolif ile kaplanmıştır. Bu kaplama biçimi ve kılcallık olgusu farklı polimer çözücüler kullanılarak incelenmiştir. Lucas Washburn eşitliği ile kaplı iplikler ile nanoliflerin kapiler akışlarının hareketleri takip edilmiştir. Sonuç olarak nylon66 filamentleri nanolifleriyle kaplandığında yüksek emme artışı göstermiştir.

Birrfelder ve arkadaşları [45], iplik numarası ve örgü yapısının iplik içi ve iplikler arasında sıvı su taşınması üzerindeki etkilerini incelemiştir. Kumaşların terletici aktiviteler sonrasında giysi konforu ve soğuma efektlerinde nem geçirgenliği belirleyici rol oynamaktadır. Terleme olduğu zaman bir kumaşın nem emiciliği düz ve düzlemsel kılcallık ile karakterize edilmektedir. Araştırmada, 4 farklı polyesterin örgü yapısı ribana, kuş gözü, interlok, modifiye edilmiş interlok ve hidrofil 5 farklı ribana yapısı için birbirinden farklı iplik numaraları kullanılmış ve x-ray görüntüleri ile tahminlenmiştir. 2 katmanlı aynı kumaş numuneleri farklı dış baskılara maruz bırakılarak deney yürütülmüştür. Sıvı transferleri, iplik içi ve iplikler arasındaki kılcallık, sıvının geçiş yaptığı bölgelerde fark edilip yorumlanmıştır. Suyu seven katmanlı yapıdaki numunelerde basınca bağlı olarak kılcallıkta gecikmeler gözlenmiştir. Bu negatif gecikmeler ara yüzeylerdeki boşluk alanlarıyla ilişkili olup ribana örgülerde en kısadır. Yarı hidrofob numuneler için, kumaşın içine preslenmiş olan sıvı sayesinde kılcallıktaki gecikmeler üst tabakaya göre daha azdır. Limit akış miktarının ayrımı kapılar güçler ile olur. Sonuç olarak iplikler arasındaki sıvı transferinde; hidrofil ipliklerde su yayılımı yüzeyde hızlı iken iplik içindeki transferlerde; hidrofob ipliklerde su yayılımı katmanlar arasında hızlıdır. Bu bağlamda vücuttan aşırı sıvı geçişleri suyu sevmeyen iç katmanlarda düşük lif numarasıyla ideal hal alabilmektedir.

Raja ve arkadaşları [46], pamuk ve likra kumaşların tekrarlı gerilme etkilerinin kılcallık üzerindeki davranışlarını incelemiştir. Farklı vücut hareketleri sonrasında elastik örme kumaşa benzetilmiş kumaşlarda çaprazlama kılcallık önemli olmuştur. Kumaşların kısa aralıklardaki hareketlerinde genişleme ve iyileşme etkilerinin kılcallık davranışına olan etkileri değerlendirilmiştir. Numuneler farklı hız oranlarına maruz bırakılmıştır. Kumaşlar üzerindeki iyileşme ve tekrarlı genişleme etkileri için yeni tekrarlı gerilim aletleri dizayn edilmiş ve geliştirilmiştir. Geliştirilen bu malzemeler mikro kontrol programı ile çalıştırılmıştır. Hız, tekrarlı gerilim yüzdeleri, akış oranları ve elastik örme kumaşlar üzerindeki kılcallık davranışlarının Box-Benken malzeme modeli kullanılarak değerlendirilmiştir. Deney modeli, akış hızı, tekrarlı uzama yüzdesi gibi elastik örme kumaşlarda kılcallığı belirleyen en önemli faktörleri esas deney değişkenleri olarak tanımlamıştır. Sonuç olarak; deformasyon sonucunda elastik örme kumaşlarda aralıklı olarak su pompalanmasıyla kılcallıkta iyileşme gerçekleşmiştir. Kumaştaki kılcallık davranışını yukarıda belirtilen esas ölçüm değişkenlerinin etkilediği görülmüştür.

Ayatollahi ve arkadaşları [47], sıcak merserizasyon işleminin yazlık pamuk kumaşlar üzerindeki konfor özellikleri incelenmiştir. Toplamda 15 dokuma kumaş kullanılmış ve bunlar farklı yapılarda rastgele seçilmiştir. Bu kumaşlar; bitim kumaşları ve merserizasyon işlemi görmüş kumaşlar olarak 2'ye ayrılmıştır. Mekanik ve termopsikolojik konfor özellikleri sonuçları değerlendirilmiştir. Sonuç olarak; merserizasyon işlemi sonrasında kumaşların yoğunluk, gerilme, eğilme ve kesme rijitliğinde artma görünürken; kumaşların uzama ve sürtünme katsayılarında düşüş görünmüştür. Bu parametreler dokunsal konfor özelliklerini olumlu etkilemiştir. Hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği ısısal dirençteki artış kılcallıktaki azalış etkileri ile termopsikolojik konfor özellikleri olumlu etkilenmiştir.

Aksoy ve Kaplan [40], tekstil materyallerinde meydana gelen sıvı transfer davranışları, hammadde, üretim parametreleri ve bitim işlemlerinin etkileri de göz önünde bulundurularak lif düzeyinden son ürüne doğru ayrıntılı olarak incelenmiştir. lif, iplik ve kumaş özelliklerinin sıvı transfer mekanizmaları üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Islanma, absorpsiyon ve sıvı transfer olaylarının lif, iplik ve kumaş düzeyinde ölçümü için bilimsel çalışmalarda kullanılan hassas yöntemler ile standartlara giren metotlar tanımlanmıştır. Tekstil materyallerinin üretim proseslerinin her aşamasında (lif, iplik ve kumaş formu) materyalin sıvıyı veya rutubeti absorbe etmesi, itmesi ve transferi kullanım yerlerine göre materyale kazandırılan veya materyalin sahip olduğu önemli bir özelliktir. Tekstil materyallerinin sıvı transfer davranışları, lif, iplik ve kumaşın yapısal ve kimyasal özelliklerine göre değişim gösterir. Kumaşın ıslanma özellikleriyle ilgili yapılan çalışmalarda genellikle sıvının iplik içerisinde lif yüzeyi/sıvı arasındaki ara yüzey kuvvetlerinin etkisiyle lifler arasındaki boşluklarda hareket ettiği kabul edilmiştir. Bu yüzden, ıslanma oranı lifin yüzey enerjisine ve iplik içerisindeki lifler arasındaki ayrılma eğilimine bağlıdır.

Karalomlu [32], askeri amaçlı kullanılan fonksiyonel kumaşların konfor özelliklerini incelemiştir. Uçuş tulumlarında kullanılan geç tutuşur kumaşların konfor özelliklerini tespit edebilmek için testler yapılmıştır. Bu testler, konfor özelliklerinin objektif ölçümlere dayalı yöntemlerle belirlenmesi esasına dayanılarak gerçekleştirilmiştir. Konfor özelliklerinin tayini için; kumaş parametrelerinin ısı iletkenlik, ısı soğurganlık, ısı direnç, su buharı direnci, su buharı geçirgenliği ve hava geçirgenliği değerlerini

nasıl etkilediği araştırılmıştır. Elde edilen verilerden grafikler çıkartılarak ve analizler yapılarak incelemeler yapılmış ve kumaşlar arasındaki konfor özellikleri farklılıkları ortaya çıkartılmıştır. Bu çalışmada kullanılan yanması geciktirilmiş kumaşlar her işletmenin kolaylıkla üretebileceği ve üzerinde değişik modifikasyonlar yapılabilecek kumaşlar değildir. Bunun sebebi de temelde aramid elyafına bağımlı olmasıdır. Aramid elyafı yurtiçinde üretilmemekte, yurtdışından sınırlı olarak temin edilmektedir. İplik ve kumaş oluşumları Türkiye’de yapılabilmektedir. Ancak, bu da yapısal özelliklerden dolayı bazı kumaş tipleriyle sınırlı kalmaktadır. Bu sebeple, seçilen kumaşlar birbirinden çok fazla farklılık göstermemektedirler. Kumaşlar arasındaki değişkenliği sağlamak için kumaşın bazı parametrelerinden yararlanılmıştır. Malzeme cinsi, doku, metrekare ağırlığı, sıklık ve kalınlık kumaşları birbirinden ayırt edici unsurlardır. Sonuç olarak; kumaş tiplerine bakıldığında ısı iletkenlik değeri yüksek, yüksek ısı soğurganlık değerine sahip, ısı direnci düşük, su buharı direnci düşük, su buharı geçirgenlik değeri yüksek ve hava geçirgenlik değeri yüksek kumaşın konfor bakımından en iyi kumaş olduğu ortaya çıkmaktadır.

Sarıçam ve Kalaoğlu [48], polyester dokuma kumaşların kılcallık ve kuruma davranışlarını incelemiştir. İpliklerin; iplik tipi, atkı yoğunluğu, örgü yapısı, kalınlık ve hava geçirgenliği etkileri dikey kılcallık uygulamalarıyla kılcallık ve kuruma testlerinde değerlendirilmiştir. Deneylerden elde edilen sonuçlara kolerasyon analizi ve t-testi uygulanmıştır. Burada tektüre prosesi, atkı sıklığı ve dokuma tipinin kılcallık üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte kumaş kalınlığı, iplik tipi ve hava geçirgenliği kumaşın kuruma davranışını etkilemiştir.

Fangueiro ve diğerleri [49], fonksiyonel örgü kumaşların kılcallık davranışları ve kuruma kapasitelerini incelemiştir. Sıvı transferi ve kuruma oranı, spor giysilerde psikolojik konforu etkileyen iki önemli faktördür. Çalışmada; örme kumaşların teknik arka kısmında fonksiyonel liflerden elde edilmiş iplikler kullanılırken ön yüzeyde polipropilen ve polyester iplikler kullanılmıştır. Fonksiyonel örme kumaşlar yatay ve dikey kılcallık testleriyle değerlendirilmiştir. Kuruma kapasiteleri $20 \pm 2^\circ$ ve $65 \pm 3\%$ oranında nem ve $33 \pm 2^\circ$ insan vücudu sıcaklığında 2 farklı koşulda kuruma oranı testi yapılmıştır. Bu fonksiyonel kumaşların kullanımı ve polipropilen ve polyester zemin kumaşları analiz edilmiştir. Sonuç olarak; Kılcallık davranışının başlıca etkisi kapiler gözenekteki dağılımı ve yüzeydeki gerilimidir. Kuruma kapasitesi ise kumaşın makro

moleküler yapısı ile ilgilidir. Yatay ve dikey kılcallık sonuçlarına göre en iyi performansı Viskon Outlast lifi göstermiştir. Ancak bu lifin kuruma kapasitesi düşüktür. Coolmax lifi çok iyi kılcallık yeteneği ve kuruma kapasitesi göstermiştir. Polipropilentereftalat lifi elastan lifinden daha iyi kılcallık ve kuruma kapasitesi göstermiştir. Polipropilen ve polyester ile kombine edilmiş diğer fonksiyonel lifler karşılaştırıldığında PP ile kombine edilmiş yüzey ipliklerinin kılcallık ve kuruma davranışları PES liflerine göre daha kötü çıkmıştır.

Yanılmaz ve Kalaoğlu [50], akrilik örgü kumaşların kılcallık, ıslanma ve kuruma özelliklerini incelemiştir. Farklı örgü yapılarının ve termofizyolojik konfor parametrelerinin birbirleriyle ilişkileri araştırılmıştır. Kılcallık, ıslanma ve kuruma özellikleri için akrilik kullanılarak üretilen süprem, 1×1 ribana, 2×2 ribana ve interlok örgü yapısında kumaşlar kullanılmıştır. Deneylerde; kılcallık yüksekliği, kılcallık ağırlığı, kılcallık oranı, temas açıları ve su buharlaşma oranları ölçülmüştür. 2 farklı sarım gerginliğinde üretilen numuneler ile bütün kumaş yapıları için sıklık ve gevşeklik değerleri elde edilmiştir. Kumaş sarım gerginliği, kalınlık, gözeneklilik, düğüm uzunluğu ve gözenek boyutu gibi yapısal parametrelerinin bazı konfor parametreleriyle ilişkili olduğu öne sürülmüştür. İstatistiksel analiz sonuçları; kılcallık uzunluğu, kılcallık ağırlığı, temas açıları değerleri, kılcallık transferleri ve WER (su buharı oranı) değerlerinin örgü yapısına etkilerinin önemli olduğunu göstermiştir. Kılcallık uzunluğu örgü yapısına bağlı olarak; sırasıyla süprem, 1×1 ribana, interlok ve 2×2 ribana kumaşlarda artış göstermiştir. Gevşek kumaşlarda daha uzun ilmekler olduğundan bu kumaşlar yüksek gözenekliliğe sahiptir. Gevşek yapıların kılcallık transferi oranları sıkı yapılarla karşılaştırıldığında gevşek yapıların ki daha yüksek olmuştur. Su buharlaşması ise tersine kumaş kalınlığı ile alakalıdır. Kalınlıktaki azalma ve artışlar; yoğunluktaki artış ve hava boşluklarındaki azalıştan kaynaklanmaktadır.

Babu ve diğerleri [51], kumaş yapısındaki kılcallık özelliğini analiz etmişlerdir. Dokumalar; yatay çizgi dokumaları ve kumaşın tüm yüzeyine aralık boyunca dağıtılmış yüzen dokumalar olarak 2 gruba dağıtılmıştır. Kılcallık kabiliyeti özelliklerinin test kararları yeni geliştirilen elektro dikey kılcallık testti kullanılarak verilmiştir. Bu kılcallık test sonuçları yatay çizgili dokuma kumaşlar eşit olarak yüzeye dağıtılmış dokuma kumaşlardan daha yüksektir. Washburn eşitliğine göre zaman sabiti 0.5 e yakın olduğu zaman oldukça yüksektir. Hatta sade ve süslü dimi dokumaların zaman sabiti

diğer kumaşlarınkine göre daha hızlı düşüş gösterir. Bu kumaş sertlik ölçüsü olarak nitelendirilir.

Simile ve Beckham [52], yeni bir kılcallık testi geliştirmişlerdir. Bu yöntemin, kumaşların kılcallığını niceliksel olarak daha iyi tahmin edebildiği öne sürülmektedir. Kılcallığın tanımlayıcısı olarak hava geçirgenliği, kapiler basınç doygunluk fonksiyonları olarak belirlenmiştir. Çalışmada bir kumaş şeridinin dikey-yukarı, yatay, düşey-aşağı yönde sonsuz bir depodan kılcallık değerleri ölçülmüştür. Yukarı yönlü büküm; kumaşın doygunluğunu, yatay yön; kapiler basıncını, aşağı-düşey yön ise geçirgenliği analiz etmek için kullanılmıştır. Test için süprem örme kumaş kullanılarak atletik giyim performansı üzerinde uygulama yapılmıştır. Darcy eşitliğine göre; doygunlukta ve geçirgenlikte azalma, kapiler basınçta artış görülmüştür.

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1 GEREÇ

Tez çalışmasında materyal olarak selülozik liflerden pamuk, viskon, modal, tencel, promodal, bambu ve viloft ile polyester lifleri olan; coolmax , yuvarlak kesitli polyester lifleri gereç olarak belirlenmiştir.

2.2 YÖNTEM

Çalışma kapsamında; materyal olarak süprem yapıdaki selülozik liflerden pamuk, viskon, modal, tencel, bambu, promodal ve viloft ile polyester lifi olan coolmax liflerinin dikey kılcallık düzeneği ile dikey kılcallığına, yatay kılcallık düzeneği ile yatay kılcallığına; kurutma makinası yardımıyla kuruma özelliklerine, kalınlık ölçme düzeneği ile kalınlığına, kalınlıktan matematiksel hesap ile gözenekliliğine, lop yardımı ile ilmek sıklığı, may sıklığı, ilmek uzunluğuna bakılmıştır. Elde edilen sonuçlar tablo halinde verilmiştir. Ayrıca bu özelliklere ait veriler Design Expert 6.01 programı kullanılarak faktöriyel model ile istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Bu bölümde söz konusu yöntem aşamalarından sırasıyla bahsedilmektedir.

2.2.1. Cihazların Özellikleri

2.2.1.1. Dikey kılcallık

Dikey kılcallık, kumaşın geniş hacimdeki sıvı içine dikey olarak kısmen daldırıldığı durumda gözlenir ve genellikle sıvının ilerleme mesafesi veya gramaj veya alan başına absorblanan sıvı miktarı ölçülür.

Çalışmada, kumaşlar sıvı içerisine daldırıldıktan sonra 600 sn (10 dk) bekletilerek 0 sn ile 600 sn arasında farklı sürelerde oluşan dikey kılcallık değerleri, 3 adet replikasyon yapmak sureti ile Şekil 2.1’de gösterilen dikey kılcallık düzeneği kullanılarak elde edilmiştir.



Şekil 2.1. Dikey kılcallık ölçüm düzeneği

2.2.1.2. Yatay kılcallık

Yatay kılcallık, yani sıvının kumaş düzlemine paralel hareketini ölçmeye yönelik kumaşın gözenekli bir plaka üzerine yerleştirildiği ve altındaki suyun kumaşa transfer olan miktarının belirlendiği plaka metodu, özellikle havluların absorbanlık yeterliliğini ölçmek için kullanılır.

Çalışmada, kumaşların üzerine şırınga yardımıyla 1 ml sıvı damlatılmıştır. Kumaşlar kuruduktan sonra sıvının şekli milimetrik kağıda aktarılmış ve alanları hesaplanmıştır.

2.2.1.3. Kuruma

Kumaş tarafından deriden emilen nemin veya sıvının ya da dış ortamdan kumaşa gelen sıvının hızlı bir şekilde kumaştan uzaklaşması konforu sağlayan parametrelerden biridir. Bu da kumaşın denge halinde sahip olduğundan fazla sıvıyı buharlaştırmasıyla mümkün olabilmektedir. Genel olarak kurumanın üç evreden oluştuğu belirtilir. Birinci evrede ıslak kumaş çevresine göre sıcaklığını denge haline getirir, ikinci evrede sabit bir kuruma periyodu olur. Bu periyotta kumaş içindeki su hızla yüzeye doğru çıkar ve sabit bir hızda buharlaşma gerçekleşir. Kritik nem oranına ulaştığında bu sabit kuruma biter ve daha yavaş bir kuruma gerçekleşir. Çünkü yüzeydeki su artık buharlaşmış ve dengeye ulaşmıştır ancak yüzeyin altında hala kuruma devam etmektedir.

Çalışmada, numuneler, çamaşır makinasında 19 dk' lık durulama işleminden sonra 30 dk. ile 150 dk. arasındaki kuruma değerleri farklı zamanlarda yapılan 3 adet replikasyon ile ölçülerek sonuçlar elde edilmiştir.

2.2.1.4. Kumaş Kalınlığı Ölçümü

Deneyde Kumaşların en üst yüzeyleri ile en alt yüzeyleri arasındaki mesafe belli bir basınç altında ölçülerek Şekil 2.2'de gösterilen cihaz ile kumaş kalınlığı tespit edilmektedir. Kumaş kalınlığı kumaşların ısı tutuculuk ve hacimsel özellikleri üzerinde etkisi vardır. Bu nedenle ölçülmesi önemlidir.



Şekil 2.2. Kalınlık ölçüm test cihazı

Deney numuneleri veya parçaları, deney için standart atmosfer şartları dengeye erişinceye kadar kondüsyonlanmış ve numuneler baskı ayağı ile referans plaka arasına yerleştirilmiştir. Tablo-2.1'de deney parçasının kıvrımsız ve kırışksız olduğundan emin olunmalıdır. Daha sonra baskı ayağı deney parçası üzerine indirilir ve kumaşa 200 gr ağırlık yüklendiğinde makine otomatik olarak bilgisayar ekranına kumaşın kalınlığını mm olarak gösterir. Her numuneden en az 5 farklı alanın kalınlığı tespit edilmiştir ve daha sonra bu beş ölçümün aritmetik ortalaması alınmıştır.

Tablo 2.1. Kumaş Kalınlığı Ölçümü

KALINLIK (MM)	ÖLÇÜM 1	ÖLÇÜM 2	ÖLÇÜM 3	ÖLÇÜM 4	ÖLÇÜM 5	ORT.	ST. SAPMA	CV%
POLYESTER	0,573	0,557	0,584	0,581	0,591	0,58	0,01	2,02
TENCEL	0,592	0,59	0,592	0,584	0,559	0,58	0,01	2,15
BAMBU	0,499	0,443	0,399	0,404	0,494	0,45	0,04	9,52
PAMUK	0,605	0,557	0,643	0,684	0,588	0,62	0,04	7,17
VİLOFT	0,692	0,624	0,616	0,641	0,619	0,64	0,03	4,41
VİSKON	0,607	0,571	0,608	0,583	0,609	0,60	0,02	2,63
COOLMAX	0,655	0,61	0,597	0,6	0,61	0,61	0,02	3,41
PROMODAL	0,576	0,542	0,556	0,522	0,524	0,54	0,02	3,73
MODAL	0,505	0,562	0,518	0,535	0,532	0,53	0,02	3,60

2.2.1.5. İlmek İplik Uzunluğu Ölçümü

Deneylerde kullanılan kumaşların ilmek iplik uzunlukları, 100 ilmek çubuğu genişliğinden çıkarılan ipliklerin ucuna 10 gr ağırlık asılarak tespit edilmiştir. Her numuneden 15'er ilmek sırası sökülerek, ucuna 10 gr'lık ağırlık asılarak ayrı ayrı her bir sıranın iplik uzunluğu ölçülmüş ve bu 15 adet ölçümün ortalaması alınarak bir sıradaki iplik uzunluğu bulunmuş Tablo-2.2'de gösterilmiştir. Bu uzunluk miktarı toplam ilmek sayısına yani 100'e bölünerek ortalama ilmek iplik uzunluğu hesaplanmıştır.

Tablo 2.2. İlmek İplik Uzunluğu Ölçümü

İLMEK UZUNLUĞU (MM)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA
TENCEL	30	30	30	30
BAMBU	25	25	25	25
VİSKON	27	27	27	27
VİLOFT	20	20	20	20
MODAL	35	35	35	35
PROMODAL	30	30	30	30
POLYESTER	35	35	35	35
COOLMAX	34	34	34	34
PAMUK	40	40	40	40

2.2.1.6. İlmek ve May Sıklık Değerleri

İlmek sıklığı örme kumaşın belli bir uzunluğundaki ilmek sayısıdır. Bu deneyde 1 cm' deki ilmek sayısı hesaplanmıştır. İlmek sıklıklarının belirlenmesi sırasında lüp kullanılmıştır. Kumaşta ilmek sıklığı arttıkça ağırlığı da artacaktır. İlmek sıklığı, çubuk ve sıra sıklığı şeklinde ifade edilmektedir. İlmek çubuğu sıklığı örme makinesinin

inceliği yani iğne sayısı ile ilgilidir. İlmek çubuk sıklığı 1 cm uzunluktaki ilmek çubuk sayısıdır. İlmek sıra sıklığı ise ilmeğin boyu ile ilgilidir. 1 cm’ deki ilmek sıra sayısı, ilmek sıra sıklığını ifade etmektedir. İlmeğin boyu küçüldükçe birim alandaki ilmek sayısı artacaktır ve kumaş ağırlığı da artmış olacaktır. İlmek ve may sıklığı değerleri sırasıyla Tablo 2.3 ve Tablo 2.4.’te gösterilmektedir ve kumaşın 5 farklı yerinde ölçülerek ortalaması alınmıştır.

Tablo 2.3. İlmek Sıklık Değerleri

İLMEK SIKLIĞI (MM)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA
TENCEL	14	14	14	14
BAMBU	11	11	11	11
VİSKON	14	14	14	14
VİLOFT	13	13	13	13
MODAL	13	13	13	13
PROMODAL	15	15	15	15
POLYESTER	13	13	13	13
COOLMAX	16	16	16	16
PAMUK	13	13	13	13

Tablo 2.4. May Sıklık Değerleri

MAY SIKLIĞI(MM)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA
TENCEL	24	24	24	24
BAMBU	11	11	11	11
VİSKON	18	18	18	18
VİLOFT	18	18	18	18
MODAL	21	21	21	21
PROMODAL	24	24	24	24
POLYESTER	25	25	25	25
COOLMAX	19	19	19	19
PAMUK	16	16	16	16

2.2.1.7. Gözeneklilik Hesabı

Örme kumaşların ısı konfor özelliklerinin değerlendirilmesinde kumaş gözenekliliğinin bilinmesi gerekmektedir. Çalışmada gözeneklilik hesabı aşağıdaki eşitlik kullanılarak yürütülmüştür.

$$P = [1 - (m/ph)] * 100 \quad (2.1)$$

Burada P, gözeneklilik, m, kumaş gramajı ve ρ ise elyaf yoğunluğu (g/cm³) olarak alınmıştır. Karışımlarda ise ortalama elyaf yoğunluğu, karışım oranı dikkate alınarak hesaplanarak denkleme yazılmıştır.

Tablo 2-5.'te kumaşların gramajları gösterilmektedir. Tablo-2.6'da ise gramaj değerleri ve eşitlik (2.1) kullanılarak hesap edilen gözeneklilik değerleri verilmektedir.

Tablo 2.5. Kumaşların gramajları

Kumaş	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA
POLYESTER	130,5	129,1	126,0	128,5
TENCEL	146,3	146,9	149,2	147,5
BAMBU	72,9	78,3	80,9	77,4
PAMUK	132,3	114,8	123,6	123,6
VİLOFT	144	143	142	143
VİSKON	161,6	152,8	151,0	155,1
COOLMAX	154,8	149,8	150,4	151,7
PROMODAL	135,6	132,3	130,5	132,8
MODAL	137,5	136,9	142,0	138,8

Tablo 2.6. Kumaşların gözeneklilik değerleri

Kumaş	Gözeneklilik
POLYESTER	94,6
TENCEL	94,3
BAMBU	97,7
PAMUK	94,9
VİLOFT	93,9
VİSKON	93,8
COOLMAX	93,3
PROMODAL	95,3
MODAL	95,1

2.2.2 İstatistiksel Yöntem

2.2.2.1. Model Seçimi ve Regresyon Analizi

İstatistiksel modeller için Design Expert paket programı kullanılan çalışmada faktöriyel modelleri oluşturulduktan sonra regresyon eşitlikleri elde edilerek iplik özellikleri değerlendirilip tahmin edilmiştir. Aşağıda çalışmada kullanılan bazı terim ve kavramlar verilerek model seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar yer almaktadır.

2.2.2.2. Regresyon Analizi

Tepki değişkeni veya bağımlı değişken olarak tanımlanan “Y” ve bağımsız değişken veya regresör olarak tanımlanan n adet “X₁, X₂...X_n” arasındaki sebep-sonuç ilişkisini matematiksel olarak ortaya koyan yöntem regresyon analizi denilmektedir. Regresyon analizi sonucunda bağımlı değişken bağımsız değişken cinsinden ifade edilir ve bir eşitlik elde edilerek farklı olaylar ile ilgili tahminler yapılır.

2.2.2.3. Bağımlı Değişken

Tepki değişkeni veya yanıt (response) olarak da adlandırılmaktadır.

2.2.2.4. Bağımsız Değişken

Regresör olarak da tanımlanan, bağımlı değişken üzerinde etkisi olan değişkenlerdir. Çalışmada pamuk, bambu, viskon ve modal elyaflarının karışım oranları, iplik bükümü ve iplik numarası bağımsız değişken olarak değerlendirilmektedir.

Regresyon analizi sonucunda elde edilen bir eşitlik genel olarak aşağıdaki gibidir:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n \quad (2.2)$$

Burada;

Y Bağımlı değişken

X₁, X₂, X₃..... X_n

Bağımsız değişken

β_0 Sabit değer

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n$ Regresyon katsayıları olarak ifade edilmektedir.

Regresyon analizi sonucu elde edilen fonksiyon, istatistiksel olduğundan her X değerine karşılık gelen Y değeri aynı olmayıp regresyon denklemi ile elde edilen değer etrafında yer alan ve normal dağılıma benzer dağılım gösteren değerleri içerebilmektedir. Bu nedenle regresyon analizi sonucunda bulunan denklemin geçerliliği belirli bir güven aralığında gösterilmektedir. Çalışmada kullanılan güven aralığı ise %95 ($\alpha=0.05$) olarak belirlenmiştir.

2.2.2.5. F- Testi

Normal dağılıma sahip iki kitlenin standart sapmalarının eşit olduğu hipoteze denilmektedir. Standart sapmaların eşit olması halinde iki kitle karşılaştırılabilmektedir.

2.2.2.6. p-değeri

H_0 : Model uygundur

H_1 : Model uygun değildir

Hipotezleri tanımlandığında H_0 hipotezinin reddedilmesini sağlayan en küçük anlamlılık seviyesine p-değeri denilmektedir. İstatistiksel değerlendirmede modelin ortaya çıkardığı parametrelerin modele olan katkısının anlamlı veya anlamsız olarak değerlendirilmesinde kullanılan bir değerdir [2].

2.2.2.7. ANOVA (Analysis of Variance)

Regresyon modelinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını değerlendirmek amacıyla kullanılan çizelgeye (tabloya) denilmektedir. Bu tabloda yer alan F-değeri modelin açıkladığı değişimin (modelin kareler toplamı) açıklanamayan değişime (hataların kareler toplamı) oranı olmaktadır. Çalışmada %95'lik güven aralığı kullanıldığından ANOVA tablosunda $p < 0.05$ olması durumunda kurulan modelin anlamlı olduğu anlaşılmaktadır.

Korelasyon katsayısı olarak ifade edilen R , bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Bu değer $-1 \dots +1$ arasında değişmekte olup bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasında $+1$ 'e yakın bir korelasyon olması istenen bir durumdur. R^2 ise kurulan modelde yer alan terimlerin (bağımsız değişkenlerin) bağımlı değişkeni ne kadar açıkladığını yüzde olarak ifade etmektedir. Her ne kadar R^2 modelin açıklanma yüzdesini ifade etse de modele katkısı olmayan terimlerin modelden çıkartılmasıyla daha doğru bir sonuç elde edilir. Elde edilen yeni R^2 değerine ise düzeltilmiş R^2 denilmektedir. Tahmin Edilen R^2 ise modelin yeni olayları tahmin edebilme yeteneğini gösteren bir değer olmaktadır.

PRESS değeri ise (Predicted Error Sum of Squares) modelin tahmin hatalarının bir ölçüsü olarak değerlendirilmektedir. Modelde seçilen bir deney noktası için tahmin edilen değer $\hat{y}_i$ olmak üzere o nokta için bulunan tahmin hatası $e = y_i - \hat{y}_i$ olarak bulunmaktadır. n tane ölçüm noktası için oluşan PRESS değeri ise

$$\text{PRESS} = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_i]^2 \quad (2.2)$$

olmaktadır. Model seçilirken bu değer küçük olması istenmektedir.

2.2.2.8. Uyum Eksikliği (Lack of Fit)

Seçilen modelin uygunluğunu belirlemek amacıyla yapılan teste uyum eksikliği denilmektedir.

H_0 : Model uygundur

H_1 : Model uygun değildir

Hipotezleri tanımlandıktan sonra elde edilen F-değeri F-tablosunda yer alan değerden büyükse H_0 hipotezi reddedilir. Bu durumda başka bir model seçilmelidir. Uyum eksikliğinin anlamlı olması istenmeyen bir durum olduğundan uyum eksikliği tablosunda en yüksek p-değerine sahip olan model seçilmesi gerekmektedir.

2.2.2.9. Artık Analizi

Regresyon analizi ile elde edilen modelin ortaya çıkardığı hata terimleri analiz edilerek modelin tahminlenmede kullanılıp kullanılmayacağı kararı verilir. Modelden elde edilen hataların dağılımı normal dağılıma uygun olması gerekmektedir. Söz konusu hatalar normal dağılıma uygun bir dağılım gösteriyorsa oluşturulan model tahminlemede kullanılabilecektir.

3. BÖLÜM

BULGULAR

Çalışma kapsamında materyal olarak; selülozik liflerden pamuk, viskon, modal, tencel, promodal ve viloft ile polyester lifi olan coolmax liflerinden elde edilen süprem yapıdaki kumaşların dikey kılcallık, yatay kılcallık ve kuruma özellikleri incelenmiştir. Test sonucunda elde edilen değerler aşağıda sırasıyla tablolar halinde verilmektedir.

3.1. Dikey Kılcallık Sonuçları

Çalışmada kullanılan farklı hammaddelerden üretilmiş süprem örme kumaşların dikey kılcallık sonuçları aşağıda sırasıyla verilmektedir. Çalışmada, kumaşlar sıvı içerisine daldırıldıktan sonra 600 sn (10 dk) bekletilerek 0 sn ile 600 sn arasında oluşan dikey kılcallık değerleri 3 adet replikasyon yapmak suretiyle tablolardaki gibi taksimlendirilerek elde edilmiştir. Pamuk lifi kullanılan örme kumaşın dikey kılcallık sonuçları 0 sn ile 600 sn arasında 0 değerini göstermiştir. Pamuk kumaş numunesinin ilk ortalama ağırlığı 1.14 gram iken son ortalama ağırlığı 1.56 gram olmuştur.

Tablo 3.1’de viskon lifi kullanılan örme kumaşın dikey kılcallık sonuçları verilmektedir. Viskon kumaş numunesinin ilk ortalama ağırlığı 1.24 gram iken son ortalama ağırlığı 1.84 gram olmuştur.

Tablo 3.1. Viskon kumaş dikey kılcallık sonuçları

Süre (sn)	ÖLÇÜM1(mm)	ÖLÇÜM2 (mm)	ÖLÇÜM3(mm)	ORT.	ST. SAPMA	CV%
0	0,3	0,30	0,5	0,37	0,12	31,49
5	1,3	0,9	1,00	1,07	0,21	19,52
10	1,6	1,4	1,5	1,50	0,10	6,67
20	2,20	1,8	2	2,00	0,20	10,00
30	2,50	2,1	2,5	2,37	0,23	9,76
45	3,00	2,3	2,9	2,73	0,38	13,85
60	3,2	2,5	3,1	2,93	0,38	12,91
90	3,5	2,8	3,4	3,23	0,38	11,71
120	3,9	3	3,6	3,50	0,46	13,09
180	4,3	3,4	4,1	3,93	0,47	12,01
240	4,6	3,7	4,4	4,23	0,47	11,16
300	5	3,8	4,7	4,50	0,62	13,88
360	5,3	4	5	4,77	0,68	14,28
420	5,6	4,3	5,2	5,03	0,67	13,23
480	5,8	4,4	5,4	5,20	0,72	13,87
540	6	4,6	5,6	5,40	0,72	13,35
600	6,20	4,7	5,7	5,53	0,76	13,80

Tablo 3.2’de modal lifi kullanılan örme kumaşın dikey kılcallık sonuçları verilmektedir. Modal kumaş numunesinin ilk ortalama ağırlığı 7.47 gr iken son ortalama ağırlığı 9.56 gram olmuştur.

Tablo 3.2. Modal kumaş dikey kılcallık sonuçları

Süre (sn)	ÖLÇÜM1 (mm)	ÖLÇÜM2 (mm)	ÖLÇÜM3 (mm)	ORT.	ST. SAPMA	CV%
0	0,2	0,20	0,3	0,23	0,06	24,74
5	0,4	0,5	0,70	0,53	0,15	28,64
10	0,9	1	1,2	1,03	0,15	14,78
20	1,40	1,7	1,5	1,53	0,15	9,96
30	1,70	1,8	1,8	1,77	0,06	3,27
45	1,80	1,8	2	1,87	0,12	6,19
60	2	1,9	2,3	2,07	0,21	10,07
90	2,2	2,1	2,4	2,23	0,15	6,84
120	2,3	2,2	2,6	2,37	0,21	8,80
180	2,5	2,4	2,8	2,57	0,21	8,11
240	2,7	2,6	3,1	2,80	0,26	9,45
300	2,9	2,7	3,2	2,93	0,25	8,58
360	3	2,7	3,2	2,97	0,25	8,48
420	3,2	2,8	3,3	3,10	0,26	8,53
480	3,3	2,9	3,4	3,20	0,26	8,27
540	3,4	3	3,5	3,30	0,26	8,02
600	3,50	3,1	3,5	3,37	0,23	6,86

Tablo 3.3’de promodal lifi kullanılan örme kumaşın dikey kılcallık sonuçları verilmektedir. Promodal kumaş numunesinin ilk ortalama ağırlığı 1.04 gram iken son ortalama ağırlığı 1.72 gram olmuştur.

Tablo 3.3. Promodal kumaş dikey kılcallık sonuçları

Süre (sn)	ÖLÇÜM1 (mm)	ÖLÇÜM2 (mm)	ÖLÇÜM3 (mm)	ORT.	ST.SAPMA	CV%
0	0,5	0,2	0,1	0,27	0,21	78,06
5	1	0,3	0,60	0,63	0,35	55,45
10	1,9	1,4	1,1	1,47	0,40	27,56
20	2,50	2	1,6	2,03	0,45	22,18
30	2,80	2,3	1,9	2,33	0,45	19,33
45	3,40	2,6	2,3	2,77	0,57	20,55
60	3,7	3	2,9	3,20	0,44	13,62
90	4,1	3,6	3	3,57	0,55	15,44
120	4,4	4	3,2	3,87	0,61	15,80
180	4,9	4,6	3,7	4,40	0,62	14,19
240	5,2	5,3	4,1	4,87	0,67	13,68
300	5,5	5,6	4,4	5,17	0,67	12,89
360	5,8	5,9	5,1	5,60	0,44	7,78
420	6,1	6,2	5,4	5,90	0,44	7,39
480	6,2	6,4	5,4	6,00	0,53	8,82
540	6,3	6,6	5,5	6,13	0,57	9,27
600	6,50	6,7	5,7	6,30	0,53	8,40

Tablo 3.4’de tencel lifi kullanılan örme kumaşın dikey kılcallık sonuçları verilmektedir. Tencel kumaş numunesinin ilk ortalama ağırlığı 1.22 gram iken son ortalama ağırlığı 1.70 gram olmuştur.

Tablo 3.4. Tencel kumaş dikey kılcallık sonuçları

Süre (sn)	ÖLÇÜM1 (mm)	ÖLÇÜM2 (mm)	ÖLÇÜM3 (mm)	ORT.	ST. SAPMA	CV%
0	0,5	0,2	0,1	0,27	0,21	78,06
5	1	0,5	0,3	0,6	0,36	60,09
10	1,4	1	0,5	0,97	0,45	46,65
20	1,6	1,2	1	1,27	0,31	24,12
30	1,8	1,3	1,3	1,47	0,29	19,68
45	2,0	1,4	1,4	1,60	0,35	21,65
60	2,2	1,5	1,6	1,77	0,38	21,43
90	2,3	1,7	1,7	1,90	0,35	18,23
120	2,4	1,8	1,8	2,0	0,35	17,32
180	2,7	2	2	2,23	0,40	18,10
240	3	2,2	2,1	2,43	0,49	20,27
300	3,2	2,4	2,3	2,63	0,49	18,73
360	3,3	2,6	2,5	2,80	0,44	15,57
420	3,4	2,7	2,7	2,93	0,40	13,78
480	3,5	2,8	2,9	3,07	0,38	12,35
540	3,6	2,9	3	3,17	0,38	11,96
600	3,7	2,9	3,1	3,23	0,42	12,88

Tablo 3.5’de ise viloft lifi kullanılan örme kumaşın dikey kılcallık sonuçları verilmektedir. Viloft kumaş numunesinin ilk ortalama ağırlığı 1.19 gram iken son ortalama ağırlığı 91.88 gram olmuştur.

Tablo 3.5. Viloft kumaş dikey kılcallık sonuçları

Süre (sn)	ÖLÇÜM1 (mm)	ÖLÇÜM2 (mm)	ÖLÇÜM3 (mm)	ORT.	ST. SAPMA	CV%
0	0,5	0,50	0,5	0,50	0,00	0,00
5	1	1,1	1,00	1,03	0,06	5,59
10	1,5	1,6	1,7	1,60	0,10	6,25
20	2,10	2,1	2,4	2,20	0,17	7,87
30	2,50	2,5	2,7	2,57	0,12	4,50
45	3,00	2,7	3,2	2,97	0,25	8,48
60	3,2	3	3,5	3,23	0,25	7,78
90	3,6	3,3	3,7	3,53	0,21	5,89
120	3,8	3,6	3,9	3,77	0,15	4,06
180	4,5	4	4,4	4,30	0,26	6,15
240	4,8	4,5	4,9	4,73	0,21	4,40
300	5,3	4,8	5,3	5,13	0,29	5,62
360	5,5	5,2	5,7	5,47	0,25	4,60
420	5,7	5,4	6	5,70	0,30	5,26
480	6,1	5,7	6,3	6,03	0,31	5,06
540	6,4	5,9	6,5	6,27	0,32	5,13
600	6,60	6	6,7	6,43	0,38	5,88

Tablo 3.6’da bambu lifi kullanılan örme kumaşın dikey kılcallık sonuçları verilmektedir. Bambu kumaş numunesinin ilk ortalama ağırlığı 0.57 gram iken son ortalama ağırlığı 0.87 gram olmuştur.

Tablo 3.6. Bambu kumaş dikey kılcallık sonuçları

Süre (sn)	ÖLÇÜM1 (mm)	ÖLÇÜM2 (mm)	ÖLÇÜM3 (mm)	ORT.	ST.SAPMA	CV%
0	0,5	0,50	0,5	0,50	0,00	0,00
5	1	1	1,00	1,00	0,00	0,00
10	1,3	1,5	1,5	1,43	0,12	8,06
20	1,90	1,9	1,8	1,87	0,06	3,09
30	2,20	2,2	2,3	2,23	0,06	2,59
45	2,40	2,4	2,4	2,40	0,00	0,00
60	2,6	2,7	2,6	2,63	0,06	2,19
90	2,9	3	3	2,97	0,06	1,95
120	3,2	3,4	3,3	3,30	0,10	3,03
180	3,5	3,7	3,6	3,60	0,10	2,78
240	4	4	3,8	3,93	0,12	2,94
300	4,3	4,2	4,2	4,23	0,06	1,36
360	4,5	4,5	4,4	4,47	0,06	1,29
420	4,8	4,6	4,7	4,70	0,10	2,13
480	4,9	5	5	4,97	0,06	1,16
540	5,1	5,1	5,1	5,10	0,00	0,00
600	5,40	5,2	5,3	5,30	0,10	1,89

Tablo 3.7’de polyester lifi kullanılan örme kumaşın dikey kılcallık sonuçları verilmektedir. Polyester kumaş numunesinin ilk ortalama ağırlığı 1.23 gram iken son ortalama ağırlığı 5.22 gram olmuştur.

Tablo 3.7. Polyester kumaş dikey kılcallık sonuçları

Süre (sn)	ÖLÇÜM1 (mm)	ÖLÇÜM2 (mm)	ÖLÇÜM3 (mm)	ORT.	ST. SAPMA	CV%
0	0	0,00	0	0,00	0,00	TANIMSIZ
5	0	0	0,0	0,00	0,00	TANIMSIZ
10	0,1	0	0	0,03	0,06	173,21
20	0,10	0	0	0,03	0,06	173,21
30	0,10	0	0	0,03	0,06	173,21
45	0,10	0,1	0	0,07	0,06	86,60
60	0,1	0,1	0,1	0,10	0,00	1,69967E-14
90	0,1	0,1	0,1	0,10	0,00	1,69967E-14
120	0,1	0,2	0,2	0,17	0,06	34,64
180	0,1	0,2	0,2	0,17	0,06	34,64
240	0,1	0,3	0,2	0,20	0,10	50,00
300	0,1	0,3	0,2	0,20	0,10	50,00
360	0,2	0,3	0,3	0,27	0,06	21,65
420	0,2	0,3	0,3	0,27	0,06	21,65
480	0,2	0,3	0,3	0,27	0,06	21,65
540	0,2	0,3	0,4	0,30	0,10	33,33
600	0,20	0,3	0,4	0,30	0,10	33,33

Tablo 3.8’de coolmax lifi kullanılan örme kumaşın dikey kılcallık sonuçları verilmektedir. Coolmax kumaş numunesinin ilk ortalama ağırlığı 1.46 gram iken son ortalama ağırlığı 2.46 gram olmuştur.

Tablo 3.8. Coolmax kumaş dikey kılcallık sonuçları

Süre (sn)	ÖLÇÜM1 (mm)	ÖLÇÜM2 (mm)	ÖLÇÜM3 (mm)	ORT.	ST.SAPMA	CV%
0	0,2	0,20	0,1	0,17	0,06	34,64
5	0,5	0,5	0,30	0,43	0,12	26,65
10	0,8	0,8	0,7	0,77	0,06	7,53
20	1,20	1,1	1,5	1,27	0,21	16,43
30	2,00	1,7	2,2	1,97	0,25	12,80
45	3,00	2,5	3	2,83	0,29	10,19
60	3,7	3,5	3,6	3,60	0,10	2,78
90	4,4	4	4,7	4,37	0,35	8,04
120	5	4,5	5,4	4,97	0,45	9,08
180	6	5,3	6,3	5,87	0,51	8,75
240	6,8	6,1	7,1	6,67	0,51	7,70
300	7,4	6,8	7,5	7,23	0,38	5,23
360	8	7,3	8,2	7,83	0,47	6,03
420	8,3	7,8	8,8	8,30	0,50	6,02
480	8,7	8,1	9,4	8,73	0,65	7,45
540	9,1	8,4	9,6	9,03	0,60	6,67
600	9,50	8,7	9,9	9,37	0,61	6,52

3.2 Yatay Kılcallık Sonuçları

Çalışmada kullanılan farklı hammaddelerden üretilmiş süprem örme kumaşları yatay kılcallık sonuçları aşağıda sırasıyla verilmektedir. Çalışmada, kumaşların üzerine şırınga yardımıyla 1 ml sıvı damlatılmıştır. Kumaşlar kuruduktan sonra sıvının şekli milimetrik kağıda aktarılmış ve alanları hesaplanmıştır. Tablo 3.9’da kullanılan örme kumaşların yatay kılcallık sonuçları verilmektedir.

Tablo 3.9. Yatay kılcallık sonuçları

No		ALAN(mm ²)			ORTALAMA	ST. SAPMA	CV%
		ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3			
1	PAMUK	858	753	491	700,67	154,33	22,03
2	VİSKON	2122	2189	2355	2222,00	97,94	4,41
3	MODAL	2776	3159	2865	2933,33	163,65	5,58
4	PROMODAL	3368	3366	3899	3544,33	250,79	7,08
5	TENCEL	3118	3251	3493	3287,33	155,23	4,72
6	VİLOFT	2513	3278	3001	2930,67	316,24	10,79
7	BAMBU	3475	3278	3218	3323,67	109,78	3,30
8	POLYESTER	151	111	191	151,00	32,66	21,63
9	COOLMAX	2871	723	2289	1961,00	907,07	46,26

3.2 Kuruma Sonuçları

Çalışmada kullanılan farklı hammaddelerden üretilmiş süprem örme kumaşların kuruma sonuçları aşağıda sırasıyla verilmektedir. Çalışmada, numuneler, çamaşır makinasında 19 dk’lık durulama işleminden sonra 30 dk. ile 150 dk. arasında ki kuruma değerleri farklı zamanlarda yapılan 3 adet replikasyon ile ölçülerek aşağıdaki tablolarda gösterilmektedir. Pamuk kumaş numunesinin ilk ortalama ağırlığı 5.36 gramdır. Tablo-3.10’da pamuk kumaşın gram cinsinden, Tablo 3-11’de ise yüzde cinsinden kuruma değerleri verilmektedir. Kurumanın yüzde olarak hesaplanabilmesi için yaşı ağırlığının başlangıçtaki kuru ağırlığa göre mukayesesi yapılmıştır. Bunun için

$$\text{Kuruma \%} = [(\text{Yaş ağırlık} - \text{kuru ağırlık}) / \text{kuru ağırlık}] * 100 \quad (3.1)$$

bağıntısı kullanılmıştır.

Tablo 3.10. Pamuk kumaşa ait kuruma değerleri (gram)

SÜRE (DAK)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA	ST.SAPMA	CV%
0	9,2348	10,0609	10,2293	9,84	0,53	5,41
30	8,0403	8,5702	8,3866	8,33	0,27	3,23
60	5,956	7,2134	7,0753	6,75	0,69	10,22
90	5,9151	6,2849	6,1016	6,10	0,18	3,03
120	5,7726	5,7733	5,5103	5,69	0,15	2,67
150	5,7269	5,6911	5,388	5,60	0,19	3,32

Tablo 3.11. Pamuk kumaşa ait kuruma değerleri (%)

SÜRE (DAK)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA	ST.SAPMA	CV%
0	67,44	90	93,02	83,48	13,97	16,74353
30	45,78	61,85	58,24	55,29	8,43	15,24937
60	7,99	36,22	33,5	25,90	15,57	60,11929
90	7,25	18,69	15,13	13,69	5,85	42,76381
120	4,66	9,03	3,97	5,88	2,74	46,6135
150	3,83	7,47	1,66	4,32	2,9358304	67,95904

Tablo 3.12’de viskon kumaşın gram cinsinden; Tablo 3.13’de ise yüzde cinsinden kuruma değerleri verilmektedir. Viskon kumaş numunesinin ilk ortalama ağırlığı 6.74 gramdır.

Tablo 3.12. Viskon kumaşa ait kuruma değerleri (gram)

SÜRE (DAK)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA	ST. SAPMA	CV%
0	16,5141	15,4263	15,7664	15,90	0,56	3,50
30	15,1205	13,8268	13,598	14,18	0,82	5,79
60	13,694	12,29	11,4127	12,47	1,15	9,23
90	11,3201	10,9139	10,0171	10,75	0,67	6,20
120	9,4529	9,6003	8,3034	9,12	0,71	7,79
150	7,5594	8,1301	7,4302	7,71	0,37	4,83

Tablo 3.13. Viskon kumaşa ait kuruma değerleri (%)

SÜRE (DAK)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA	ST. SAPMA	CV%
0	136,38	132,95	138,04	135,79	2,59	1,91
30	116,44	108,8	105,3	110,18	5,69	5,17
60	96,02	85,59	72,31	84,64	11,88	14,04
90	62,03	64,81	51,24	59,36	7,16	12,07
120	35,31	44,97	25,36	35,21	9,80	27,84
150	8,2	22,77	12,18	14,38	7,53	52,35

Tablo 3.14’de modal kumaşın gram cinsinden, Tablo 3.15’de ise yüzde cinsinden kuruma değerleri verilmektedir. Modal kumaş numunesinin ilk ortalama ağırlığı 5.61 gramdır.

Tablo 3.14. Modal kumaşa ait kuruma değerler (gram)

SÜRE(DAK)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA	ST. SAPMA	CV%
0	98,52	94,32	108,21	100,35	7,12	7,09
30	77,89	65,69	68,67	70,75	6,36	8,98
60	44,36	41,83	40,68	42,29	1,88	4,45
90	24,3	20,07	17,61	20,66	3,38	16,37
120	5,73	8,78	5,53	6,68	1,82	27,26
150	1,69	1,16	3,31	2,05	1,12	54,55

Tablo 3.15. Modal kumaşa ait kuruma değerleri (%)

SÜRE (DAK)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA	ST. SAPMA	CV%
0	11,1201	10,9212	11,7132	11,25	0,41	3,66
30	9,9642	9,3125	9,4888	9,59	0,34	3,52
60	8,0863	7,9715	7,9142	7,99	0,09	1,10
90	6,9629	6,7482	6,6165	6,78	0,17	2,58
120	5,9223	6,1137	5,9365	5,99	0,11	1,78
150	5,6963	5,6858	5,812	5,73	0,07	1,22

Tablo 3.16’da promodal kumaşın gram cinsinden, Tablo 3.17’de ise yüzde cinsinden kuruma değerleri verilmektedir. Promodal kumaş numunesinin ilk ortalama ağırlığı 5.50 gramdır.

Tablo 3.16. Promodal kumaşa ait kuruma değerleri (gram)

SÜRE(DAK)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA	ST. SAPMA	CV %
0	10,4908	10,901	11,5558	10,98	0,54	4,89
30	9,4565	9,3242	9,6533	9,48	0,17	1,75
60	8,2123	7,9302	7,968	8,04	0,15	1,91
90	6,4812	6,7123	6,5476	6,58	0,12	1,81
120	5,7438	5,9482	5,8354	5,84	0,10	1,75
150	5,608	5,7054	5,5773	5,63	0,07	1,19

Tablo 3.17. Promodal kumaşa ait kuruma değerleri (%)

SÜRE(DAK)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA	ST. SAPMA	CV %
0	88,91	98,55	110,5	99,32	10,82	10,89
30	70,28	69,83	75,86	71,99	3,36	4,67
60	47,88	44,44	45,16	45,83	1,81	3,96
90	16,71	22,26	19,28	19,42	2,78	14,30
120	3,43	8,34	6,31	6,03	2,47	40,94
150	0,98	3,92	1,6	2,17	1,55	71,53

Tablo 3.18’de tencel kumaşın gram cinsinden, Tablo 3.19’da ise yüzde cinsinden kuruma değerleri verilmektedir. Tencel kumaş numunesinin ilk ortalama ağırlığı 6.20 gramdır.

Tablo 3.18. Tencel kumaşa ait kuruma değerleri (gram)

SÜRE (DAK)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA	ST. SAPMA	CV %
0	12,754	12,9102	13,612	13,09	0,46	3,49
30	11,5032	11,5935	11,9271	11,67	0,22	1,91
60	10,3636	10,2007	10,4617	10,34	0,13	1,27
90	8,3035	8,8487	8,8507	8,67	0,32	3,64
120	6,713	7,3438	7,4183	7,16	0,39	5,41
150	6,3125	6,6972	6,619	6,54	0,20	3,11

Tablo 3.19. Tencel kumaşa ait kuruma değerleri (%)

SÜRE (DAK)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA	ST. SAPMA	CV%
0	104,81	108,6	119,8	111,07	7,79	7,02
30	84,72	87,33	92,61	88,22	4,02	4,56
60	66,42	64,82	68,95	66,73	2,08	3,12
90	33,34	42,98	42,93	39,75	5,55	13,97
120	7,8	18,66	19,8	15,42	6,62	42,96
150	1,36	8,21	6,89	5,49	3,63	66,24

Tablo 3.20’de viloft kumaşın gram cinsinden, Tablo 3.21’de ise yüzde cinsinden kuruma değerleri verilmektedir. Viloft kumaş numunesinin ilk ortalama ağırlığı 6.35 gramdır.

Tablo 3.20. Viloft kumaşa ait kuruma değerleri (gram)

SÜRE (DAK)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAM	ST. SAPMA	CV%
0	16,2129	16,2296	16,893	16,45	0,39	2,36
30	14,7393	14,4448	14,4403	14,54	0,17	1,18
60	13,3835	12,6652	12,5008	12,85	0,47	3,65
90	11,093	11,0842	10,8875	11,02	0,12	1,05
120	9,1508	8,4772	9,395	9,01	0,48	5,28
150	6,4824	7,2241	8,1312	7,28	0,83	11,34

Tablo 3.21. Viloft kumaşa ait kuruma değerleri (%)

SÜRE (DAK)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA	ST. SAPMA	CV%
0	154,5	155,7	166,2	158,80	6,44	4,05
30	131,4	127,6	127,2	128,73	2,32	1,80
60	110,1	99,58	97,05	102,24	6,92	6,77
90	74,19	74,66	71,62	73,49	1,64	2,23
120	43,69	33,58	48,09	41,79	7,44	17,80
150	1,79	13,84	28,17	14,60	13,21	90,45

Tablo 3.22’de bambu kumaşın gram cinsinden, Tablo 3.23’de ise yüzde cinsinden kuruma değerleri verilmektedir. Bambu kumaş numunesinin ilk ortalama ağırlığı 2.95 gramdır.

Tablo 3.22. Bambu kumaşa ait kuruma değerleri (gram)

SÜRE (DAK)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA	ST. SAPMA	CV%
0	7,4171	6,8254	6,3861	6,88	0,52	7,52
30	6,2069	5,4361	4,9637	5,54	0,63	11,34
60	4,8593	4,3835	3,7626	4,34	0,55	12,69
90	3,5058	3,3909	3,1603	3,35	0,18	5,25
120	2,9129	3,0801	2,9606	2,98	0,09	2,89
150	2,9092	3,045	2,9602	2,97	0,07	2,31

Tablo 3.23. Bambu kumaşa ait kuruma değerleri (%)

SÜRE (DAK)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA	ST. SAPMA	CV%
0	146	133,2	118,2	132,47	13,91	10,50
30	105,9	85,79	69,6	87,10	18,19	20,88
60	61,2	49,82	28,56	46,53	16,57	35,61
90	16,3	15,89	7,98	13,39	4,69	35,02
120	0	5,27	1,16	2,14	2,77	129,20
150	0	4,07	1,14	1,74	2,10	120,90

Tablo 3.24’de polyester kumaşın gram cinsinden, Tablo 3.25’de ise yüzde cinsinden kuruma değerleri verilmektedir. Polyester kumaş numunesinin ilk ortalama ağırlığı 5.72 gramdır.

Tablo 3.24. Polyester kumaşa ait kuruma değerleri (gram)

SÜRE (DAK)	ÖLÇÜM 1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA	ST. SAPMA	CV%
0	7,254	7,1116	7,3366	7,23	0,11	1,57
30	6,1887	5,7912	5,9561	5,98	0,20	3,34
60	5,6561	5,5857	5,7803	5,67	0,10	1,74
90	5,6543	5,5951	5,7781	5,68	0,09	1,65
120	5,6458	5,5883	5,7689	5,67	0,09	1,63
150	5,6355	5,493	5,758	5,63	0,13	2,36

Tablo 3.25. Polyester kumaşa ait kuruma değerleri (%)

SÜRE (DAK)	ÖLÇÜM 1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA	ST. SAPMA	CV%
0	28,76	23,32	27,14	26,41	2,79	10,58
30	9,85	0,42	3,22	4,50	4,84	107,70
60	0,39	0	0,17	0,19	0,20	104,75
90	0,36	0	0,13	0,16	0,18	111,61
120	0,21	0	0	0,07	0,12	173,21
150	0,03	0	0	0,01	0,02	173,21

Tablo 3.26’da coolmax kumaşın gram cinsinden, Tablo 3.27’de ise yüzde cinsinden kuruma değerleri verilmektedir. Coolmax kumaş numunesinin ilk ortalama ağırlığı 6.63 gramdır.

Tablo 3.26. Coolmax kumaşa ait kuruma değerleri (gram)

SÜRE (DAK)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA	ST. SAPMA	CV%
0	8,8232	9,8876	9,042	9,25	0,56	6,08
30	7,4638	8,2628	7,2036	7,64	0,55	7,22
60	6,6442	6,9667	6,6381	6,75	0,19	2,79
90	6,6012	6,7843	6,6209	6,67	0,10	1,51
120	6,5977	6,7582	6,6176	6,66	0,09	1,31
150	6,5942	6,7421	6,6175	6,65	0,08	1,20

Tablo 3.27. Coolmax kumaşa ait kuruma değerleri (%)

SÜRE (DAK)	ÖLÇÜM1	ÖLÇÜM2	ÖLÇÜM3	ORTALAMA	ST. SAPMA	CV%
0	34,08	47,26	36,64	39,33	6,99	17,77
30	13,42	23,06	8,86	15,11	7,25	47,97
60	0,96	3,76	0,31	1,68	1,83	109,34
90	0,31	1,04	0,05	0,47	0,51	109,98
120	0,26	0,65	0,004	0,30	0,33	106,78
150	0,2	0,41	0,003	0,20	0,20	99,61

4.BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma

Bu bölümde, tez kapsamında materyal olarak kullanılan selülozik liflerden pamuk, viskon, modal, tencel, promodal ve viloft ile polyester lifli olan coolmax liflerinden elde edilen süprem yapıdaki kumaşların dikey kılcallık, yatay kılcallık ve kuruma özellikleri istatistiksel analiz teknikleri kullanılarak incelenmiştir. İstatistiksel analiz, Design Expert 6.0.1 paket programında yürütülmüştür.

Yukarıda sayılan kumaşların dikey kılcallık, yatay kılcallık ve kuruma özellikleri için oluşturulan istatistiksel modeller sırasıyla aşağıda verilmektedir. Her bir test için Design Expert paket programı ile elde edilen Varyans Analizi (ANOVA-Analysis of variance) tablosu, istatistiksel değerler, regresyon eşitlikleri ile oluşturulan grafikler sırasıyla verilmektedir.

4.1.1 Dikey Kılcallık

Kumaş içerisinde suyun dik yönde ilerlemesi dikey kılcallık olarak değerlendirilmektedir. Çalışmada farklı hammaddelerden oluşturulmuş süprem örgü kumaşlardaki dikey kılcallık değerleri incelenmiştir. Dikey kılcallığın değerlendirilmesi için yapılan istatistiksel çalışmada ilk olarak F-testi yapmak gerekmektedir. Tablo 4.1’de dikey kılcallık için Design Expert paket programından elde edilen F-testi tablosu görülmektedir. Burada modelden ortaya çıkan F-değerleri ve bu değerlere karşılık gelen

p-değerleri incelenerek hangi modelin dikey kılcallık için uygun olduğu belirlenir. Burada, F-değer en düşük ve p-değeri 0.05'ten küçük olan Kübik model önerilmektedir.

Tablo 4.1. Dikey kılcallık için F-testi

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kareler	F-değeri	p-değeri	Öneri
Ortalama	3360,885	1	3360,885			
Lineer	1459,89	8	182,4863	161,9035	< 0.0001	
2FI	251,6362	7	35,94802	71,13798	< 0.0001	
Kuadratik	73,49155	1	73,49155	230,625	< 0.0001	
Kübik	48,55061	8	6,068827	30,56501	< 0.0001	Suggested
Artıklar	76,04646	383	0,198555			
Toplam	5270,5	408	12,91789			

Dikey kılcallık için en uygun modelin belirlenebilmesi için replikasyonlardan kaynaklanan uyum eksikliği (Lack of fit) testinin de yürütülmesi gerekmektedir. Tablo 4.2'de dikey kılcallık için elde edilen uyum eksikliği testi görülmektedir. Uyum eksikliği testinde F-değeri en küçük olan model tercih edileceğinden Kübik model program tarafından önerilmektedir.

Tablo-4.2. Dikey kılcallık için uyum eksikliği testi

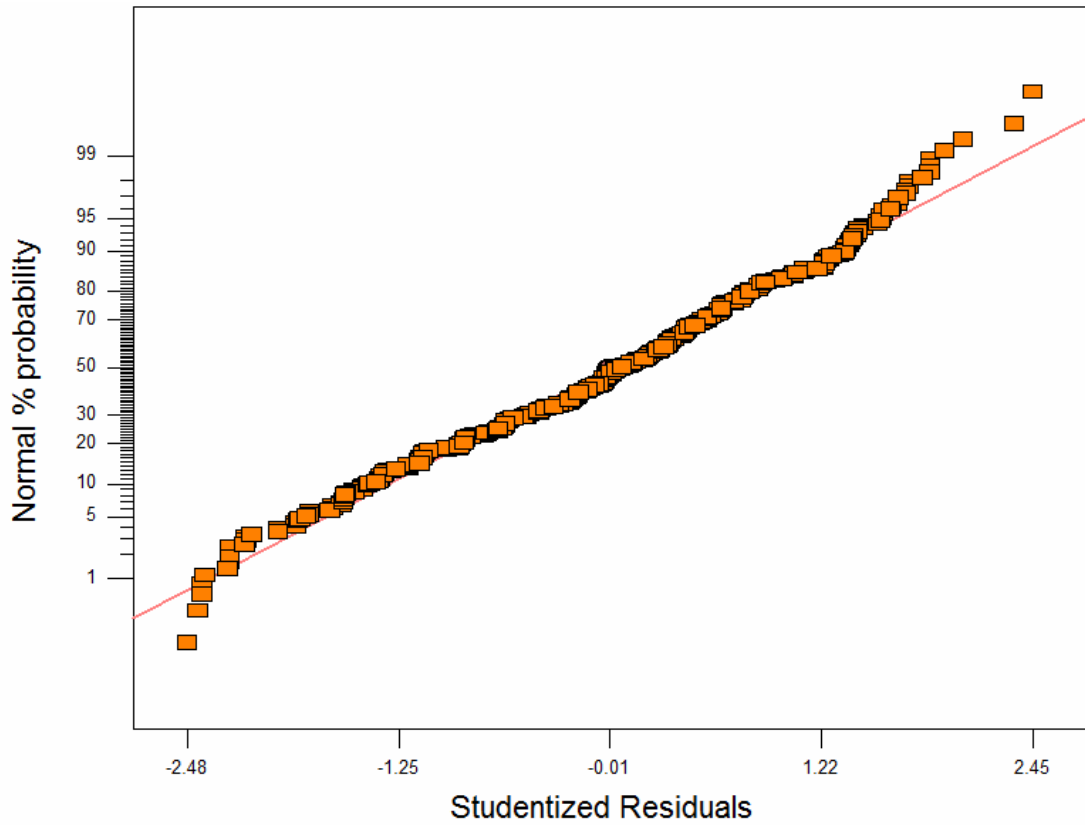
kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kareler toplamı	F-değeri	p-değeri	Öneri
Lineer	408,0181	127	3,212741	20,95266	< 0.0001	
2FI	156,382	120	1,303183	8,49902	< 0.0001	
Kuadratik	82,89041	119	0,696558	4,54277	< 0.0001	
Kübik	34,3398	111	0,309368	2,017614	< 0.0001	Suggested
Hata	41,70667	272	0,153333			

Uyum eksikliği testinden sonra en uygun modelin seçilebilmesi için modellerden ortaya çıkan R^2 , Uyarlanmış R^2 , Tahmin edilen R^2 ve PRESS (Predicted Error Sum of Squares) değerlerine de bakılması gerekmektedir. Tablo 4.3'te bu değerler sırasıyla verilmektedir. Burada en yüksek R^2 ve en düşük PRESS değerlerini veren model seçileceğinden yine kübik model program tarafından önerilmektedir.

Tablo 4.3. Dikey kılcallık için bazı istatistiksel sonuçlar

Kaynak	Std.sapma	R^2	Uyarlanmış R^2	Tahmin edilen R^2	PRESS	Öneri
Lineer	1,061664	0,764495	0,759773	0,753323	471,0577	
2FI	0,710864	0,896268	0,892298	0,887181	215,4411	
Kuadratik	0,564502	0,934753	0,932083	0,928654	136,2427	
Kübik	0,445595	0,960177	0,957682	0,954162	87,53203	Suggested

Kübik model kullanıldığı takdirde ortaya çıkan normal dağılım grafiği Şekil 4.1'de görülmektedir. Artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer alması, geliştirilen dağılımı normal dağılıma uygun hareket ettiğini göstermektedir.



Şekil 4.1. Dikey kılcallık için normal dağılım grafiği

Yukarıda belirtilen testlerin sonucunda dikey kılcallık için en uygun modelin kübik model olduğu belirlendikten sonra kübik modelin verdiği sonuçlar analiz edilmelidir. Bunun için yapılan varyans analizi tablosu Tablo 4.4'te gösterilmektedir. Bu tabloda A hammadde değişkenini, B ise süre değişkenini göstermektedir. Çalışmada %95'lik güven aralığı tercih edildiğinden Tabloda p-değeri 0.05'ten küçük olan terimlerin modele olan katkısının anlamlı olduğu değerlendirilmektedir. A ve B'nin lineer, kuadratik, kübik ve etkileşimli (interaction) etkilerinin anlamlı olduğu tablodan anlaşılmaktadır. Ayrıca tabloda her bir terimin modele olan katkısı, % olarak ta gösterilmektedir. Her bir modelin kareler toplamının toplam karelere oranı o terimin modele olan katkısını göstermektedir. Burada A ve B'nin liner katkılarının birbirine yakın olduğu görülmektedir (A: 38,97%, B: 37,47%). Lineer etkileşimin katkısı ise (AB), 13.17%'dir. Buradan dikey kılcallık için hem hammaddenin hem de sürenin yaklaşık aynı etkiye sahip olduğu anlaşılabilmektedir.

Tablo 4.4. Dikey kılcallık için ANOVA tablosu

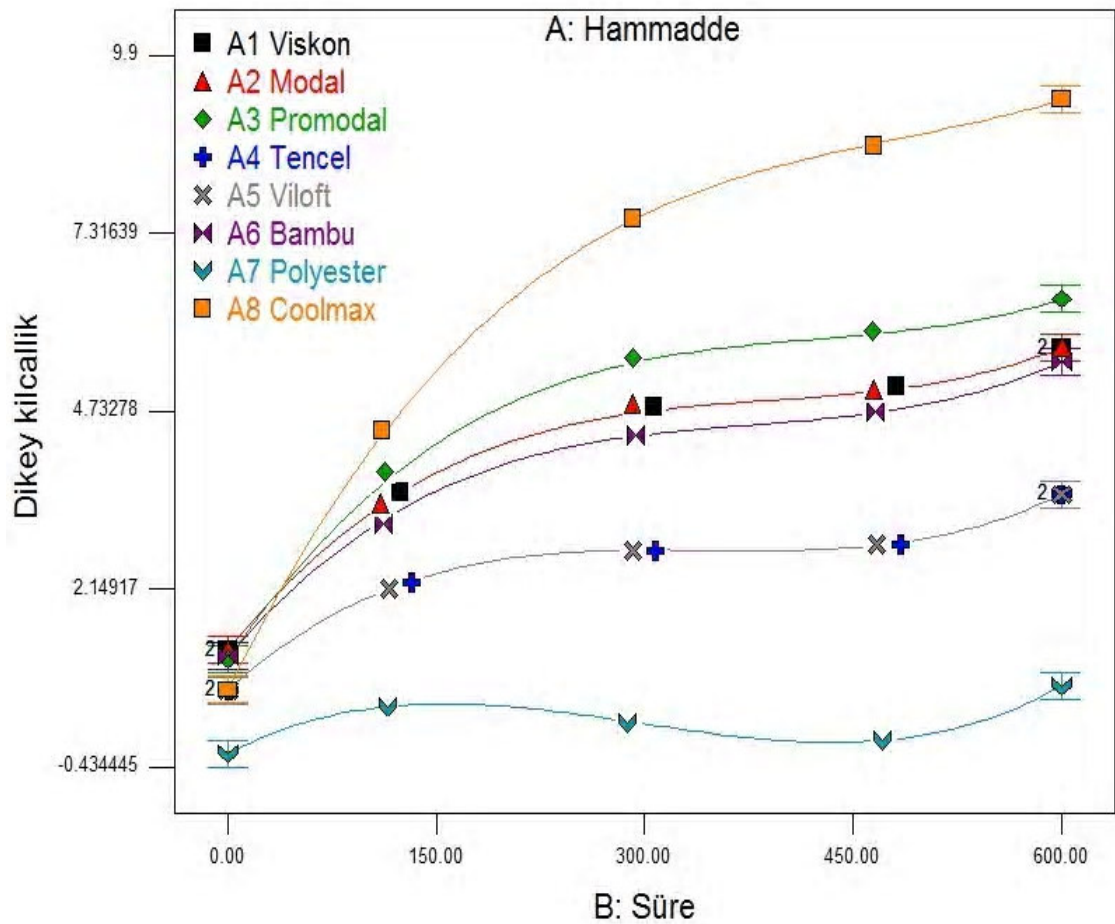
Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Katkı (%)	Ortalama kareler	F-değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	1833,569	24	96,01772	76,3987	384,774	< 0.0001	anlamlı
A	744,2383	7	38,97321	106,3198	535,4683	< 0.0001	anlamlı
B	715,6521	1	37,47625	715,6521	3604,306	< 0.0001	anlamlı
B ²	73,49155	1	3,848501	73,49155	370,1325	< 0.0001	anlamlı
AB	251,6362	7	13,17732	35,94802	181,0484	< 0.0001	anlamlı
B ³	23,14096	1	1,211813	23,14096	116,547	< 0.0001	anlamlı
AB ²	25,40966	7	1,330617	3,629951	18,28187	< 0.0001	anlamlı
Residual	76,04646	383	3,982293	0,198555			
Lack of Fit	34,3398	111	1,798258	0,309368	2,017614	< 0.0001	anlamlı
Pure Error	41,70667	272	2,184035	0,153333			
Cor Total	1909,615	407	100				

Tablo 4.5'te ise çalışmada kübik model kullanılarak elde edilen bazı istatistiksel sonuçlar görülmektedir. Burada R²'nin 0.96 olması, geliştirilen kübik modelin dikey kılcallığın %96'sını açıkladığını göstermektedir.

Tablo 4.5. Dikey kılcallık için bazı istatistik sonuçlar

Std. Sapma	0,445595
Ortalama	2,870098
C.V.	15,52542
R ²	0,960177
Uyarlanmış R ²	0,957682

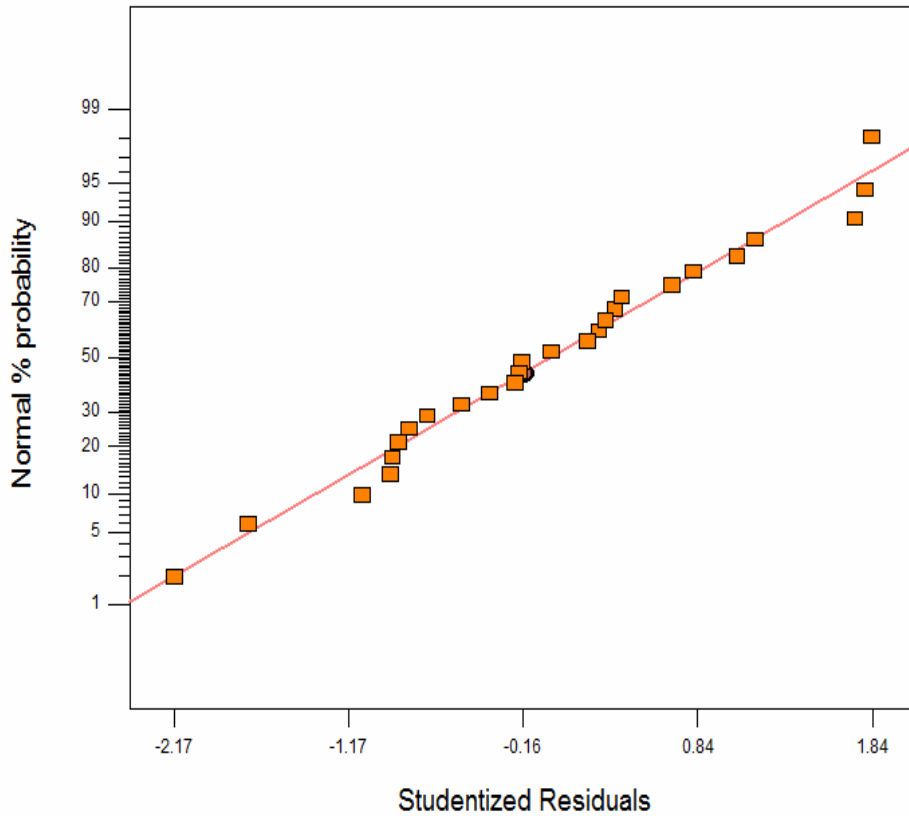
Şekil 4.2’de, selülözik ve polyester esaslı örme kumaşlar kullanıldığında farklı sürelerde oluşan dikey kılcallık değerleri verilmektedir. Buna göre en iyi dikey kılcallık sonucunun coolmax lifine ait olduğu anlaşılmaktadır. Coolmax lifinin oktalobal yapıda olması ve bu loblar arasında nemin çok iyi iletilmesi neticesinde en iyi dikey kılcallık değeri bu lif için ortaya çıkmıştır. Dairesel kesitli polyester ise en kötü dikey kılcallık değerine sahiptir. Dairesel kesit arasında nemin iyi iletilememesi nedeniyle polyesterin lifinin dikey kılcallık değeri düşük çıkmıştır. Rejenere selülözik lifler kendi aralarında değerlerildiğinde ise promodal > Modal = viskon > bambu > viloft = tencel olduğu görülmektedir.



Şekil 4.2. Farklı hammaddeler kullanıldığında farklı sürelerde oluşan dikey kılcallık değerleri

4.1.2 Yatay Kılcallık

Kumaş içerisinde suyun yatay (paralel) yönde ilerlemesi yatay kılcallık olarak değerlendirilmektedir. Çalışmada farklı hammaddelerden oluşturulmuş süprem örgü kumaşlardaki yatay kılcallık değerleri incelenmiştir. Yatay kılcallıkta değişkenler kategorik olduğundan bu analizde F-testi yapılmayıp doğrudan yatay kılcallığın normal dağılım grafiği ve Anova tablosu verilmektedir. Şekil 4.3’de, yatay kılcallığın normal dağılım grafiği görülmektedir. Artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer alması, geliştirilen dağılımı normal dağılıma uygun hareket ettiğini göstermektedir.



Şekil 4.3. Yatay kılcallık için normal dağılım grafiği

Tablo 4.6’da yatay kılcallık için Design Expert paket programından elde edilen ANOVA tablosu gösterilmektedir. Bu tabloda A hammadde değişkenini göstermektedir. Çalışmada %95’lik güven aralığı tercih edildiğinden Tabloda p-değeri 0.05’ten küçük

olan terimlerin modele olan katkısının anlamlı olduğu değerlendirilmektedir. Ayrıca tabloda her bir terimin modele olan katkısı, yüzde olarak ta gösterilmektedir.

Tablo 4.6. Yatay kılcallık için ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Katkı (%)	Ortalama kareler	F-değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	35074701,85	8	97,38291	4384337,731	79,07217	< 0.0001	anlamlı
A	35074701,85	8	97,38291	4384337,731	79,07217	< 0.0001	anlamlı
Pure Error	942604	17	2,617086	55447,29412			
Cor Total	36017305,85	25	100				

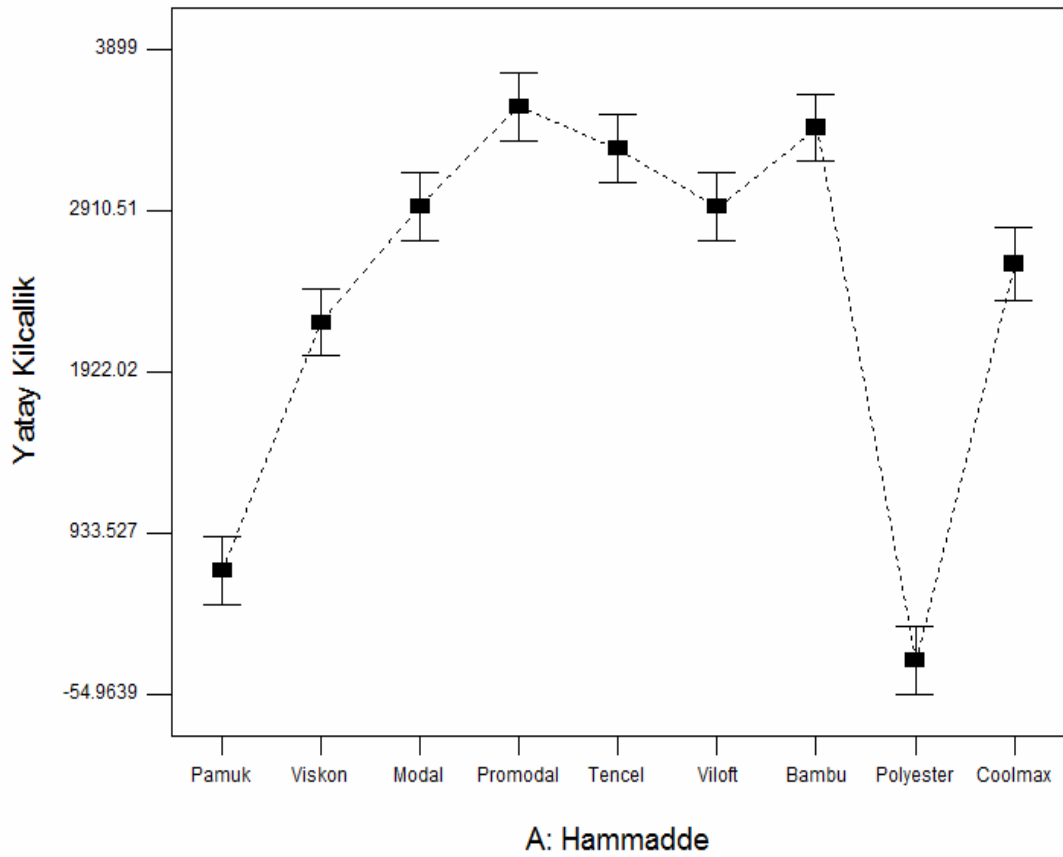
Tablo 4.7’de ise bazı istatistiksel sonuçlar görülmektedir. Burada R^2 ’nin 0.97 olması, geliştirilen modelin dikey kılcallığın %97’sini açıkladığını göstermektedir.

Tablo 4.7. Yatay kılcallık için bazı istatistik sonuçlar

Std. Sapma	235,4725
Mean	2412,077
C.V.	9,76223
R^2	0,973829
Uyarlanmış R^2	0,961513

Şekil 4.4’de, selülozik ve polyester esaslı örme kumaşlar kullanıldığında oluşan yatay kılcallık değerleri verilmektedir. Buna göre en iyi yatay kılcallık sonucunun promodal lifine ait olduğu anlaşılmaktadır. Promodal lifinin nem emiciliğinin yüksek olması neticesinde en iyi yatay kılcallık değeri bu lif için ortaya çıkmıştır. Dairesel kesitli

polyester ise en kötü yatay kılcallık değerine sahiptir. Dairesel kesit arasında nemin iyi iletilmemesi nedeniyle polyesterin yatay kılcallık değeri düşük çıkmıştır. Rejenere selülözük lifler kendi aralarında değerlendirildiğinde promodal>bambu > tencel > viloft = modal > viskon > pamuk olduğu görülmektedir. Polyester esaslı ürünler incelendiğinde ise coolmax>polyester olduğu anlaşılmaktadır. Coolmax'ın daha büyük yüzey alanında daha iyi kılcallık özelliğinin sağlandığı bilinmektedir.



Şekil 4.4. Yatay kılcallık için farklı hammaddeler kullanıldığında oluşan dikey kılcallık değerleri

4.1.3 Kuruma

Kumaş tarafından emilen nemin veya sıvının ya da dış ortamdan kumaşa gelen sıvının hızlı bir şekilde kumaştan uzaklaşmasıdır. Çalışmada farklı hammaddelerden oluşturulmuş süprem örgü kumaşlardaki kuruma değerleri incelenmiştir. Kurumanın değerlendirilmesi için yapılan istatistiksel çalışmada ilk olarak F-testi yapmak gerekmektedir. Tablo 4.8'de kuruma için Design Expert paket programından elde edilen

F-testi tablosu görülmektedir. Burada modelden ortaya çıkan F-değerleri ve bu değerlere karşılık gelen p-değerleri incelenerek hangi modelin kuruma için uygun olduğu belirlenir. Burada, F-değer en düşük ve p-değeri 0.05'ten küçük olan Kübik model önerilmektedir.

Tablo 4.8. Kuruma için F-testi

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kareler	F-değeri	p-değeri	Öneri
Ortalama	302717,6	1	302717,6			
Lineer	270100	9	30011,11	98,01033	< 0.0001	
2FI	30447,24	8	3805,905	34,0495	< 0.0001	
Kuadratik	6600,178	1	6600,178	99,39697	< 0.0001	
Kübik	3323,521	9	369,2801	8,017431	< 0.0001	Önerilmektedir
Artıklar	6171,994	134	46,05966			
Toplam	619360,5	162	3823,213			

Kuruma için en uygun modelin belirlenebilmesi için replikasyonlardan kaynaklanan uyum eksikliği (Lack of fit) testinin de yürütülmesi gerekmektedir. Tablo 4.9'da kuruma için elde edilen uyum eksikliği testi görülmektedir. Uyum eksikliği testinde F-değeri en küçük olan model tercih edileceğinden Kübik model program tarafından önerilmektedir.

Tablo 4.9. Kuruma için uyum eksikliği testi

kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kareler toplamı	F-değeri	p-değeri	Öneri
Lineer	41202,39	44	936,418	18,93687	< 0.0001	
2FI	10755,15	36	298,7542	6,041607	< 0.0001	
Kuadratik	4154,974	35	118,7135	2,400704	0.0003	
Kübik	831,4523	26	31,97893	0,646699	0.8995	Önerilmektedir
Hata	5340,542	108	49,44946			

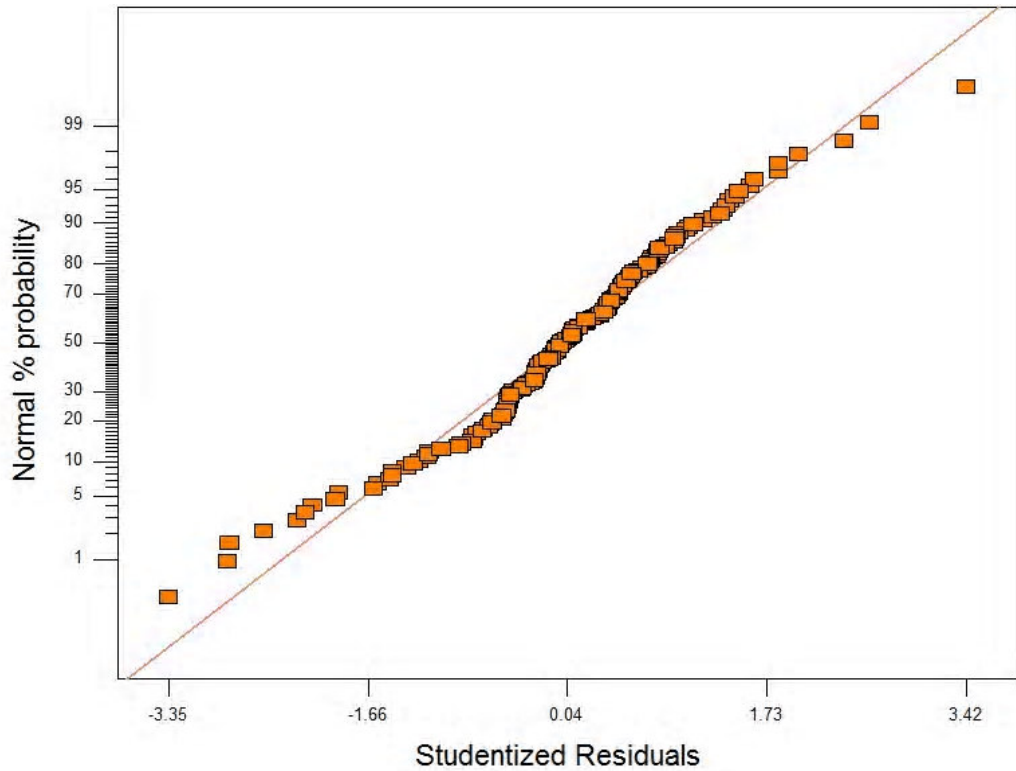
Uyum eksikliği testinden sonra en uygun modelin seçilebilmesi için modellerden ortaya çıkan R^2 , Uyarlanmış R^2 , Tahmin edilen R^2 ve PRESS (Predicted Error Sum of Squares) değerlerine de bakılması gerekmektedir. Tablo 4.10'da bu değerler sırasıyla

verilmektedir. Burada en yüksek R^2 ve en düşük PRESS değerlerini veren model seçileceğinden yine kübik model program tarafından önerilmektedir.

Tablo 4.10. Kuruma için bazı istatistiksel sonuçlar

Kaynak	std.sapma	R^2	Uyarlanmış R^2	Tahmin edilen R^2	PRESS	Öneri
Lineer	17,49867	0,853011	0,844308	0,832043	53182,26	
2FI	10,5724	0,949168	0,943167	0,933452	21072,11	
Kuadratik	8,148755	0,970012	0,966237	0,960605	12474,22	
Kübik	6,786727	0,980508	0,976581	0,970543	9327,345	Önerilmektedir

Şekil 4.5’de, kübik model kullanıldığı takdirde ortaya çıkan normal dağılım grafiği görülmektedir. Artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer alması, geliştirilen dağılımı normal dağılıma uygun hareket ettiğini göstermektedir.



Şekil 4.5. Kuruma için normal dağılım grafiği

Yukarıda belirtilen testlerin sonucunda kuruma için en uygun modelin kübik model olduğu belirlendikten sonra kübik modelin verdiği sonuçlar analiz edilmelidir. Bunun için yapılan varyans analizi tablosu Tablo 4.11’de gösterilmektedir. Bu tabloda A hammadde değişkenini, B ise süre değişkenini göstermektedir. Çalışmada %95’lik

güven aralığı tercih edildiğinden Tabloda p-değeri 0.05'ten küçük olan terimlerin modele olan katkısının anlamlı olduğu değerlendirilmektedir. A ve B'nin lineer, kuadratik, kübik ve etkileşimli (interaction) etkilerinin anlamlı olduğu tablodan anlaşılmaktadır. Ayrıca tabloda her bir terimin modele olan katkısı, % olarak ta gösterilmektedir. Her bir modelin kareler toplamının toplam karelere oranı o terimin modele olan katkısını göstermektedir. Burada A ve B'nin liner katkılarının birbirine çok yakın olmadığı görülmektedir (A: 32.2%, B: 53.09 %). Lineer etkileşimin katkısı ise AB: 9.61 %'dir. Buradan kuruma için hammadde ve sürenin önemli katkısı olduğu ancak sürenin daha fazla katkıya sahip olduğu anlaşılabilmektedir.

Tablo 4.11. Kuruma için ANOVA tablosu

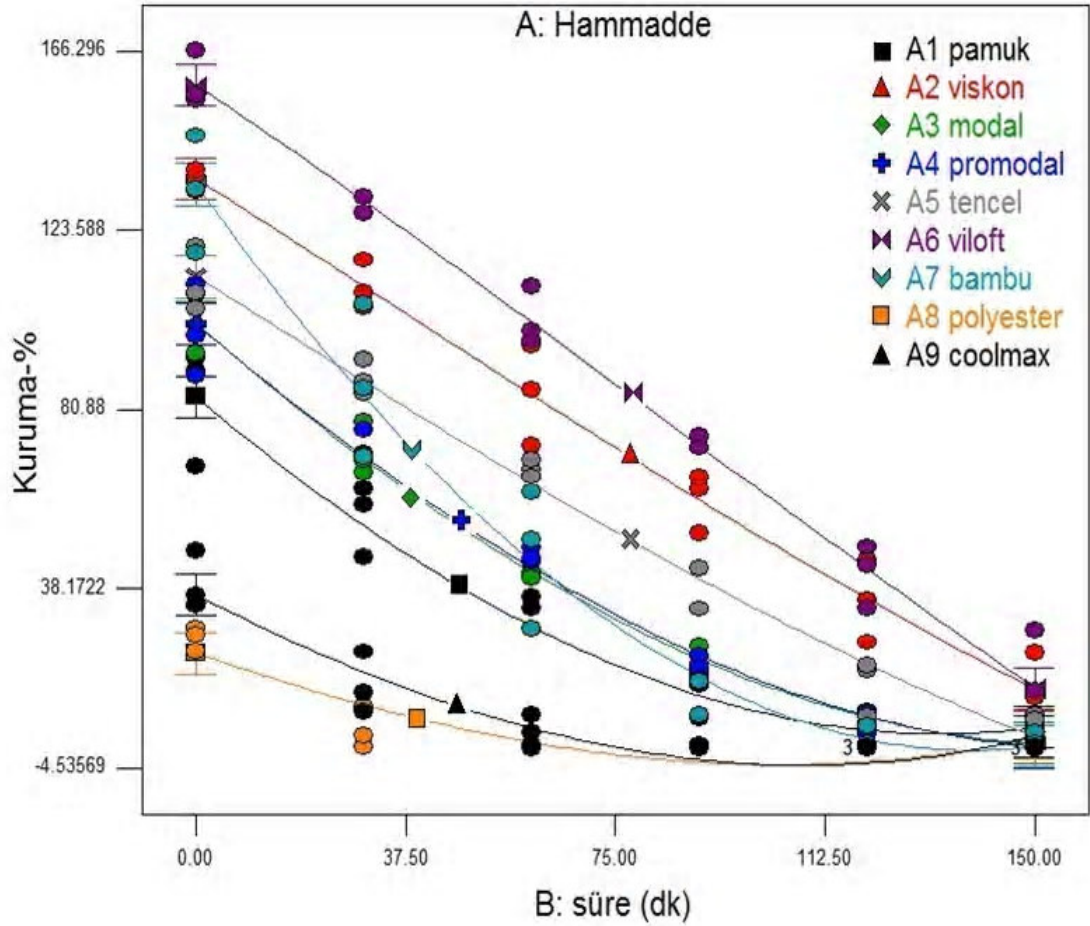
Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Katkı(%)	Ortalama kareler	F-değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	310470,9	27	98,05081	11498,92	249,6528	< 0.0001	Anlamlı
A	101964,3	8	32,20168	12745,54	276,7181	< 0.0001	Anlamlı
B	168135,6	1	53,09945	168135,6	3650,388	< 0.0001	Anlamlı
B ²	6600,178	1	2,084423	6600,178	143,2963	< 0.0001	Anlamlı
AB	30447,24	8	9,61564	3805,905	82,6299	< 0.0001	Anlamlı
B ³	27,11098	1	0,008562	27,11098	0,588606	0.4443	Anlamlı değil
AB ²	3296,41	8	1,04105	412,0513	8,946034	< 0.0001	Anlamlı
Residual	6171,994	134	1,949197	46,05966			
Lack of Fit	831,4523	26	0,262584	31,97893	0,646699	0.8995	
Pure Error	5340,542	108	1,686614	49,44946			
Cor Total	316642,9	161	100				

Tablo 4.12'de ise çalışmada kübik model kullanılarak elde edilen bazı istatistiksel sonuçlar görülmektedir. Burada R²'nin 0.98 olması, geliştirilen kübik modelin kurumanın %98'sini açıkladığını göstermektedir.

Tablo 4.12. Kuruma için bazı istatistik sonuçlar

Std. Sapma	6,786727
Mean	43,22762
C.V.	15,69998
R ²	0,980508
Uyarlanmış R ²	0,976581

Şekil 4.6’da, selülozik ve polyester esaslı örme kumaşlar kullanıldığında farklı sürelerde oluşan kuruma değerleri verilmektedir. Buna göre nem alma oranı yüksek olan rejenere selülozik liflerin yıkamadan sonra kuru ağırlıklarına göre ağırlık yüzdeleri yüksek olup geçen süre ile kurudukları ve ağırlık yüzdelerinin azaldığı görülmektedir. Polyester esaslı kumaşlar incelendiğinde ise bu liflerin nem alma yüzdesi düşük olduğundan yıkamadan sonra ilk ağırlıklarına göre daha az ağırlık artış oranına sahip oldukları anlaşılmaktadır. Coolmax lifinin oktalobal yapısı yıkamadan sonra daha fazla nem almasını sağlarken yaklaşık 100 dk sonra dairesel polyester lifi ile birlikte tamamen kuruduğu gözlenmiştir. Selülozik kumaşlar incelendiğinde ise yüzey alanı en fazla olan viloft lifi içeren kumaşın başlangıçta maksimum ağırlık artışına sahip olduğu görülmektedir. Daha sonraki sıralama ise viloft > viskon > bambu > tencel > modal = promodal > pamuk şeklinde olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun oluşmasında kesit alanının ve elyafların nem alma yüzdelerinin önemli olduğu öngörülebilmektedir.



Şekil 4.6. Farklı hammaddeler kullanıldığında farklı sürelerde oluşan yüzde kuruma değerleri

4.2. Sonuç ve Öneriler

Bu bölümde, tez kapsamında materyal olarak kullanılan selülozik liflerden pamuk, viskon, modal, tencel, promodal ve viloft ile polyester lifi olan coolmax liflerinden elde edilen süprem yapıdaki kumaşların dikey kılcallık, yatay kılcallık ve kuruma özellikleri istatistiksel analizde faktöriyel metodu esas alınarak Design Expert 6.0.1 paket programı kullanılmıştır. Design Expert paket programı kullanılarak yürütülen bu çalışmada bu hususlara dikkate edilerek faktöriyel modeller oluşturulmuştur. Oluşturulan modelin ardından farklı karışım örneklerine bağlı olarak yukarıda sayılan özelliklerin tahmin edilebilmesi için regresyon denklemleri oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

1. Çalışma kapsamında dikey, yatay kılcallık ve kuruma değerleri için Design Expert paket programından elde edilen F-testi tablosunda ortaya çıkan F-değerleri ve bu değerlere karşılık gelen p-değerleri incelenerek hangi modelin uygun olduğu belirlenmiştir. Daha sonra program tarafından önerilen lineer, kuadratik veya kübik modellerden bir tanesi kullanılarak varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır.
2. Çalışma kapsamında dikey kılcallık için varyans analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucunda hammaddenin 38,97%, ve sürenin 37,47% katkı oranı ile dikey kılcallık üzerindeki etkilerinin anlamlı olduğu anlaşılmıştır. Buradan dikey kılcallık için hem hammaddenin hem de sürenin yaklaşık aynı etkiye sahip olduğu anlaşılabilmektedir. Dikey kılcallık için R^2 'nin 0.96 olması, geliştirilen kübik modelin dikey kılcallığın %96'sını açıkladığını göstermektedir.
3. Çalışma kapsamında farklı hammaddeler kullanıldığında farklı sürelerde oluşan dikey kılcallık değerlerine bakıldığında en iyi dikey kılcallık sonucunun coolmax lifine ait olduğu anlaşılmaktadır. Coolmax lifinin oktalobal yapıda olması ve bu loblar arasında nemin çok iyi iletilmesi neticesinde en iyi dikey kılcallık değeri bu lif için ortaya çıkmıştır. Dairesel kesitli polyester ise en kötü dikey kılcallık değerine sahiptir. Dairesel kesit arasında nemin iyi iletilememesi nedeniyle polyesterin dikey kılcallık değeri düşük çıkmıştır. Rejenere selülozik lifler kendi aralarında değerlendirildiğinde promodal > Modal = viskon > bambu > viloft=tencel olduğu görülmektedir.
4. Çalışma kapsamında yatay kılcallık için Design Expert paket programından elde edilen ANOVA tablosu oluşturulmuştur. Yatay kılcallık için bazı istatistiksel sonuçlara bakılarak R^2 'nin 0.97 olması, geliştirilen modelin yatay kılcallığın %97'sini açıkladığını göstermektedir.
5. Çalışma kapsamında farklı hammaddeler kullanıldığında farklı sürelerde oluşan yatay kılcallık değerlerine bakıldığında en iyi yatay kılcallık sonucunun promodal lifine ait olduğu anlaşılmaktadır. Promodal lifinin nem emiciliğinin yüksek olması neticesinde en iyi yatay kılcallık değeri bu lif için ortaya çıkmıştır. Dairesel kesitli polyester ise en kötü yatay kılcallık değerine sahiptir. Dairesel kesit arasında nemin iyi iletilememesi nedeniyle polyesterin yatay kılcallık değeri düşük çıkmıştır. Rejenere selülozik lifler kendi aralarında değerlendirildiğinde promodal>bambu > tencel > viloft = modal > viskon >

pamuk olduğu görülmektedir. Polyester esaslı ürünler incelendiğinde ise coolmax>polyester olduğu anlaşılmaktadır. Coolmax'ın daha büyük yüzey alanında daha iyi kılcallık özelliğinin sağlandığı görülmektedir.

6. Kuruma için R^2 'nin 0.98 olması, geliştirilen kübik modelin kurumanın %98'sını açıkladığını göstermektedir. Varyans analizi tablosunda hammadde ve sürenin lineer katkılarının birbirine çok yakın olmadığı görülmektedir (Hammadde: 32.2%, Süre: 53.09 %). Lineer etkileşimin katkısı ise AB: 9.61 %'dir. Buradan kuruma için hammadde ve sürenin önemli katkısı olduğu ancak sürenin daha fazla etkiye sahip olduğu anlaşılabilmektedir.
7. Çalışma kapsamında farklı hammaddeler kullanıldığında farklı sürelerde oluşan yüzde kuruma değerlerine bakıldığında nem alma oranı yüksek olan rejenere selülözük liflerin yıkamadan sonra kuru ağırlıklarına göre ağırlık yüzdeleri yüksek olup geçen süre ile kurudukları ve ağırlık yüzdelerinin azaldığı görülmektedir. Polyester esaslı kumaşlar incelendiğinde ise bu liflerin nem alma yüzdesi düşük olduğundan yıkamadan sonra ilk ağırlıklarına göre daha az ağırlık artış oranına sahip oldukları anlaşılmaktadır. Coolmax lifinin oktalobal yapısı yıkamadan sonra daha fazla nem almasını sağlarken yaklaşık 100 dk sonra dairesel polyester lifi ile birlikte tamamen kuruduğu gözlenmiştir. Selülözük kumaşlar incelendiğinde ise yüzey alanı en fazla olan viloft lifi içeren kumaşın başlangıçta maksimum ağırlık artışına sahip olduğu görülmektedir. Daha sonraki sıralama ise viloft > viskon > bambu > tencel > modal = promodal > pamuk şeklinde olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun oluşmasında kesit alanının ve elyafların nem alma yüzdelerinin önemli olduğu görülmektedir.

Bu çalışma sonucunda kullanıcılar ve üreticiler için dikkate alınabilecek öneriler aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır.

1. Dikey kılcallık değerlerine bakıldığında promodal ve modal lifleri selülözük lifler içerisinde en iyi sonucu verdiğinden nem iletimi bakımından bu liflerin kullanıldığı ürünler tavsiye edilmektedir.
2. Yatay kılcallık değerleri incelendiğinde promodal kumaşların en iyi sonucu verdiği görüldüğünden bu elyaf yine önerilmektedir.

3. Yüzey alanı artırılmış olan coolmax gibi polyester esaslı liflerin kılcallık ve kuruma davranışlarının tatmin edici olduğu görülmüştür. Ayrıca viloft elyafının da sayılan özelliklerinin iyi olduğu görülmüştür. Bu iki elyafın karışımının hem nem iletme, hemde nem çekme özelliklerinin iyi olacağı düşünüldüğünden karışım yapılarak kullanılması önerilmektedir.
4. Promodalın yatay ve dikey kılcallık değerleri iyi olduğundan coolmax ile karışımı yine önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. MEGEB, Giyim Üretim Teknolojisi, **Tekstil Lifleri**, Ankara, 2007.
2. Uysaltürk, D., Viloft/Pamuk ve Viloft/Polyester Karışımli İplik Özelliklerinin ve Örme Kumaş Termofizyolojik Konfor Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 2012.
3. Marmaralı, A., Özdil, N., Dönmez Kretzschmar, S., Gülsevin Oğlacioğlu, N., Giysilerde Isıl Konforu Etkileyen Parametreler, Ege Üniversitesi, İzmir, 2006.
4. Gürcüm, B.H., Tc Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Yüzer Birliklerinden Giyilen Eğitim Elbisesinde Kullanılan Kumaşların Termofizyolojik Konforu Sağlayacak Şekilde Optimizasyonu, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2007.
5. Güneşoğlu, S., Sportif Amaçlı Giysilerin Konfor Özelliklerin Araştırılması, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 2005.
6. <http://fenodevi.com/fizik-konulari-odevleri/320-10-sinif-kilcallik-olayi>, (Erişim: 2013).
7. Erdem, A., Tekstil Ürünlerinde Kılcallık, Bitirme Tezi, Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, , Kayseri, 2013.
8. Erbil, Y., Karışım Oe-Rotor İpliği Üretiminde Eğirme Elemanlarından Düsenin İplik Kalitesi Üzerindeki Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2005.
9. Başer, İ., Elyaf Bilgisi, Marmara Üniversitesi Yayınları No:524, İstanbul, 1992,179s.
10. <http://www.tekstildershanesi.com.tr/?sec=haber&id=170&title=lifler>, (Erişim : 2013).
11. Kul, E., Pes/Vis/Elastan İçerikli İplik Tiplerinde Kalite İyileştirici Proses Çalışmaları ve Dokuma Kumaşlarda Kalite Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana 2005.

12. Özgüney, A.T., Ekmekçi Körlü, A., Bahtiyari, İ., Bahar, M., Viskon Liflerinin Fiziksel Özellikleri ve Makromolekülerüstü Yapısı, Ege Üniversitesi, Tübitak Tekstil Araştırma Merkezi, Tekstil ve Konfeksiyon, 2006.
13. Günaydın, M. N., Rejenere Selülozik Lifler Karakteristik Özellikleri ve Tekstilde Kullanım Alanları, TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası Tekstil ve Mühendis Dergisi – Güncel Eki’nde Yayınlanmış İnceleme Yazısı, 15 Nisan 2009.
14. Coşkun, M. T., Pes/Vis/Ea (polyester/viskon/elastan) İçerikli Kumaşlarda Atkıda Kullanılan Viskon Filamentinin Kumaş Performans Özelliklerine Etkilerinin Araştırılması, Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 2010.
15. <http://www.temyad.com/app/kullanicidosyaları/RAYON%20SEL%C3%9CLOZ%20ESASLI%20REJENERE%20L%C4%B0FLER.pdf>, (Erişim: 2013).
16. Yaman, N., Öktem, T., Seventekin, N., Polinozik Liflerin Üretimi, Özellikleri ve Kullanım Alanları (bölüm 1), Ege Üniversitesi, **Tekstil ve Konfeksiyon**, 3/2007.
17. Avcı, H., Yeni Liflerden Mamul Çorapların Konfor Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2007.
18. Umur, Y., Selülozik Esaslı Liflerde Fibrilleşmenin Kopma Yüğü ve Uzama Oranı Üzerine Etkisi, **Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi**, Cilt 15, Sayı 1, 2010.
19. Özçelik Kayseri, G., Bozdoğan, F., Hes, L., Performance Properties Of Regenerated Cellulose Fibers, Ege University, Technical University Of Liberec, **Tekstil ve Konfeksiyon** 3/2010.
20. Kılıc, M., Okur, A., The Properties Of Cotton-Tencel and Cotton-Promodal Blended Yarns Spun in Different Spinning Systems, **Textile Research Journal** 2011 81: 156 originally published online 31 August 2010.
21. <http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/promodal.php> (Erişim: 2013).

22. Soy, T., Aktif-Karbonizasyon Öncesi Selüloz Esaslı Tekstil Malzemelerinin Termal Kararlılığının Sağlanması ve Yapısal Özelliklerinin Araştırılması. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 208 s., 2012.
23. Kelheim Fibres, http://www.kelheim-fibres.com/pdf/tdb_vi_hygiene.pdf (Erişim: 2014).
24. Öz, M.,K., Yanmaya Karşı Dirençli (fr) ve Katyonik Boyalarla Boyanabilen (cd) Polyester Üretimi ve Bu Polyesterin Elyaf Prosesi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Adana, 2006.
25. <http://biltek.tubitak.gov.tr/> (Erişim: 2014).
26. Öner, E., Okur, A., Materyal, Üretim Teknolojisi ve Kumaş Yapısının Termal Konfora Etkileri, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, **The Journal of Textiles and Engineer**,Yıl 17, Sayı 80, İzmir.
27. Balcı, H., Akıllı (Fonksiyonel) Tekstiller, Seçilmiş Kumaşlarda Antibakteriyel Apre ve Performans Özellikleri, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Adana , 2006.
28. Karahan, H., A., Öktem, T., Seventekin, N., Doğal Bambu Lifleri, Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği, **Tekstil ve Konfeksiyon**, 4/2006.
29. Gökdal, H., Bambu-Pamuk Elyaf Karışımı İpliklerin Çeşitli Özelliklerinin İncelenmesi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2007.
30. Okur, A., Küçüka, S., Kaplan, S., Giysi Termal Konforunun Belirlenmesine Yönelik Bir Yöntem Geliştirilmesi, İzmir, 2008.
31. Kaplan, S., Kumaşların Mekanik Özelliklerinden ve Geçirgenlik Özelliklerinden Yararlanılarak Giysi Konforunun Tahminlenmesi, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 2009.

32. Karalomlu, E., Askeri Amaçlı Kullanılan Fonksiyonel Kumaşların Konfor Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 2010.
33. Kaplan, S., Okur, A., Kumaşların Geçirgenlik-İletkenlik Özelliklerinin Giysi Termal Konforu Üzerindeki Etkiler, **Tekstil Maraton**, Mart-Nisan,56-65, 2005.
34. Çoban, S., Namlıgöz, E.S., Termofizyolojik Giysi Konforu ve Test Cihazları, Ege Üniversitesi, İzmir.
35. Kanat, Z. E., Farklı İpliklerde Dokunan Kumaşların Konfor Özelliklerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 2007.
36. Turan, R.B., Okur, A., Kumaşlarda Hava Geçirgenliği, Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği, **Tekstil ve Mühendis**, İzmir.
37. Oğlakçıoğlu, N., Marmaralı, A., Rejenere Selüloz Liflerinin Kompresyon Çoraplarının Isıl Konfor Özelliklerine Etkisi, Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği, **Tekstil ve Mühendis**, no.77, s. 7-12.
38. <http://www.net-bilgi.com/su-buhari-nedir-net-bilgi> (Erişim: 2014).
39. Bilgi, M., Kalaoğlu, F., Özel Apre Tekniklerinin Askeri Kumaşların Performans ve Konforu Üzerindeki Etkileri, İstanbul Teknik Üniversitesi, **Tekstil ve Konfeksiyon**, 2010.
40. Aksoy, A., Kaplan, S., Tekstil Materyallerinde Sıvı Transfer Mekanizmaları ve Ölçüm Yöntemleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendisliği Mimarlık Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, **Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi**, Cilt: 5, No: 2, (51-67), Isparta, 2011.
41. Cimilli Duru, S., Candan, C., 2012. Effect of Repeated Laundering on Wicking and Drying Properties of Fabrics of Seamless Garments, **Textile Research Journal**, 23 August.
42. Raja, D., Ramakrishnan, G., Ramesh Babu, V., Senthilkumar, M., Sampath, MB., 2012. Comparison of Different Methods to Measure the Transverse Wicking Behaviour of Fabrics, **Journal of Industrial Textiles**, 5 August.

43. Erdumlu, N., Sariçam, C., 2013. Wicking and Drying Properties of Conventional Ring and Vortex-Spun Cotton Yarns and Fabrics, **The Journal of The Textile Institute**, 21 June.
44. Ravandi, S., Phd., Sanatgar, R., MD., Dabirian, F., Phd., 2013. Wicking Phenomenon in Nanofiber-Coated Filament Yarns, Isfahan University of Technology, **Journal of Engineered Fibers and Fabrics**, Volume 8, Issue 3.
45. Birrfelder, P., Dorrestijn, M., Roth, C., Rossi, M., 2013. Effect of Fiber Count and Knit Structure on Intra- and Intra- Yarn Transport of Liquid Water, **Textile Research Journal**, 19 February.
46. Raja, D., Ramesh Babu, V., Ramakrishnan, G., Senthilkumar, M., 2012. Effect of Cyclic Stress on the Transverse Wicking Behaviour of Cotton/Lycra Knitted Fabrics, **The Journal of The Textile Institute**, 29 October.
47. Ayatollahi, A., Asghar Alemdar-Yazdi, A., Javad Sarraf-Shirazi, M., 2013. The Influence of Cold Mercerization on Confort Properties of Summer Cotton Fabrics, Textile Engineering, Yazd University, **International Journal of Clothing Science and Technology**, Volume 25, No 4.
48. Sariçam, C., Kalaoğlu, F., 2014. Investigation of the Wicking and Drying Behaviour of Polyester Woven Fabrics, **Fibres & Textiles in Eastern Europe**, 22, 3(105): 73-78.
49. Fangueiro, R., Filgueiras, A., Sountinho, F., 2010. Wicking Behavior and Drying Capability of Functional Knitted Fabrics, **Textile Research Journal**, Vol 80(15): 1522-1530.
50. Yanılmaz, M., Kalaoğlu, F., 2012. Investigation of the Wicking, Wetting and Drying Properties of Acrylic Knitted Fabrics, **Textile Research Journal**, 82: 820.
51. Ramesh Babu, V., Ramakrishnan, G., Subramanian, V.S., Lakshmi Kantha, 2012. Analysis of Fabrics Structure on the Character of Wicking, **Journal of Engineered Fibers and Fabrics**, Volume 7, No 3.

52. Simile, C.B., Beckham, H.W., 2011. Permeability-Saturation-Capillary Pressure Relations in Textile Fabrics From an Integrated Upward-Horizontal-Downward Wicking Test, **The Journal of The Textile Institute**, 21 Nov.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Gülşah Dilrüba SUNGUR

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 21 Mart 1988, Kocasinan (KAYSERİ)

Medeni Durumu: Evli

Tel: +90 533 550 33 22

email: dilrubaguven@hotmail.com

Yazışma Adresi: Mimarşinan Mah. Tarsus Sok. Park Konak Vakıf Evleri No:84 Kat 7

No:17 Kocasinan/KAYSERİ

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	EÜ Müh.Fak. Tekstil Müh.	2012
Lise	Sümer Süper Lisesi, Kayseri	2006

YABANCI DİL

İngilizce