T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

VİLOFT/PAMUK VE VİLOFT/POLYESTER KARIŞIMLI İPLİK ÖZELLİKLERİNİN VE ÖRME KUMAŞ TERMOFİZYOLOJİK KONFOR ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Hazırlayan
Derya UYSALTÜRK

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

Yüksek Lisans Tezi

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FBY-12-3963 kodlu proje ile desteklenmiştir.

Şubat 2013
KAYSERİ

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.

Derya UYSALTÜRK

İmza :

"Viloft/Pamuk ve Viloft/Polyester Karışımlı İplik Özelliklerinin ve Örme Kumaş Termofizyolojik Konfor Özelliklerinin İncelenmesi" adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan	Danışman
Derya UYSALTÜRK	Yrd. Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK

Tekstil Mühendisliği ABD Başkanı

Yrd. Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK danışmanlığında **Derya UYSALTÜRK** tarafından hazırlanan "**Viloft/Pamuk ve Viloft/Polyester Karışımlı İplik Özelliklerinin ve Örme Kumaş Termofizyolojik Konfor Özelliklerinin İncelenmesi**" adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

.

27 /02 /2013

JÜRİ:

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK .....

Üye : Prof.Dr. Abdulkadir BİLİŞİK .....

Üye : Doç.Dr. Mustafa TUTAK .....

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 12/03/2013 tarih ve 2013/13-02 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../.....

Prof. Dr. Necmettin MARAŞLI

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarım boyunca tez konusu seçimi, çalışmaların yönlendirilmesi ve tezin sonuçlandırılması konusunda destek olan, emeği geçen, yardım ve katkılarını esirgemeyen değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Deneysel çalışmada kullanılan ipliklerin ve örme kumaşların üretildiği, ayrıca iplik testlerinin büyük bir kısmının gerçekleştirildiği KARSU Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş. Genel Müdürü Sayın Nevzat SEYOK'a teşekkürlerimi sunarım.

Deneysel çalışmalarımı gerçekleştirilmesinde laboratuar imkânlarından faydalanmamızı sağlayan ve tez çalışmalarımda bana büyük katkıları bulunan Liberec (Çek Cumhuriyeti) Teknik Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Fakültesinden Prof.Dr. Lubos HES'e, Erciyes Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümünden Doç.Dr. Levent ÖNAL ve Çağrıalp ARSLAN'a, İTKİB İTA Eğitim ve Araştırma ve Danışmanlık Limited Şirketine teşekkür ederim.

Yüksek lisans tez çalışmama FBY-12-3963 numaralı bilimsel araştırma projesi ile maddi destek sağlayan Erciyes Üniversitesi'ne teşekkürü borç bilirim.

Maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme ve tezimin her aşamasında beni destekleyen ve yalnız bırakmayan eşim Mahir Can UYSALTÜRK'e sonsuz sevgilerimi sunarım.

Derya UYSALTÜRK

Kayseri, Şubat 2013

VİLOFT/PAMUK VE VİLOFT/POLYESTER KARIŞIMLI İPLİK ÖZELLİKLERİNİN VE ÖRME KUMAŞ TERMOFİZYOLOJİK KONFOR ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Derya UYSALTÜRK
Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Şubat 2013
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

ÖZET

Viloft elyafı yeni geliştirilen özel bir elyaf olup, yassı enine kesiti ve tırtırlı yüzeyi iplik içerisinde hava boşluklarının oluşmasını sağlayarak bu ipliklerden elde edilecek olan kumaşların ısıl özelliklerini iyileştirmeye yardımcı olmaktadır. İç giyim, spor giyimi ve çoraplarda tercih edilmekte olan, bu elyafın polyester ve pamuk karışımları piyasada tercih edilmektedir.

Bu çalışmada, viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı Ne 30/1 ring ipliklerin mekanik (kopma kuvveti ve uzaması) ve fiziksel özellikleri (düzgünsüzlük, tüylülük ve iplik hataları) ile bu ipliklerde üretilen süprem ve 1x1 ribana kumaşların ısıl iletim, ısıl yayınım, ısıl soğurganlık, ısıl direnç (yalıtım), hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği özellikleri ile patlama mukavemeti, boncuklanma özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla, viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlarından 100%-0%, 67%-33%, 50%-50%, 33%-67% ve 0%-100% şeritler elde edilerek Ne 30/1 ring iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu ipliklerden süprem ve 1x1 ribana kumaşlar üretilerek bu kumaşların konfor özellikleri Alambeta, terleme korumalı sıcak plaka, Permetest ve hava geçirgenliği test cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Ayrıca kumaşların patlama mukavemeti ve boncuklanma özelikleri de değerlendirilmiştir. Karışım iplik ve kumaşların sayılan özelliklerinin değerlendirilmesi için Simpleks kafes tasarımı yapılarak istatistiksel analiz gerçekleştirilmiştir.

Sonuç olarak karışımda viloft oranının artırılmasıyla üretilen kumaşların ısıl özelliklerinin iyileştiği görülmüştür. Ancak kumaşların su buharı geçirgenliği

değerlerinin viloft/polyester karışımları için istatistiksel olarak anlamlı olmadığı, viloft/pamuk karışımları için ise anlamlılık derecesinin zayıf olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Viloft, pamuk, polyester, iplik özellikleri, konfor, ısıl özellikler, su buharı ve hava geçirgenliği, patlama mukavemeti, boncuklanma.

INVESTIGATIONS ON THE VILOFT/COTTON AND VILOFT/POLYESTER BLENDED YARN PROPERTIES AND THERMOPHYSIOLOGICAL COMFORT PROPERTIES OF KNITTED FABRICS

Derya UYSALTÜRK

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M. Sc. Thesis, February 2013

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

ABSTRACT

Viloft is a special regenerated cellulosic fiber with a flat cross section and crenulated surface that maintains air gaps in the yarns which help to improve the thermal properties of the fabrics. This fiber is mainly used for underwear, socks and sportswear fabrics and blends of viloft with polyester or cotton are commonly preferred in the market.

In this study, physical and mechanical properties of yarns such as unevenness, hairiness, imperfections, strength, elongation and fabric thermal-related characteristics such as the thermal conductivity, thermal diffusivity, thermal absorptivity, thermal resistance (insulation), moisture and air permeability of viloft/cotton and viloft/polyester blended knitted fabrics were investigated.

For this purpose, 100%-0%, 67%-33%, 50%-50%, 33%-67% and 0%-100% blends of viloft/cotton and viloft/polyester slivers were produced and spun as Ne 30/1 on a ring spinning system. In addition, single-jersey and 1x1 rib fabrics were produced and the comfort properties of these fabrics were measured using Alambeta, sweating guarded hotplate, Permetest and air permeability testing devices. Also, bursting strength and pilling behavior of the produced fabrics were examined. A simplex lattice design for the blended fabric properties was also developed and statistical analyses were carried out.

According to the results, viloft-rich blends, in general, improved the thermal properties of the fabrics. However the relative water vapor permeability of viloft/polyester blended fabrics was found not to be significant and only small significances were present for cotton blended ones, statistically.

Keywords: Viloft, cotton, polyester, yarn properties, comfort, thermal properties, water vapor and air permeability, bursting strength, pilling, knitted fabrics.

İÇİNDEKİLER

VİLOFT/PAMUK VE VİLOFT-POLYESTER KARIŞIMLI İPLİK ÖZELLİKLERİNİN VE ÖRME KUMAŞ TERMOFİZYOLOJİK KONFOR ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK SAYFASI i

YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI ii

KABUL VE ONAY SAYFASI iii

ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR iv

ÖZET v

ABSTRACT vii

İÇİNDEKİLER ix

TABLOLAR LİSTESİ xvi

ŞEKİLLER LİSTESİ xxii

GİRİŞ 1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.GENEL BİLGİLER 3

1.1. Çalışmada Kullanılan Lifler Hakkında Genel Bilgiler.....11

1.1.1. Polyester.....11

1.1.1.1. Polyester Elyafının Tipik Özellikleri 15

1.1.2. Pamuk.....15
1.1.2.1. Pamuk Üretimi 16
1.1.2.2. Pamuk Lifinin Fiziksel Özellikleri 18
1.1.2.3. Pamuk Liflerinin Kimyasal Özellikleri 20
1.1.2.4. Pamuk Özelliklerinin Testi-HVI (High Volume Instrument) 22
1.1.3. Viloft 27
1.2. Tekstilde Konfor 34
1.2.1. Konfor Parametreleri.....38
1.2.1.1. Çevre Parametreleri 38
1.2.1.2. İnsan Parametreleri 39
1.2.1.3. Giysi Parametreleri 40
1.2.1.3.1. Lif Tipi 41
1.2.1.3.2. İplik Yapısı 42
1.2.1.3.3. Örgü Yapısı 43
1.2.1.3.4. Kumaş Kalınlığı 44
1.2.1.3.5. Giysi Bileşenleri 45
1.2.2. Konforun Sınıflandırılması 46
1.2.2.1 Psikolojik Konfor 47
1.2.2.2. Fiziksel Konfor 49
1.2.2.3. Termal (Termofizyolojik Veya Isıl) Konfor 50
1.2.3. Giysi Termal Özelliklerini Belirleyen Parametreler 51
1.2.3.1. Özgül Isı 51
1.2.3.2. Isıl İletkenlik 52
1.2.3.3. Isıl Direnç 53
1.2.3.3.1. Kondüksiyon (İletim) Isıl Direnç.....53

1.2.3.3.2. Konveksiyon (Taşınım) Isıl Direnç.....54
1.2.3.4. Isıl Soğurganlık.....55
1.2.3.5. Isıl Yayınım.....56
1.2.3.6. Su Buharı Geçirgenliği.....56
1.2.3.7. Su Buharı Dayanımı.....57
1.2.3.8. Bağıl Su Buharı Geçirgenliği.....58
1.2.3.9. Su Buharı İletkenlik İndeksi.....58
1.2.3.10. Nem Çekme Özelliği.....59
1.2.3.11. Hava Geçiş Özellikleri.....60
1.3. Önceki Çalışmalar.....61

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Gereç.....71
2.1.1. Viloft Elyafı.....71
2.1.2. Polyester Elyafı.....72
2.1.3. Pamuk Elyafı.....73
2.2. Yöntem.....75
2.2.1. İplik ve Kumaş Üretimi.....76
2.2.1.1. Şerit Üretimi.....78
2.2.1.2. Fitil Üretimi.....80
2.2.1.3. Ring İplik Üretimi.....80
2.2.1.4. Süprem Kumaş Üretimi.....82
2.2.1.5. 1x1 Ribana Kumaş Üretimi.....83

2.2.1.6 Terbiye ve Yıkama İşlemleri....84
2.2.2 Kullanılan Test Cihazları....84
2.2.2.1. İplik Numarası Testi....85
2.2.2.2. İplik Büküm testi....86
2.2.2.3. İplik Mukavemet Ölçümü....86
2.2.2.4. İplikte Düzgünsüzlük, İplik Hataları ve Tüylülük Testleri....89
2.2.2.5. Alambeta Test Cihazı....91
2.2.2.6. Terleme Korumalı Sıcak Plaka (Sweating Guarded Hotplate) Test Cihazı....94
2.2.2.7. Permetest Test Cihazı....95
2.2.2.8. Kumaş Gramajı Ölçümü....97
2.2.2.9. Kumaş Kalınlığı Testi....97
2.2.2.10. Hava Geçirgenliği Testi....98
2.2.2.11. Aşınma ve Boncuklanma Testi....99
2.2.2.12. Patlama Mukavemet Test Cihazı....100
2.2.2.13. İplik ve Kumaş Görüntü testi....101
2.2.2.14. İlmek İplik Uzunluğu Ölçümü....102
2.2.2.15. İlmek Sıklık Değerleri....102
2.2.2.16. Gözeneklilik Hesabı....103
2.3. Model Seçimi ve Regresyon Analizi....103
2.3.1. Regresyon Analizi....103
2.3.2. Bağımlı Değişken....104
2.3.4. Bağımsız Değişken....104
2.3.5. F-Testi....105
2.3.6. p-değeri....105

2.3.7 ANOVA (Analysis of Variance) 105

2.3.8. Uyum Eksikliği (Lack of Fit) 106

2.3.9. Artık Analizi 106

2.3.10. Tepki Yüzeyi Metodu (Response Surface Methodology) 106

2.3.11. Simpleks Kafes Tasarım 107

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. İplik Testleri 110

3.1.1. İplik Numarası ve Büküm Test Sonuçları 110

3.1.2. İplik Kopma Testi Sonuçları 112

3.1.3. İplik Düzgünsüzlük, İplik hataları ve Tüylülük Test Sonuçları 113

3.2 Kumaş Testleri 114

3.2.1. Alambeta Test Sonuçları 114

3.2.2. Terleme Korumalı Sıcak Plaka (Sweating Guarded Hotplate) Termal Dayanım (İzolasyon) Test Sonuçları 117

3.2.3. Permetest Test Sonuçları 118

3.2.4. Gramaj Test Sonuçları 121

3.2.5. Kumaş Kalınlığı Test Sonuçları 122

3.2.6. Hava Geçirgenliği Test Sonuçları 125

3.2.7. Boncuklanma Test Sonuçları 126

3.2.8. Patlama Mukavemet Test Sonuçları 128

3.2.9. İplik ve Kumaş Test Görüntüleri 132

3.2.9.1. Viloft/Polyester Ve Viloft/Pamuk Karışımlı Elyafların Enine-Boyuna Kesit Görüntüleri.....132

3.2.9.2. Viloft/Polyester Ve Viloft/Pamuk Karışımlı Süprem Ve 1x1 Ribana Örme Kumaşların Mikroskop Altında Görüntüleri 135

3.2.10. Kumaş İlmek Sıklık ve İlmek İplik Uzunluk Değerlerleri 138

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Tartışma 141

4.1.1. İplik Özellikleri 142

4.1.1.1. Düzgünsüzlük 142

4.1.1.2. Tüylülük 146

4.1.1.3. Kopma Uzaması 148

4.1.1.4. Kopma kuvveti 151

4.1.1.5. İplik Hataları 154

4.1.2 Kumaş Özellikleri 156

4.1.2.1. Isıl iletkenlik 161

4.1.2.2. Isıl Yayınım 162

4.1.2.3. Isıl Soğurganlık 163

4.1.2.4. Isıl Direnç (Yalıtım) 164

4.1.2.5. Relatif Su buharı geçirgenliği 169

4.1.2.6. Hava Geçirgenliği 170

4.1.2.7. Patlama Mukavemeti.....171

4.1.2.8. Boncuklanma 172

4.2. Sonuç.....173

4.3. Öneriler 177

KAYNAKLAR 179

ÖZGEÇMİŞ 185

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. 1980-2011 yılları arası dünya lif üretimi ve kişi başı tüketimi 6

Tablo 1.2. Doğal ve yapay liflerin yıllara göre üretim durumu 7

Tablo 1.3. Dünya pamuk üretimi 8

Tablo 1.4. Dünya pamuk tüketimi..... 9

Tablo 1.5. Türkiye de bölgelere göre pamuk tarımı..... 9

Tablo 1.6. Pamuk lifi inceliğinin sınıflandırılması. 23

Tablo 1.7. Pamuk lifinin olgunluk indeks sınıflandırılması..... 24

Tablo 1.8. Pamuk lifinin üniformite indeks sınıflandırılması 24

Tablo 1.9. Pamuk lifinin kısa lif indeks sınıflandırılması 25

Tablo 1.10. Pamuk lifi mukavemetinin sınıflandırılması..... 25

Tablo 1.11. Pamuk lifi uzamasının sınıflandırılması 26

Tablo 1.12. Pamuk lifi nem sınıflandırılması..... 26

Tablo 1.13.Viloft elyafının fiziksel değerleri..... 31

Tablo 1.14.Viloft elyafının lineer yoğunluk ve uzunluk değerleri..... 31

Tablo 1.15. Fritz'in yedi dereceli skalası 48

Tablo 1.16. Kuru liflerin özgül ısıları 51

Tablo 1.17. 0.5 g/ cm^3 hacim yoğunluğu olan lif pedlerinin ısıl iletkenlik değerleri 52

Tablo 1.18. Bazı tekstil liflerinde bulunan nem miktarları 60

Tablo 2.1. Çalışmada kullanılan viloft lifinin özellikleri..... 72

Tablo 2.2. Çalışmada kullanılan polyester elyafının özellikleri..... 73

Tablo 2.3. Çalışmada kullanılan pamuk elyafının özellikleri..... 74

Tablo 2.4. Karışım oranına bağlı olarak deney planı 76

Tablo 2.5. Alambeta ile ölçülebilen kumaş parametreleri ve ölçüm aralıkları 93

Tablo 2.6. Permetest cihazının teknik parametreleri ve ölçüm aralığı.....96
Tablo 3.1. Viloft/polyester karışımı iplikler için numara ölçüm sonuçları.....111
Tablo 3.2. Viloft/pamuk karışımı iplikler için numara ölçüm sonuçları 111
Tablo 3.3. Viloft/polyester karışımı iplikler için büküm ölçüm sonuçları.....111
Tablo 3.4. Viloft/pamuk karışımı iplikler için büküm ölçüm sonuçları 112
Tablo 3.5. Viloft/polyester karışımı iplikler için kopma mukavemeti ve uzaması sonuçları 112
Tablo 3.6. Viloft/pamuk karışımı iplikler için kopma mukavemeti ve uzaması sonuçları 113
Tablo 3.7. Viloft/polyester karışımlı ipliklerin düzgünsüzlük ve tüylülük test sonuçları 113
Tablo 3.8. Viloft/pamuk karışımı ipliklerin düzgünsüzlük ve tüylülük test sonuçları 113
Tablo 3.9. Viloft/polyester karışımı ipliklerin ince (-50%), kalın (+50%), neps test sonuçları 114
Tablo 3.10. Viloft/pamuk karışımı ipliklerin ince (-50%), kalın (+50%), neps test sonuçları 114
Tablo 3.11. Viloft/polyester karışımlı süprem kumaşların Alambeta test sonuçları.....115
Tablo 3.12. Viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşların Alambeta test sonuçları 115
Tablo 3.13. Viloft/polyester karışımlı 1x1 rib kumaşların Alambeta test sonuçları.....116
Tablo 3.14. Viloft/pamuk karışımlı 1x1 rib kumaşların Alambeta test sonuçları.....116
Tablo 3.15. Viloft/polyester karışımlı süprem kumaşların termal dayanım test sonuçları 117
Tablo 3.16. Viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşların termal dayanım test sonuçları 117

Tablo 3.17. Viloft/polyester karışımlı 1x1 rib kumaşların termal dayanım test sonuçları.. 118
Tablo 3.18. Viloft/pamuk karışımlı 1x1 rib kumaşların termal dayanım test sonuçları… 118
Tablo 3.19. Viloft/polyester karışımlı süprem kumaşların permetest sonuçları 119
Tablo 3.20. Viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşların permetest sonuçları 119
Tablo 3.21. Viloft/polyester karışımlı 1x1 rib kumaşların permetest sonuçları. 120
Tablo 3.22. Viloft/pamuk karışımlı 1x1 rib kumaşların permetest sonuçları 120
Tablo 3.23. Viloft/polyester karışımlı süprem kumaşların gramaj test sonuçları 121
Tablo 3.24. Viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşların gramaj test sonuçları 121
Tablo 3.25. Viloft/polyester karışımlı 1x1 rib kumaşların gramaj test sonuçları 122
Tablo 3.26. Viloft/pamuk karışımlı 1x1 rib kumaşların gramaj test sonuçları 122
Tablo 3.27. Viloft/polyester karışımlı süprem kumaşların kalınlık test sonuçları 123
Tablo 3.28. Viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşların kalınlık test sonuçları 123
Tablo 3.29. Viloft/polyester karışımlı 1x1 rib kumaşların kalınlık test sonuçları 124
Tablo 3.30. Viloft/pamuk karışımlı 1x1 rib kumaşların kalınlık test sonuçları 124
Tablo 3.31. Viloft/polyester karışımlı süprem kumaşların hava geçirgenliği test sonuçları 125
Tablo 3.32. Viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşların hava geçirgenliği test sonuçları 125
Tablo 3.33. Viloft/polyester karışımlı 1x1 rib kumaşların hava geçirgenliği test sonuçları 126
Tablo 3.34. Viloft/pamuk karışımlı 1x1 rib kumaşların hava geçirgenliği test sonuçları 126

Tablo 3.35. Viloft/polyester karışımlı süprem kumaşların boncuklanma test sonuçları 127
Tablo 3.36. Viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşların boncuklanma test sonuçları 127
Tablo 3.37. Viloft/polyester karışımlı 1x1 rib kumaşların boncuklanma test sonuçları 127
Tablo 3.38. Viloft/pamuk karışımlı 1x1 rib kumaşların boncuklanma test sonuçları.. 127
Tablo 3.39. Viloft/polyester karışımlı süprem kumaşların patlama mukavemet test sonuçları 128
Tablo 3.40. Viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşların patlama mukavemet test sonuçları 129
Tablo 3.41. Viloft/polyester karışımlı 1x1 rib kumaşların patlama mukavemet test sonuçları 130
Tablo 3.42 Viloft/pamuk karışımlı 1x1 rib kumaşların patlama mukavemet test sonuçları 131
Tablo 3.43. Viloft/Polyester karışımlı Süprem Örme Kumaşların ilmek sıklık ve uzunluk değerleri 139
Tablo 3.44. Viloft/Pamuk karışımlı Süprem Örme Kumaşların ilmek sıklık ve uzunluk değerleri 139
Tablo 3.45. Viloft/Polyester karışımlı 1x1 ribana Örme Kumaşların ilmek sıklık ve uzunluk değerleri 140
Tablo 3.46. Viloft/Pamuk karışımlı 1x1 ribana Örme Kumaşların ilmek sıklık ve uzunluk değerleri 140

Tablo 4.1. Viloft/pamuk ipliğinin düzgünsüzlük (CVm%) model seçiminde F-testi ile elde edilen p-değerleri 142

Tablo 4.2. Viloft/pamuk ipliğinin düzgünsüzlük özelliği için uyum eksikliği (lack of fit) tablosu 143

Tablo 4.3. Viloft/pamuk ipliğinin düzgünsüzlük özelliği için istatistik sonuçlar 143

Tablo 4.4. Viloft/pamuk ipliğinin düzgünsüzlük özelliği için kübik model ANOVA tablosu 144

Tablo 4.5. Viloft/polyester ipliğinin düzgünsüzlük özelliği için kuadratik model ANOVA tablosu 144

Tablo 4.6. Viloft/pamuk ipliğinin tüylülük özelliği için lineer model ANOVA tablosu 147

Tablo 4.7. Viloft/polyester ipliğinin tüylülük özelliği için kuadratik model ANOVA tablosu 147

Tablo 4.8. Viloft/pamuk ipliğinin uzama (%) özelliği için kuadratik model ANOVA tablosu 149

Tablo 4.9. Viloft/polyester ipliğinin uzama (%) özelliği için kuadratik model ANOVA tablosu 149

Tablo 4.10. Viloft/pamuk ipliğinin kopma kuvveti için kuadratik model ANOVA tablosu 152

Tablo 4.11. Viloft/polyester ipliğinin kopma kuvveti için kuadratik model ANOVA tablosu 152

Tablo 4.12. Süprem ve 1x1 ribana kumaş özelliklerinin özet istatistiksel analiz sonuçları 156

Tablo 4.13. Süprem ve 1x1 ribana kumaşların R^2 değerleri ve regresyon denklemleri 157

Tablo 4.14. Viloft/polyester ve viloft/pamuk süprem kumaş özellikleri 159

Tablo 4.15. Viloft/polyester ve viloft/pamuk 1x1 ribana kumaş özellikleri 160

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Tekstil liflerin sınıflandırılması 5

Şekil 1.2. Dünyadaki elyaf talebi değişimi 10

Şekil 1.3. Polyester eriyiğinin elde edilmesi 11

Şekil 1.4. Sürekli ve kesikli (ekstrüder ile) filament üretimi 12

Şekil 1.5. Ekstrüder ile eriyikten lif çekimi 13

Şekil 1.6. En büyük polyester elyaf üreticileri 14

Şekil 1.7. Polyester liflerin kesit görüntüsü 14

Şekil 1.8. Pamuk Lifinin boyuna ve enine kesit şekli 17

Şekil 1.9. Pamuk lifinin enine ve boyuna SEM görüntüsü 18

Şekil 1.10. Viloft(Viskon) çözelti eldesi 28

Şekil 1.11. Viloft üretimi için yaş çekim ünitesi 28

Şekil 1.12. Viloft üretim aşamaları 29

Şekil 1.13. Viloft lifinin enine kesit şekli 30

Şekil 1.14. Viloft/polyester lifinin enine kesit şekli 31

Şekil 1.15. Viloft, viloft/pamuk, pamuk elyaflarının termal yalıtım değerleri 32

Şekil 1.16. Viloft , viloft/pamuk, pamuk elyaflarının havayı içlerine hapsetme oranı 32

Şekil 1.17. Viloft, viloft/pamuk, pamuk elyaflarının su buharı geçirgenliği 33

Şekil 1.18. Viloft, viloft/pamuk, pamuk elyaflarının pilling davranışları 33

Şekil 1.19. Mikro klimayı etkileyen faktörler 37

Şekil 1.20. Rüzgârın ve giyenin hareketinin katmanlar arasındaki hava tabakasına etkisi 38

Şekil 1.21. Hava hareketinin dış hava katmanına etkisi 39

Şekil 1.22. Konfor amaçlı üretilen çok katmanlı kumaşlar 43

Şekil 1.23. Giysinin a- su buharı direnci ile kumaş kalınlığı arasındaki b- ısı direnci ile kumaş kalınlığı arasındaki ilişki 44
Şekil 1.24. Toplam ısı ve su buharı direncine kumaş ve hava katmalarının etkisinin şematik gösterimi 45
Şekil 1.25. Konfor değerlendirme şeması 46
Şekil 1.26. Fiziksel olarak konforlu olmama durumları 49
Şekil 1.27. Su buharının buhar geçirgen bir kumaştan difüzyonu 57
Şekil 2.1. Viloft lifin enine ve boyuna SEM kesit görüntüsü 72
Şekil 2.2. Polyester lifin enine ve boyuna kesit şekli 73
Şekil 2.3. Pamuk lifin enine ve boyuna kesit şekli 74
Şekil 2.4. Uster HVI Spectrum cihazı 75
Şekil 2.5. Örme Kumaş üretimi işlem akışı şeması 77
Şekil 2.6. Çalışmada kullanılan harman hallaç makinası 78
Şekil 2.7. Çalışmada kullanılan tarak makinesi 79
Şekil 2.8. Çalışmada kullanılan cer makinası 79
Şekil 2.9. Çalışmada kullanılan fitil makinesi 80
Şekil 2.10. Çalışmada kullanılan ring makinesi 81
Şekil 2.11. Çalışmada kullanılan bobin makinesi 81
Şekil 2.12. Süprem örgü yapısı 82
Şekil 2.13. Çalışmada kullanılan süprem örgü makinesi 83
Şekil 2.14. 1x1 ribana örgü yapısı 83
Şekil 2.15. Çalışmada kullanılan ribana örgü makinesi 84
Şekil 2.16. Çalışmada kullanılan Precision Testing Machines numara çıkrığı 85
Şekil 2.17. Çalışmada kullanılan Zweigle D314 büküm test cihazı 86
Şekil 2.18. Uster Tensojet cihazı 87

Şekil 2.19. Kuvvet-Uzama (F-E: Force-Elongation) Eğrisi 88
Şekil 2.20. Uster Tester-5 cihazı 90
Şekil 2.21. Uster Tester-5 çalışma prensibi 91
Şekil 2.22. Alambeta cihazının kısımları 92
Şekil 2.23. Alambeta cihazının önden görünüşü 93
Şekil 2.24. Terleme Korumalı Sıcak Plaka (Sweating Guarded Hotplate)test cihazı ... 94
Şekil 2.25. Sıcak levha yöntemiyle ölçüm mekanizması 95
Şekil 2.26. Permetest su buharı geçirgenliği ölçüm cihazı 96
Şekil 2.27. Kumaş kalınlığı test cihazı 97
Şekil 2.28. Hava geçirgenliği test cihazı 98
Şekil 2.29. Martindale aşınma ve boncuklanma test cihazında 100
Şekil 2.30. Patlama mukavemeti test cihazı 101
Şekil 2.31. Leica DMLS mikroskop cihazı 102
Şekil 2.32. Çalışmada kullanılan simpleks kafes tasarım 108
Şekil 3.1. % 100 Viloft elyafının enine ve boyuna kesit şekli 132
Şekil 3.2. % 67/33 Viloft- Polyester elyafının enine ve boyuna kesit şekli 132
Şekil 3.3. % 50/50 Viloft- Polyester elyafının enine ve boyuna kesit şekli 133
Şekil 3.4. % 33/67 Viloft- Polyester elyafının enine ve boyuna kesit şekli 133
Şekil 3.5. % 100 Polyester elyafının enine ve boyuna kesit şekli 133
Şekil 3.6. % 67/33 Viloft- Pamuk elyafının enine ve boyuna kesit şekli 134
Şekil 3.7. % 50/50 Viloft- Pamuk elyafının enine ve boyuna kesit şekli 134
Şekil 3.8. % 33/67 Viloft- Pamuk elyafının enine ve boyuna kesit şekli 134
Şekil 3.9. % 100 Pamuk elyafının enine ve boyuna kesit şekli 135
Şekil 3.10. % 100 Viloft kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri 135
Şekil 3.11. % 33/67 Polyester- Viloft kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri .. 136

Şekil 3.12. % 50/50 Polyester- Viloft kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri..136
Şekil 3.13. % 67/33 Polyester- Viloft kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri..136
Şekil 3.14. % 100 Polyester kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri.....137
Şekil 3.15. % 67/33 Viloft -Pamuk kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri 137
Şekil 3.16. % 50/50 Pamuk-Viloft kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri 138
Şekil 3.17. % 67/33 Pamuk- Viloft kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri 138
Şekil 3.18. % 100 Pamuk kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri 138
Şekil 4.1. Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı ipliklerin karşım oranı düzgünsüzlük CV_m (%) değişimi.....146
Şekil 4.2. Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı ipliklerin karışım oranı-tüylülük değişimi 148
Şekil 4.3. Viloft-polyester ve viloft pamuk karışımlı ipliklerin karışım oranı-uzama(%) değişimleri.....150
Şekil 4.4. Seçilmiş ipliklerin enine kesitleri.....151
Şekil 4.5. Viloft-polyester ve viloft pamuk karışımlı ipliklerin karışım oranı-kopma kuvveti(cN/tex) değişimleri 154
Şekil 4.6. Karışım oranı ile iplik hataları değişimi 155
Şekil 4.7. Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların karışım oranı-ısıl iletkenlik değişimi 162
Şekil 4.8. Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların ısıl yayınım değerleri 163
Şekil 4.9. Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların karışım oranı-ısıl soğurganlık değişimi.....164
Şekil 4.10. Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların karışım oranı-ısıl direnç (Alambeta) değişimi 166

Şekil 4.11. Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların ısıl direnç değerleri.....168
Şekil 4.12. Seçilmiş kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri ve kumaş yapıları 168
Şekil 4.13. Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların relatif su buharı geçirgenliği değerleri 169
Şekil 4.14. Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların karışım oranı-hava geçirgenliği değişimi.....170
Şekil 4.15. Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların karışım oranı-patlama mukavemeti değişimi.....172

GİRİŞ

Giysi konforu, tüketicilerin bir tekstil ürününü tercihinde aranan bir husus olmaktadır. Konfor adıyla genelleştirilmiş olan ifade aslında termofizyolojik konfor, fizyolojik ve psikolojik konfor olmak üzere üç farklı ifadeyi kapsayan bir terimdir. Fizyolojik konfor, genellikle konfeksiyon ile ilişkili olup, tüketicinin ölçüleriyle ilgilidir. Psikolojik konfor ise kişinin bir tekstil ürününü giydiğinde hissettiği konfor olmaktadır. Termofizyolojik konfor ise giysinin ısıl özellikleri, hava ve su buharı geçirgenliği, kuruma davranışı gibi özelliklerinin genel bir ifadesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Son yıllarda tekstil ürünlerinin ısıl karakteristiklerini, hava ve su buharı geçirgenliğini inceleyen çalışmalara sıklıkla karşılaşmak mümkündür. Ayrıca tekstil ürünlerinde söz konusu özellikleri iyileştirmek üzere elyaf geliştirme çalışmaları da devam etmektedir. Termofizyolojik konfor özellikleri artırılmış olan farklı enine kesite sahip olan polyester elyafları, bambu gibi elyaflar bu çalışmalara bir örnektir. Son yıllarda geliştirilen bir diğer rejenere selülözik elyaf ise yassı enine kesite ve tırtırlı bir yüzeye sahip olan "Viloft" olarak adlandırılan modifiye viskon lifidir. Bu elyaf, üreticisi tarafından "termal viskon" olarak da adlandırılmaktadır. Söz konusu elyafın kimyasal yapısı viskon ile aynı olmasına rağmen enine kesiti ve yüzey özellikleri değiştirilerek, özellikle karışım ipliklerde, viloft elyafının yapısından dolayı, iplik içerisinde hava boşluklarının oluşmasına sebep olmakta ve bu ipliklerden elde edilen kumaşların ısıl özelliklerinin geliştirildiği üretici tarafında iddia edilmektedir. Söz konusu elyaf içeren tekstil ürünleri genel olarak polyester ve pamuk ile karışım olarak üretilmekte olup iç çamaşırı, spor giyim ve çorap olarak tüketilmektedir.

Viloft elyafı yeni geliştirilen bir elyaf olduğundan bu elyaf kullanılarak elde edilen iplik ve kumaşların özellikleri literatürde yeterince incelenmemiştir. Literatüre katkıda bulunmak amacıyla başlatılan bu çalışmada viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı Ne 30/1 ring iplik üretimi gerçekleştirilmiş olup çalışmada ilk olarak söz konusu

ipliklerin düzgünsüzlük, tüylülük, iplik hataları (ince yer, kalın yer, neps), mukavemet ve uzama özellikleri istatistiksel analiz teknikleri kullanmak suretiyle analiz edilmiştir. Ayrıca bu iplikler kullanılarak elde edilen süprem ve 1x1 ribana kumaşların ısıl özellikleri (ısıl iletim, ısıl yayınım, ısıl soğurganlık, ısıl direnç (yalıtım), hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği) özellikleri ile patlama mukavemeti, boncuklanma özellikleri incelenmiştir. Söz konusu özelliklerin analizinde istatistiksel analiz tekniği olarak Simpleks kafes tasarımları kullanılmış olup varyans analizi (ANOVA) yürütülerek regresyon eşitlikleri elde edilmiştir. İstatistiksel analizler için Design Expert 6.01 paket programı kullanılmıştır.

Karışım ipliklerde viloft oranının artırılmasının iplik tüylülüğünü artırdığı görülmüştür. Ayrıca, viloftun iplik içersinde hava boşlukları oluşturduğu da gözlemlenmiştir. Bu iki durum hem iplik içersinde hem de kumaş yüzeyinde tüylülükten dolayı hava keseciklerinin oluşmasına sebep olduğundan, viloft oranının artırılmasının, üretilen kumaşların ısıl özelliklerini artırdığı görülmüştür.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

İnsanların beslenme ve barınma ihtiyaçlarının yanında örtünme, üçüncü temel ihtiyacıdır. Hem giyinme ve barınma hem de ortama uygunluk düzenlemesinde insanlar uygun tekstil materyalleri kullanmışlardır. Bu materyallerin ana hammaddesi, liflerdir. Belirli sınırlar dâhilinde gerilme ve kopmaya dayanıklı, birbirine tutundurulabilen, eğilip bükülebilen, şekil verilebilen, uzunluğu genişliğinin en az yüzlerce katı olan, boyanabilen, esnek birimler "lif" olarak tanımlanır. Liflerden başlanılarak istenilen özelliklere sahip materyal haline getirilinceye kadar geçen aşamalara genel olarak "Tekstil" denilmektedir [1].

Hayvan postlarının yerine tekstil yüzeylerini kullanmaya başlamasının tarihi Milattan birkaç bin yıl öncesine kadar uzanmaktadır. Bu uzun yolculukta tekstil ürünlerinde meydana gelen ve gelebilecek olan en önemli değişiklikler aşağıdaki gibidir.

- Başlangıçta sadece örtünmek için kullanılan giysilerde, zamanla süslenme fonksiyonu ön plana çıkmıştır.
- İnsanları örtmede ve süslemede kullanılan tekstil ürünlerinin, sonraları evlerimizi ve evlerimizde kullandığımız eşyaları örtmede ve süslemede de kullanımı artmaya başlamış ve ev tekstilleri dediğimiz büyük bir alt sektör ortaya çıkmıştır.
- Zamanla, başlangıçta urgan, halat, çuval, yelken bezi, keçe gibi kısıtlı miktar ve kullanım yerine sahip olan özellikli tekstillerin kullanım yerleri, ziraatten inşaata, her türlü taşıt ve taşıma aracından savunma sanayi ve sağlık sektörüne kadar geniş bir alana yayılmıştır.
- Önümüzdeki 15-20 yıl için beklenen ise günümüzde daha çok teknik tekstiller olarak bilinen askeri amaçlı, tıbbi amaçlı v.b ürünlerin miktar ve öneminin çok daha fazla artmasıdır.

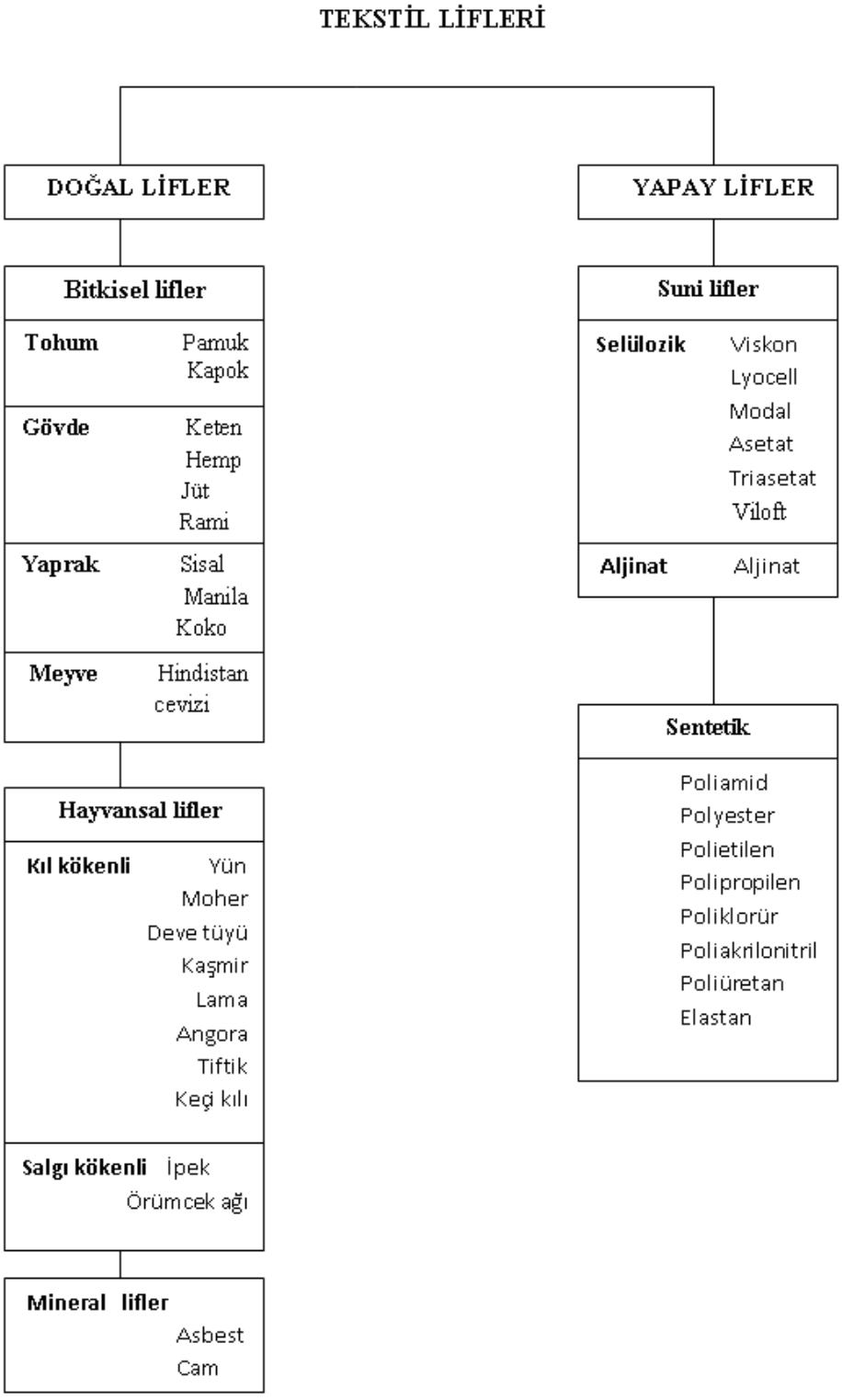
Bu arada, tekstil elyaf ve malzemelerini diğer polimer ve/veya malzemelerle karıştırarak, bir araya getirerek oluşturulan kompozit malzemelerin öneminin de büyük ölçüde artacağı tahmin edilmektedir.

- Gelecekte giyenlere, kullananlara örtme ve süslemenin yanında, başta sağlık, güvenlik ve enformasyon alanlarında olmak üzere, başka hizmetler de sunabilen çok fonksiyonlu akıllı (interaktif) tekstil ürünlerinin üretimi ve kullanımı artacaktır [2].

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 eğrilerek iplik üretimi yapılmaktadır.

Tekstilde kullanılan 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.

Şekil 1.1' 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 [3].



Şekil 1.1. Tekstil liflerin sınıflandırılması [3].

Artan dünya nüfusuna paralel olarak üretilen yıllık lif miktarının da her geçen yıl artması beklenmektedir. Buna bağlı olarak kişi başına düşen lif miktarı da artış göstermektedir. Tablo 1.1 ’de 1980-2011 yılları arasında dünya doğal-yapay lif üretimi gösterilmiştir. Bununla birlikte dünya nüfusu ve kişi başına düşen yıllık lif miktarları da bir arada gösterilmektedir. Burada tekstil endüstrisinin ve teknolojisinin 1980’li yıllardan bu zamana kadar aldığı mesafe de rahatlıkla görülebilmektedir. Buna göre 1980 yılında toplam lif üretimi 29.528.000 ton, dünya nüfusu 4.46 milyar ve kişi başına düşen yıllık lif miktarı 6,6 kg iken, 2011 yılında toplam lif üretimi 93.540.000 ton, dünya nüfusu 6.95 milyar kişi ve kişi başına düşen yıllık lif miktarı 13.45 kg olmuştur. 1980 yılından sonraki yıllarda yıllık lif üretiminin ve kişi başına düşen lif miktarının, bazı yıllarda sekteye uğrasa da, sürekli artma eğiliminde olduğu ayrıca yapay liflerin üretilen toplam lif miktarı içerisindeki payının da sürekli arttığı görülebilmektedir. 2011 yılı itibariyle doğal lif üretimi, toplam liflerin %37.04’ünü oluştururken yapay lifler %62.96’lık bir paya sahiptir. 1980’li yıllarda doğal lifler ile yapay liflerin üretim miktarları kısmen aynı iken bu yıllardan sonra yapay liflerin üretimi sürekli artarak doğal liflere göre üretim miktarı bakımından üstünlük kazandırmıştır [4].

Tablo 1.1. 1980-2011 yılları arası dünya lif üretimi ve kişi başı tüketimi [4].

Yıl	Doğal*	Yapay	Toplam	Nüfus	Tüketim
2011	34650	58590	93540	6.95	13.45
2010	33201	54980	88181	6.86	12.85
2009	31980	51656	83636	6.79	12.31
2008	30150	48820	78970	6.71	11.76
2007	28502	44086	72588	6.64	10.9
2006	28157	40817	68974	6.57	10.5
2005	26603	39547	66150	6.49	10.2
2004	25005	37464	62469	6.41	9.7
2003	22672	35230	57902	6.34	9.1
2002	22761	33477	56238	6.23	9.0
2001	21941	31595	53536	6.15	8.7
2000	21496	31147	52643	6.08	8.7
1990	21460	19380	40840	5.28	7.7
1980	15227	14301	29528	4.46	6.6

*Pamuk, yün ve ipek üretim miktarı toplamı dikkate alınmıştır.

Yapay lif üretim teknolojisinin 1980' li yıllardan sonra sürekli olarak gelişmesi ve bu sayede doğal liflere benzeyen yapay liflerin üretilebilmesi ve yapay liflerin doğal liflere göre daha az maliyetli olması yapay liflere olan rağbeti artıran faktörler arasında yer alır. Ayrıca yapay lifler dokusuz yüzey ve endüstriyel tekstil alanında da tercih edilen lifler arasındadır. Bu nedenle önümüzdeki yıllarda da dünya yapay lif üretiminin hızla artma eğiliminde olacağının bir göstergesi olarak düşünülmektedir [4].

Doğal ve yapay liflerin yıllara göre üretim durumu ise Tablo 1.2'de gösterilmektedir. Doğal lifler içerisinde en çok üretilen lif pamuk olurken, son yıllarda sentetik liflerin (polyester, poliamid, akrilik) üretim miktarı doğal liflerin toplamından da fazla bir sayıya ulaşmıştır. Selülozik (viskon, lyocell, asetat vs.) liflerin üretim miktarları ise son 40 yılda önemli sayılabilecek bir artış göstermemiştir. 2011 yılı itibariyle dünya lif üretimi: pamuk 33.232.000 ton, yün 1.320.000 ton, ipek 98.000 ton iken selülozik lifler 4.175.000 ton, sentetik lifler ise 54.415.000 ton olarak gerçekleşmiştir. Buradan da anlaşılacağı üzere petrol kökenli olan sentetik lifler tekstil endüstrisinde en çok kullanılan elyaf olarak göze çarpmaktadır [4].

Tablo 1.2. Doğal ve yapay liflerin yıllara göre üretim durumu [4].

Yıl	**Doğal Lifler (x10^{6}kg)**			**Yapay Lifler(x10^{6}kg)**	
	Pamuk	**Yün**	**İpek**	**Selülozik**	**Sentetik**
2011	33232	1320	98	4175	54415
2010	31807	1295	99	4065	50915
2009	30573	1310	97	3978	47678
2008	28767	1285	98	3826	44994
2007	27203	1201	98	3712	40374
2006	26827	1232	98	3404	37413
2005	25290	1216	97	3251	36296
2004	23693	1214	98	3221	34243
2003	21344	1231	97	2955	32275
2002	21398	1271	92	2783	30694
2001	20536	1317	88	2661	28934
2000	20067	1343	86	2758	28389
1990	19406	1988	66	3189	16191
1980	13575	1599	53	3522	10779

Doğal liflerden tohum lifi denilince akla ilk gelen pamuk lifidir. Pamuk lifi toplam lif tüketiminin neredeyse üçte birini oluşturur. Pamuk; esas yapısı selüloz olan ve tekstilde son derece önemli bir yer tutan liflerin elde edildiği bir bitkidir. Pamuk hem lifi hem de yağı için yetiştirilen en önemli tarımsal ürünlerden biridir. Lifleri tekstil sanayinin en önemli girdisini oluşturmakta, çiğidi bitkisel yağ sanayinde değerlendirilmekte, yağı çıkarıldıktan sonra kalan küspesi ise yem sanayinde büyük önem taşımaktadır.

Dünya genelinde pamuk üretimini gösteren Tablo 1.3' de Çin birinci sırada yer almaktadır. Pamuk üretiminde Türkiye yedinci sırada görülmektedir. Türkiye'de 2006/2007 döneminden itibaren pamuk üretiminde bir azalma görülmektedir. 2010/2011 döneminde az da olsa bir artış gözlenmesine rağmen 2006/2007 dönemine göre % 6,3'lük bir azalma söz konusudur [5].

Tablo 1.3. Dünya pamuk üretimi [5].

ÜLKELER	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11(*)
ÇİN	7,729	8,056	7,991	7,076	7,185
HİNDİSTAN	4,746	5,225	4,921	5,117	5,443
ABD	4,700	4,182	2,790	2,654	3,636
PAKİSTAN	2,155	1,938	1,960	2,155	2,286
BREZİLYA	1,524	1,602	1,193	1,252	1,481
ÖZBEKİSTAN	1,165	1,165	1,002	871	1,002
TÜRKİYE	849	675	457	380	488
AVUSTRALYA	294	139	327	348	479
DİĞER	4,258	3,830	3,218	2,930	3,379
TOPLAM	26,573	26,138	23,400	22,403	24,891

Dünyadaki üretimin düşüşüne paralel olarak pamuk tüketiminde bir azalma söz konusu olmuştur. Tablo 1.4'de 2006/07 dönemi Çin 10.886.000 ton, Hindistan 3.941.000 ton ve Türkiye 1.589.000 ton pamuk tüketimi yapmıştır. Bu veriler 2010/11 yılında ise Çin 10.669.000 ton, Hindistan 4.442.000 ton, Türkiye 1.192.000 tondur. Üretim düşmesine rağmen tüketim artmaktadır. 2008/2009 ve 2009/2010 sezonlarında

tüketimin azalması global krizle bağlantılıdır. 2010/2011 sezonunda tüketimin artış seyrine gireceği tahmin edilmektedir [5].

Tablo 1.4. Dünya pamuk tüketimi [5].

ÜLKELER	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11(*)
ÇİN	10,886	11,104	9,580	10,342	10,669
HİNDİSTAN	3,941	4,050	3,865	4,246	4,442
PAKİSTAN	2,613	2,613	2,449	2,504	2,547
TÜRKİYE	1,589	1,350	1,110	1,219	1,197
BREZİLYA	996	1,002	914	958	1,002
BANGLADEŞ	697	762	816	871	925
ABD	1,074	998	781	740	718
DİĞER	5,157	4,976	4,421	4,469	4,516
TOPLAM	26,953	26,854	23,937	25,349	26,017

Türkiye'deki pamuk tarımı değerlendirildiğinde genelde Ege Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Çukurova ve Antalya yörelerinde yapılmaktadır. Tablo 1.5' de pamuk üretimimizin 2011 yılı itibari ile yaklaşık %50' si Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, %28' i Ege Bölgesinde, %21' i Çukurova'da ve %1' i Antalya yöresinde gerçekleştirilmektedir [5].

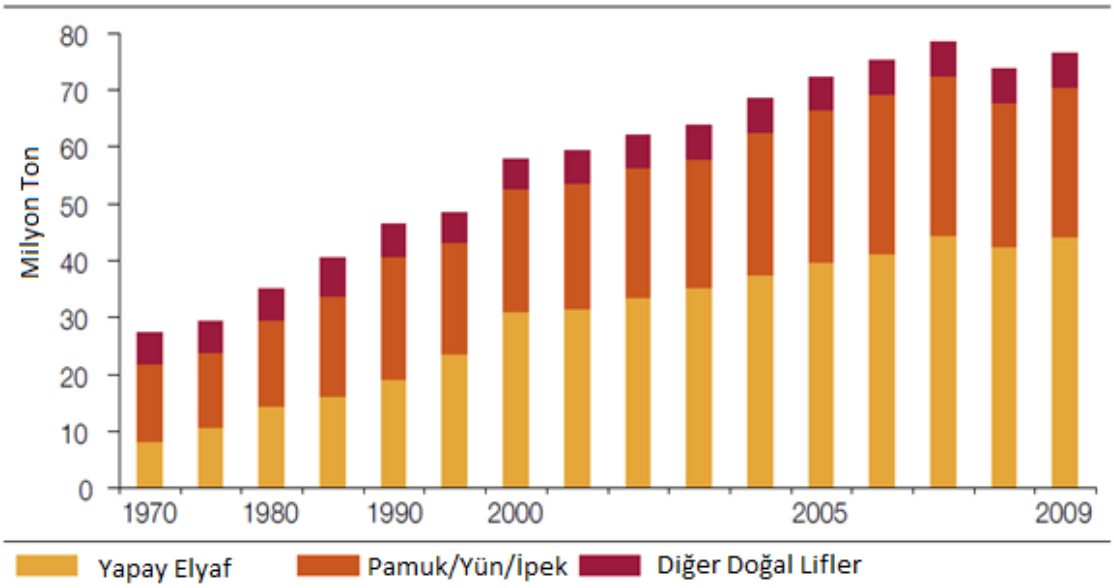
Tablo 1. 5. Türkiye de bölgelere göre pamuk tarımı [5].

	Türkiye'de Pamuk Tarımı (Yıl 2011)	**%**
1	Güneydoğu Anadolu Bölgesi	% 50
2	Ege Bölgesi	% 28
3	Çukurova Bölgesi	% 21
4	Antalya Yöresi	% 1

Tekstil endüstrisi ve buna bağlı dünya pazarı içerisinde doğal liflerin ihtiyaçları karşılayamaması ve üretiminin sınırlı olması nedeniyle yapay liflerin üretimine

başlanmıştır. Yapay lifler arasında sentetik liflerin önemi büyüktür. Sentetik liflerin arasında ise en çok üretilen ve tüketilen lif polyesterdir [6].

İlk önceleri pek kullanılmasa da zamanla kullanımı yaygınlaşmış ve daha da geliştirilmiştir. Polyester lifleri tek başına kullanıldığı gibi doğal ve yapay diğer liflerle karışım halinde de kullanılabilirler [6].



Şekil 1.2. Dünyadaki elyaf talebi değişimi [7]

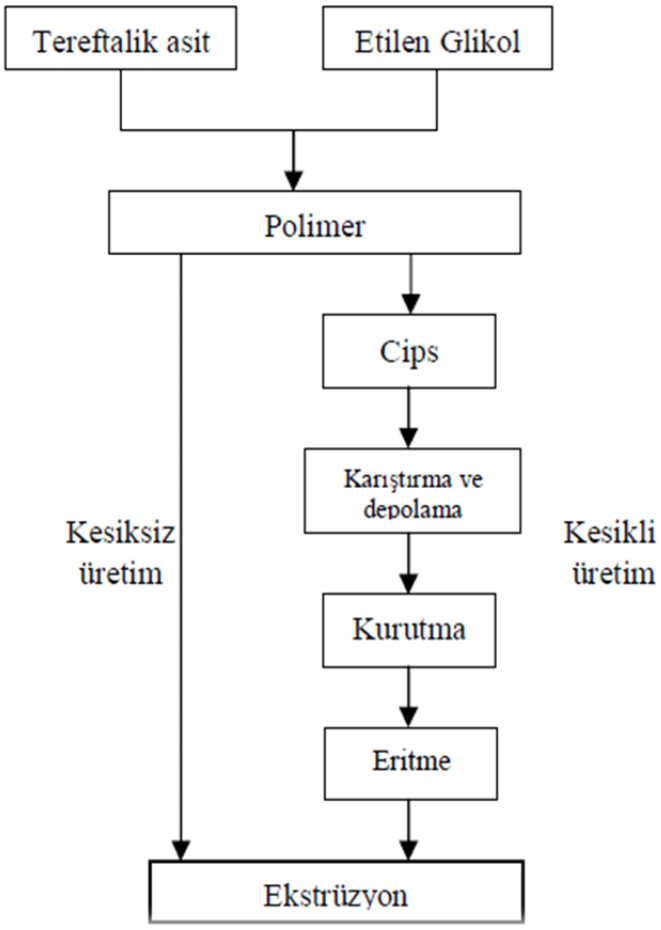
Sentetik lifler 1900'lü yılların başında tüketilmeye başlanmıştır (Şekil 1.2). Üretiminin kolay ve fiyatının uygun olması ayrıca istenilen şekillerde üretilebildiği için sentetik liflere olan rağbet artmaktadır. Ayrıca sentetik liflerin dokusuz yüzey ve endüstriyel tekstil alanında da tercih edilen lifler olması önümüzdeki yıllarda da dünya sentetik lif üretiminin artma eğiliminde olacağının bir göstergesi olarak düşünülebilmektedir. Sentetik liflere her geçen gün yeni özellikler ve nitelikler katıldığından kullanımında artacağı düşünülmektedir [7]. Ancak petrolün tükenmesiyle birlikte polyesterin geleceği hakkında şüpheler de mevcuttur.

1.1. Çalışmada Kullanılan Lifler Hakkında Genel Bilgiler

Bu çalışmada materyal olarak polyester(PES), pamuk(CO) ve viloft lifleri kullanılmıştır. Bu liflerle ilgili genel bilgiler ve çalışmada kullanılan bu elyafların karakteristik özellikleri aşağıda sırasıyla verilmektedir.

1.1.1. Polyester

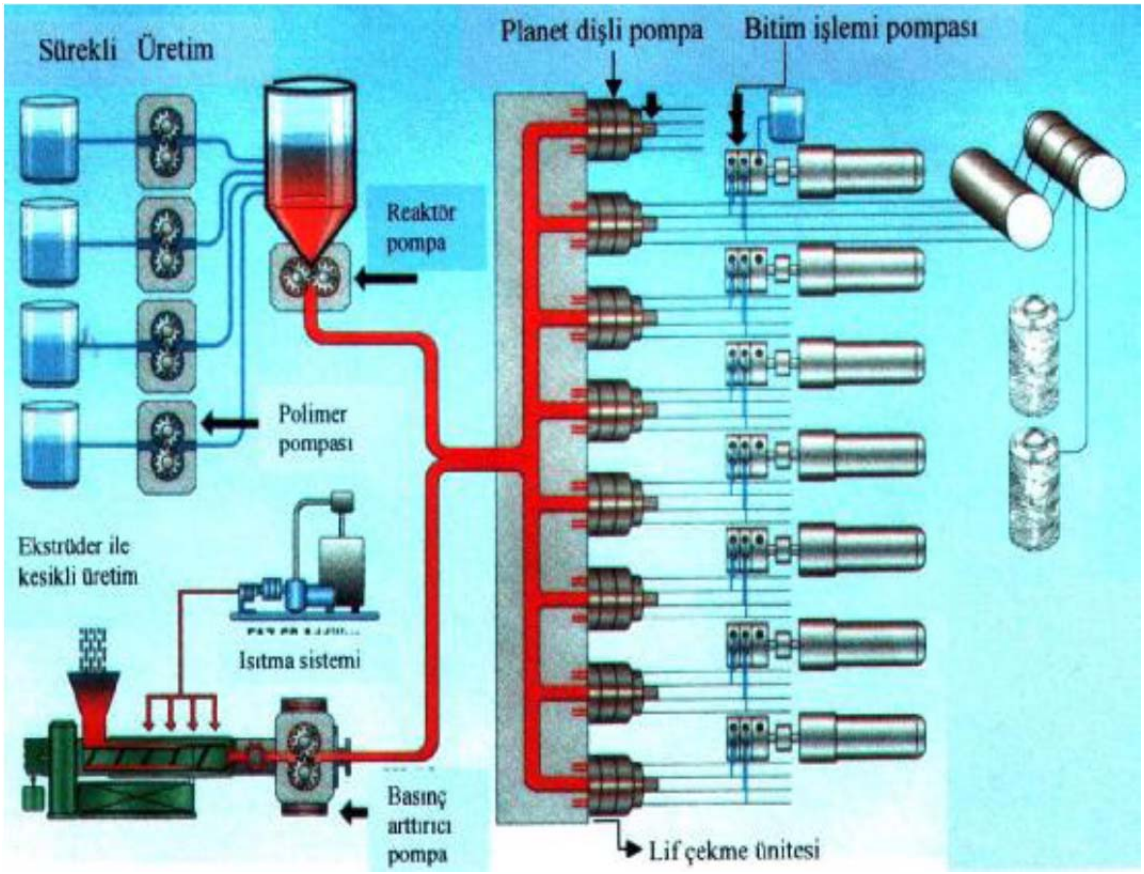
Sentetik bir lif olan polyester, tetreftalik asit ve etilen glikol'ün polimerizasyonu ile oluşan polietilentereftalat (PET) polimerinin eriyikten çekilmesi ile elde edilir. Şekil 1.3' de polyester eriyiğinin elde edilmesi şematik olarak gösterilmektedir. Polyester polimerin oluşturulmasından hemen sonra 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.



Şekil 1.3. Polyester eriyiğinin elde edilmesi [3].

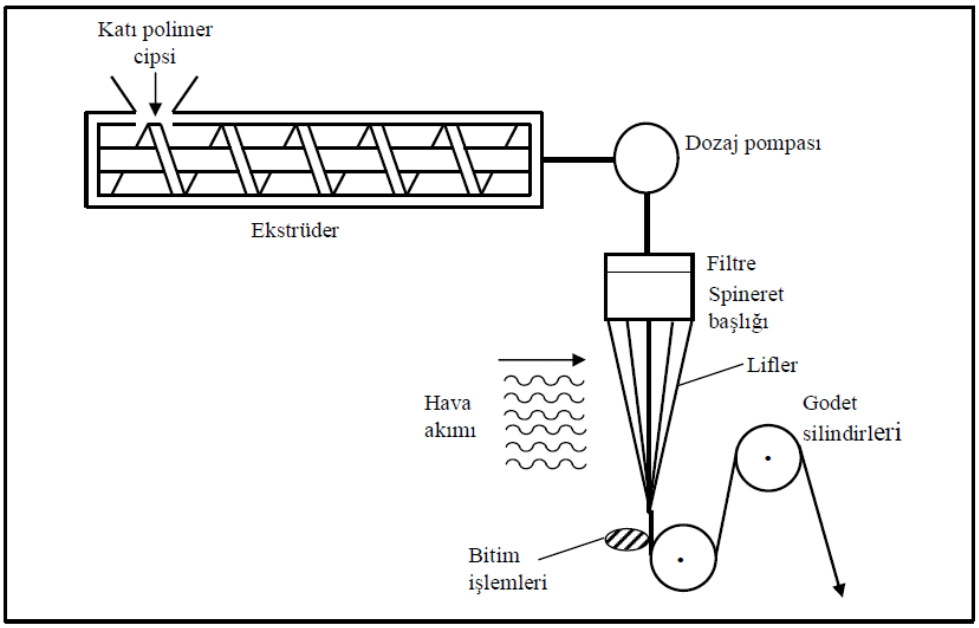
Kesikli üretimde ise polimer elde edildikten sonra cips denilen küçük katı parçacıklar haline getirilir ve üretilecek yere sevk edilir. Polimer granülleri veya cipsleri eriyikten lif çekimi için başlangıç maddesini oluşturduğunda ilk olarak kurutulur ve ekstrüderde eritilir. Kontinü (sürekli) lif çekiminde 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 1.4' de 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, düse ve filtreden önce, bir planet dişli pompa bulunmaktadır. Bu pompa her üretim sisteminde kullanılmasa da, hassas basınç ve sıcaklık değerlerini yakalamak için avantajlıdır. Filtreden geçerek düseye iletilen polimer, buradan nihai basınçta geçer ve soğutma bölümünde filament halini alır. Daha sonra bitim işlemleri yapılır. Bitim işlemlerinden sonra isteğe bağlı olarak ştapel lif üretilir veya filament halinde sarılarak iplik üretimi yapılabilir.



Şekil 1.4. Sürekli ve kesikli (ekstrüder ile) filament üretimi [8].

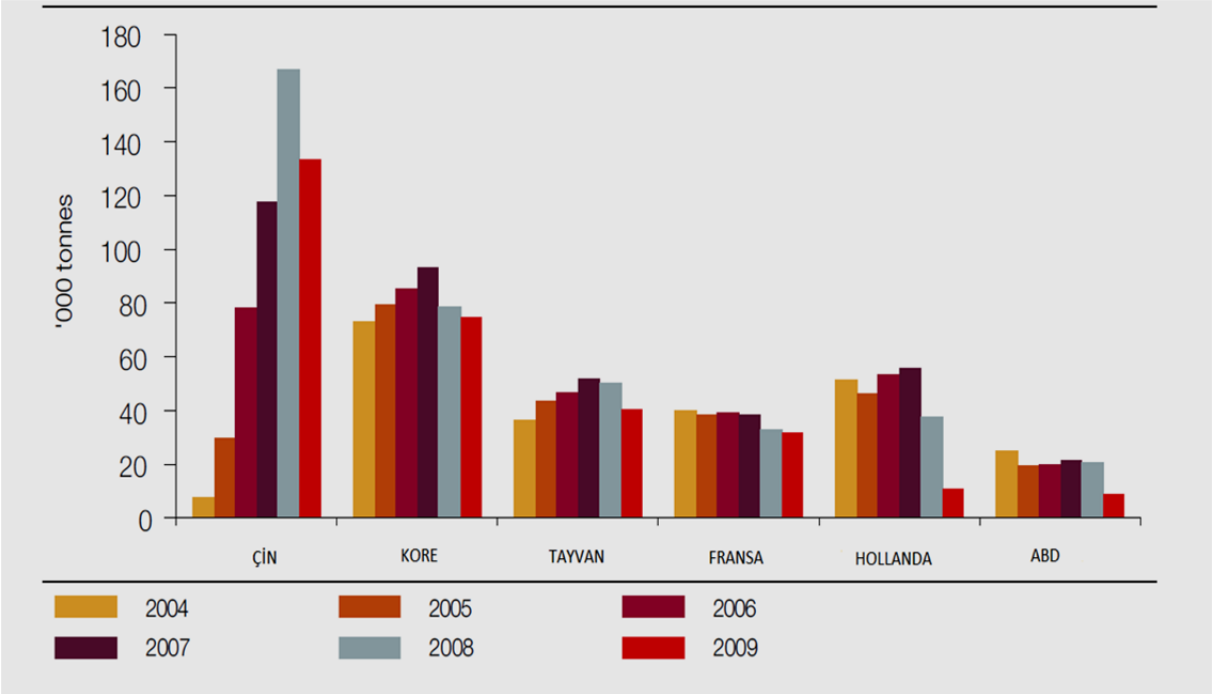
Şekil 1.5'de ekstrüderin kullanıldığı eriyik çekme ünitesi şematik olarak gösterilmektedir. Eritme ızgaralarının kullanıldığı sistemden farklı olarak eritme işlemi burada ekstrüder ile gerçekleştirilir. Ekstrüderden dozaj pompasına iletilen polimer basınç kazanarak lif çekme ünitesine ulaşır ve çıkışta hava ile soğutularak filament elde edilir [3].



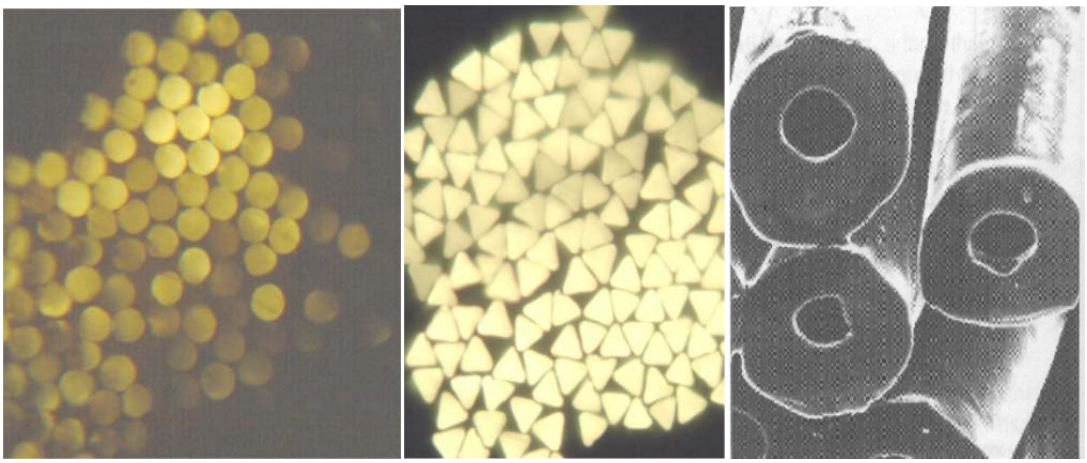
Şekil 1.5. Ekstrüder ile eriyikten lif çekimi [3].

Dünyada başlıca Polyester üreticileri; Çin, Kore, Tayvan, Fransa, Hollanda, ABD, Japonya, İngiltere, Almanya, İtalya**,** Fransa, Türkiye olarak sayılamaktadır. Ancak son yıllarda Çin polyester üretiminde lider ülke olarak öne çıkmıştır [7,9] (Şekil 1.6).

Farklı enine kesite sahip olan polyester elyafları Şekil 1.7'de gösterilmektedir. Polyester liflerinin enine kesitleri düse şekline bağlı olmakla birlikte çoğunlukla daireseldir. İstendiği takdirde değişik düse şekillerinde de (üçgen, yıldız, yarım ay gibi) üretilebilmektedir. Boyuna kesitleri ise düzgün ve pürüzsüz olup cam çubuğa benzemektedir.



Şekil 1.6. En büyük polyester elyaf üreticileri [7].



a) b) c)

Şekil 1.7. Polyester liflerin kesit görüntüsü a) Round kesit görüntüsü b)Trilobal kesit görüntüsü c) İçi boş round kesit görüntüsü.

Polyester iplikler giyim, ev tekstili, perdeler, döşemelik kumaş, battaniye, özel dikiş iplikleri, kürk imitasyonları gibi çok çeşitli alanlarda kullanıldığı gibi teknik tekstil alanında koruyucu kumaşlar, tenteler, brandalar, filtre, keçe, yelken bezi üretimi gibi alanlarda da kullanılmaktadır.

Polyester, sentetik lifler içerisinde yaklaşık %73'lik bir pay ile en fazla kullanım oranına sahip olan liftir. Polyesterin dünya toplam lif pazarının yaklaşık %46'sını oluşturduğu bilinmektedir [10].

1.1.1.1. Polyester Elyafının Tipik Özellikleri

Polyester elyafından üretilen ipliklerin tipik özellikleri aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

-Yüksek mukavemet: Polyester yüksek mukavemet özelliği göstermektedir.

-Mükemmel Yaylanma (Rezilyans) Özelliği: Elyafa rezilyans; tekstil madde ve mamüllerin giyim, kullanma ya da yıkama sırasında katlama sıkıştırma ve bükülmeden sonra eski haline dönebilme kabiliyetidir. Bilindiği üzere rezilyanslık özelliği en fazla halıda aranmaktadır.

- Gün ışığına karşı yüksek dayanım: Cam ve akrilik elyafından sonra gün ışığına karşı en dayanıklı elyaftır.
- Yüksek buruşmazlık özelliği
- Sulu kirlere karşı absorbansının olmaması
- Temizleme kolaylığı olması
- Düşük rutubet emme özelliği
- Çabuk kuruma özelliği
- Kimyasallara karşı dirençli olması
- Güve dayanımı olması
- Küflenme dayanımı olması
- Anti alerjik olması
- İyi boyut stabilitesi
- İyi renk haslığı
- Sürtünme haslığı
- Uzun ömürlü olması
- Yumuşak tutumlu olması

1.1.2. Pamuk

Pamuk lifi tekstilde kullanılmaya başlandığı günden bu yana giderek önem kazanan ve günümüzde de önemini hala koruyan bir tekstil hammaddesidir. Pamuk;

esas yapısı selüloz olan ve Gossypium ailesine mensup pamuk bitkisinin tohumuna bağlı olarak bulunan doğal, tek hücreli bir tohum lifidir.

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 [11].

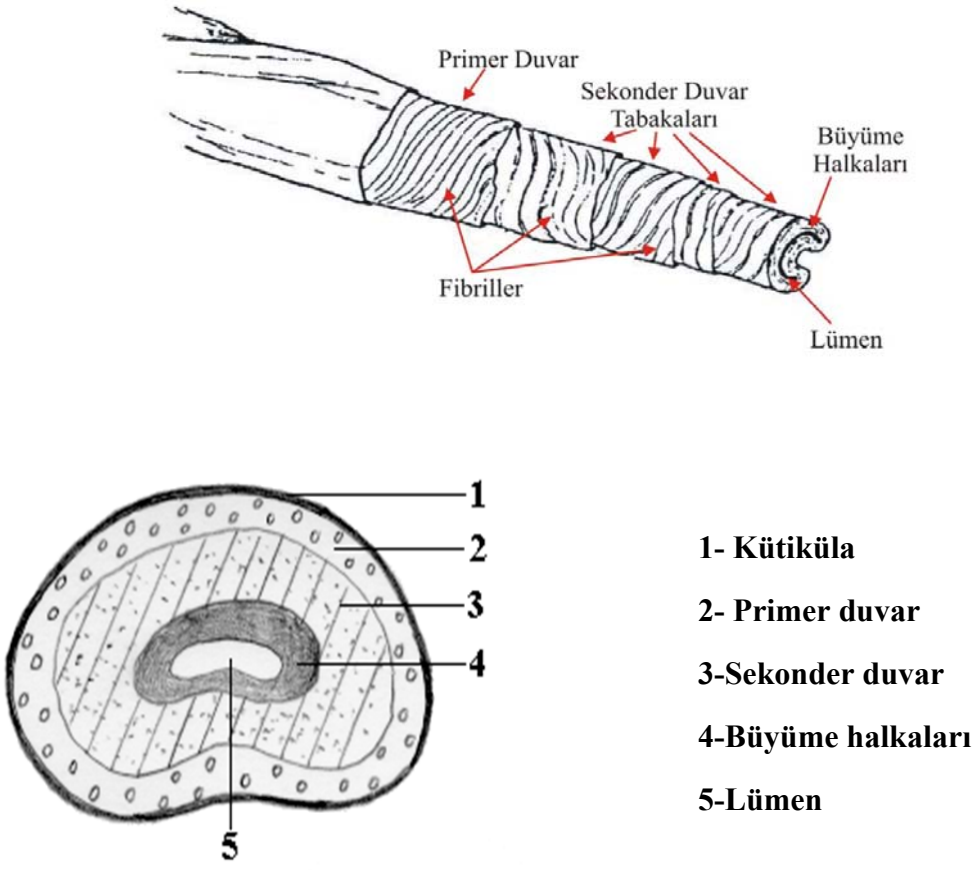
1.1.2.1. Pamuk Üretimi

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, yapay ipek yapımında kullanılır. Pamuk tohumları yağ bakımından çok zengindir. Pamuk yağı üretilerek yağı alınmış tohumlar, havan yemi olarak tüketilir [11].

Pamuk lifinin boyuna ve enine kesiti Şekil 1.8’ de verilmektedir. Pamuk kesitinin en dışında 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 kütlesini 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 [9].

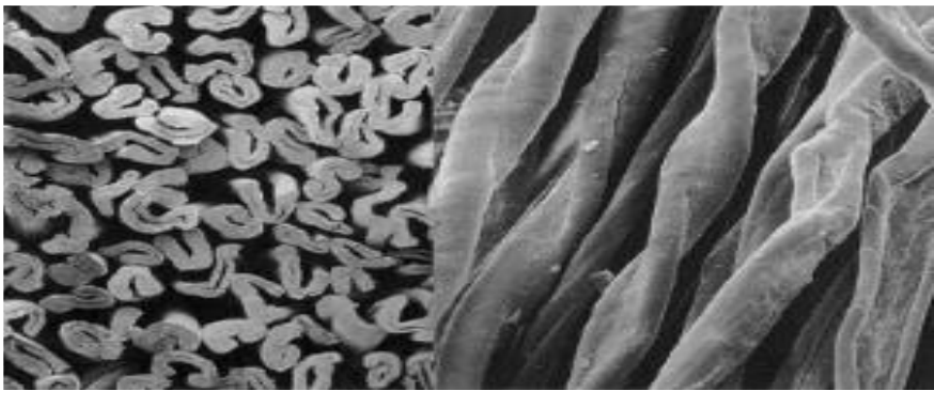


Şekil 1.8. Pamuk Lifinin boyuna ve enine kesit şekli [11].

Pamuk lifinin kimyasal yapısı, bitkinin yetişme koşullarına göre kısmen farklılıklar gösterir. Kimyasal yapısı incelendiğinde, makromoleküllerinin 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 [11]. Pamuk liflerinin mikroskop altında enine ve boyuna kesit görünümleri Şekil 1.9 'de verilmektedir. Ham pamuk lifi mikroskop altında düz bir şerit şeklinde görünmektedir. Lifin bükülmesi ile oluşan ve lifin cinsi bakımından çok önemli olan kıvrımlara torsiyon adı verilmektedir. Büklüm her pamukta aynı değildir. Büklüm kontrolü ile lifin olgunlaşıp olgunlaşmadığı anlaşılır. Olgunlaşmış liflerdeki torsiyon sayısı 60-160 adet/cm'dir.



Şekil 1.9. Pamuk lifinin enine ve boyuna SEM görüntüsü [12].

Pamuk lifleri; iç çamaşırları, bluzlar, tişörtler, bayan dış giysileri, erkek takım elbiseleri, iş önlükleri, tulumlar, yağmurluklar, dikiş iplikleri gibi oldukça yaygın bir kullanım alanına sahiptir.

1.1.2.2. 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 inceliktir. 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 [13].

Mukavemet: Pamuk liflerinde uzunluk ve incelikle birlikte aranan özelliklerden biri de mukavemettir. Sağlam iplik sağlam pamuk liflerinden yapılacağı için mukavemet tekstilde çok önemlidir [13]. 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 ¼'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 [14].

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 gelişememiş lifler, ince duvarlı ve büklümsüz görünüştedir. Bu tür liflere ölü pamuk da denilir. Bunlar, zayıf ve kırılgan 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 [14].

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 büklümler elastikiyeti arttırır ve aynı zamanda bükülebilirliğini de arttırdığından iplik yapımını kolaylaştırır [15].

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 [14].

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 [15].

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 [13].

Sertlik ve yumuşaklık: Genellikle yumuşak tutumlu olan liflerin iplik olma yetenekleri yüksek olur. Pamukta yumuşak olan lifler ince, uzun ve daha fazla büklümlü olan liflerdir. Pamuk liflerinde uzunluk arttıkça incelik ve de büklüm sayısı da artmaktadır. Bu nedenle de yumuşaklık artarken sertlik dereceleri de azalmaktadır [14].

Parlaklık: Pamuk lifleri, yapısındaki büklümler sebebiyle pek parlak olmayan liflerdir. Pamuk liflerinde parlaklık lif uzunluğuna bağlı olarak artar. Ayrıca pamuktaki parlaklığı arttırmak için merserizasyon işlemi yapılır. Merserizasyon işlemi ile lifteki kristalin bölgeler şişer, büklümler açılır ve parlaklık artar. Bu işlem ayrıca pamuğun boya alma özelliğini de arttırır [14].

1.1.2.3. Pamuk Liflerinin Kimyasal Özellikleri

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

- Büyük molekül gruplarının (makromolekülün) kimyasal yapısı; yani molekülleri oluşturan yapıtaşları, bunları birbirine bağlayan bağlar, zincir uzunluğu, zincir yapısı, uç grupların cinsi, ortalama polimerizasyon derecesi.
- Makromoleküllerin lif içindeki yerleşimleri; yani kristalin ve amorf bölgeler, lif eksenine göre makromoleküllerin yerleşme şekli.
- Elyaf içinde bulunan yabancı maddeler.

Moleküler yapıda kristalin bölgenin amorf bölgeye oranı lifin kimyasal ve fiziksel özelliklerine etki eder. Liflerde kristallenme 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 arttırır. Sulu çözeltilerin lif içerisine nüfuz etmesi kolaylaşır. Dolayısıyla lifin kimyasal maddelere karşı dayanıklılığı azalmış olur.

Tekstilde kullanılan selülozik esaslı liflerde makromolekül 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 [15].

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 [15]. 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 arttırır. Sulandırılmış alkali çözeltilerinin pamuk lifleri ve mamulleri üzerinde etkileri suyun etkisi gibidir [14].

Asitlerin etkisi: Kuvvetli asitler, selüloz makromolekülünü oluşturan glikoz yapıtaşlarını birbirine bağlayan oksijen köprülerini koparır. Bunun sonucunda makromoleküller daha küçük parçalara bölünür ve polimerizasyon dereceleri düşer. Asitler tarafından zarara uğratılan selüloz liflerinin, kopma dayanımları ve diğer özellikleri de olumsuz etkilenir [14].

Yükseltgen maddelerin etkisi: Yükseltgen maddeler ılıman koşullar altında selüloz elyafı ile çeşitli reaksiyonlar gösterirler. Selüloz makromoleküllerini 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 makromoleküllerin parçalanması demektir [14].

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 [11].

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 [13].

1.1.2.4. 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 tutarlığı 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 [16]. Tablo 1.6' 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 1.6. Pamuk lifi inceliğinin sınıflandırılması [16].

Mikroner	**Tanımlama**
3.0 dan az	Çok ince
3.0-3.6	İnce
3.7-4.7	Orta
4.8-5.9	Kaba
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 [16]. Tablo 1.7'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 1.7. Pamuk lifinin olgunluk indeks sınıflandırılması [16].

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 [16]. Tablo 1.8'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 1.8. Pamuk lifinin üniformite indeks sınıflandırılması [16].

Üniformite indeksi	**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 [16]. Tablo 1.9'da Pamuk lifinin kısa lif indeks sınıflandırılması verilmiştir. Buna göre kısa lif indeksi 18 ve üstü olan çok yüksek olurken 6'nin altı olanlar çok düşük olarak değerlendirilir.

Tablo 1.9. Pamuk lifinin kısa lif indeks sınıflandırılması [16].

Kısa lif indeksi	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 [16]. Tablo 1.10' da 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 1.10. Pamuk lifi mukavemetinin sınıflandırılması [16].

Mukavemet (gr/tex)	Tanımlama
21'den az	Çok zayıf
22-24	Zayıf
25-27	Orta
28-30	Kuvvetli
31ve 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. Tablo 1.11' de 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 [16].

Tablo 1.11. Pamuk lifi uzamasının sınıflandırılması [16].

Uzama	**Tanımlama**
5'nin 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 (H_2O) 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. Tablo 1.12'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 [16].

Tablo 1.12. Pamuk lifi nem sınıflandırılması [16].

Nem	**Tanımlama**
4.5'nin 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 [16].

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 [16].

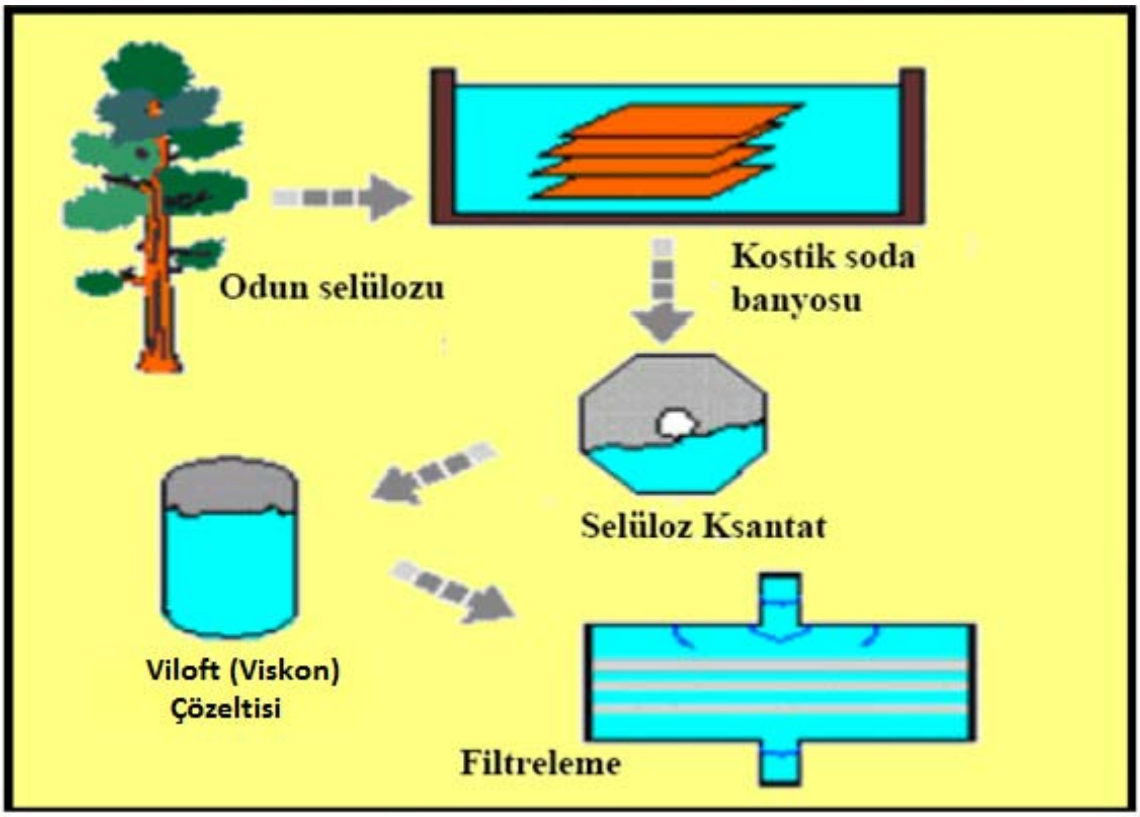
Renk derecesi (CG): Bir pamuğun renk derecesi iki filtreli bir kalorimetrede belirlenir. Bu objektif metod,(USDA) pamuk derece standartlarını kontrol etmek amacıyla 1940'ların başında Nickerson ve Hunter tarafından geliştirilmiştir. Bugün bu yerini tamamen pamuk sınıflandırıcısıyla subjectif görsel derecelendirmeye bırakılmıştır [16].

1.1.3. Viloft

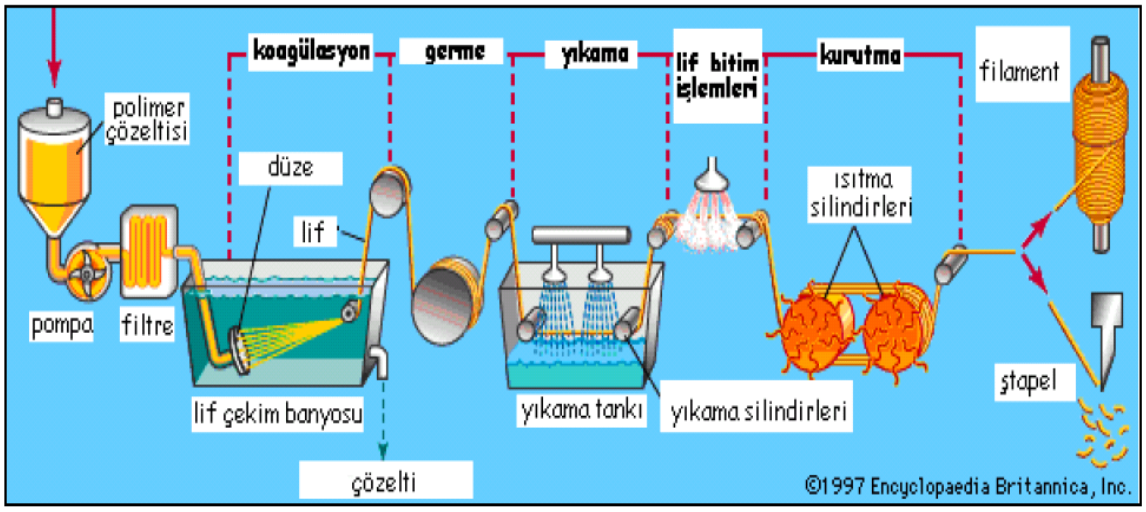
Viloft Kelheim firması tarafından üretilen özel bir viskon elyafıdır. Viloftun kimyasal yapısı ve üretimi viskon ile aynı olmasına rağmen sadece kullanılan düse farklıdır. Okaliptüs ağacının kabuk kısımlarının çıkarılmasından sonra elde edilen keresteler yapraklar şeklinde küçük boyutlarda dilinir ve elde edilen selülöz parçacıkları preslenerek katı yapraklar haline getirilir (Şekil 1.10). Viloft üretimi için bu selülozun bir çözelti içerisinde çözünmesi gerekmektedir. Selüloz hammaddesi kostik soda ve sodyum bisülfit ile işlem görerek yabancı maddelerden arındırır. Selüloz hamuru kostik soda çözeltisi (NaOH) ile işlem görerek alkali selüloz haline dönüşür. Alkali selüloza, ön olgunlaştırma işleminden sonra karbon sülfür (CS_2) ilave edilerek selüloz ksantat elde edilir. Seyreltik sodyum hidroksit ilavesi ile de viskoz adı verilen ve koyu kıvamda bir çözelti elde edilir.

Bu çözelti, filtreleme ve temizleme işlemlerinden sonra yaş çekim adı verilen çekim ünitesine sevk edilir. Şekil 1.11' de gösterilen yaş çekim ünitesinde viskoz (viloft) çözeltisi koagülasyon (katılaştırma) banyosu içinde bulunan filtre ve düse elemanlarına pompa yardımıyla sabit basınçla sevk edilir. Buradan, içerisinde birden çok küçük delik bulunan spineret (düse) adı verilen ve özel bir profile sahip olan üretim kafasına basınçla basılan çözelti, koagülasyon banyosu içerisinden geçerken katılaşır ve germe, yıkama ve kurutma işlemlerinden sonra filament üretimi için bobine sarılır. Filamentler tow şeklinde bir araya getirilir. Kesme işlemi ile de stapel (kesikli) hale

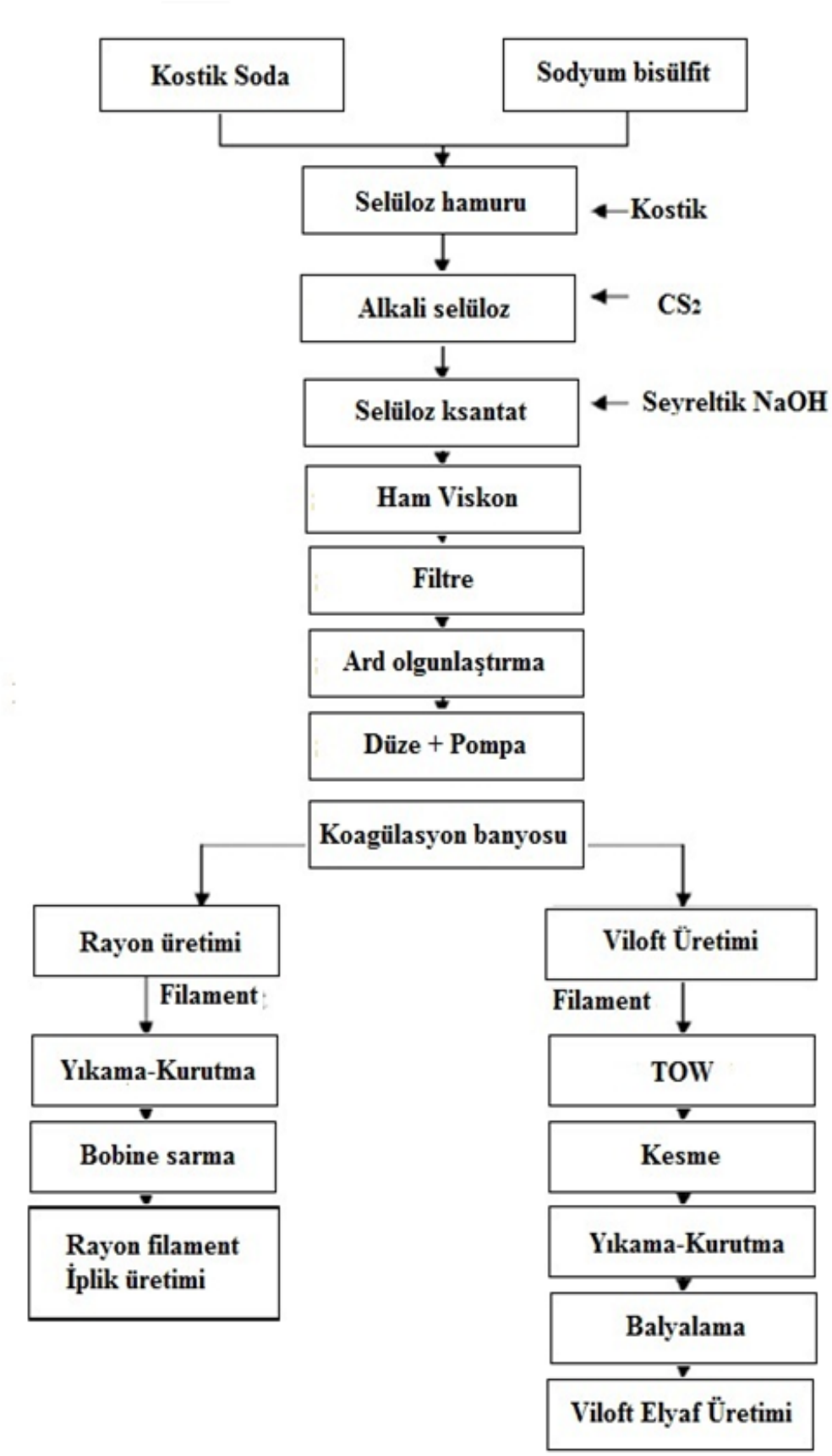
dönüşür. Yıkama ve kurutma işlemlerinden sonra balyalanır ve viloft elyafı elde edilir. Şekil 1.12 ise viloft üretimi şematik olarak göstermektedir.



Şekil 1.10. Viloft(Viskon) çözelti eldesi [18].

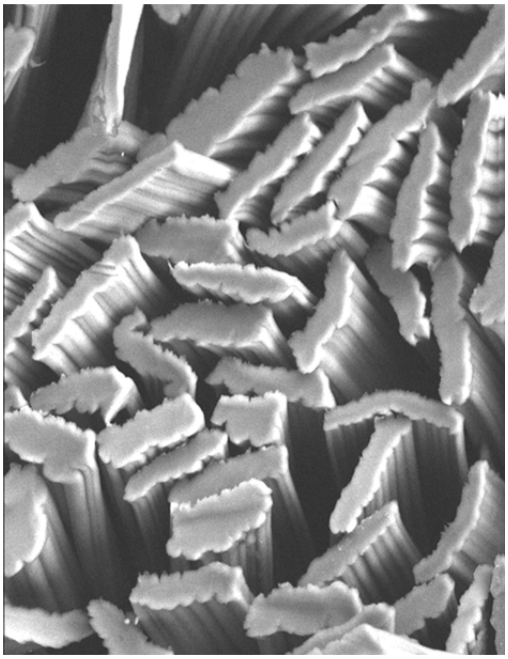


Şekil 1.11. Viloft üretimi için yaş çekim ünitesi [18].



Şekil 1.12. Viloft üretim aşamaları [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.



Şekil 1.13.Viloft lifinin enine kesit şekli [17].

Viloft elyafının üretici tarafından bildirilen mekanik özellikleri Tablo 1.13' de gösterilmektedir. Viskona benzer olarak viloftun yaş mukavemeti kuru mukavemetine göre düşüktür. Yaş uzama değerleri ise kuru uzama değerinden daha yüksektir.

Tablo 1.13. Viloft elyafının fiziksel değerleri [17].

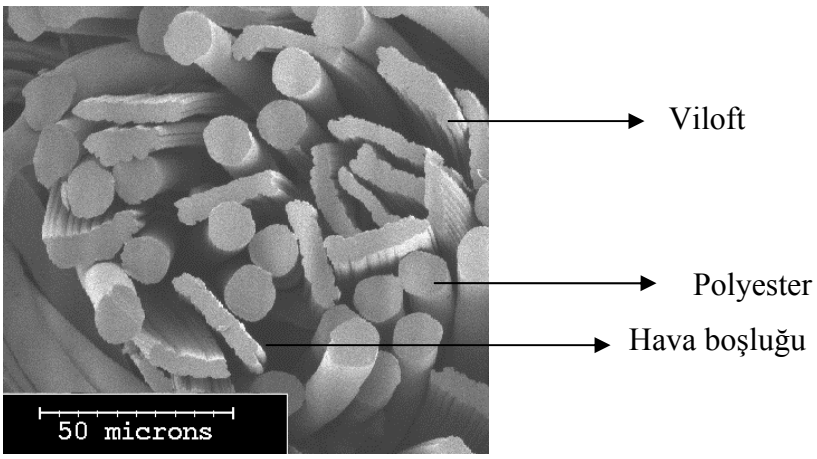
Özellik	**Birim**	**Değer**
Kuru Mukavemet	CN/tex	18-22
Yaş Mukavemet	CN/tex	10-16,5
Kuru Kopma Uzaması	%	18-25
Yaş Kopma Uzaması	%	28-33

Tablo 1.14' de ise farklı stapel uzunluğa ve lineer yoğunluğa sahip olan ve ticari olarak üretilen viloft elyaf özellikleri görülmektedir.

Tablo 1.14. Viloft elyafının lineer yoğunluk ve uzunluk değerleri [17].

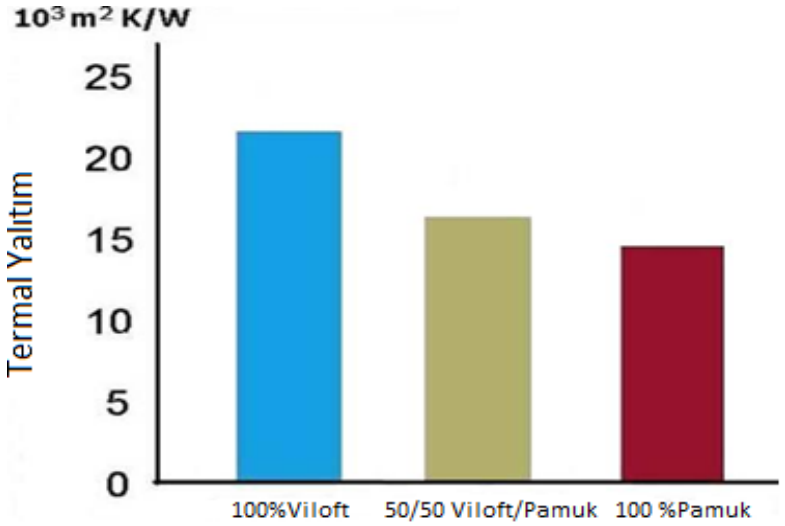
Dtex	**Elyaf Uzunluğu**	**Parlaklık**
1.9	38	Parlak
2.4	38,51	Parlak/mat
2.4	Daha yüksek	Parlak

Viloftun en önemli özelliklerinden bir tanesi sahip olduğu yassı kesitten dolayı iplik içerisinde, özellikler polyester ile karışım halinde kullanıldığında, hava boşlukları oluşturmasıdır. Bu sayede iplik içerisindeki hava miktarı arttığından bu ipliklerden yapılacak olan kumaşların termal değerlerinin geliştirilebileceği öngörülmektedir. Özellikle termal yalıtım değerleri iyileşmektedir.



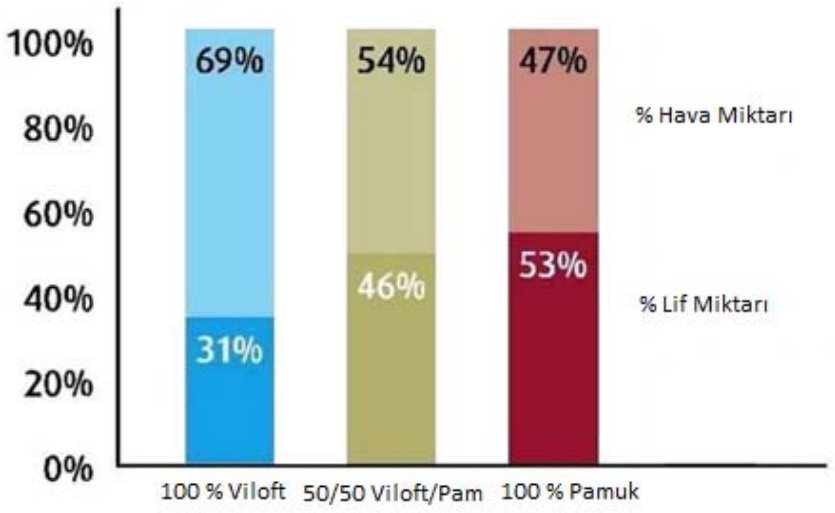
Şekil 1.14. Viloft/polyester lifinin enine kesit şekli [19].

Şekil 1.15 ‘de viloft ile pamuk karışımlarının termal yalıtım (resistence) değerleri görülmektedir. Buna göre en iyi yalıtımı %100 viloft kullanılan kumaş gösterirken %100 pamuk en düşük yalıtımı vermiştir.



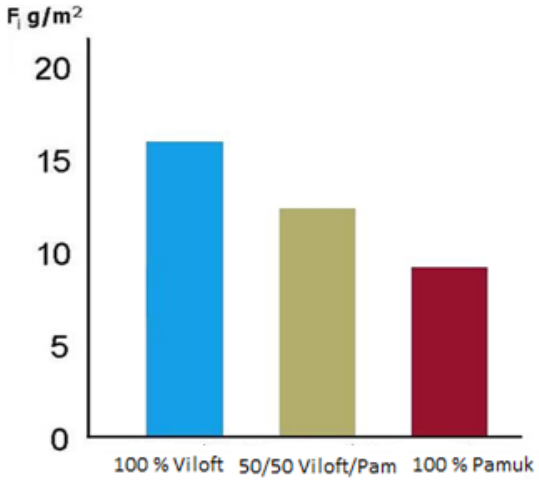
Şekil 1.15. Viloft, viloft/pamuk, pamuk elyaflarının termal yalıtım değerleri [19].

Viloft elyafının yassı kesiti iplik içerisinde hava boşluklarının oluşmasına sebep olmaktadır. Şekil 1.16’da viloft ile pamuk karışımları içerisinde oluşan hava miktarı ve elyaf oranı değerleri görülmektedir. Buna göre iplik içerisinde en fazla hava miktarı %100 Viloft kullanıldığında elde edilmiştir.



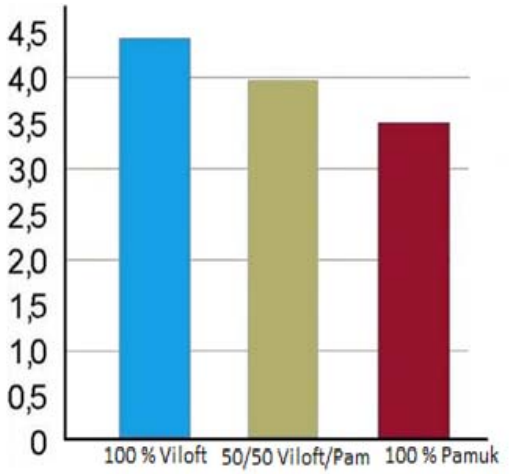
Şekil 1.16. Viloft, viloft/pamuk, pamuk elyaflarının havayı içlerine hapsetme oranı [19].

Viloft elyafının önemli avantajlarından biri de rutubeti deriden absorbe etme özelliğidir. Bu giyen için konforlu kuru bir his verir ve aynı zamanda bakterilerin üremesine tabii şekilde engel olur. Şekil 1.17'de viloft ve pamuk kullanıldığında elde edilen su buharı geçirgenlik değerleri görülmektedir. Burada viloftun en yüksek su buharı geçirgenliği değerine sahip olduğunu görmek mümkündür.



Şekil 1.17. Viloft, viloft/pamuk, pamuk elyaflarının su buharı geçirgenliği [19].

Şekil 1.18'de ise viloft ve pamuk kullanılarak oluşturulan kumaşların pilling davranışları görülmektedir. %100 viloft kullanıldığında daha fazla pilling oluştuğu görülmüştür. Bunun en büyük sebeplerinden bir tanesinin viloftun sahip olduğu yassı kesitten dolayı iplikte tüylülüğe sebep olması olarak düşünülebilir.



Şekil 1.18. Viloft, viloft/pamuk, pamuk elyaflarının pilling davranışları [19].

Yukarıda sayılan termal özelliklerinden ve su buharı geçirgenliği değerlerinden dolayı viloft elyafı insan tenine yakın olabilecek iç çamaşırı, çorap, tişört ve spor giyim gibi alanlarda kullanılabilecek olan bir elyaftır.

1.2. Tekstilde 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 [20].

Son yıllarda önem kazanan konulardan birisi de giyim konforudur. İnsanların giydiği giysi içerisinde kendilerini tam olarak rahat hissetmeleri çok önemlidir. Giyim konforu üç farklı parametrenin bir arada değerlendirilmesiyle elde edilen bir özelliktir. Bunlardan insan vücudu ve mikroklima (çevre) şartları sabit veya değiştirilmeyen parametre olarak tanımlanırken giysi değiştirilebilir olan bir parametredir [21]. Kişinin konfor hissini belirleyen, insan teniyle giysi arasında kalan ve mikroklima olarak da adlandırılan hava tabakasıdır. Mikroklima, çevresel faktörlerden, kişinin aktivite düzeyinden ve giysi özelliklerinden etkilenmektedir [22]. Mikroklimayı, dolayısıyla konforu etkileyen bu faktörlerden çevresel etkenlere, kişinin fiziksel durumuna ve aktivite durumuna istenildiği ölçüde müdahale edilemediğine göre, konforun iyileştirilmesi ancak giysi özelliklerinin değiştirilmesi ile sağlanabilmektedir. Dolayısıyla giysi özelliklerinde yapılacak değişiklikler mikroklimayı etkileyerek kişinin konfor durumunu belirleyecektir.

Birçok araştırmacı konforu nötr bir his olarak tanımlar. Bir kişinin konforlu sayılabilmesi için çevre sıcaklığı, nem, rüzgar 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 [23]. Yapılan çalışmalar, bu memnuniyetsizlik duygusunun, yani konforun negatif olarak değerlendirilmesinin, pozitif değerlendirmeye göre daha kolay olduğunu göstermiştir [24].

Konforsuzluk rahatsız olma, soğuk, sıcak, acı, batma, kaşınma, soğukluk hissi, ıslaklık ve giysi içinde aşırı terleme gibi bir kaç kelimeyle kolaylıkla ifade edilmektedir. Bu nedenle, konfor için çok kabul görmüş bir tanım "konforsuzluktan (rahatsızlıktan) ve acıdan bağımsız, doğal bir durum" şeklindedir [29].

Hollies ve Fourt'in incelemelerinde konfor, ısıl (termal) ve termal olmayan bileşenleri (yüzey karakteri, mekanik bitim işlemleri, dökümlülük, dikilebilirlik, elektrostatik özellikler vb.) içeren, kullanıcının durumu (çalışma durumu, çeşitli 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 [26].

Konfor, tüketicilerin giysi seçiminde en önemli parametrelerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sebepledir ki, günümüzde pek çok bilim insanı konfor kavramını araştırmakta ve konforu etkileyen parametreleri belirlemeye çalışmaktadır. Bu araştırmacılar konfor kavramını çeşitli biçimlerde tanımlamışlardır. Hatch, "giysi konforunun kişilerin giydikleri giysilerin fizyolojik ve psikolojik olarak farkında olmaması" durumu olduğunu belirtirken [27]; Li, konforun fiziksel, fizyolojik ve çevresel faktörlerden etkilendiğini ve ortaya çıkan fizyolojik algılar arasında oluşan bir etkileşim durumu olduğunu belirtmiştir [25]. Konfor araştırmacıları tarafından yapılan çeşitli tanımlamalara karşın kişilerin çevre ve giysilerinden memnun olma yani konforlu olma hali kişiden kişiye değişebilen bir durumdur ve bu sebeple konfor kavramının tam bir tanımının yapılması mümkün olmamaktadır. Yani aslında konfor kişilerin algılarına bağlı olarak değişen subjektif bir değerlendirmedir.

Konfor, kumaş ve giysilerin ısı veya nem transfer özellikleri ile mekanik özelliklerinin kompleks etkisi olarak tanımlanabilir. Giysinin vücutla temasında oluşan kuvvet, giysinin deforme olabilme yeteneği, kumaşa dokunulduğunda algılanan rijitlik, sertlik, yumuşaklık gibi fiziksel özellikler konfor değerlendirmesi üzerine etkili olmaktadır [28].

Giysi, insan ile yaşadığı çevre arasında koruyucu bir tampon görevi yapmakta ve sağlıklı bir yaşam için önemli bir rol üstlenmektedir. İnsanın yaşadığı ortamın iklim şartlarına uyum gösterebilmesi, üzerinde hiçbir baskı ve sınırlama hissetmeden özgürce hareket edebilmesi, yaptığı aktivitelerden keyif alabilmesi kullandığı tekstil

malzemeleri/giysileri ile yakından ilgilidir. Giysinin, giyen kişi tarafından fizyolojik ve psikolojik olarak hissedilmeden hareket rahatlığı vermesi, çevre sıcaklık değişimlerine karşı termoregülasyon sistemi görevi üstlenmesi, görünüm, estetik ve tutum özellikleri ile psikolojik açıdan mutlu hissettirmesi insanın yaşadığı çevreye daha kolay uyum göstermesini sağlamaktadır. Giysilerin tüm bu işlevleri, 'giysi konforu' olarak nitelendirilmekte ve insanların yaşam standardını yükseltmeye yönelik olduğu için, giysi konforunun iyileştirilmesine ilişkin çalışmalar gittikçe artan bir ölçüde hem araştırmacıların hem de sektördeki üreticilerin ilgisini çekmektedir [29].

İdeal bir giysilik kumaş termal konfor açısından üç önemli özelliğe sahip olmalıdır:

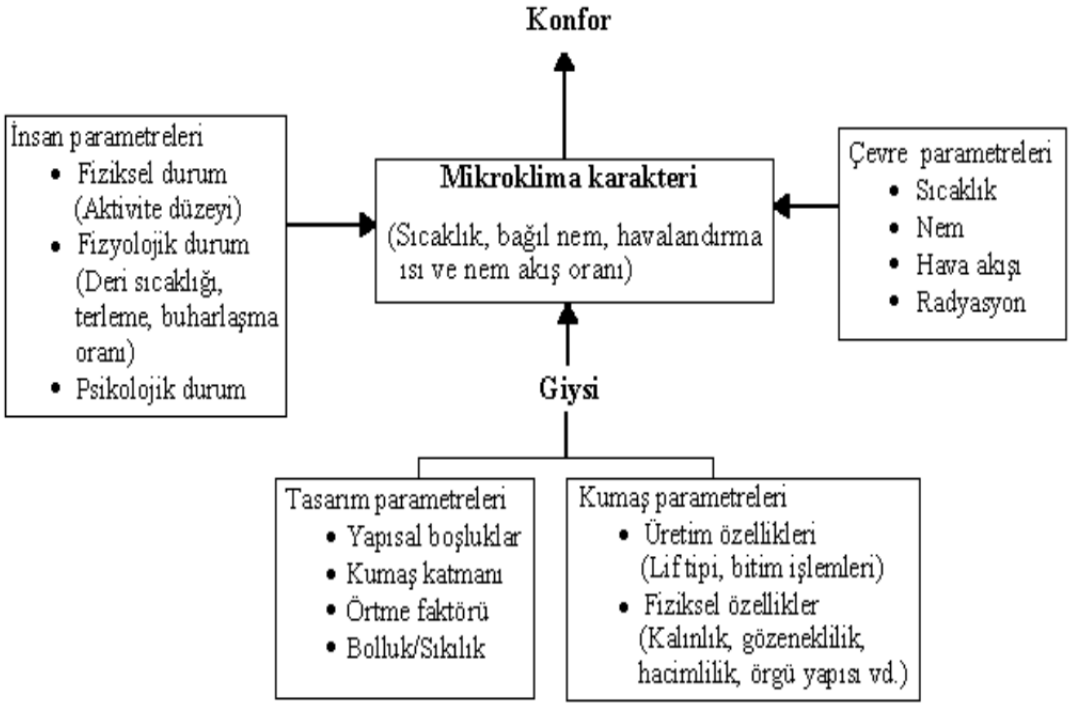
-Soğuktan korunmak için yüksek termal direnç,
-Ilıman iklim koşullarında etkili ısı transferi için su buharı direncinin düşüklüğü ve
-Terleme nedeniyle rahatsızlık hissini önlemek için sıvı taşıma özelliğinin yüksek olması.

Yüksek konforlu bir giysinin yukarıdaki özelliklere ek olarak; hareket rahatlığı (giysinin vücut hareketlerine kolaylıkla uyum sağlaması), çabuk kuruma, yumuşaklık ve deriyi tahriş etmeme, hafiflik, dayanıklılık, beğenilen bir tutum ve kolay bakım gibi özellikleri de sağlaması beklenmektedir [30].

Sırasıyla fizyolojik, psikolojik, nörofizyolojik ve fiziksel faktörlerin etkileşimi tatmin edici seviyeye ulaştığında konfora ulaşılabilmektedir. Konfor, güdülerin birleşiminin beyindeki görme, işitme, koklama, tatma ve dokunma gibi çeşitli reseptörlerden sinirlere doğru geçişiyle algılanır. Bunların dışında aslında giyim konforu cilt duyusal sistemleriyle ilgilidir. Giyim konforu “hoşnutsuzluk ya da rahatsızlık hislerinin eksikliğidir” veya “hareketsiz bir durumun memnuniyetinin daha aktif bir durumda olan memnuniyetle karşılaştırılmasıdır” [31].

Konforu etkileyen birçok faktörü nitelendirmek zordur. Bununla birlikte hoşnutsuzluk hissi veren konforsuzluğu, rahatsızlığı algılamak veya ne giydiğinin farkında olmak olarak daha kolay nitelendirilebilir. Giyim konforu, bu yüzden vücut fonksiyonlarına giysinin ne kadar iyi yardım ettiği veya en azından vücut fonksiyonlarının bozulmasını en az düzeye indirmenin bir ölçüsüdür [32].

Mikroklimayı etkileyen faktörler Şekil 1.19' da gösterilmiştir. Mikroklima karakteri esas olarak giysi, insan ve çevre olmak üzere üç parametreye bağlıdır [22]. Tekstilde konfor için ilk olarak tekstil hammaddesi olan lifler önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Liflerin makro-moleküler yapısı ısıl ve nem özellikleri, incelik, kesit şekli kıvrım vb. fiziksel özellikleri konfor için önemlidir. Ayrıca liflerden eğrilen ipliklerin yapısı, numarası, iplik oluşturma sistemleri konfor için önemli parametreler olarak sıralanabilir. İpliklerden elde edilen kumaşların kalınlığı, konstrüksiyon tipi (örme, dokuma vb), sonradan kumaş üzerine uygulanan terbiye ve apre işlemleri de konforu etkileyen parametreler olarak görülmektedir. Konfor tanımlayıcı kaba dokunmuş, esnek, rijit, su geçirmez, yumuşak, ince, ısıtan, sıcak tutan, soğuk tutan, örten, kaşındırıcı, sıkı-gergin, çok parlak, canlı, zorlama-zorlayıcı, kalın, ıslak, nemli, kuru, ipeksi, iyi his veren özelliklerde olabilir [33].



Şekil 1.19. Mikroklimayı etkileyen faktörler [22].

Örtünmüş bir vücut, deri üzerindeki ve giysinin altındaki mevcut klima şartlarını hisseder. Bir giysi giydiğimizde, vücudun ürettiği ısı ve nem, çevreye verilmeden önce vücut ve kumaş katı arasındaki hava tabakasında bekleyerek vücut

üzerindeki mikro klimanın karakterini belirler ve bunun sonucunda konfor hislerini belirler [22].

1.2.1. Konfor Parametreleri

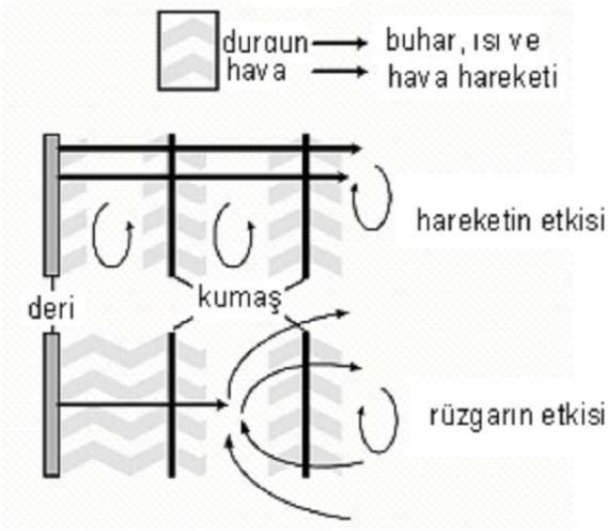
1.2.1.1. Çevre Parametreleri

Konforu etkileyen üç önemli faktörlerden birisi çevre faktörüdür. Isı transferi etkileyen başlıca çevre parametreleri şunlardır:

Sıcaklık: Daha yüksek hava sıcaklıklarında, ısı kaybı daha azdır. Eğer çevre sıcaklığı deri sıcaklığının üzerine çıkarsa, vücut ısı kaybetmek yerine, çevreden ısı alır.

Rutubet: Havadaki rutubet miktarı (nem yoğunluğu) deriden çevreye buhar formunda nem akışını (terleme) belirler. Genellikle, derideki nem yoğunluğu çevreden fazla olduğu için, deriden buharlaşma ile ısı kaybı gerçekleşir. Tersi durumlarda (çevre nem yoğunluğunun deriden fazla olması durumunda)insan aşırı rahatsızlık hisseder.

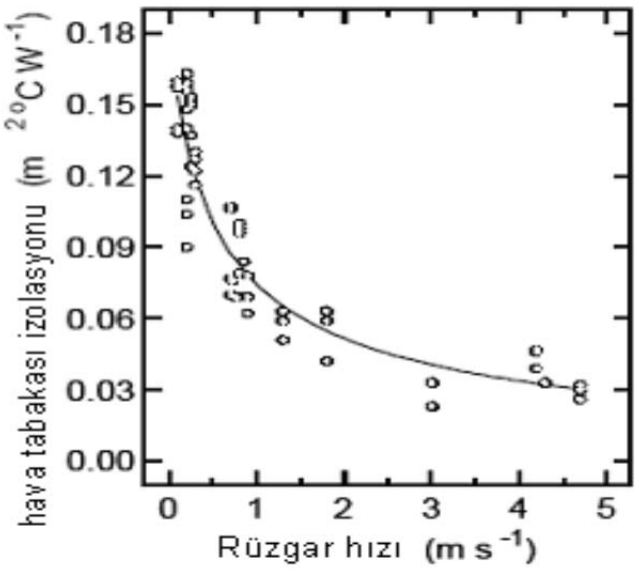
Rüzgâr hızı: Konveksiyon ve ışıma ile ısı iletiminde, artan rüzgar hızı ile ısı iletimi de artar. Bu yüzden eğer hava rüzgârlı ise, vücut soğuk havada daha çabuk soğur, sıcak havada daha çabuk ısınır. Şekil 1.20 ‘de rüzgar ve giysiyi giyen insanın hareketinin katmanlar arasındaki hava tabakasına etkisi görülmektedir. Kişinin hareketi ve rüzgârın etkisiyle katmanlar arasındaki durgun hava hareket ederek katmanlar arasından geçiş yapmaktadır [34].



Şekil 1.20. Rüzgârın ve giyenin hareketinin katmanlar arasındaki hava tabakasına etkisi [34].

Çevre havadaki hareket: Giysinin dışındaki durgun hava tabakası, dıştaki kumaş katmanının hava geçirgenliğine bağlı olarak, gözenek ve açıklıklarından girerek aradaki hava tabakasını olumsuz yönde etkiler. Çünkü kumaş katmanları arasındaki hava ne kadar hareketsiz olursa giysinin ısı yalıtımı o kadar yüksek olur.

Giysi, rüzgâr veya giyenin hareketleri sonucu hareket edebilir. Rüzgârın giysiye uyguladığı basınç ile giysinin kalınlığı azalır. Bu, kumaş katmanları arasındaki havayı sıkıştırarak çevredeki hava ile yer değiştirmeye zorlar. Çevre havadaki hareketin dış hava katmanına etkisi Şekil 1.21' de görülmektedir. Rüzgar ve insan hareketinin giysi izolasyonu üzerinde bileşik etkisi oldukça fazla olabilmektedir. Örneğin 4 m/s hızla esen rüzgârda yürümek, giysi izolasyonunun %60 azalmasına yol açabilir. Konvektif çevre şartları nedeniyle, su buharı direnci için bu etkiler daha büyüktür. Söz konusu durum için buhar direncinin % 80 azaldığı gözlenmiştir [34].



Şekil 1.21. Hava hareketinin dış hava katmanına etkisi [34].

1.2.1.2 İnsan Parametreleri

Konforu belirleyen bir diğer parametre vücut aktiviteleri, özellikle de ağır aktiviteler sonucu veya psikolojik duruma bağlı olarak vücut sıcaklığının artması ile birlikte ısıl dengenin kontrolü için terlemenin meydana gelmesidir. İki çeşit ter mevcuttur;

-Vücuttan buharlaşarak hissedilmeyen ter,
- Sıcak ortamlarda sıvı formunda oluşan ve hissedilen ter.

Ter-giysi-konfor ilişkisini şöyle açıklamak mümkündür. Ter hissedilmeyen şekilde kaldığı sürece, vücut nispeten konforludur. Ancak bu buharın hemen uzaklaştırılmaması, vücut çevresindeki bağıl nemi arttırır, dolayısıyla vücut nemli ve yapışkan hissedilir. Yani konfor kaybolur. İlk olarak, deri ıslandığında giysi de ıslanmaya başlar, sonra yapışkan bir hal alır, giysi ve deri arasındaki sürtünmenin artması, dokunma hislerince beyine iletilerek bulunulan durum konforsuz olarak değerlendirilir. İkinci olarak, yaş giysi çok hızlı bir şekilde soğur. Bu olay hareket sırasında gerçekleşirse; giysi deriden uzaklaştığında içerdiği rutubet buharlaşırken soğur ve giysi tekrar vücuda temas ettiğinde güçlü bir soğukluk hissine neden olur [35].

1.2.1.3. Giysi Parametreleri

Mikroklimayı etkileyen faktörlerden çevre ve insan parametrelerine müdahale edilemediği için, konforun iyileştirilmesi ancak giysi özelliklerinin değiştirilmesi ile sağlanabilmektedir. Bu noktada da giysilerin ısıl özellikleri öne çıkmaktadır. Bir giysi, vücut ile çevre arasındaki ısı transferini doğrudan etkilediği için, giysilerden vücut ve çevre arasındaki ısı akışını desteklemesi, diğer bir deyişle vücudun ısı dengesini korumaya yardımcı olması istenir. Giysiler, farklı atmosferik koşullarda kalan kişinin vücut sıcaklığını sürdürmesi için tampon olarak çalışırlar. Yani giysinin görevi, dış çevre şartları ve fiziksel aktiviteler büyük değişim gösterse bile, vücut sıcaklığını ortalama değerde tutacak bir ısıl düzenleme sistemi oluştururlar. Vücut çok ağır aktiviteler sırasında sıcaklığını artıracak şekilde ısı enerjisi üretir. Bu sıcaklığı düşürebilmek amacıyla, vücutta sıvı veya buhar şeklinde terleme meydana gelir. Terleme atmosfere transfer edildiğinde, vücuttan ısı taşınır ve serinlik hissi oluşur. Bu nedenle, giysiler terin vücuttan geçişine izin vermelidir. Aksi takdirde konforsuzluk meydana gelecektir. Isıl konfor açısından ideal kumaş aşağıdaki özellikleri taşımalıdır.

- Soğuktan koruma için yüksek ısıl direnç,
- Ilımlı ısıl ortam şartlarında etkin ısı transferi için yeterli su buharı geçirgenliği,
- Yüksek ısıl ortam şartlarında terlemeden dolayı oluşan rahatsız edici temas hissini elimine etmek ve etkin bir ısı transferi sağlamak için hızlı sıvı akışı.

Tekstillerin ısıl özelliklerini etkileyen faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir [36]:

- lifin ve kumaş içinde tutulan havanın ısıl iletkenliği
- lifin özgül ısısı
- kumaş kalınlığı ve katman sayısı
- kumaşın hacimsel yoğunluğu (kumaş içindeki hava boşluklarının sayısı, büyüklüğü ve dağılımı)
- kumaş yüzeyi (kullanılan lifin tipi, kumaşın yapısı, kumaştaki bitim işlemleri)
- kumaş ve yüzey arasındaki temas alanı
- deriden kumaşa kontakt ısı kaybı
- deriden kumaşa doğru ve kumaştan konveksiyon ısı kaybı
- ışıma (radyasyon) ile ısı kaybı (deri ve kumaş yüzeylerinin emisyon kabiliyeti)
- deri veya kumaştan suyun buharlaşması ile ısı kaybı
- kumaşın su emmesi nedeniyle ısı kaybı veya artışı
- dahili atmosferik şartlar: sıcaklık, bağıl nem, çevredeki havanın hareketi.

Tekstilleri oluşturan lif, iplik, kumaş temel parametrelerinin giysilerin konfor özelliklerine etkileri aşağıda sırasıyla anlatılmaktadır.

1.2.1.3.1. Lif Tipi

Kumaşlarda konforu sağlamak için kullanılan liflerin sahip olması gereken özellikleri şunlardır:

- Isı ve nem transferinin zayıflamaması için nem aldığında şişmelidir.
- Teri kolayca emmeli ve kuruluk hissi vermelidir.
- kumaş katmanından hızlıca geçmeli, dışarı kolayca atılmalıdır.

Lif seçimi sırasında ilk akla gelen nokta, doğal liflerin genellikle sentetik liflerden daha iyi konfor sağladığıdır. Ancak, doğal lifler yukarıda sayılan konfor özelliklerinin tümünü aynı anda sağlayamamaktadır. Bazı modifiye tipleri dışında, sentetik lifler de bu özelliklerin tümüne sahip değildir. Dolayısıyla, konforu sağlayabilmek için doğal ve sentetik lifleri karışım olarak kullanıp her ikisinin olumlu özelliklerinden faydalanılmaktadır.

İşte bu nedenle, daha iyi bir konfor için giysi sistemlerinde birkaç lif beraber kullanılmaktadır. Bu liflerin beraber kullanılması ile liflerin avantajları birleştirilirken, olumsuzlukların ortadan kaldırılması hedeflenmektedir.

Isıl konforu sağlamak için firmaların yeni malzeme ve lif arayışları giderek artan bir hızda devam etmektedir [37].

Nem iletimi, kılcal lif sayısındaki artıştan olumlu yönde etkilenir. Ancak bunun için, aynı ortalama sayının devam etmesi gerekir. Örneğin tekstüre edilmiş polyester filament iplikleri kullanıldığında nem geçişinin daha düşük seviyede olduğu görülmüştür [37].

Nem iletiminde önemli bir faktör de kıvrımlılıktır. Örneğin 100 dtex f 80*1 tekstüreli polyester filament ipliklerinden örülmüş süprem kumaşlarda yapılan testlerde, kıvrım faktörü %10-20 olduğunda optimum nem geçişinin sağlandığı gözlenmiştir [37].

1.2.1.3.2. İplik Yapısı

Deri ile temas eden giysilerde giysi konforu, nem iletimi ve nem depolama kapasitesiyle bir derece sınırlandırılmıştır. Bu tür giysilerin kullanımında deri hassasiyeti önemlidir. Düzgünsüzlük, lif sertliği, iplik bükümü, geliştirilmiş efektler, tekstüre derecesi ve ilmek yapısı gibi faktörler, giyside yırtılma, sıkma, darlık hissi, ısı hassasiyeti gibi olumsuz etkilere neden olabilir. Bundan dolayı kumaşın iç ve dış yüzeylerinin yapısı ve özellikleri dikkate alınmalıdır.

Kumaşın iç yüzeyi, deriyle temas eden iletici yüzeydir. İplik yapısı ve iplik üretim teknolojisi bu yüzey yapısını etkileyen faktörlerdir. Örneğin nem iletimi, çok ince kılcal liflerden yapılan ipliklerde daha yüksektir.

İplik büküm değeri nem geçişinde etkili olan diğer bir faktördür. 35-175 T/m arasındaki büküm değerlerinde, en iyi nem geçişi sağlanmıştır. Ancak büküm, ekonomikliği etkilediğinden, düşük büküm değerlerinde pozitif sonuçların elde edilmesi çok önemlidir. Büküm katsayısı (α değeri), ring ipliklerde ortalama 100-110 civarındayken, yün ipliklerde daha düşüktür. Ayrıca cilt hassasiyeti göz önüne alındığında, ring ipliklere göre OE ipliklerde büküm daha düşük olmalıdır [38].

Giysinin iç yüzü için daha ince iplikler tercih edilebilir. İnce kılcallı ve tekstüreli filament iplikler bu amaç için uygundur. Kumaşın dış yüzeyi, deriyle temas etmeyen emici yüzeyidir. Çift katlı örgülerde kumaşın dış yüzeyinin, yüksek

higroskopik özelliklere sahip ştapel ipliklerden oluşturulması önerilebilir. Burada doğal liflerin; özellikle pamuk, yün, rejenere selüloz liflerinin kullanılması uygundur [38].

1.2.1.3.3. Örgü Yapısı

Giysinin ısıl geçirgenliği, kumaş içerisindeki hava boşluklarının sayısına bağlıdır. Tekstil liflerinin ısıl iletkenlikleri durgun havadan yüksektir. İdeal yalıtkan malzeme durgun havadır. Hacimli malzemeler yapıları nedeniyle, içlerinde fazla hava tutma kapasitesine sahiptirler.

Örneğin;
- dış giysilik bir kumaş {%25 lif + % 75 hava}
- battaniye {% 10 lif + % 90 hava}
- kürk ceket {%5 lif + %95 hava}dan oluşmaktadır [39].

Diğer bir deyişle, ısı yalıtımı yüksek bir tekstil malzemesinin içyapısında yüksek miktarda hava bulunmalıdır. Isı yalıtımında lif dağılımının önemi ikinci sıradadır. Tekstil yüzeyinin özel bir malzeme ile kaplanması bu özellikleri elbette etkileyecektir.

Son yıllarda konforu yüksek giysilerin üretiminde, Şekil 1.22'de görüldüğü gibi iç ve dış katmanlarında birbirinden bağımsız iplikler kullanılan, çift katlı (çift taraflı, çift yüzlü) kumaşlar tercih edilmektedir.



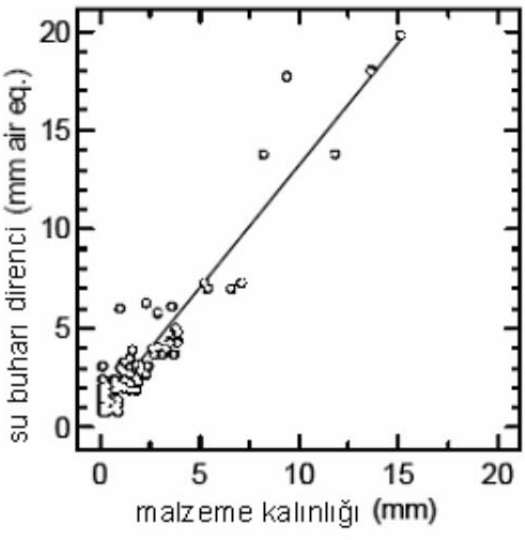
Şekil 1.22. Konfor amaçlı üretilen çok katmanlı kumaşlar [40].

Örneğin çift katlı kumaşlar için; iç katmanda nem transfer özelliğine sahip PA, PES, PP ve PAC gibi sentetik materyal, dış katmanda ise nem absorbe yeteneği yüksek olan pamuk, yün, rayon gibi doğal liflerin ve karışımlarının kullanılması oldukça yaygındır. Bu kumaşlarda; Sentetik materyal, teri kapiler (kılcal) etki ile emme yeteneği yüksek olan dış yüzeye hızla iletir. Emici olan dış tabaka, sentetik iç tabakanın depolama özelliği olmadığı için, aşırı tere tampon görevi yapar. Bu aşırı ter, eğer bir ara katman yoksa daha sonra dış tabakadan çevreye iletir.

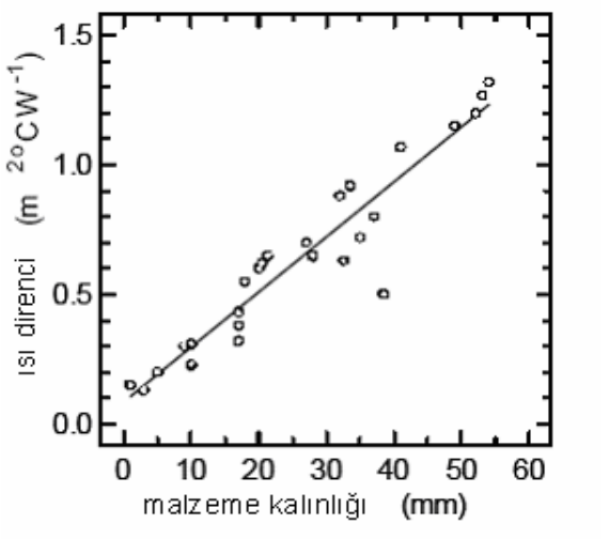
Sonuçta, giyside kuruluk hissi ve konfor sağlanmaktadır. Aksi durumda yani, pamuk gibi doğal liflerin iç katmanda kullanıldığı sistemlerde, ter dış katmana iletilemediği için kumaşın iç yüzeyi ıslak kalmaktadır. Sentetik liflerin, kumaşın iç katmanında kullanıldığı sistemlerde nem transferinin başarısı deneysel olarak da kanıtlanmıştır [40].

1.2.1.3.4. Kumaş Kalınlığı

Giysi malzemesinin kalınlığı, giysinin ısıl ve buhar iletkenliklerini belirleyen en önemli faktörlerdendir. Malzemenin kalınlığı ve dolayısıyla içerdiği hava miktarı arttıkça, malzemenin ısıl ve buhar direnci artıp, geçirgenliği azalmaktadır (Şekil 1.23) [34]. Şekil 1.23'de malzeme kalınlığının artmasıyla su buharı direnci ve ısıl direncin(yalıtım) lineer bir şekilde arttığı görülmektedir.



(a)

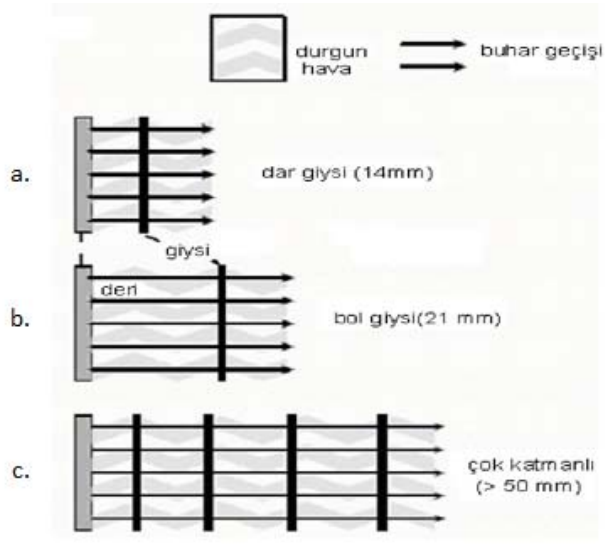


(b)

Şekil 1.23. Giysinin a) su buharı direnci ile kumaş kalınlığı arasındaki b) ısı direnci ile kumaş kalınlığı arasındaki ilişki [34].

1.2.1.3.5. Giysi Bileşenleri

Giysi birkaç tabakadan oluşuyorsa, tabakalar arasında bulunan ve malzemenin en dışında yer alan havanın özellikleri önemli hale gelir [39]. Giysi vücudu sıkıca sarıyorsa, serbestçe duran giysiden daha az hava içerir. Birkaç tabakadan oluşuyorsa, toplam izolasyon, her bir tabakanın tek başına sahip olduğu izolasyon değerinden büyük olacaktır. Şekil 1.24' de toplam ısı ve su buharı direncine kumaş ve hava katmalarının etkisi şematik olarak gösterilmiştir.

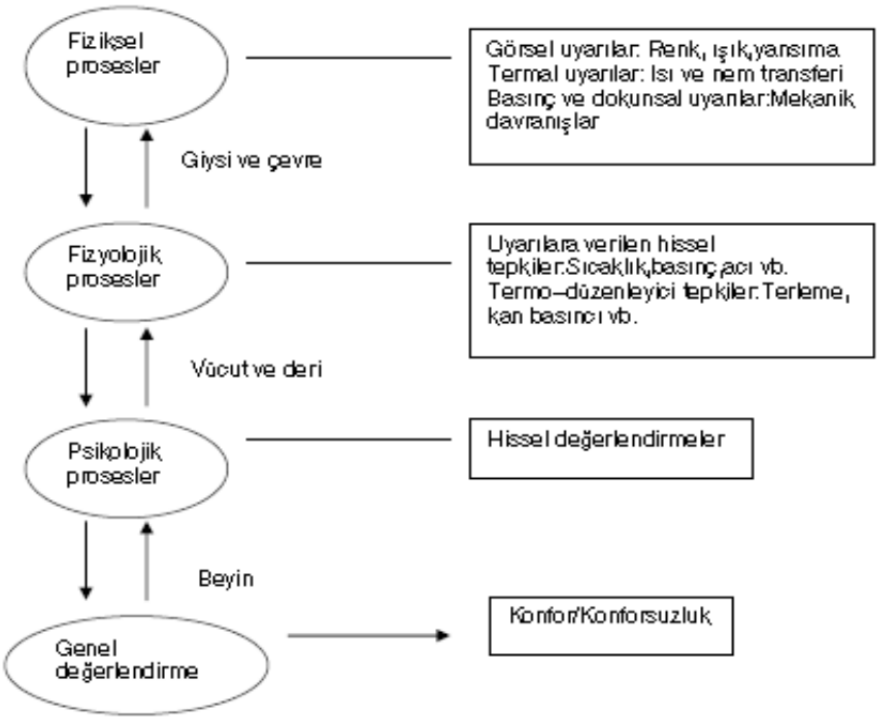


Şekil 1.24. Toplam ısı ve su buharı direncine kumaş ve hava katmalarının etkisinin şematik gösterimi [34]

Şekil 1.24 (a)' da tek kat ve dar bir giysi giyildiğinde durgun hava miktarının az olduğu ve buhar geçişi için daha az mesafe kat edildiği görülmektedir. Şekil 1.24 (b)' de ise bir önceki şekle göre daha bol bir giysinin tek kat olarak giyildiği görülmektedir. Burada durgun hava miktarı artarken su buharının geçişi için kat edilen mesafe uzamıştır. Şekil 1.24 (c)' de ise dört kat giysi giyildiğinde hem durgun hava hem de su buharı geçiş aralığı artmıştır. Dolayısıyla dört katlı giyside beklenildiği gibi daha iyi izolasyon sonuçları alınabilecektir.

1.2.2. Konforun Sınıflandırılması

Giysi kullanıcısının konfor algısını etkileyen temel dört proses vardır. Bu prosesler birbirleri ile dinamik olarak etkileşim içerisindedir. Bu yüzden konfor psikolojik, fizyolojik ve fiziksel konfor algısının toplamı olarak açıklanabilmektedir. Şekil 1.25'de psikolojik, fizyolojik ve fiziksel konfor değerlendirme şeması görülmektedir.



Şekil 1.25. Konfor değerlendirme şeması [20].

Bu temel prosesler şunlardır:

a) Giysi içerisinden ısı ve nem transferi gibi giysi ve çevre arasındaki fiziksel prosesler, giysi ve vücut arasındaki mekanik etkileşimler, giysinin ışığı absorblaması ve yansıtması gibi vücuda sinyal sağlayan fiziksel prosesler.
b) Vücuttaki termal denge, giysi ve çevreyle olan dinamik etkileşimler ve termoregüler tepkiler gibi fizyolojik prosesler.
c) Vücudun giysi ve çevresiyle etkileşimlerinden dolayı ortaya çıkan sinyalleri ve bu sinyallerin deri, göz ve diğer organlar tarafından alındığı mekanizmalar olan nörofizyolojik prosesler.
d) Nörofizyolojik duyusal sinyallere dayanan beyinde meydana gelen hisler ve geçmiş tecrübe ve isteklere göre değerlendirilerek ortaya çıkan psikolojik prosesler [22].

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 şekillerde ifade edilmesini kapsar. Bir başka ifadeyle, aklın dış uyarıcıların etkisi altındayken güvenli şekilde çalışma arayışıdır. Giysilerde psikolojik konfor, kullanıcının beklenti ve duygularının kumaş veya giysi tarafından ne kadar karşılandığının bir ifadesidir. Giysi, vücut ile temas ettiğinde neler hissettirir, neler çağrıştırır, 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. Günlük giysilerin alımında psikolojik konfor olgusu daha baskın olabilmektedir [26].

Psikolojik olarak insan, deri sıcaklığı 33°C ile 35°C arasında olduğu ve deri üzerinde terin birikmediği durumda kendisini konforlu ve rahat hisseder [41].

Psikolojik konforun değerlendirilmesinde kullanıcıların yorumları önemli yer tutar. Ancak bunların objektif yollarla ölçülmesi zordur. Aynı şartlar altında yapılan sübjektif ve objektif ölçümlerin karşılaştırılabilir, tartışılabilir olması ile değerlendirme

yapmak mümkündür. Bununla birlikte kullanıcıların sübjektif yorumlarının ölçülebileceği fiziksel cihazlar yoktur.

Bu nedenle objektif değerlendirme yapmanın en yaygın tekniği, kullanıcılara basit değerlendirmelerin sorulduğu ve yanıtların aktarıldığı psikolojik skala kullanılması olduğu veya olmadığı incelenir [42].

Psikolojik konfor değerlendirmesinde şu sıra izlenir:

-Ölçülecek özelliğin belirlenmesi,

-Bu özelliği tanımlayan terimlerin çıkartılması,

-Terimlerin şiddetini belirleyen skalanın oluşturulması.

Fritz, 1992 yılındaki kumaş tutumunu incelediği çalışmasında, Tablo 1.15' de gösterilen yedi dereceli skalayı kullanmıştır. Bu skalada öncelikle veriler toplanır ve skalaya göre yapılan değerlendirmeyle aynı özelliğin objektif ölçümünün karşılaştırılması sağlanır [25].

Tablo 1.15. Fritz'in yedi dereceli skalası [25].

	I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	
	Oldukça	**Çok**	**Biraz**	**Hiçbiri**	**Biraz**	**Çok**	**Oldukça**	
Yumuşak	3	2	1	0	1	2	3	Sert
Pürüzsüz	3	2	1	0	1	2	3	Pürüzlü
Serin	3	2	1	0	1	2	3	Sıcak
Hafif	3	2	1	0	1	2	3	Ağır
İnce	3	2	1	0	1	2	3	Kaba
Gevrek	3	2	1	0	1	2	3	Gevşek
Nemli	3	2	1	0	1	2	3	Absorban
Doğal	3	2	1	0	1	2	3	Sentetik
Sıkı	3	2	1	0	1	2	3	Hacimli
Saram	3	2	1	0	1	2	3	Yaylanabilir
Sıkışabilir	3	2	1	0	1	2	3	Düz
Oyalı	3	2	1	0	1	2	3	Düz
Dökümlü	3	2	1	0	1	2	3	Rijit
Kaşındıran	3	2	1	0	1	2	3	İpeksi
Katı	3	2	1	0	1	2	3	Yumuşak

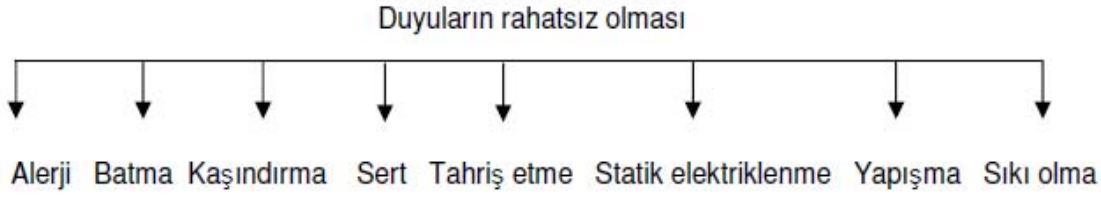
1.2.2.2. Fiziksel Konfor

Fiziksel konfor, vücudun mekanik olarak tekstil yüzeyi ile direk teması sonucu duyulan hislerin sonucu olarak tanımlanabilir. 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 [23].

Fiziksel olarak konforlu olmama durumu genel olarak alerji, batma, kaşındırma, sertlik, tahriş etme, statik elektriklenme, yapışma ve sıkı olma hisleri ile tanımlanmaktadır [20].

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 [25].

Kumaş yapısı ve giysi dizaynı, giysinin fiziksel konforu için çok önemlidir. Çünkü bunların deriye sürtünme, sıkı oturma, kaşındırma ve batma gibi etkileri vardır. Bu etkiler, deriyle temas anında açığa çıkan hislerden veya giysinin vücuda oturmaması, şekil uygunsuzluğundan kaynaklanabilir [43]. Şekil 1.26' da Fiziksel olarak konforlu olmama ile ilgili durumlar gösterilmektedir.



Şekil 1.26. Fiziksel olarak konforlu olmama durumları [45].

Vücuda oturan, yumuşak, aşındırmayan giysiler fiziksel olarak konforludur. Fiziksel konfor algısına lif, iplik ve kumaş yapısal özellikleri yanında kumaşa uygulanan terbiye, kaplama, laminasyon vb. işlemler etkilidir [44].

Giyim esnasında, giysi vücudun büyük bir kısmıyla dinamik ve sürekli olarak temas etmektedir. Bu temasın karakteristik bazı özellikleri şöyle sıralanabilir [25].

-Temas alanı geniştir ve farklı hassasiyette bölgeleri içerir. Bu hassasiyet, temas anında giysinin vücuda, vücudun da giysiye uyguladığı kuvvetle belirlenmektedir. Vücudun temas bölgesindeki reseptörleri uyarmaya yetecek kuvvet ne kadar küçükse, hassasiyet (eşik değeri) o denli fazladır.

-Vücudun deri sıcaklığı, terleme oranı ve deri yüzeyindeki nem değeri gibi fizyolojik parametreleri sürekli değişmektedir ve bu değişim yeni termal uyarılara yol açmaktadır.

-Vücut hareketi ile giysi/deri teması kesintiye uğramakta ve yeniden kurulan her temas yeni mekanik uyarılara yol açmaktadır.

1.2.2.3. Termal (Termofizyolojik veya Isıl) Konfor

Termal konfor, ISO 7730 1994' e göre, termal çevre ile uyumlu olma hali olarak tanımlanmıştır. Bu standartta, toplumun belli bir kısmının termal konfor açısından kabul edilebilir bulduğu termal şartlar belirlenmeye çalışılmıştır. Sıcak veya soğuktan kaynaklanan konforsuzluk, PMV (Predicted Mean Value) ve PPD (Predicted Proportion of Dissatistaction) indeksleri ile ifade edilmektedir. Bu indekslerden PMV, "tahmin edilen ortalama değerlendirme" ve PPD, "tahmin edilen memnuniyetsizlik oranı" olarak tanımlanmaktadır [46].

Termal konfor, tekstil kumaşlarının ısı ve nem iletim özelliklerini kullanarak termal ve nemli hali elde etme durumu olarak tanımlanmaktadır. ASHRAE (The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) standartlarına göre ise termal konfor, çevrenin termal şartlarına karşı duyulan memnuniyet olarak ifade edilmektedir [25].

Termal konfor, bir ortamdan duyulan ısıl memnuniyeti ifade eden, his ve duygularla ilgili bir kavram olarak açıklanmaktadır. Yapılan araştırmalarda, konforu etkileyen ana etkinin genellikle, giysi sisteminin içinden geçen ısı ve nem olduğu görülmüştür. Termal konforun sağlanabilmesi için, giysinin çevresel değişimlere karşı dayanıklı olması ve ıslaklık hissi vermeden nemi uzaklaştırması istenmektedir.

Termal konfor şartlarını etkileyen çevresel ve kişisel parametreler bulunmaktadır. Çevresel parametreler, ortam sıcaklığı, ortam nemi, hava hızı ve insanı çevreleyen yüzeylerin ortalama ışınım sıcaklığı iken; kişisel parametreler, metabolik hız ve giysi izolasyonu şeklinde sınıflandırılabilmektedir [47].

İnsan vücudundaki çoğu biyolojik prosesler sıcaklığa bağlıdır. Bu yüzden vücudun farklı çevre şartlarına göre uygun sıcaklık ve nem dengesinin korunması büyük öneme sahiptir. Termal konfor, konforlu ve ıslak olmayan bir duruma erişimdir. Isı ve nemin kumaş içindeki transferi ile gerçekleşir [23].

Bu kavram, giysiyi oluşturan kumaşın ısı ve nem geçirgenlik özellikleri ile farklı aktiviteler sırasında kumaşın termal dengesinin sağlanmasındaki rolünü içerir. Çevre şartları, aktivite düzeyi ve giysiyi oluşturan kumaşın özelliklerine bağlıdır [23].

Birçok araştırmacı yaptığı teorik ve uygulamalı araştırmalarla, lif ve iplik özelliklerinin termal konforu belirleyen kumaş ve giysi özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. Termal konfor açısından avantajlı olduğu iddia edilen tekstil materyalleri hakkında bazı bilgiler elde edilmiş ve kullanılan materyalin giysi termal konforuna etkileri incelenmiştir.

Bir giysinin iyi bir termofizyolojik konfora sahip olabilmesi için, kişinin bulunduğu çevredeki klima şartları ve kişinin aktivitesi ile uyumlu bir ısıl geçirgenlik özelliğine sahip olması gerekmektedir. Kumaşların ısıl iletkenlik değeri, liflerin ısıl iletkenlik katsayısının yanında, kumaş içerisinde hapsedilen hava miktarı ile de yakından ilgilidir. Havanın ısıl iletkenlik katsayısı oldukça düşüktür ve bu nedenle içerisinde fazla miktarda hava ihtiva eden liflerin ısıl iletkenlik katsayıları da düşük olmaktadır [48].

1.2.3. Giysi Termal Özelliklerini Belirleyen Parametreler

1.2.3.1. Özgül Isı

Bir birim kütlesindeki maddenin sıcaklığını 1 C^0 yükseltmek için gerekli olan ısı miktarıdır (J/gK^0). Cam lifleri dışında tüm liflerin özgül ısı değerleri 1.05-1.51 arasında değişmektedir. Suyun özgül ısısı 4.2 $Jg^{-1}K^{-1}$ olup, suyun emilmesi liflerin özgül ısısını artırmaktadır. Tablo 1.16' de çeşitli liflerin özgül ısıları verilmiştir [37].

Tablo 1.16. Kuru liflerin özgül ısıları [37].

Lifler	**Özgül ısı ($Jg^{-1}K^{-1}$)**
Pamuk	1,21
Rayon	1,26

Tablo 1.16. Kuru liflerin özgül ısıları [37] (devamı).

Lifler	Özgül ısı ($Jg^{-1}K^{-1}$)
Yün	1,36
İpek	1,38
Nylon 6	1,43
Polyester	1,34
Asbest	1,05
Cam	0,80

1.2.3.2. Isıl İletkenlik

Bir materyalden, birim kalınlıkta, 1 K^0 sıcaklık farklılığında geçen ısı miktarının ölçüsüdür. Malzemenin iki yüzeyi birim sıcaklık farkına maruz kaldığında gerçekleşmektedir [37].

Tablo 1.17. 0.5 g/ cm^3 hacim yoğunluğu olan lif pedlerinin ısıl iletkenlik değerleri [48].

Lif cinsi	k ($mWm^{-1}K^{-1}$)
Pamuk	71
Yün	54
İpek	50
Polivinilklorür	160
Selülozasetat	230
Poliamid	250
Poliester	140
Polietilen	340
Polipropilen	120

Not: Durgun havanın ısıl iletkenlik değeri 25 mWm-1K-1' dir.

Isı iletimini etkileyen faktörler sıcaklık, rutubet, rüzgar hızı ve giysi izolasyonudur.

Isıl iletkenlik;

$$ג = q.h/\Delta T(W/mK) \quad (1.1)$$

Burada;

q= ısı akış miktarı (W/m^2)

ΔT= sıcaklık farkı (K)

h = kalınlık (m)' tır.

1.2.3.3. Isıl Direnç

Isıl direnç, materyalin ısı akışına dayanımıdır. Bir malzemenin ne kadar iyi izolasyon sağladığının ölçüsü olan bu parametre malzeme kalınlığı ile doğru, ısıl iletkenlik değeriyle ters orantılı olarak ifade edilmektedir [50].

Çoğu kıyafet tasarımında göz önüne alınan en önemli termal parametre ise, kumaşların ısı transferine olan dirençleri yani termal dirençleridir. Kumaş ve giysinin birim alanının termal direnci ise termal yalıtım olarak nitelendirilir, bu nedenle malzemelerin termal yalıtım (izolasyon) özelliğinin ölçümü özellikle termal direncinin belirlenmesi ile mümkündür [20]. Termal direnç ölçümü kondüksiyon (iletim) ve konveksiyon (taşınım) yöntemiyle yapılabilmektedir.

1.2.3.3.1. Kondüksiyon (İletim) Isıl Direnç

Kondüksiyon (İletim) ısıl direnç birim kalınlıktaki bir materyalden birim zamanda geçen birim ısı enerjisi akısında, materyalin birim alanına karşılık gelen sıcaklık farkını ifade eder. Bu parametre materyal kalınlığıyla doğru orantılıdır ve aşağıda formülle hesaplanır.

$$R=h/ג \ (m^2K/W) \qquad (1.2)$$

Burada;

R: Termal direnç,

h = kalınlık (mm)

ג = ısıl iletkenlik (W/mK)'tir.

Isıl izolasyon değeri ise; "Togmetre" ile ölçülür, Tog SI birimi ile ifade edilir [48]. Tog biriminin ifadesi:

1 Tog= $m^2K/10$ Watt' tır.

1.2.3.3.2. Konveksiyon (Taşınım) Isıl Direnç

Konveksiyonla ısıl direnç ölçümü, kondüksiyon ile yapılan ölçüme göre daha kararlı ve doğru sonuçlar vermektedir. Bu ölçüm yönteminde sabit hava akışı ve belirlenmiş bir izafi neme sahip olan kapalı bir sistemde bulunan sıcak levhanın sabit bir sıcaklıkta tutulması sağlanır. Genellikle sıcak levha insan tenini temsil edebilmesi için 35^o C'de sabitlenir. Kapalı sistemdeki hava sıcaklığı genellikle 20^o C olarak belirlenebilir, ayrıca kapalı sistemdeki hava akışı 1 m/s olacak şekilde makine ayarları yapılır. Sıcak levhanın 35^o C'de sabit tutulabilmesi için gerekli enerji ise ayrıca kaydedilir. Sıcak levha, numune yerleştirilmeden önce kararlı şartlara (steady-state) ulaştığında elde edilen termal direnç değeri (R_{ct0}) kaydedilir. Daha sonra numune ile muamele yapıldıktan sonra termal direnç aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$R_{ct} = \frac{A(T_s - T_a)}{H} - R_{ct0} \qquad (1.3)$$

Burada;

A ölçme ünitesinin alanı (m^2),

H ölçme ünitesinin ısıtma gücüdür (W).

T_s, sıcak levhanın (hot plate) sıcaklık değerini,

T_a, iç hava sıcaklık değeridir [49].

1.2.3.4. Isıl Soğurganlık

Bu parametre, farklı sıcaklıktaki iki parça birbirine temas ettiğinde meydana gelen ani ısı akışıdır ve uluslararası terminolojide 'thermal absorbtivity' adlandırılmaktadır. 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. Isı akışı malzemenin ısıl iletkenliği ile artmaktadır. Bir malzeme daha fazla ısıl enerji soğurduğunda, bir ısıl iletken gibi hareket eder ve sıcak bir beden ile ilk temas anında daha soğuk bir his verir. Bu his tüketiciye bağlı olarak iyi veya kötüdür; çünkü sıcak yaz günlerinde soğuk bir his tercih edilirken, soğuk ortamlarda daha sıcak giysiler aranmaktadır [37].

Isıl soğurganlık;

$$b = (ג\ pc)^{-1/2} (Wm^{-2}K^{-1}s^{-1/2}) \quad (1.4)$$

ile gösterilir. Burada;

ג = ısıl iletkenlik (W/mK)

p = yoğunluk (kgm^{-3})

c = özgül ısı (J/kgK)'dır.

Isıl emicilik derecesi, kumaş ve cilt sıcaklıkları arasındaki farka dayanmaktadır ve ölçüm süresine bağlıdır. Isıl emicilik değeri düşük ise kumaş sıcaklık hissi, yüksek ise soğukluk hissi verir.

1.2.3.5. Isıl Yayınım

Tekstil materyalinden geçen sıcaklığın yayılım hızının bir ölçüsüdür [37]. Isıl yayılım;

$$a = ג /pc \ (m^2/s) \quad (1.5)$$

Burada;

ג = ısıl iletkenlik (W/mK)

p = yoğunluk (kgm^{-3})

c = özgül ısı (J/kgK)'dır.

1.2.3.6. 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 kumaşlar, kullanım esnasında terleme ve buharlaşmadan kaynaklanan soğuma efektine yardımcı olur [20].

Su buharı geçirgenliği, su buharının kumaş kalınlığı boyunca gerçekleşen difüzyon oranıdır. Su buharının kumaş kalınlığı boyunca olan difüzyonu I. Fick Kanunu' na göre;

$$Q_{W=} D_a (\Delta C/L) \quad (1.6)$$

Burada;

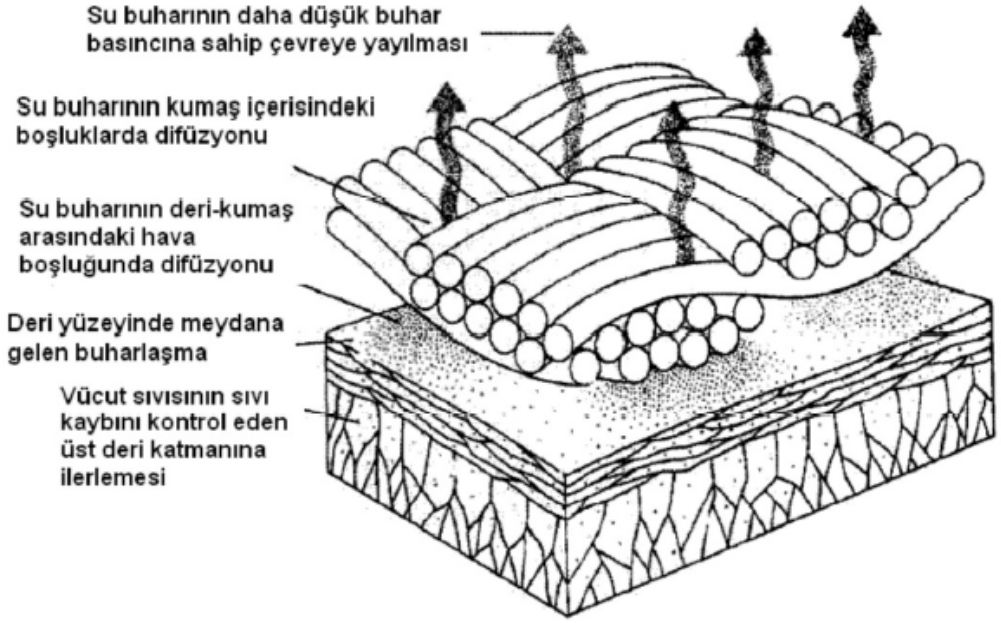
$Q_{W=}$ Buhar tarnsfer oranı (kg/m^2s)

$D_{a=}$ Su buharı difüzyon katsayısı ($m^{2/}s$)

L= Kumaş Kalınlığı (m)

ΔC= Su buharı konsantrasyon farkı (kg/m^3)'dır [51].

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 kalınlığı boyunca olan sıcaklık dağılımına bağlı olarak materyale buhar olarak giren rutubet içeride soğuşabilir ve bu durumda bölgedeki su buharı basıncı doymuş su buharı basıncına eşittir ve buhar transferinin yerini sıvı transfer alır. Su buharı kumaş içerisinden geçişi Şekil 1.27' de gösterilmektedir [46].



Şekil 1.27. Su buharının buhar geçirgen bir kumaştan difüzyonu [46].

1.2.3.7. Su Buharı Dayanımı

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 [37].

$$R_{et} = (P_m - P_a)(q_v^{-1} - q_0^{-1})(m^2 Pa/W) \quad (1.7)$$

formülü ile gösterilir. Burada;

P_m = T_a çevre sıcaklığı için pascal cinsinden doygun 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 basıncı 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 ıs akış değeri (W/m^2)

1.2.3.8. Bağıl Su Buharı Geçirgenliği

Bağıl su buharı geçirgenliği, kumaşın % olarak su buharı geçirebilme yeteneğidir. Bağıl su buharı geçirgenliği [51];

$$\% p = 100 \times q_v / q_0 \quad (1.8)$$

Burada,

p: Bağıl su buharı geçirgenlik değeri (%)' dir [52].

1.2.3.9. Su Buharı İletkenlik İndeksi (I)

Isıl direncin su buharı direncine oranıdır. Kumaşın termal yalıtımına bağlı olarak nefes alabilirliğinin bir ölçüsüdür. Termal ve su buharı dirençlerini aynı anda göz önünde blundurup iki parametrenin kumaş kalınlığına olan ters ilişkilerini aynı anda yansıtmak amacıyla hesaplanan bir parametredir. Su buharı iletkenlik indeksi [52];

$$I = S \times R_{ct} / R_{et} \quad (1.9)$$

Burada;

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

R_{Ct} = Isıl dayanım

R_{et} = Su buharı dayanımı

Su buharı iletkenlik indeksi 0 ile 1 arasında değişir [52].

1.2.3.10. Nem Çekme Özelliği

Tekstil liflerinin, belli sıcaklık ve rutubette sıvıları emme (içine çekme) kabiliyeti olarak tanımlanır. Emilen sıvı miktarı, elyaf türüne ve ortamın rutubet miktarına göre değişir. Liflerin nem çekme özelliği; iplik, dokuma, ağartma ve boyama işlemleri için gereklidir. Rutubetli ortama bırakılan bir kumaş, üzerine su toplar (absorpsiyon). Buna karşılık nemli veya ıslak bir kumaş, kuru havada üzerinde bulunan suyu kaybeder (desorpsiyon). Su absorpsiyonu ve desorpsiyonu, bir denge kuruluncaya kadar devam eder [50].

Bir elyaf ne kadar çabuk su absorpluyorsa o kadar çabuk kurur. Aynı bağıl rutubete sahip bir ortama konulan lifler içinde, en fazla nem çeken yündür. Bundan sonra sırasıyla ipek, rayon, keten, pamuk, asetat ipeği, poliamid ve diğer sentetik elyaflar gelir. Cam elyafın nem çekme miktarı sıfırdır. Doğal lifler oldukça fazla miktarda nem çektiği halde elle tutulduğunda kuru hissedilebilir. Bu nedenle ticarette lif üzerinde bulunabilecek nem miktarı sınırlandırılmıştır.

Tekstil materyalindeki nem miktarı, % nem ve mutlak nem olmak üzere iki şekilde belirlenir [50].

Nem: Tekstil materyalinin absorpladığı su miktarının, nemli materyal ağırlığına oranıdır.

Mutlak nem: Tekstil materyalindeki su miktarının, kuru materyal ağırlığına oranıdır. Lif üzerindeki nem yüzdesi higrometre cihazı ile ölçülür.

Tablo 1.18' de tekstil liflerinden bazılarının nem miktarları belirtilmiştir. Veriler incelendiğinde doğal liflerden göze çarpan salgı kökenli ipek lifi % 30 nem tutma özelliğine sahiptir. Bitkisel liflerden olan keten lifinin nem tutma özelliği oldukça yüksektir. Tekstilde oldukça önemli bir yere sahip olan pamuk lifi ise % 8.5 nem ihtiva

eder. Hayvansal kaynaklı yün lifi ise diğer liflerle aynı şartlardaki ortama konulduğunda en hızlı en çok nem çekme özelliğine sahiptir. Yapay liflere gelindiğinde ise bu yüksek miktarlar görülmez. En önemli liflerinden polyester lifi % 0.4 nem ihtiva eder [34].

Tablo 1.18. Bazı tekstil liflerindeki ticari nem miktarları [52].

Lifler	**Nem (%)**
Pamuk	8,5
Yün	16-18
İpek	30
Keten	12
Polyester	0,4
Poliamid 6	4
Poliamid 6.6	4
Poliakrilnitril	0,5
Polietilen	Nem içermez
Polipropilen	0,05
Polivinilidenklorür	0,1
Polivinilalkol	4,5-5 (stapel),3-5 (filament)

1.2.3.11. Hava Geçiş Özellikleri

Hava geçirgenliği, havanın lif, iplik ve kumaş yapısı içerisinden geçebilme yeteneğidir. Birim basınçta, birim alandan, belirli zamanda geçen havanın miktarıdır. Aynı zamanda vücut ve giysi arasında dışarı iletilmesi ile de ilgili bir kavramdır [53].

Hava geçirgenliği kumaşın iki yüzeyi arasından dik geçen hava akış oranıdır. Türk Standartları Enstitüsü (TSE) 1996 yılında hava geçirgenliğini; deney alanı, basınç düşmesi gibi şartları belirlenmiş bir deney parçasından düşey yönde geçen havanın hızı olarak tanımlanmıştır. Kumaşın verilen bir alandan dikey yönde geçen hava akışının hızı, verilen bir zaman aralığında, kumaşın deney alanı içindeki basınç farkıyla ölçülür [51].

Hava geçirgenliği, daha çok dış giysilik olarak kullanılan mamuller, çadır bezi, uyku tulumu, battaniye ve diğer koruyucu giysiler için büyük öneme sahiptir. Hava geçirgenliği, rüzgâr direncinden farklı bir kavramdır; rüzgâr direncinde mamulün yüksek hızdaki hava karsısında gösterdiği davranış incelenirken hava geçirgenliğinde sabit veya düşük hızdaki havanın materyal içindeki geçi söz konusudur [23].

Bir kumaşın hava geçirgenliği, konfor özelliğini birçok şekilde etkiler. İlk olarak, havayı geçirgen olan bir malzeme genel olarak buhar veya sıvı fazda suyu da geçirir; bu nedenle su buharı geçirgenliği ve sıvı su iletim özelliği hava geçirgenliği ile yakından ilişkilidir. İkinci olarak, bir kumasın termal direnci ile üzerindeki durağan hava tabakası arasında kuvvetli ilişki vardır ve hava tabakası kumaş hava geçirgenliğinden etkilenmektedir. Yüksek hava geçirgenliğine sahip kumaşlar, rüzgârlı ortamda konveksiyonla daha fazla ısı kaybederler [20].

Kumaş içinden olan hava hareketi viskozik sürüklenmeye bağlıdır; bu nedenle örgü sıkılaştıkça hava geçirgenliği oldukça azalır. Bunlara ek olarak sıkı dokunan kumaşlarda, hava geçirgenliği ile kumaş gözenekliliği arasında kuvvetli bir ilişki vardır ama gevsek dokulu kumaşlarda bu ilişki zayıftır. Kumaş tabakası içinden geçen hava miktarını belirleyen kumaş yüzeyleri arasındaki basınç farkı, hava hızı ile ilişkilidir; bu ilişki, özellikle düşük hızlarda çok daha kuvvetlidir [54].

1.3. Önceki Çalışmalar

Ertekin ve Marmaralı, yaptıkları çalışmada örmecilikte desenlendirme amacıyla sıklıkla kullanılan askı ve atlama yapılarının düz örgü kumaşların ısıl konfor özelliklerine etkisini inceleyerek bu kumaş yapılarının ısıl konfor parametlerini test etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre düz örgü kumaşların daha yüksek ısıl direnç ve düşük hava geçirgenliği değerlerine sahip olduğu, ancak askı ve atlama içeren kumaşların ise ısıl iletkenlik değerlerinin yüksek olduğu saptandığından örmede askı ve atlama yapılarının kumaşa sağladığı ısıl iletkenlik özelliğinden dolayı sıcak mevsimlerde örme kumaşlarda bu yapıların kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir [55].

Özdil, yün, akrilik, pamuk, polyamid içeren çorapların ısıl konfor özellikleri hakkında yaptığı çalışmada bu elyaf içerikli örme kumaşların ısıl direnç, ısıl iletkenlik ve ısıl soğurganlık özelliklerini Alambeta cihazında; bağıl su buharı geçirgenliği özelliğini Permetest cihazında, hava geçirgenliği değerlerini FX3300 cihazlarında

ölçmüştür. Elde edilen sonuçlara göre yün çorapların ısıl iletkenlik değerlerinin akrilik çoraplara göre daha düşük olduğu, Polyamid içeren çorapların ise pamuklu çoraplara göre daha yüksek ısıl iletkenlik ve soğurganlık oluşturduğu görülmüştür [56].

Üte vd. yaptığı çalışmada doğal renkli pamuk lifi ile Angora Tavşanı lifi farklı oranlarda karıştırılarak iplikler üretilmiş ve bu ipliklerden çift yüzlü örme kumaşlar elde edilmiştir. Üretilen kumaşların termal konfor özellikleri ölçülmüş; farklı yüzlerin iç veya dış katman olarak kullanılmasının ve değişik Angora oranının bu özelliklere etkisi incelenmiştir. Çalışma sonuncunda Angora elyafının iç yüzeyde kullanılmasının giysinin daha sıcak bir his verdiği; iplik karışımında Angora oranının artırılmasının ise ısıl izolasyonu artırdığı, su buharı geçirgenliğini ise azalttığı anlaşılmıştır [57].

Marmaralı vd. yaptıkları çalışmada elastik iplik içeren örme kumaşların ısıl konfor özelliklerini araştırmışlardır. Düz örme sisteminde iki sırada bir veya her sırada bir adet olmak üzere elastik iplik kullanılan örme kumaşların ısıl özellikleri ile su buharı geçirgenliği ölçülüp, istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve elastik iplik içermeyen düz örgü kumaşlara ait sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Kumaş yapısında kullanılan elastik iplik miktarı arttıkça ısıl direnç değerleri artmakta, ısıl iletkenlik değerleri azalırken, ısıl soğurganlık değerleri ise artmaktadır. Bu yüzden elastik iplik sayısının kullanımına paralel olarak elde edilen örme kumaşların daha soğuk hissedildiği saptanmıştır. Ayrıca elastan oranı arttıkça bağıl su buharı geçirgenliğinin azaldığı görülmüştür [58].

Marmaralı vd. ısıl konfor özelliklerini etkileyen parametreleri inceledikleri çalışmada ısıl iletkenlik, ısıl direnç, ısıl soğurganlık, ısıl yayılım, su buharı geçiş özelliklerinden su buharı geçirgenliği, su buharı dayanımı, bağıl su buharı geçirgenliği ve su buharı iletkenlik indeksi ile ilgili kavramları tanımlamışlardır. Ayrıca konfor parametreleri olan çevre, insan ve giysi parametreleri de anlatılmıştır [52].

Bozdoğan vd. atkı örmeciliğinde jakarlı desenlendirme için kullanılan farklı arka yüz yapılarının kumaşların ısıl konfor özelliklerine etkileri araştırmıştır. Aynı lif tipinden,aynı numarada üretilmiş farklı renklerde iplikler kullanılarak, ön yüzleri aynı desende, arka yüzleri boyuna çizgili,enine çizgili,kuşgözü,1x1 file ve 1x2 file jakar tiplerinde numuneler örülmüştür. Numunelere gramaj, kalınlık, ilmek iplik uzunluğu, ısıl soğurganlık, ısıl iletkenlik, ısıl direnç, ilmek çubuk açıklığı, ilmek sıra açıklığı, ilmek yoğunluğu testleri uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, farklı jakar tiplerinin farklı boyutsal ve konfor özellikleri sağladığı görülmüştür. 1x2 file jakarın diğer tüm jakar tiplerinden daha düşük ısıl iletkenlik değerine ve dolayısıyla daha yüksek ısıl dirence

sahip olduğu,ısıl soğurganlık değerinin de enine çizgili, 1x1 file ve boyuna çizgili jakar gruplarıyla yakın olduğu ve ilk temas anında kuşgözü jakarlı yapıya oranla daha sıcak his verdiği tespit edilmiştir [59].

Güney ve Üçgül, farklı malzemelerden ve tabakalardan oluşturulmuş membranların termal yalıtım özelliklerini Alambeta cihazında test edip sonuçları grafiklerle karşılaştırarak söz konusu membranların koruyucu giysi içinde konforu nasıl etkileyebileceğini tartışmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, koruyucu giysi dizaynında kullanılmaya başlanılan su buharı geçiren fakat suyu geçirmeyen nefes alabilir mikrogözenekli ya da hidrofilik membranların ısı ve kütle transferine izin vererek, giysi içinde konforun artırılmasında etkili olabileceği görülmüştür [60].

Oğlakçıoğlu ve Marmaralı, piyasada çoğunlukla konforsuz ve kullanım uygunluğu zayıf ürünler olarak bilinen kompresyon çoraplarının ısıl konfor özelliklerinin iyileştirilmesi ve kullanım oranlarının artırılması üzerine çalışma yapmıştır. Çalışmada farklı özelliklerde iplikler seçilerek çeşitli kompresyon çorapları üretilmiş, bu çorapların ısıl direnç, ısıl soğurganlık, bağıl su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği gibi ısıl konfor parametreleri test edilerek, sonuçlar yaz aylarında(sıcak hava şartlarında) rahat kullanım açısından optimum özellikleri verecek şekilde değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda viskon, modal veya tencel gibi rejenere selüloz liflerinin gerek duyulan konfor özelliklerini sağladığı anlaşılmıştır [61].

Yüksel ve Okur, subjektif konfor değerlendirmeleri ile objektif olarak ölçülebilen kumaş özellikleri arasındaki ilişkileri incelemiştir. Farklı materyal ve yapısal özelliklere sahip kumaşların konforla ilişkili özelliklerini SPSS 11.0 istatistiksel paket programı kullanılarak değerlendirmişlerdir. Kumaşların konfor özelliklerinin belirlenmesi amacı ile yapılan objektif ölçümler hava geçirgenliği test cihazı, kumaş termal direnç ve su buharı direncinin ölçüldüğü Dinamik Terleyen Levha Sistemi ve kumaşlarda nem iletim özelliklerinin belirlenmesini sağlayan MMT'de gerçekleştirmiştir. Subjektif değerlendirmeler ise, önkol testi ile kişilerin koluna farklı nem oranlarına sahip kumaşlar temas ettirilerek kişilerin ıslaklık ve sıcaklık algılarının ifade edilmesiyle 5 noktalı bir skala ile puanlandırılması sonucu elde edilmiştir. Çalışma sonucunda objektif ve subjektif değerlendirmeler arasında önemli bir korelasyon olmadığı görülmüştür [62].

Cimilli vd. farklı lif tiplerinden yapılmış çoraplarda konforla ilişkili özellikleri inceleyerek bunların karşılaştırmalı analizlerini yapmışlardır. Çalışmalarında modal,

mikromodal, bambu, soya ve kitosan gibi yeni liflerden elde edilmiş ipliklerle örülmüş çorapların konfor özelliklerini araştırmışlardır. Bunun yanı sıra, pamuk, viskon gibi yaygın olarak kullanılan lifleri de, karşılaştırma yapabilmek için kullanmışlardır. Çoraplarda su buharı transferi, hava geçirgenliği, dikey hidrofilite testi, ıslaklık ve ısı transferi gibi konforla ilişkili özellikler değerlendirilmiştir. Termal direnç ölçümlerini yapmak için, sıcak levha metodu kullanılarak deneysel bir düzenek tasarlanmıştır. Ölçüm sonuçları incelendiğinde, lif yüzeyi ve kesit özelliklerinden dolayı, bambu ve soya lifli kumaşlarda diğerlerinden daha yüksek termal direnç değerleri elde edildiği görülmüştür. Diğer bir taraftan, kitosan kumaş mikroliflerden yapılan bir kumaş davranışı gösterdiğinden termal direnç değeri yüksek çıkmıştır. Ayrıca, kitosanın düşük rutubet değerlerinde yüksek yalıtıma sebep olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda, lif tipinin konfor özelliklerini açıkça etkilediği görülmüştür. Ayrıca elyaf karışımlarının yapılmasıyla konfor özelliklerinin arttırılabileceği önerilmiştir [63].

Jun vd. yaptıkları çalışmada başa giyilen şapkalar içerisindeki tekstil özelliklerinin mikroklima ortamına ve öznel giyim hissine olan etkisini incelemişlerdir. Şapkalar üzerinde termal ve nem geçirgenlik testleri ve öznel giyim konforları incelenmiştir. Şapkalar içerisindeki yüksek su emiciliği özelliğinin şapka içindeki sıcaklığın düşürülmesinde en önemli etken olduğu bulunmuştur. Denekler terlemeye başladığı zaman, tekstil özelliklerine göre egzersiz periyodu boyunca şapka içerisindeki mikroklimaların farklılık gösterdiği gözlemlemişlerdir. Kumaşların su emiciliğinin, mikroklimanın nem ve sıcaklığını oldukça etkilediği, ancak hava geçirgenliği ve su buharı iletiminin mikroklimayı etkilemediği görülmüştür. Termal his ve termal konfor değerleri kumaşların kalınlık, emicilik özelliği, termal yalıtım ve Qmax özelliklerinden etkilenmektedir. Öznel sıcaklık hisleri şapkalar içerisindeki sıcaklık değerleriyle yakından ilgilidir. Şapka içerisinde, 30 C ve 33 C arasındaki sıcaklıklarda, hislerde bir değişiklik gözlenmezken, 33 C'nin üzerindeki sıcaklık derecelerinde, deneklerin kendilerini rahatsız hissetmeye başladığı gözlemlemiştirler [64].

Stankovic vd. yaptıkları çalışmada doğal ve rejenere selüloz liflerinin termal konfor özelliklerini kıyaslamışlar ve hemp(kenevir), pamuk ve viskon liflerinden üretilmiş iplikleri ve bu ipliklerin karışımlarıyla örülmüş kumaşları incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kumaşlardaki ısı transferi kumaş içerisindeki kılcal yapı, ipliklerin yüzey özellikleriyle ayrıca kumaş içerisindeki hava boşluklarıyla yakından ilgilidir. Elde edilen sonuçlarda lifler termal direnç açısından pamuk, kenevir, viskon,

kenevir/viskon, kenevir/pamuk şeklinde, termal iletkenlik acısından keten/pamuk, viskon, keten/viskon, pamuk, keten şeklinde sıralanmıştır [65].

Chen vd. çalışmalarında terleme boyunca giysi termal yalıtımını araştırmışlardır. Termal manken kullanılarak çok düşük bir terleme ya da çok yüksek bir terlemedeki giysi termal yalıtımı ve manken üzerinden su buharı direnci ölçülmüştür. Sonuçta, yüksek terleme boyunca meydana gelen giysi termal yalıtımının, düşük terleme boyunca meydana gelen giysi termal yalıtımından düşük çıktığı gözlenmiştir. Bu farklılıkların, giysi içerisinde artan nem birikimi ile ilişkili olarak %2-8 arasında değiştiği görülmektedir [66].

Frydrych vd. yaptıkları çalışmada pamuk ve tencel liflerinden yapılan kumaşların termal yalıtım özelliklerinin karşılaştırmalı analizini yapmışlardır. Testler sırasında hammadde olarak %100 pamuk ve %100 Tencel kullanılmıştır ve bu hammaddelerden bezayağı, dimi ve kanvas doku tipinde kumaşlar dokunmuştur. Alambeta cihazı kullanılarak kumaşların termal iletkenlik, termal direnç, termal soğurganlık ve diğer termal yalıtım özellikleri ölçülmüştür. Sonuçlar incelendiğinde, pamuklu kumaşların Tencel kumaşlardan daha iyi termal özelliklere sahip olduğu; fakat Tencel kumaşlarında hava geçirgenlik değerlerinin pamuklu kumaşlardan daha yüksek çıktığı ve pamuklu kumaşlara göre termal soğurganlık değerinin daha düşük çıktığı görülmüştür. Bezayağı doku yapısı ile dokunmuş kumaşların termal iletkenlik değerleri diğer iki tip dokuya göre daha yüksek çıkmıştır. Bezayağı kumaşların termal soğurganlık değerinin en yüksek, dimi kumaşların ise en düşük olduğu belirlenmiştir [67].

Fan ve Tsang, çalışmalarında giysi termal özelliklerinin spor aktiviteleri esnasındaki konfor hissi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Objektif ölçümlerin (termal yalıtım, su buharı direnci ve giysi içerisindeki nem birikimi) gerçekleştirilmesinde terleyen manken(walter) kullanılmıştır. Subjektif konfor değerlendirmeleri ise, egzersiz öncesi ve sonrası, skalalar yardımı ile denekler tarafından gerçekleştirilmiştir. Subjektif konfor değerlendirmeleri ve terleyen mankenden ölçülen değerler arasındaki ilişkiler incelendiğinde, egzersizden önceki konfor algısının giysinin termal özellikleri ile ilişkili olmadığı, fakat dokunma algıları ile çok ilişkili olduğu görülmüştür. Egzersizden sonraki konfor algısının ise, giysinin su buharı direnci ve termal mankenden ölçülen giysi içerisindeki nem birikimi ile ilişkili olduğu görülmüştür. Spor aktiviteleri

süresince oluşan termal konfor hissinin kumaştaki nem buharı direncine ve nem depolayabilme kapasitesine bağlı olduğu bulunmuştur [68].

Shim vd. seramiklerin eşofmanların fiziksel ve termofizyolojik performansları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, içerisine seramik tozu katılarak ve tekstil materyallerine lamine edilmiş olan hidrofilik poliüretan filmler ile ısı yalıtımlı, su buharı geçirgenliği olan eşofmanlık kumaşlar geliştirilmiştir. Termal manken sistemi ile giysi yalıtımı ve buharlaşma direnci ölçülürken, denekler için yapılan dinlenme/egzersiz testleri ile deneklerin konfor algıları ve termofizyolojik algıları üzerinde kumaşlarda kullanılan seramiğin etkisini görmek için subjektif değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışma sonucunda, film içerisine katılan seramiğin, tekstillerde kızılötesi salım gücünü artırdığı görülmüştür. Tekstil materyallerine lamine edilen filmler içerisine katılan seramiklerin, termal yalıtım değerini azda olsa artırırken, su buharı iletim hızını ve giysinin buhar direncini azalttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, denekler film laminelerine seramik katılmış olan eşofmanlar giydikleri zaman, mikroklima neminde anlamlı bir fark görülmezken, mikroklima sıcaklığının çok yüksek olduğu görülmüştür. Subjektif değerlendirmeler incelendiğinde ise, bu yeni geliştirilmiş kumaşın etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür [69].

Özdil vd. iplik numarası, iplik bükümü ve taraklama prosesi gibi iplik özelliklerinin örme kumaşların termal konforu üzerine olan etkisini incelemişlerdir. Farklı özelliklerde çeşitli iplikler kullanılarak, farklı özelliklere sahip 1x1 ribana kumaşlar üretilmiştir ve bu kumaşların termal özellikleri ölçülmüştür. Kumaşların termal direnç, termal absorbtivite ve termal iletkenlik değerleri Alambeta test cihazı ile, su buharı geçirgenliği ise Permetest cihazı ile ölçülmüştür. Elde edilen test sonuçları incelendiğinde, gevşek yapılar yüzünden ince ipliklerden üretilen 1x1 ribana kumaşların düşük termal iletkenliğe ve yüksek su buharı geçirgenliği değerlerine sahip olduğu görülmüştür. 1x1 rib kumaşlarda, iplik bükümü arttığı zaman termal absorbtivite ve su buharı geçirgenliğinin arttığı gözlemlenmiştir. Hem kadre hem de penye kumaşlarda, gevşek bir yapı oluşturulduğunda termal absorbtivite değerinin azaldığını ve kumaşın sıcaklık hissi gösterdiği anlaşılmıştır [70].

Kanat, yaptığı çalışmada pamuk, tencel, viskon, dairesel kesitli polyester, altı kanallı polyester ve mikro polyester kumaşların ısıl konfor, bağıl su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği ve dikey yönde su iletimi özelliklerini ölçmüştür. Kumaşlar bez ayağı ve dimi 1/3 doku tipinde ve farklı sıklıklarda üretilmiştir [71].

Elde edilen sonuçlara göre;

- Kumaşların ısıl iletkenlik değerleri, sıklık arttıkça artmaktadır. Kumaş sıklığı arttıkça kumaş içindeki hava boşluklarının (gözeneklerin) miktarı azalmakta, liflerin ısıl iletkenlikleri havadan çok daha yüksek olduğu için kumaşın iletkenlik değeri yükselmektedir.
- Materyallerin ısıl iletkenlik değerleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde: pamuk= tensel= viskon<mikro polyester = dairesel kesitli polyester= altı kanallı polyester olarak sıralanmaktadır.
- Kumaşlardaki atkı sıklığı artışı ile soğurganlık değeri yükselmektedir. Bu sonuç atkı sıklığının artması ile kumaş yoğunluğunun artmasına bağlıdır. Pamuklu kumaş ilk anda en sıcak hissedilen, polyester esaslı kumaşlar ise ilk anda en soğuk hissedilen kumaşlar olmuştur.
- Doku farklılığının ısıl dirence etkisi istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır.
- Sıklık arttıkça ısıl direnç değeri artmaktadır.
- Kumaş kalınlığı arttıkça ısıl direnç artmaktadır. Isıl direnci en yüksek olan pamuklu kumaş olup en düşük olan ise polyester esaslı kumaşlar olmuştur.
- Doku farklılığının bağıl su buharı geçirgenliğine etkisi anlamlı çıkmıştır. Dimi kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği, bezayağı kumaşlara göre daha yüksektir. Bunun da dimi kumaşların iplik bağlantıları ve atlamaları arasındaki boşluklardan kaynaklandığı öne sürülmüştür.
- Sıklık arttıkça bağıl su buharı geçirgenliği düşmektedir. Bunun nedeni, kumaş gözenekliğinin azalması ile su buharı iletiminin engellenmesi olarak değerlendirilmiştir.
- Selüloz esaslı kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği sentetik kumaşlardan daha yüksek çıkmıştır.
- Dimi kumaşlar daha fazla gözenekli yapıya sahip olduğu için hava geçirgenliği bezayağı kumaşlara göre daha yüksek çıkmıştır.
- Atkı sıklığı arttıkça hava geçirgenliği azalmıştır.
- Selüloz esaslı kumaşların hava geçirgenlik değerleri sentetik kumaşlardan daha yüksek çıkmıştır.

Hes vd. dış giyim ürünlerinin giyilmesi durumunda iç giyimde kişilerin sıcaklık ya da soğukluk algısı üzerinde oluşan etkisini teorik ve deneysel olarak inceleyerek çeşitli iç giyim kıyafetlerinin termal kapasitesindeki değişiklikleri Alambeta cihazı ile

ölçmüşlerdir. Alambeta cihazında yapılan çalışmalarda termal absorbtivite değeri ölçülmüş ve bu değer arttıkça soğukluk hissi gözlemlendiği görülmüştür. Çalışma sırasında kullanılan kumaşlardan PVC, PP ve PAN' dan yapılan kumaşlarda sıcaklık hissi, buna karşın, viskon, keten, pamuk ve PAD liflerinden yapılan kumaşlarda soğukluk hissi gözlemlenmiştir. İç giyimin yüksek termal direncinin dış giyimin termal absorbtivitesini azaltacağı, iç giyimin düşük termal direncinin ise, dış giyimin termal absorbtivitesini artıracağı görülmüştür. Sonuç olarak, iç giyimin termal direnci ne kadar yüksekse dış giysi giyildiği zaman algı o kadar sıcak çıkmıştır [28].

Kaplan, çalışmasında objektif ve subjektif termal konfor değerlendirmelerinde farklı özelliklerdeki örme kumaşları incelemiştir. Bu çalışma için; %100 poliester, % 70-30 pamuk- poliester, % 95-5 modifiye poliester (Coolmax)-elastan, % 100 pamuk, % 52-48 modifiye poliester (Coolmax)-poliester, % 95-5 viskon-elastan, % 70-30 viskon-poliakrilonitril, % 93-7 poliamid (Tachtel Fresh Fx)-elastan, % 49-49-2 poliester-modifiye viskon(Viloft)-elastan, % 50-50 poliester-viskon, % 47-53 pamuk-modifiye poliester (Thermolite), % 96-4 poliamid-elastan, %89-11 poliester-elastan, % 80-20 poliamid-elastan, % 97-3 pamuk-elastan liflerinden üretilmiş çeşitli örme kumaşların dinamik terleyen levha sistemi ile kumaş halinde, termal manken sistemi ve giyim denemeleri ile de giysi olarak termal özellikleri belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde ıslaklık hissi açısından bakıldığında; pamuklu kumaş (%100 pamuk) ve sıvı transferi konusunda avantajlı olduğu ileri sürülen poliester-pamuk (iç-dış) çift katlı kumaş (% 70-30 pamuk-poliester) en yüksek ıslaklık hissine, jakarlı yapısıyla sıvıyı absorbsiyon kapasitesi artırılmış poliester kumaş (%100 poliester) ise en düşük ıslaklık hissine neden olmuştur. Sıvı absorbsiyonu ve transferi açısından avantajlı olduğu ileri sürülen modifiye poliester lifinden (Coolmax) üretilmiş kumaşın (% 95-5 modifiye poliester (Coolmax)-Elastan) klasik poliester lifinden jakarlı örgü ile üretilen kumaşlardan (%100 poliester) ıslaklık performansı açısından farklı olmadığı tespit edilmiştir. Su buharı geçirgenliği açısından ele alındığında; futter örgüye sahip poliamid kumaş (% 96-4 poliamid-elastan) diğerlerinden anlamlı derecede düşük su buharı geçirgenliğine sahiptir. Ayrıca subjektif giyim denemelerinde konfor değerlendirmeleri açısından avantaja sahip olan klasik poliesterden üretilmiş ve jakarlı interlok örgüye sahip kumaşlar (%100 poliester) ile suprem örgüye sahip Coolmax kumaşın (% 95-5 modifiye poliester (Coolmax)-elastan) diğerlerinden daha yüksek su buharı geçirgenliği değerlerine sahip oldukları gözlenmiştir. Subjektif giyim denemeleri sırasında sıvı

transferi konusunda belirtilen avantajları gözlenmeyen Coolmax kumaşın su buharı geçirme performansı konusundaki avantajının hammaddesinden çok yapısal özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Sonuçlara göre çift katlı poliester-pamuk kumaşın (% 70-30 pamuk- poliester) su buharı direnci diğerlerinden yüksek çıkmıştır ve bu sonucun bu kumaşın subjektif giyim denemelerindeki düşük performansı ile de uyumlu olduğu görülmüştür. Kumaşların termal direnç değerleri için elde edilen sonuçlara göre, poliamid kumaşla (% 96–4 poliamid-elastan) poliester-modifiye viskon (Viloft) karışımlı kumaş (% 49-49-2 poliester-modifiye viskon (Viloft)- elastan) diğerlerinden daha yüksek termal direnç değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Bu durumun büyük oranda poliester-modifiye viskon karışımlı rib örgüye sahip kumaşın kalın ve hacimli yapısına bağlı olduğu belirtilmiştir. Bu kumaşın hammaddesi (poliester-viloft) ve yüzeyine uygulanan şardonlama işleminin de termal direncinin artmasında etkili olduğu belirtilmiştir. Yüksek kalınlık değeri ve yalıtım konusunda avantajlı olduğu belirtilen modifiye poliester lifi (Thermolite) ve pamuktan üretilen ve iç kısmı şardonlanarak daha hacimli bir yapı kazandırılan suprem kumaşın (% 47-53 pamuk-modifiye poliester (Thermolite) ise gruptaki diğer kumaşlardan farklı olmayan termal direnç değerleri vermiştir [46].

Çil, kumaşların su buharı geçirgenliği, su emiciliği ve kuruma karakteristikleri gibi su ile kumaş arasındaki ilişkiyi belirleyen bazı konfor özelliklerini, pamuk, akrilik ve pamuk/akrilik karışımı kumaşlarda incelemiştir. Aynı zamanda konfor özelliklerine etkisi olan lif karışımı, iplik numarası ve sıklık gibi parametreleri de dikkate almıştır. Çalışmalarının sonuçlarına göre kumaşların dikey su emiciliğinin ve sıvı transfer yeteneğinin Kalın iplik kullanımı ile arttığı, ince iplik kullanımı ile kuruma oranının arttığı belirlenmiştir. Bunun dışında karışımda akrilik lifi oranının artmasıyla kumaşın kuruma oranının ve dikey su emicilik ile sıvı transfer yeteneğinin arttığı görülmüştür [72].

Güneşoğlu vd. yaptıkları çalışmada, çeşitli zemin ve ilmek ipliği kombinasyonlarıyla 4 farklı örme kumaş elde etmişlerdir. Kumaşlar Alambeta ve Permetest cihazlarında test edilmiş, kumaşların sıcak-soğuk hissi (warm-cool feeling) incelenmiş ve bu kumaşların dış ortam (out-door) için kullanımı araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; zemin ve ilmeği %100 pamuk kumaş, maksimum termal emicilik değeri vermiştir. Bu nedenle dokunulduğunda serinlik hissi verdiği anlaşılmıştır. PET lifinin varlığının ısı emme yeteneğini arttırdığı tespit edilmiştir. Lif tipinin sıcak-soğuk

hissini birinci dereceden etkileyen faktör olduğu ve kumaşın terli vücut ile temasında teri emip hızlı bir şekilde buharlaştırmasının kullanıcıya rahatlık ve konfor hissi vereceği anlaşılmıştır [73].

Majumdar vd. pamuk, rejenere bambu ve pamuk/ bambu karışımı ipliklerden üretilen farklı örme kumaş yapılarının termal özellikleri üzerine çalışma yapmışlardır. Çalışma için 3 lif grubundan (%100 pamuk, %50-%50 pamuk bambu ve %100 bambu) üretilen 3 farklı numarada iplikler (30 tex, 24 tex, 20 tex) kullanmışlardır. Her bir iplikten 3 tip örme yapısında (düz-rib-interlok) kumaşlar örülmüştür. Sonuçlarda bambu lifi oranının artışının örme kumaşların termal iletimini azalttığı görülmüştür. Aynı lif karışımları için daha ince ipliklerden üretilen kumaşların termal iletkenliği daha düşük çıkmıştır. En yüksek termal direnç değeri interlok örgüye sahip kumaşlardan elde edilmiştir. Bambu lifi oranı arttıkça kumaşın su buharı ve hava geçirgenliğinin arttığı görülmüştür. En yüksek su buharı ve hava geçirgenliği değerlerinin düz örme yapılarda elde edildiği görülmüştür [74].

Uğur ve Sivri, yaptıkları çalışmada tekstil materyallerinin su buharı geçirgenliğinin ölçümünde günümüzde ön plana çıkan test metotlarını inceleyerek, bu metotlara ait test parametreleri ve test cihazlarını araştırmışlardır [75].

Lau vd. yaptıkları çalışmada farklı bitim işlemleri uygulanmış yuvarlak yakalı tişörtleri giyen kişilerin konfor algılarını deneysel olarak incelemişlerdir. Çalışma sırasında, iki farklı tip buruşmazlık bitim işlemi uygulanan ve uygulanmayan, suprem örgü ile örülmüş %100 pamuklu yuvarlak yakalı tişörtler kullanılmıştır. Giyim denemelerine başlanmadan önce, ön giyim denemeleri yapılarak ürün varyasyonu ve deneklerin konfor algılarındaki farklılıktan ortaya çıkan deneysel hatalar minimuma indirilmek istenmiştir. Ön giyim denemelerinden elde edilen verilerden yola çıkarak, tişörtlerin sağ ve sol tarafında farklı bitim işlemlerinin uygulandığı, iki ayrı kumaştan yapılmış tişörtler kullanılarak giyim denemesi tasarlanmıştır. Denekler, giysilerin konfor algısını, egzersiz öncesi ve sonrası, subjektif olarak değerlendirmişlerdir. Sonuçlara bakıldığında, egzersizden önce toplam konfor algısının çoğunlukla dokunsal algılardan; egzersizden sonra ise, nem ile ilişkili algılardan etkilendiği görülmüştür. Tişörtün buruşmazlık bitim işlemi uygulanan ve uygulanmayan bölgeleri arasındaki konfor algısı farkının çok küçük olduğu görülmüştür. Farklı bitim işlemleri uygulanan iki farklı giysi için konfor algısında ise anlamlı bir farklılık görülmemiştir [76].

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

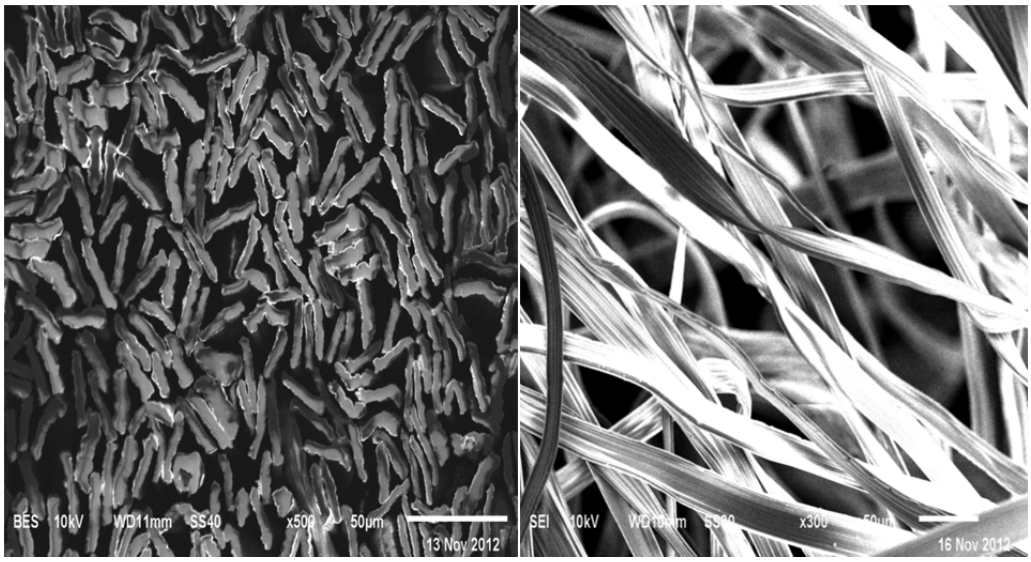
Bu çalışmada viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı ipliklerden elde edilen süprem ve 1x1 ribana örme kumaşların konfor özellikleri incelenmiştir. Viloft elyafı Kelheim Fibres GmbH tarafından üretilen Lenzing firması tarafından pazarlanan özel bir selülozik elyaftır. Üretici firma tarafından termal viskon olarak adlandırılmaktadır. Termal ve konfor özellikleri üstün olduğu iddia edilen bu elyaf ve karışımları ile ilgili şimdiye kadar yeterli çalışma yapılmadığı görülmüştür. Bu amaçla tez çalışmasında ring eğirme sisteminde 30/1 Ne iplik numarasından %100 Viloft, %67 Viloft %33 Polyester, %50 Viloft %50 Polyester, %33 Polyester %67 Viloft , %100 Polyester, %100 Pamuk, %67 Viloft %33 Pamuk, %50 Viloft %50 Pamuk, %33 Pamuk %67 Viloft iplikler üretilmiştir. Ring hattında üretilen viloft /polyester ve viloft/pamuk karışımlı ipliklerden her bir materyal grubu için süprem ve ribana örgü tiplerinde kumaşlar üretilmiştir.

2.1. Gereç

Çalışmada viloft, polyester ve pamuk elyafları gereç olarak belirlenmiştir. Aşağıda söz konusu elyaflar ve özellikleri sırasıyla tanıtılmaktadır.

2.1.1. Viloft Elyafı

Çalışmada kullanılan viloft elyafı Karsu Tekstil A.Ş' den temin edilmiştir. Viloft elyafı, yüzeyi tırtırlı ve enine kesiti yassı bir yapıya sahiptir. Şekil 2.1' de viloft elyafına ait enine ve boyuna lif kesitlerinin SEM görüntüleri verilmiştir.



Şekil 2.1. Viloft lifin enine ve boyuna SEM kesit görüntüsü.

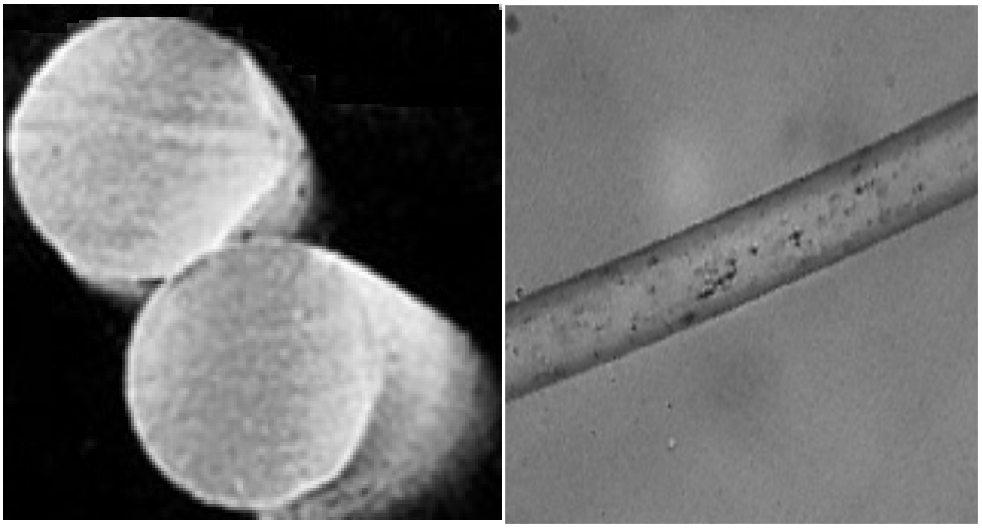
Çalışmada kullanılan viloft lifinin incelik, uzunluk, mukavemet ölçüm sonuçları Tablo 2.1' de verilmektedir.

Tablo 2.1. Çalışmada kullanılan viloft lifinin özellikleri

Özellik	**Viloft**
İncelik (dtex)	1.9 dtex
Uzunluk (mm)	38
Mukavemet(cN/tex)	21.42
Uzama (%)	19.62

2.1.2. Polyester Elyafı

Çalışmada kullanılan yuvarlak kesitli polyester elyafı Advansa Sasa firmasında üretilmiş olup Karsu Tekstil A.Ş'den temin edilmiştir. Polyester elyafı enine kesit yuvarlak olup Şekil 2.2'de söz konusu lifin enine ve boyuna kesit şekli görülebilmektedir.



Şekil 2.2. Polyester lifin enine ve boyuna kesit şekli.

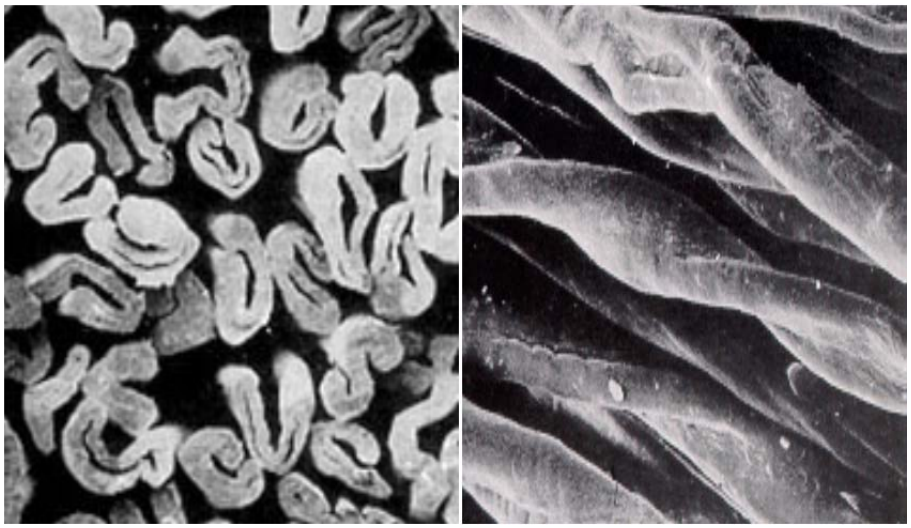
Çalışmada kullanılan polyester lifinin incelik, uzunluk, mukavemet ölçüm sonuçları Tablo 2.2' de verilmektedir.

Tablo 2.2. Çalışmada kullanılan polyester elyafının özellikleri

Özellik	**Polyester**
İncelik (dtex)	1.6 dtex
Uzunluk (mm)	38
Mukavemet(cN/tex)	53.14
Uzama (%)	21.18

2.1.3. Pamuk Elyafı

Çalışmada kullanılan pamuk elyafı Ege St1 tipi pamuk olup Karsu Tekstil A.Ş' den temin edilmiştir. Pamuk lifin enine ve boyuna kesit şekli Şekil 2.3' de görülebilmektedir.



Şekil 2.3. Pamuk lifin enine ve boyuna kesit şekli.

Söz konusu Pamuk elyafının özellikleri Karsu Tekstil Fizik laboratuarlarında Uster HVI Spectrum Cihazı (Şekil 2.4) kullanılarak ölçülmüştür. Çalışmada kullanılan pamuk elyafının ölçüm sonuçları Tablo 2.3' de verilmektedir.

Tablo 2.3. Çalışmada kullanılan pamuk elyafının özellikleri

Özellik	**Pamuk (HVI)**
İncelik (mic)	4.47 mic.
Uzunluk (mm)	30.1
Mukavemet(cN/tex)	30.3
Uzama (%)	8.0
Olgunluk	0.91
Üniformite İndeksi	84.2
Kısa lif indeksi	8.3
Sarılık	7.6
Parlaklık	75.2
Eğirim tutarlığı indexi	145
Nem	6.8

HVI test sonuçları değerlendirildiğinde, çalışmada kullanılan pamuk lifleri 4,47'lik microner değeri ile "orta incelikte lif" sınıfına girmektedir. Lif uzunluğu bakımından ise "uzun" kategorisindedir. Üniformite değeri yüksek olup bu durum uzunluk dağılımının iyi olduğunu göstermektedir. Mukavemet değerine göre "sağlam" lif grubuna girmektedir. Liflerin uzama yüzdesi yüksek düzeydedir.



Şekil 2.4. Uster HVI Spectrum cihazı

2.2. Yöntem

Çalışmada farklı viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlarından ring iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu ipliklerden süprem ve 1x1 ribana örme kumaşlar üretilerek bu kumaşların çeşitli fiziksel, mekanik, termal, nem geçiş özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca bu özelliklere ait veriler Design Expert 6.01 programı kullanılarak

karışım simplex lattice modeli ile istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Bu bölümde söz konusu yöntem aşamalarından sırasıyla bahsedilmektedir.

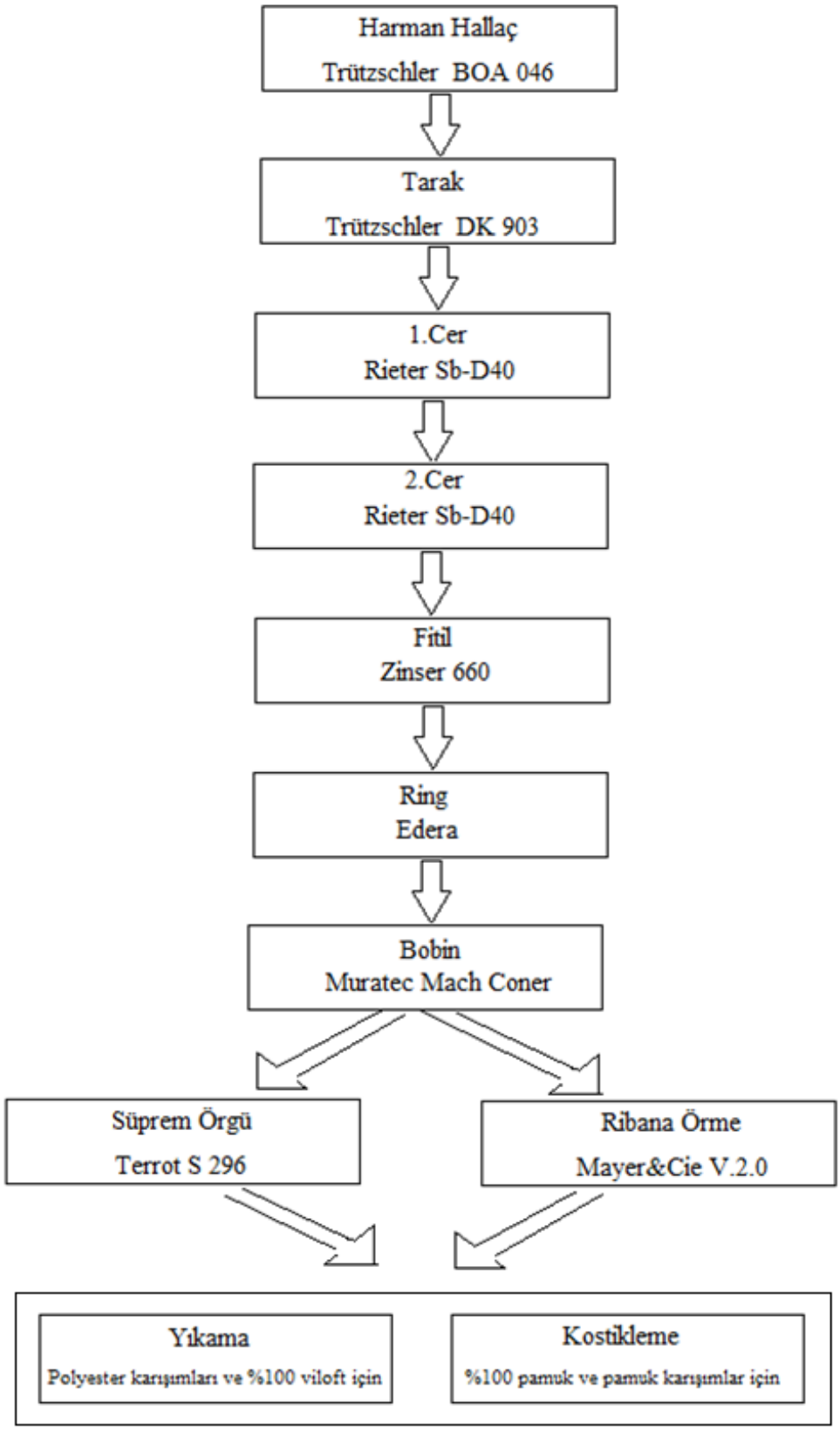
2.2.1. İplik ve Kumaş Üretimi

Çalışmada kullanılan viloft, polyester ve pamuk elyafları viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımları olarak hazırlanmıştır. İplik ve kumaş üretimi Karsu Tekstil San. Tic. A.Ş' de gerçekleştirilmiştir. Tablo 2.4' de karışım oranlarına ait deney planı verilmektedir.

Tablo 2.4. Karışım oranına bağlı olarak deney planı.

Sıra No	**Karışım Oranı %**		**Karışım Oranı %**	
	Viloft	**Polyester**	**Viloft**	**Pamuk**
1	100	0	100	0
2	67	33	67	33
3	50	50	50	67
4	33	67	33	50
5	0	100	0	100

Harman Hallaç dairesinde Tablo 2.4'de gösterilen toplam 9 adet karışım için (%100 viloft her iki karışımda da ortak olduğundan) elyaflar hazırlanmıştır. Daha sonra ise üretilen ipliklerden süprem ve 1x1 konstrüksiyonunda örme kumaşlar üretilmiştir. Söz konusu işlemler için üretim akış şeması Şekil 2.5' de gösterilmektedir.



Şekil 2.5. Örme kumaş üretimi işlem akışı şeması

2.2.1.1. Şerit Üretimi

Çalışmada, Tablo 2.4' deki deney planı göz önünde bulundurarak viloft-polyester ve viloft-pamuk elyafları her deney noktası için ayrı ayrı olmak üzere Trützschler BOA 046 marka harman hallaç makinesine beslenmiştir. Söz konusu elyaflar, balya açıcı ile açılıp harmanlanması için karıştırıcıda karışımı yapılmıştır. Şekil 2.6' da çalışmada kullanılan harman hallaç makinası görülmektedir. Harman hallaç dairesinde, elyaf topakları açılarak çepel çiğit gibi yabancı maddeler arındırılmaya çalışılır. Ayrıca hammadde kütleleri homojenleştirilip karıştırılarak tozlardan arındırma işlemi gerçekleşir.



Şekil 2.6 Çalışmada kullanılan Trützschler BOA 046 harman hallaç makinesi

Harman hallaçtan beslenen elyaflar Trützschler DK 903 marka tarak makinesinde işlem görüp şerit haline getirilmiştir. 90 m/dk hızda çekilerek Ne 0.120 numara şeritler elde edilmiştir. Tarak makinesi, elyaf kitlelerini bireysel lif haline getirir. Kabuk, yaprak kırıntısı vb. yabancı maddeleri temizleyerek elyafın paralelleşmesini sağlar ve bant şekline gelmiş olan elyafı, kovaya düzgün bir şekilde doldurulması sağlar. Şekil 2.7' de çalışmada kullanılan tarak makinası görülmektedir.



Şekil.2.7. Çalışmada kullanılan Trützschler DK 903 tarak makinesi.

Tarak makinesinde taraklanıp elde edilen şeritlere Rieter Sb-D40 marka cer makinesi kullanılarak 2 pasaj çekim uygulanmıştır. 8 dublaj yapılarak Ne 0.120 şerit elde edilmiştir. Çalışmada, dokuz değişik karışım oranında şerit kullanıldığından, her şerit tipi için üretim tekrarlanmıştır. Şekil 2.8' de çalışmada kullanılan cer makinesi görülmektedir.



Şekil 2.8. Çalışmada kullanılan Rieter Sb-D40 cer makinası.

Çekim vasıtasıyla liflerin paralelleştirilmesi ve şeritlerin çekilerek inceltilmesi sağlanır. Cer makinesi, dublaj vasıtasıyla şeritlerin karıştırılması ve homojenliğin artırılması ve ikinci cer pasajındaki regülasyon sistemi vasıtasıyla çıkan şeritlerdeki kütlesel farklılıkların giderilmesi sağlanır.

2.2.1.2. Fitil Üretimi

Cer makinasından elde edilen şeritler fitil makinasında çekilerek ve yalancı büküm verilerek fitil şeridi haline getirilmiştir. Çalışmada Zinser 660 marka fitil makinesi kullanılmıştır. Ne 1.02 fitil elde edilmiştir. Fitil makinesi, çekim vasıtasıyla cer şeritlerini incelterek yalancı büküm verilmesini,fitil şeridi haline getirilmesini ve özel sarım tertibatı ile fitilin makaraya sarılmasını sağlar. Şekil 2.9' da çalışmada kullanılan fitil makinesi görülmektedir.



Şekil 2.9. Çalışmada kullanılan Zinser 660 fitil makinesi

2.2.1.3. Ring İplik Üretimi

Elde edilen fitil şeritleri ring iplikçilik sisteminde iplik haline getirilmiştir. Çalışmanın iplik üretimi aşamasında 1981 model, 464 iğlik Edara ring iplik makinesi kullanılmıştır. 9500 d/dk hızda 20,4 Tpi büküm verilerek Ne 30/1 (19.7 tex) iplikler elde edilmiştir. Ring makinesi fitil şeridini çekimle incelterek ve büküm vererek iplik oluşumunu sağlar. Şekil 2.10' da çalışmada kullanılan ring makinesi görülmektedir.



Şekil 2.10. Çalışmada kullanılan Edara ring iplik makinesi

Ring iplik üretiminden sonra bobin makinasında kopslardaki ipliği patrona sarma işlemi gerçekleştirilmiştir ve daha sonra kondisyonlama işlemi yapılmıştır. Bobin makinasında iplik hatalarının giderilmesi ve sonraki işlemlerde daha ekonomik çalışabilmek amacıyla kopsların bobinler haline getirilmesi sağlanır. Şekil 2.11' de çalışmada kullanılan Muratec marka bobin makinesi görülmektedir.



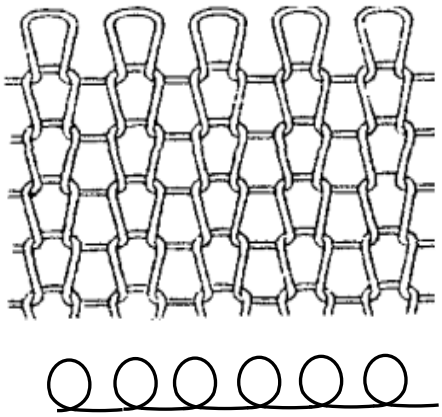
Şekil 2.11. Çalışmada kullanılan Muratec bobin makinesi

2.2.1.4. Süprem Kumaş Üretimi

Çalışmada süprem örme kumaş üretimi için Terrot marka tek plaka örgü makinesi kullanılmıştır. Sanayi tipi olan bu örme makinesi 28 Fayn 30 pus olup 2640 iğneye sahiptir. Bu makineye aynı anda 96 bobin beslenmektedir. Çalışmada üretilen kumaşların ilmek uzunluğu 0,28 cm/ilmek olarak belirlenmiştir. Şekil 2.12' de çalışmada kullanılan süprem örgü makinesi görülmektedir. Şekil 2.13' de ise süprem örgü yapısı görülmektedir.



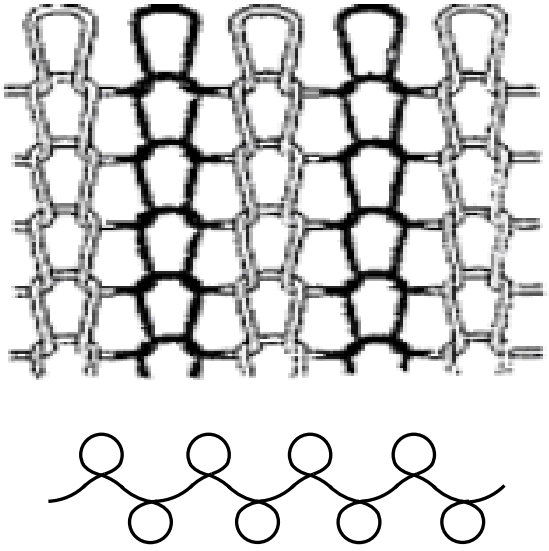
Şekil 2.12. Çalışmada kullanılan Terrot süprem örgü makinesi



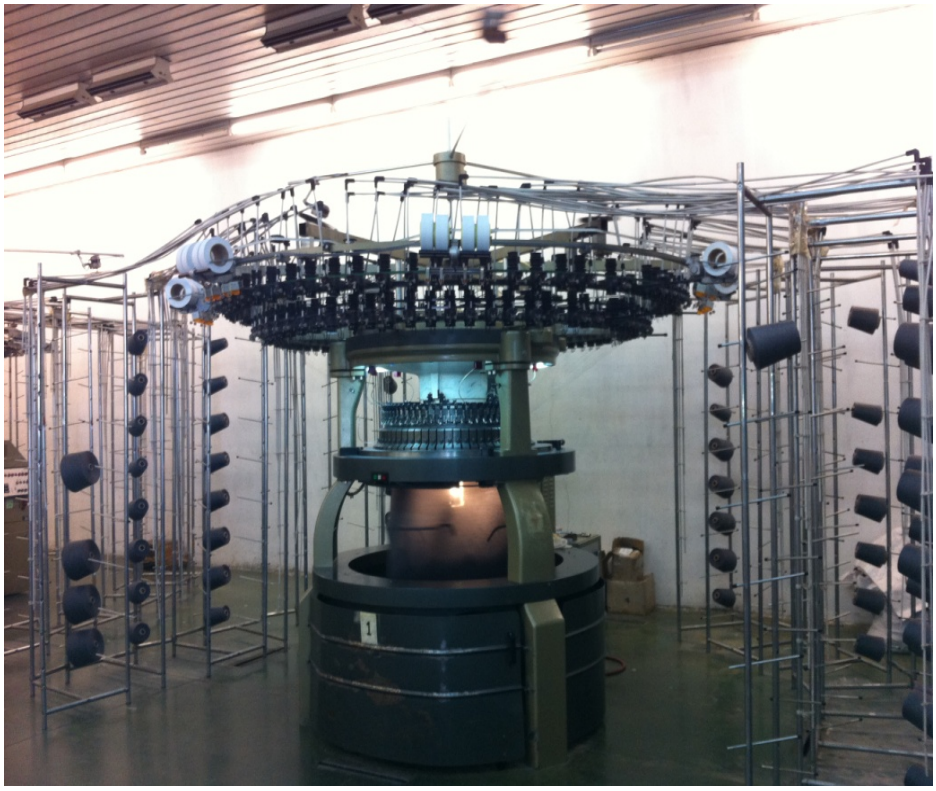
Şekil 2.13. Süprem örgü yapısı.

2.2.1.5. 1x1 Ribana Kumaş Üretimi

Çalışmada ribana örme kumaş üretimi için Mayer Cie marka çift plaka örgü makinesi kullanılmıştır. Sanayi tipi olan bu örme makinesi 16 Fayn 30 pus olup 2x1512 iğneye sahiptir. Bu makineye aynı anda 62 bobin beslenmektedir. Çalışmada üretilen kumaşların ilmek uzunluğu 0,56 cm/ilmek olarak belirlenmiştir. Şekil 2.14' de 1x1 ribana örgü yapısı verilmektedir. Ayrıca Şekil 2.15' de çalışmada kullanılan ribana örgü makinesi görülmektedir.



Şekil 2.14. 1x1 ribana örgü yapısı



Şekil 2.15. Çalışmada kullanılan Mayer Cie ribana örgü makinesi

2.2.1.6. Terbiye ve Yıkama İşlemleri

Süprem ve ribana konstrüksiyonunda elde edilmiş olan kumaşlardan pamuk karışımlı olanlara, pamuğun üzerindeki yapışkan ve yağsı tabakaların giderilmesi ve hidrofob yapıdaki pamuğun hidrofil haline getirilebilmesi amacıyla kostikleme işlemi yapılmıştır. Bu işlem 95^{o} C'de 20 dakika süresince 2gr/litre kostik 1 gr/litre ıslatıcı ve 1 gr/lt iyon tutucu kullanılarak pamuk karışımlı kumaşlara muamele edilmiştir. Aycıca söz konusu kumaşlara 45^{0} C' de 1 gr/litre A.Asit ile 15 dakika süresince nötralizasyon işlemi de uygulanmıştır. Polyester karışımlı ve %100 viloft kumaşlar için ise kostikleme işlemi uygun olmadığından bitim işlemi olarak yıkama işlemi uygulanmıştır. Bu işlem söz konusu kumaşlara 80^{o} C'de 10 dakika olarak iki defa uygulanmıştır.

2.2.2. Kullanılan Test Cihazları

Çalışmada viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı Ne 30/1 ring iplik üretildikten sonra bu ipliklerle süprem ve 1x1 ribana konstrüksiyonunda örme kumaşlar elde edilmiştir. Üretimi gerçekleştirilen ipliklerin ilk olarak iplik numarası, büküm

testleri yapıldıktan sonra mukavemet-uzama testleri, tüylülük, düzgünsüzlük, iplik hataları testleri Karsu Tekstil San. Tic. A.Ş. laboratuarında yürütülmüştür.

İplik özellikleri belirlendikten sonra, kumaş üretimi gerçekleştirilmiş olup bu kumaşların termal, mekanik ve fiziksel testleri de ayrıca yapılmıştır. Bu testler sırasıyla Alambeta testi, terleme korumalı sıcak plaka testi, Permetest, gramaj tespiti, kumaş kalınlığı testi, hava geçirgenliği testi, aşınma ve pilling testi, Patlama mukavemeti testi, iplik ve kumaş görüntü testi, ilmek sıklık ve uzunluk testidir. Alambeta testi Liberec Teknik Üniversitesi-Tekstil Fakültesi laboratuarında, Permetest testi Erciyes Üniversitesi Tekstil mühendisliği laboratuarında, terleme korumalı sıcak plaka testi, gramaj testi, kumaş kalınlığı testi, hava geçirgenliği testi, aşınma ve pilling testi, patlama mukavemeti testi İtkip İta laboratuarında, iplik ve kumaş görüntü testi, ilmek sıklık ve uzunluk testi ise Karsu Tekstil San. Tic. A.Ş laboratuarında yürütülmüştür.

2.2.2.1. İplik Numarası Testi

Üretilen ipliklerin mukavemet testinden önce gerçek (reel) numaralarının belirlenmesi gerekmektedir. Ring iplik makinesinde istenilen özelliklerde üretilen bobinlerin iplik numarası ölçümü Precision Testing Machines numara çıkrığında ölçülmüştür. Bu test metoduna göre 120 yd.lik çileler halinde bobinlerden sağılan ipliklerin ağırlıkları bulunarak iplik numarası "Ne" olarak hesaplanmıştır. Aynı işlem 7 kez tekrarlanarak numaraların ortalaması alınmıştır. Şekil 2.16' da iplik numarası testinde kullanılan Precision Testing Machines numara çıkrığı gösterilmektedir.



Şekil 2.16. Çalışmada kullanılan Precision Testing Machines numara çıkrığı

2.2.2.2. İplik Büküm Testi

İplik bükümü Zweigle D314 büküm test cihazıyla ölçülmüştür (Şekil 2.17.). Büküm ölçme cihazının terazi kısmına, ipliği belli bir gerginlikte tutabilecek uygun ağırlık asılmış ve daha sonra bükümü ölçülen ipliğin 50 cm'lik kısmı cihaz çeneleri arasına takılmıştır. Cihaz ipliği büküm yönünün tersi yönde açmakta ve büküm açıldıkça iplik boyu uzamaktadır. Cihaz ipliği aynı yönde çevirmeye devam ettikçe iplik büküm yönünün tersi yönünde bükülmeye ve ipliğin boyu kısalmaya başlar. İpliğin boyu başlangıçtaki uzunluğa ulaşınca cihaz durmakta ve sayaçta okuduğumuz değer 100 cm için büküm sayısını gösterir. İşlem 7 kez tekrarlanarak sonuçların ortalaması alınmıştır.



Şekil 2.17. Çalışmada kullanılan Zweigle D314 büküm test cihazı

2.2.2.3. İplik Mukavemet Ölçümü

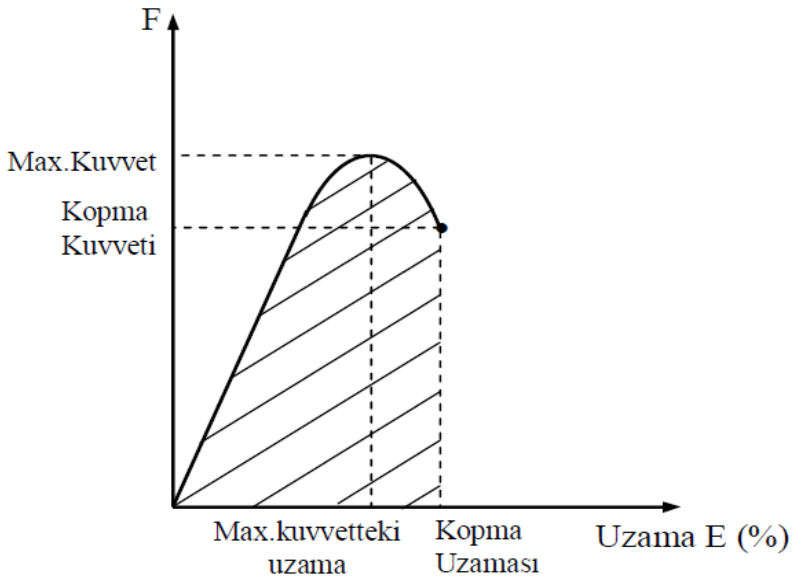
İpliklerin kopma kuvveti, uzama (%), mukavemet ve kopma işi testleri Uster Tensojet cihazı ile ölçülmüştür (Şekil 2.18). Her bir tip iplik için 7'şer kops/bobinden 400 m/dk hız ile 500 mm ölçüm uzunluğunda kopma mukavemeti testi gerçekleştirilmiştir. Kopma sonucunda oluşan kopma kuvveti, uzama (%), mukavemet, ve kopma işi değerleri bilgisayarda kaydedilir.



Şekil 2.18. Uster Tensojet cihazı

Mukavemet testlerinde kuvvet-uzama eğrilerinden faydalanılmaktadır. Şekil 2.19’ da gösterilen bu eğri, malzemenin yapısı hakkında bilgi vermektedir. Kuvvet uzama eğrisinin ilk bölümünde (elastik bölge) kuvvetle uzama arasında doğrusal bir ilişki olduğundan, malzemenin davranışı Hook Kanunu' na uymaktadır. Bu bölgede kuvvet ortadan kaldırıldığında, malzeme orijinal uzunluğuna veya en yakın değere geri döner. Bu bölgede kuvvetin uzamaya oranına Elastikiyet Modülü adı verilir. Modülün yüksek olması, uzama kabiliyetinin azlığını, düşük olması ise yüksek uzama kabiliyetini gösterir. Başka bir ifadeyle, modülün yüksek olmasıyla malzeme rijitlik ve kırılganlık, düşük olmasıyla ise elastiklik kazanır. Malzeme dayanabildiği maksimum kuvvet değerinden sonra elastik bölgeden çıkar ve malzeme elastik davranışını kaybeder. Kuvvette yapılan küçük artışlarla uzamada büyük artışlar elde edilebilir ve uzama miktarının büyük kısmı kalıcıdır. Kuvvetin daha da artmasıyla malzeme kopar. Malzemenin koptuğu andaki kuvvete kopma kuvveti ve bu andaki uzamaya kopma uzaması adı verilir.

Şekil 2.19' da gösterilen eğrinin altında kalan alan ise ipliği koparmak için harcanan enerjiyi vermektedir. Bu enerjiye kopma işi de denilmekte olup ipliğin sağlamlığı hakkında fikir vermektedir.



Şekil 2.19. Kuvvet-Uzama (F-E: Force-Elongation) Eğrisi [77]

İplik mukavemet testinde kalın bir ipliği koparmak için gereken kuvvetin ince bir ipliği koparmak için gereken kuvvetten daha fazla olacağı bilinmektedir. Bu nedenle numaraları bilinmeyen ipliklerin kopma kuvveti değerlerinin karşılaştırılması bir anlam ifade etmemektedir. İplik mukavemetinin sadece ipliğin kopmadan dayandığı maksimum kuvvet olarak tanımlanması doğru olmayacaktır. Bu nedenle iplik mukavemeti, ölçülen kopma kuvvetinin iplik numarasına (lineer yoğunluğuna) oranı olarak ifade edilir ve ölçüm birimlerine göre Rkm (kgf*Nm), g/tex veya cN/tex şeklinde gösterilir.

İplik mukavemeti değeri için "Rkm" ifadesi yaygın olarak kullanılmakta olup, bu değer ipliğin, düşey olarak asıldığında kendi ağırlığı ile koptuğu uzunluğun km olarak ifadesidir. Yapılan testlerde sonuçlar Rkm cinsinden elde edilmiştir. Ancak literatürde mukavemet için cN/tex kullanıldığından ipliklerin mukavemet sonuçları cN/tex cinsinden verilmiştir. Rkm (kgf*Nm) ile cN/tex arasındaki ilişki

$$cN/tex = 0.9806\ Rkm \qquad (2.1)$$

olarak bulunmaktadır.

2.2.2.4. İplikte Düzgünsüzlük, İplik Hataları ve Tüylülük Testleri

Kesikli (ştapel) liflerden iplik üretimi, birçok bireysel lifin çeşitli prosesler yardımıyla eğrilerek iplik elde edilmesine dayanır. Proseslerin yapısından kaynaklanan nedenlerden dolayı elde edilen ipliklerin lineer ağırlığı homojen olmayabilmektedir. Başka bir ifadeyle ipliğin birim uzunluğundaki kütlesi değişebilmektedir. İplik içerisinde bulunan liflerin değişimine bağlı olarak ipliğin birim kütlesinde oluşan varyasyona düzgünsüzlük (irregularity) denilmektedir.

Pratikte U_m% kütlesel düzgünsüzlük. Test edilen örneklerin ortalama kütlesinden tüm kütle sapmalarını % olarak, CV_m% kütle varyasyon katsayısı iplik test örneğinin tüm test uzunluğu boyunca 1 cm kesim uzunluğu esas alınarak toplam kütle varyasyonu ölçüsünün sayısal değeri olarak gösterilmektedir [78]. İplik hataları ise ince yer, kalın yer ve neps olarak sıralanmaktadır.

Uygulanan testlerde ince yerler -30%, -40% ve -50% olarak gösterilmiştir. Bu ifadeler ipliğin ortalama kesitinden daha ince olan yerlerin km'de kaç adet yer aldığını göstermektedir. Başka bir ifadeyle ortalama iplik kesitinin % 60'ına kadar olan iplik kesitlerinin km'deki adedi -40 % olarak gösterilirken ortalama iplik kesitinin %50'sine kadar olan iplik kesitlerinin km'deki adedi -50% olarak gösterilmiştir. Kalın yerler ise +35% ve +50% olarak belirlenmiştir. Ortalama iplik kesitinin %135'ine kadar olan iplik kesitlerinin km'deki adedi +35% olarak gösterilirken iplik kesitinin %150 olduğu kalın yerler +50% olarak gösterilmektedir. Neps +200% olarak ifade edilmektedir. Burada da yine aynı şekilde ortalama iplik kesitinin %300'ü büyüklüğündeki yerler +200% olarak belirlenmiştir.

İplik yüzeyinden dışarı çıkan lifler iplikte tüylülüğü oluşturmaktadır. Uster Tester-5 ile yapılan tüylülük testinde iplik yüzeyinde oluşan toplam tüy uzunluğunun (cm olarak) ipliğin 1 cm uzunluğuna oranı tüylülük indeksi olarak tanımlanmaktadır ve "H" olarak ifade edilmektedir [78].

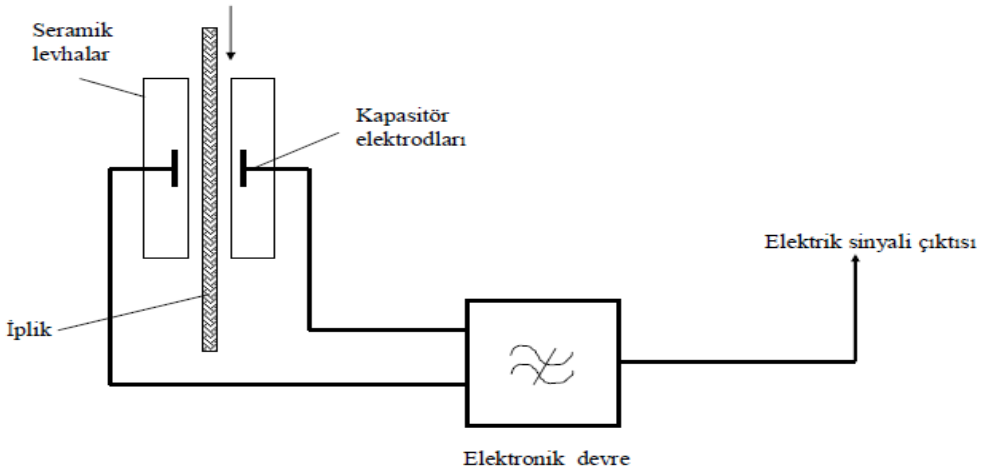
Farklı karışım oranlarında ve değişik proses şartlarında üretilen viloft/polyester ve viloft/pamuk ring ipliklerinin düzgünsüzlük, iplik hataları ve tüylülük testleri Uster

Tester-5 cihazı ile standart atmosfer şartlarında (20±2 °C sıcaklık ve %65±2 bağıl nem) yürütülmüştür. Şekil 2.20'de çalışmada kullanılan cihaz görülmektedir.



Şekil 2.20. Uster Tester-5 cihazı

Uster Tester-5, kapasitif ölçme sensörü kullanarak düzgünsüzlüğü ölçmektedir. Sistemin çalışma prensibi Şekil 2.21'de şematik olarak gösterilmektedir. Kapasitör levhaları arasında oluşturulan yüksek-frekanslı elektrik alan, burada bulunan sensör vasıtasıyla algılanarak elektrik sinyali haline dönüştürülmektedir. Kapasitör levhaları arasındaki kütlenin değişmesi ile elektrik sinyali de değişir. Sonuçta levhalar arasından geçen ipliğin kütle değişimi, elektriksel sinyal olarak elde edilir. Analog olarak elde edilen bu sinyaller Uster Tester 5 işlemcisi ile sayısal hale dönüştürülür. Kapasitif ölçme sistemi oldukça güvenilirdir ve şerit, fitil ve ipliğin düzgünsüzlüğünü test etmede yaygın olarak kullanılmaktadır [78].



Şekil 2.21. Uster Tester-5 çalışma prensibi [78].

2.2.2.5. Alambeta Test Cihazı

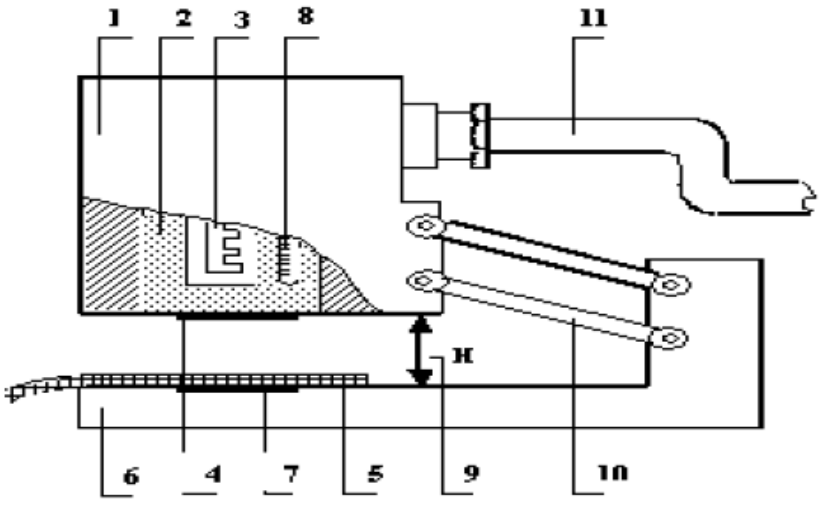
Çalışma kapsamında Liberec Teknik Üniversitesi-Tekstil Fakültesinden (Çek Cumhuriyeti) Prof. Lubos Hes ile işbirliğine gidilerek üretilen kumaşların termal özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla söz konusu kurumun labarotuvarlarında bulunan Alambeta cihazı kullanılmıştır.

Termal konfor parametreleri "Alambeta" isimli bir cihazla ölçülmektedir. Alambeta cihazı Çek Cumhuriyetinde Lubos Hes tarafından termal absorbsiyonun ölçülmesi amacıyla geliştirilmiştir. Alambeta cihazı, insan derisini simule eden termal karakteristik ölçüm cihazı olarak adlandırılmaktadır. Tekstil yüzeylerinin geçici ve durağan termofizyolojik özelliklerini (termal yalıtım ve termal temas özellikleri) ölçmektedir. Cihaz, ölçümlerin istatistik analizini yapabilmekte ve sonuçları seri bağlanmış bilgisayara aktarabilmektedir.

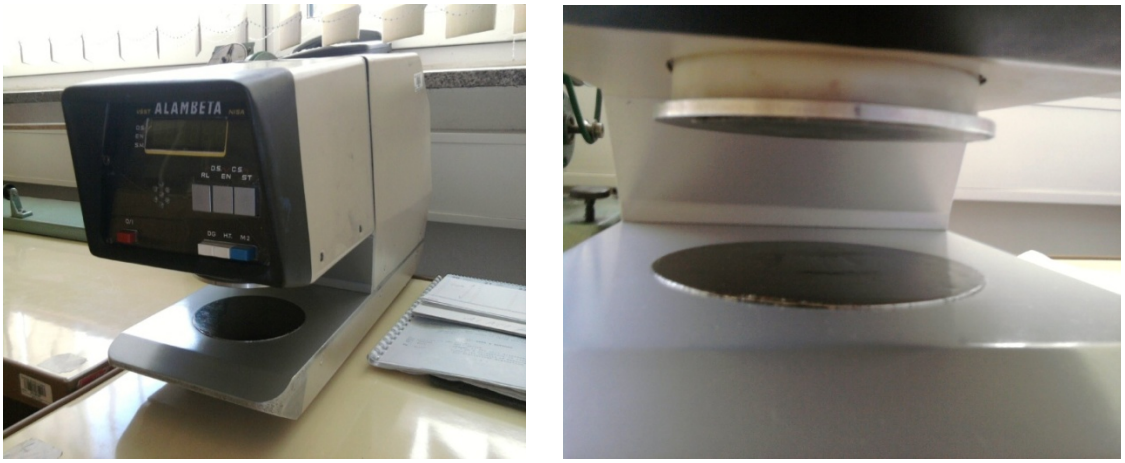
Bu cihaz, ısıl iletkenlik, ısıl soğurganlık, ısıl direnç ve örnek kalınlığı gibi ısıl özelliklerin ölçülmesine olanak sağlamaktadır. Alambeta cihazı temelde kuru insan derisini taklit etmektedir ve prensibi, alt ölçüm plakası (22°C) ile ölçüm baslığı (32°C) arasındaki sıcaklık farklılığından dolayı test edilen kumaş içerisinden geçen ısı akımının zamana bağlı matematiksel işlemlerle belirlenmesine dayanmaktadır. Numune yerleştirildiğinde, ölçüm kafası aşağıya inmekte, kumaşa temas etmekte ve ısı akış seviyesi bilgisayarda işlenerek ölçülen numunenin termofizyolojik özellikleri

değerlendirilmektedir. Bir ölçüm yaklaşık 10 saniye sürmektedir. Böylece, ölçüm sırasında numune nemi neredeyse sabit kaldığından ıslak kumaşların güvenilir ölçümü mümkün olmaktadır.

Cihazın basitçe çizilmiş kısımları Şekil 2.22'de gösterilmiştir. Cihaz genel olarak bir ölçüm kafası ile numunenin üzerine yerleştirildiği bir tabandan oluşmaktadır. Ölçüm kafası (1), bir elektrikli ısıtıcı (3) vasıtasıyla insan deri sıcaklığını simüle etmek için 32 °C'ye ısıtılmış metal bir bloğu (2) içerir. Sıcaklık, regülatöre bağlı termometre (8) ile kontrol edilir. Isıtılmış bloğun alt kısmı ise direkt ısı akış sensörüyle (4) donatılmıştır. Bu sensör 0,2 mm inceliğinde yapılmıştır ve farklı bir sıcaklıkla temas ettiği anda 0,2 saniye içinde maksimum ısı akısına ulaşır. Buda yaklaşık 0,5 mm kalınlığındaki insan derisini simüle etmektedir. Teste başlamadan önce kafa belirli bir H yüksekliğinde korunur ve tekstil materyali (5) cihazın tabanı (6) üzerindeki plakaya (7) yerleştirilir. Kol mekanizmaları (10) ölçüm kafasının doğru hareket etmesini temin eder. Ölçüm başladığı anda, ısı akış sensörünü ihtiva eden ölçüm kafası aşağıya düşer ve alt plakaya düzlemsel bir şekilde yerleştirilen numuneye dokunur. Bu sırada numunenin yüzey sıcaklığı aniden değişir ve cihazın bilgisayarı ısı akış kursunu kaydeder. Aynı zamanda bir fotoelektrik sensör numune kalınlığını ölçer. Bu prosedür, insan parmağının oda sıcaklığındaki bir kumaşa dokunması işlemine benzerdir. Aynı zamanda cihazda; ter akısını simule eden bir ıslatılmış tekstil ara yüzeyi (9) ve bağlantı boruları (11) da mevcuttur. Alambeta cihazının önden görünüşü şekil 2.23' te verilmektedir [79].



Şekil 2.22. Alambeta cihazının kısımları [79].



Şekil 2.23. Alambeta cihazının önden görünüşü.

Alambeta cihazında gerçek kullanım şartları simule edilmiş ve bu nedenle cihazın kafa sıcaklığı, cilt sıcaklığı olan 32°C, kumaş sıcaklığı ise oda sıcaklığı olarak kabul edilen 22°C olarak alınmıştır. Ölçüm işleminin ardından, tüm veriler bilgisayarda bu amaçla hazırlanmış bir programa verilmektedir. Bu program, kısa sıcaklık değişimleri üzerine bir matematik model karakterize eder [79]. Kumaşların sıcak soğuk hissini belirleyen parametre olan ısıl soğurganlık daha önceleri subjektif olarak değerlendirilirken, Alambeta cihazı ile objektif olarak ölçülebilmektedir.

Alambeta ile ölçülebilen kumaş parametreleri ve ölçüm aralıkları şu şekilde sıralanabilir: (Tablo 2.5)

Tablo 2.5 Alambeta ile ölçülebilen kumaş parametreleri ve ölçüm aralıkları

Kumaş Parametresi	**Ölçüm Aralığı**
λ: Termal (ısıl) iletkenlik	0,010 -2,0 W/m.K
a: Termal difüzyon (m^2/s)	-
b: Termal absorbtivite	10 -1000 $Ws^{1/2}/m^2K$
h: Kalınlık	0,1 -20 mm
P:ısı akış yoğunluk oranı (q_{max}/q_s)	-
r: Termal direnç	0,005 – 1,0 Km^2/W
q: Isı akış yoğunluğu (q_{max}) (W/m^2)	-
b_{nem}: Nem absorbtivitesi ($Ws^{1/2}/m^2K$) (Kumasın nemli haldeki termal absorbtivite ölçümü)	-

2.2.2.6. Terleme Korumalı Sıcak Plaka (Sweating Guarded Hotplate) Test Cihazı

İnsan tenine çok yakın ısı ve nem iletimini simule eden (taklit eden) sıcak plaka kullanılan bu test cihazında kumaşlar, filmler, kaplamalar, köpük, deri ve çok katlı yapılar dahil malzemelerin ısı direnci (R_{ct}) ve su buharı direncini (R_{et}), kararlı şartlar altında ölçülmektedir. Sıcak levha yönteminde TS EN 31092:1993 standardı referans alınmıştır. Şekil 2.24'de çalışmada kullanılan SDL Atlas marka Terleme Korumalı Sıcak Plaka (Sweating Guarded Hotplate) test cihazı görülmektedir.



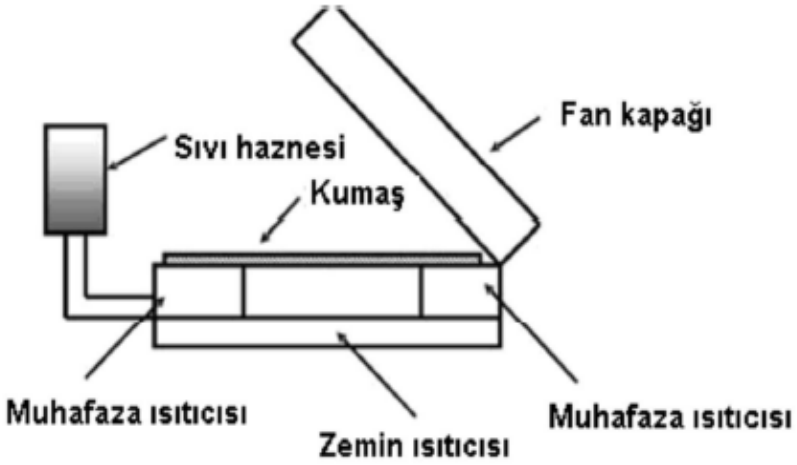
Şekil 2.24. Terleme Korumalı Sıcak Plaka (Sweating Guarded Hotplate) test cihazı.

Isıl direç testi (R_{ct}) için; ölçüm ünitesi veya sıcak plaka sıcaklığı 35 ^{o}C (insan tenini simüle ettiği için) hava sıcaklığı 20 ^{o}C, bağıl nem %65'e ve hava akımının hızı 1m/s 'ye ayarlanmıştır. Numune olmaksızın su buharı değeri R_{ct0} için, bu değerler dengeye ulaştıktan sonra kaydedilmiştir.

Test için Numuneler 300*300 mm ebadında hazırlanır. Bir adet deney noktası için bir kumaşın 3 farklı yerinden numuneler alındıktan sonra bu numuneler 12 saat kondisyonlanır. Test numunesi tene temas edecek tarafı ölçüm plakasına denk gelecek şekilde ve plakanın yüzeyini tamamen kaplayacak şekilde yerleştirilir. Kırışıklık

olmadan yapışkan bant veya bir çerçeve ile numune sabitlenir. Numune olmaksızın elde edilen R_{ct0} değeri kaydedilir, numune ve plakanın ısıl direnci ölçülür ve daha sonra R_{ct0} değeri numuneden elde edilen termal direnç değerinden çıkartılır (Denklem 1.2).

Şekil 2.25' de ise cihazın bölümleri şematik olarak gösterilmektedir. Termal direnç ölçümünde sıvı haznesinde su bulundurulmadan test işlemleri yürütülür.



Şekil 2.25. Sıcak levha yöntemiyle ölçüm mekanizması.

2.2.2.7. Permetest Test Cihazı

Permetest, insan derisine benzer olan özel bir ısı akış ölçüm sistemine sahiptir ve kuru haldeki ısı geçirgenliği (veya direnç) değerini ölçebilmektedir (Şekil 2.26)

Permetest ile kumaşların yüzde su buharı geçirgenlikleri ölçülmüş ve kumaşların "nefes alabilirliği" değerlendirilmiştir. Ölçümün esası, atmosfere açık, nemli bir plakadaki elektropotansiyelin, plaka bir kumaş tarafından kapatıldığında meydana gelen değişiminin tespitine dayanmaktadır. Aynı sistem, cihaza yerleştirilen kumaşın ıslak ölçüm platformundan difüzyona açık konumda absorbe ettiği su (sıvı) miktarındaki en küçük değişimi de belirleyerek su buharı geçirgenliğini ölçmektedir. Permetest, ISO 11092 standardına göre yapılan su buharı geçirgenliği ölçümlerinde çalışılan ve insan derisini simule eden 35^0C sıcaklık ve %40 bağıl nem değerlerinde kondüsyonlanma yerine, laboratuar ortamında kolaylıkla temin edilen 20^0C sıcaklık ve %60 bağıl neme sahip, kumaş yüzeyine paralel hava akısı altında ölçüm yapmaktadır.

Ölçüm için gerekli numune boyutları 10 cm x 10 cm.den daha küçüktür. Yapılan çalışmada her bir numunenin su buharı geçirgenliği ölçümü 3 kez tekrarlanmıştır. Permetest cihazının teknik parametreleri ve ölçüm aralığı Tablo 2.6' daki gibi sıralanabilir.



Şekil 2.26. Permetest su buharı geçirgenliği ölçüm cihazı.

Tablo 2.6. Permetest cihazının teknik parametreleri ve ölçüm aralığı.

Parametre	**Ölçüm aralığı**
Su buharı direnci	1 - 100 m^2 Pa / W
Bağıl su buharı geçirgenliği	1 - 100%
Termal geçirgenlik	1- 50 W / m^2 K
Termal direnç	0.02 -1 m^2 K / W
Kumaş kalınlığı	0,1 - 7 mm
Ayarlanabilir paralel hava akış hızı	3 ve 5 m/s
Hassasça birleştirilmiş çizgi kart kaydı	2 mV
Voltaj	220 V(110 V gerekirse) 50-60 Hz, 60 W giriş
Boyutlar	460 x 240 x 130 mm

2.2.2.8. Kumaş Gramajı Ölçümü

Kumaş gramajı TS 251 no'lu Türk Standardı esas alınarak ölçülmüştür. Test için hassas terazi ve şablon çıkartma makası kullanılmıştır. Kumaş düz bir zemin üzerinde kırışıklık ve gerilim olmayacak şekilde serilmiştir. Kumaş üzerinden şablon makasıyla 100 cm^2 lik bir alan çıkartılmıştır. Daha sonra bu numune hassas terazide tartılarak çıkan sonuç 1 m^2 ye oranlanarak kumaşın m^2 ağırlığı hesaplanmıştır. Her bir numunenin 5 değişik yerinden ölçüm yapılarak aritmetik ortalaması alınmıştır.

2.2.2.9. Kumaş Kalınlığı Testi

Deneyde Kumaşların en üst yüzeyleri ile en alt yüzeyleri arasındaki mesafe belli bir basınç altında ölçülerek kumaş kalınlığı tespit edilmektedir. Kumaş kalınlığı kumaşların ısı tutuculuk ve hacimsel özellikleri üzerinde etkisi vardır. Bu nedenle ölçülmesi önemlidir. Kumaş Kalınlığı testleri SDL Atlas marka dijital kumaş kalınlığı test cihazında TS 7128 EN ISO 5084' ye göre yapılmıştır (Şekil 2.27).



Şekil 2.27. SDL Atlas kumaş kalınlığı test cihazı

Deney numuneleri veya parçaları, deney için standart atmosfer şartları dengeye erişinceye kadar kondüsyonlanmış ve numuneler baskı ayağı ile referans plaka arasına yerleştirilmiştir. Deney parçasının kıvrımsız ve kırışıksız 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

2.2.2.10. Hava Geçirgenliği Testi

Kumaşın hava geçirgenliği, kumaşın içerisinden hava geçişine ne derecede olanak verdiğinin ölçüsüdür. Hava geçirgenliği, kumaşın verilen bir alanından dikey yönde geçen hava akışının hızı, verilen bir zaman aralığında, kumaşın deney alanı içindeki basınç farkında ölçülür. Temelde kumaşın gramajı, kalınlığı ve gözenekliliğe bağlı olmaktadır.

Kumaşlara hava geçirgenliği testi SDL Atlas Marka hava geçirgenliği test cihazında (Textile Testing Solutions) CSN EN ISO 9237 standardı esas alınarak yapılmıştır (Şekil 2.28).



Şekil 2.28. SDL Atlas hava geçirgenliği test cihazı.

Deneyden önce numuneler kondüsyonlanır ve deney standart atmosfer koşullarında yürütülür. Deney parçası, kumaşın kendi düzleminde bozulmamasına dikkat edilerek, buruşukluklar giderildikten sonra yeterli gerilim uygulanıp dairesel

numune tutucusuna tutturulmuştur. Deney parçasına doğru hava uygulamak için aspiratör kullanılmıştır. Çalışmada üretilen kumaşlar genellikle iç çamaşırı ve çorap vb. üretimine yönelik olarak tasarlandığından hava başıncı 50 Pa olarak belirlenmiştir. Kumaşın deneye tâbi tutulan bölümünde bir basınç düşmesi oluşana kadar hava akışı ayarlanmıştır ve kararlı hale ulaşıldıktan (en az 1 dakika) sonra hava akışı kaydedilmiştir. Deney aynı şartlar altında, numunenin farklı yerlerinde 10 defa tekrarlanmıştır. En son olarak test sonuçlarının aritmetik ortalaması alınıp hava geçirgenliği değeri hesaplanmıştır.

2.2.2.11. Aşınma ve Boncuklanma Testi

Boncuklanma örme kumaş yüzeyindeki liflerin birbirine dolaşarak boncuk olarak adlandırılan küçük, top şeklinde elyafları oluşturmasıdır. Boncuklar genellikle aşınmadan ve yıpranmadan dolayı elyaf uçlarının kumaş yüzeyine çıkması nedeniyle oluşur. Özellikle materyalin sürtünmeye maruz kaldığı yerlerde gevşek lif uçları materyal yüzeyinde toplanır ve minik toplar haline gelirler.

Üretilen örme kumaşların boncuklanma testleri Martindale aşınma ve boncuklanma test cihazında TS EN ISO 12947-3 e göre yapılmıştır (Şekil 2.29).

Bu deney sırasında numunelerin üzerine yerleştirilip belli bir basınçta yünlü bir kumaşa sürtünmenin yapıldığı diske yerleştirilmek üzere dairesel örme kumaş numuneleri alınır. Alınan numunelerin çapı 14 cm dir. Her kumaş için 3 adet test numunesi alınmıştır. Bu numuneler disk üzerine yerleştirilir ve disk 2000 devir çalıştırılarak pilling deneyi yapılır. Ayrıca sırayla 125, 500, 1000 ve 2000 devirde cihaz durdurularak boncuklanma değerlerinin ölçümü yapılmıştır. Daha sonra numune kumaşlar 5, 4, 3, 2, 1 şeklindeki boncuklanma skalasına göre değerlendirilir. Bu rakamlar, 5: boncuklanma yok, 4: çok az boncuklanma var, 3: orta derecede boncuklanma, 2: ileri derecede boncuklanma, 1: aşırı derecede boncuklanma şeklinde ifade edilmektedir.



Şekil 2.29. Martindale aşınma ve boncuklanma test cihazı

2.2.2.12. Patlama Mukavemet Test Cihazı

Patlama mukavemeti, bir kumaşın ani bir kuvvetle yırtılması için gerekli olan dikey basıncın miktarıdır. Patlama dayanımı kumaşta bir patlak oluşturmak için gerekli delici kuvveti ve kumaşın belirli koşullar altında patlamaya karşı koyma kabiliyetini ifade eder. Bunun için kumaşın esnek bir diyaframa sıkıca tutturulup bir bölgede şişirilerek, kumaşın patlatılması için gerekli basınç dikkate alınır. Bir kumaşın her tarafına eşit kuvvet etki ettirildiğinde kumaşın gösterdiği dirençten patlama kuvvetine bağımlı olarak bir de patlama basıncı söz konusudur.

Patlama mukavemeti testi; hava veya su ile genleştirilen lastik bir zarın üzerine gerilmiş bir kumaşı patlatma ya da bir çelik topun bastırıldığı kumaşı patlatma şeklinde yapılır. Tüm bölgeler ve iplikler en zayıf noktayı bulmak üzere aynı anda test edilmektedir. Aynı anda çeşitli yönlerden kuvvet etkisi atında kalan tekstil ürünlerinin mukavemetini ölçen bir test metodudur.

Kumaşlara patlama mukavemet testi SDL Atlas Marka patlama mukavemeti test cihazında ISO 13938-1 standardı esas alınarak yapılmıştır (Şekil 2.30).



Şekil 2.30. SDL Atlas patlama mukavemeti test cihazı

Deney için 50*50 cm boyutlarında kare şeklinde kumaş numuneleri hazırlanır ve kodüsyonlama yapılır. Burada kumaşın tamamı test işlemine girmemektedir sadece basınç yüzeyinin etki ettiği kısım test edilir ama deney sırasında numunenin boyutları daha geniş tutulmuştur. Hazırlanan numune, lastik bir diyafram üzerine dairesel bir mengene şeklindeki germe tertibatı ile bağlanır. Basınç altındaki bir gaz diyafram ve numuneyi, numune patlayana kadar şişirir ve buna karşılık gelen basınç cihaz ekranında okunur. Patlama süresi 20+-5 sn ye ayarlanarak ölçüm yapılır. Her kumaş için 5 adet test işlemi yapılmıştır ve bunların ortalaması kumaşın patlama mukavemet değeri olarak belirlenmiştir. Test sonuçlarında patlatma dayanımı(kPa), patlatma yüksekliği(mm), patlatma süresi (s),Akış Hızı (cm^3/dk) hesaplanmıştır.

2.2.2.13. İplik ve Kumaş Görüntü Testi

İplik boyuna ve enine kesit görüntüleri ve kumaş görüntüleri Leica DMLS marka mikroskop cihazı kullanılarak elde edilmiştir. Şekil 2.31 a' daki mikroskop iplik enine kesitini görüntülemek için kullanılmıştır. Bu cihaz 40x-630x arasında büyütme yapabilmektedir. İplik boyuna kesiti ve kumaş görüntülerinin elde edilmesi için Şekil 2.31 b'deki mikroskop kullanılmıştır. Bu mikroskop ile 20x-128x arasında büyütme yapılabilmektedir.



(a) (b)

Şekil 2.31. Leica DMLS mikroskop cihazı (a) iplik enine kesitlerini görüntülemek için kullanılan mikroskop cihazı, (b) iplik boyuna kesiti ve kumaş görüntülerinin elde edilmesi için kullanılan mikroskop cihazı

2.2.2.14. 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 bulunmuştur. Bu uzunluk miktarı toplam ilmek sayısına yani 100'e bölünerek ortalama ilmek iplik uzunluğu hesaplanmıştır.

2.2.2.15. İlmek 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 sıklığı kumaşın 5 farklı yerinde ölçülerek ortalaması alınmıştır.

2.2.2.16. Gözeneklilik Hesabı

Örme kumaşların ısıl konfor özelliklerinin değerlendirilmesinde kumaş gözenekliliğin de bilinmesi gerekmektedir. Çalışmada gözeneklilik hesabı aşağıdaki eşitlik kullanılarak yürütülmüştür.

$$P = \left(1 - m / \rho h\right)100 \qquad (2.1)$$

Burada P, gözeneklilik, m, kumaş gramajı ve ρ ise elyaf yoğunluğu (g/cm^3) olarak alınmıştır. Karışımlarda ise ortalama elyaf yoğunluğu, karışım oranı dikkate alınarak hesaplanarak denkleme yazılmıştır. Polyesterin yoğunluğu 1.38 g/cm^3, Viloft ve pamuğun yoğunluğu ise 1.52 g/cm^3 olarak değerlendirilmiştir.

2.3. Model Seçimi ve Regresyon Analizi

İstatistiksel modeller için Design Expert paket programı kullanılan çalışmada karışım-simpleks kafes modelleri oluşturulduktan sonra regresyon eşitlikleri elde edilerek iplik ve kumaş özelliklerinin değerlendirilebilmesi ve tahmin edilebilmesi sağlanmıştır. Aşağıda çalışmada kullanılan bazı terim ve kavramlar verilerek model seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar anlatılmıştır. Kurulan modellerden elde edilen regresyon eşitlikleri ile eğriler uydurularak (curve fitting) iplik fiziksel ve mekanik özelliklerinin karışıma (polyester-viskon) ve proses değişkenlerine (rotor hızı, iplik numarası) bağlı olarak değişimi görülebilecektir.

2.3.1. Regresyon Analizi

Tepki değişkeni veya bağımlı değişken olarak tanımlanan "Y" ve bağımsız değişken veya regresör olarak tanımlanan n adet "X_1, X_2…X_n" arasındaki sebep-sonuç ilişkisini matematiksel olarak ortaya koyan yönteme regresyon analizi denilmektedir. Regresyon analizi sonucunda bağımlı değişken bağımsız değişken cinsinden ifade edilerek bir eşitlik elde edilerek farklı olaylar ile ilgili tahminler yapılabilmektedir.

2.3.2. Bağımlı Değişken

Tepki değişkeni veya yanıt olarak da adlandırılmaktadır. Çalışmada elde edilen iplik fiziksel ve mekanik özellikleri (kopma kuvveti, uzama (%), mukavemet, kopma işi, düzgünsüzlük, ince yer, kalın yer, neps, tüylülük) bağımlı değişken olarak değerlendirilmektedir.

2.3.4. Bağımsız Değişken

Regresör olarak da tanımlanan, bağımlı değişken üzerinde etkisi olan değişkenlerdir. Çalışmada polyester-viskon karışım oranları, rotor hızı ve iplik numarası bağımsız değişken olarak değerlendirilmektedir.

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

$$Y=\beta_0+ \beta_1X_1+ \beta_2X_2+ \beta_3X_{3.....} \beta_nX_n \qquad (2.2)$$

Burada;

Y	Bağımlı değişken
$X_1, X_2, X_{3.....} X_n$	Bağımsız değişken
β_0	Sabit değer
$\beta_1,\beta_2,\beta_{3.....} \beta_n$	Regresyon katsayıları

olarak ifade edilmektedir.

Regresyon analizi sonucu elde edilen fonksiyon istatistiksel bir fonksiyon 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 ifade edilmektedir [80]. Çalışmada kullanılan güven aralığı ise %95 (α=0.05) olarak belirlenmiştir.

2.3.5. F- Testi

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

2.3.6. 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 [81]. İstatistiksel değerlendirmede modelin ortaya çıkardığı parametrelerin modele olan katkısının anlamlı veya anlamsız olarak değerlendirilmesinde kullanılan bir değerdir.

2.3.7. 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. 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…+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 $\check{y}_i$ olmak üzere o nokta için bulunan tahmin hatası $e=y_i - \check{y}_i$ olarak bulunmaktadır. n tane ölçüm noktası için oluşan PRESS değeri ise

$$PRESS = \sum_{i=1}^{n} e_i^2 = \sum_{i=1}^{n} [y_i - \check{y}_i]^2 \quad (2.3)$$

olmaktadır. Model seçilirken bu değerin küçük olması istenmektedir.

2.3.8. 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 tanımlandığında 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 seçilmelidir.

2.3.9. Artık Analizi

Regresyon analizi ile elde edilen modelin ortaya çıkardığı hata terimleri analiz edilerek modelin tahminlemede kullanılıp kullanılmayacağına karar verilir. Modelden elde edilen hataların dağılımı normal dağılıma uygun olmalıdır. Söz konusu hatalar normal dağılıma uygun bir dağılım gösteriyorsa oluşturulan model tahminlemede kullanılabilecektir.

2.3.10. Tepki Yüzeyi Metodu (Response Surface Methodology)

Tepki yüzeyi metodu çeşitli parametrelere bağlı olan bir problemin modellenmesinde matematiksel ve istatistiksel yöntemlerin bir arada kullanılarak bu problemin analiz edilmesi ve optimizasyonunun yapılması şeklinde tarif edilmektedir [81]. x1 ve x2 değişkenlerinin bulunduğu bir problemde çözüm

$$y = f(x_1, x_2) + \varepsilon \quad (2.4)$$

olmaktadır. Burada y, problemin çözümü olan tepki değeri iken ε çözümde oluşan hata miktarı olarak ifade edilmektedir. Tepki yüzeyi metodunda bağımsız değişkenler olan x_1 ve x_2 ile bağımlı değişken y arasındaki ilişkinin matematiksel olarak ifade edilebilmesi için çeşitli istatistiksel modellerin kurulması gerekmektedir. Çalışmada yürütülen karışım deneylerine uygun istatistiksel model ise simpleks kafes tasarım adı verilen model olmaktadır.

2.3.11. Simpleks Kafes Tasarım

Karışım deneylerinde karışımın içerdiği bileşenler faktör olarak ele alınırken bu faktörler birbirinden bağımsız olmamaktadır. Başka bir ifade ile çalışmada iplik karışımındaki polyester ve viskon oranı bağımsız değişken olarak ifade edilirken polyester oranı ile viskon oranı birbirine bağlı olarak değişen faktörlerdir. Karışımdaki polyester oranı "P" ise viskon oranı V=1-P olarak ifade edilmektedir. Karışımı oluşturan bileşenlerin oranı xi ile ifade edilirse p adet karışım bileşeni için

$$0 < x_i < 1 \qquad i = 1, 2, \dots, p$$

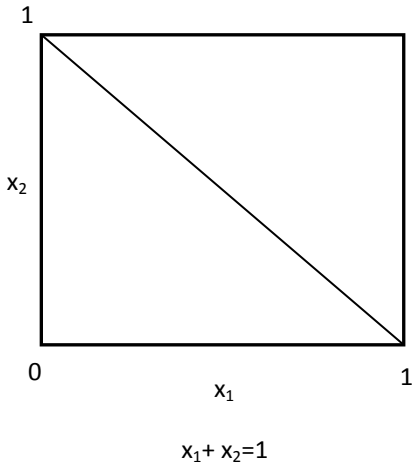
ve

$$x_1 + x_2 + \cdots + x_p = 1 \tag{2.5}$$

olmaktadır. Simpleks modeller karışım bileşenlerinin tepki değişkenine olan etkisini incelemektedir. Çalışmada ise iki karışım bileşeni (polyester, viskon) ve bunların yedi değişik karışım oranları kullanılmıştır. Çalışmada iki adet karışım bileşeni kullanıldığından

$$x_1 + x_2 = 1 \tag{2.6}$$

olan simpleks kafes tasarım oluşturulmuştur. Şekil 2.32'de çalışmada kullanılan simpleks kafes tasarım gösterilmektedir.



Şekil 2.32. Çalışmada kullanılan simpleks kafes tasarım.

Yaygın olarak kullanılan karışım modelleri lineer, kuadratik ve kübik olup aşağıda bu modeller gösterilmektedir.

Lineer

$$E(y) = \sum_{i=1}^{p} \beta_i x_i \tag{2.7}$$

Kuadratik

$$E(y) = \sum_{i=1}^{p} \beta_i x_i + \sum \sum_{i<j}^{p} \beta_{ij} x_i x_j \tag{2.8}$$

Tam kübik

$$E(y) = \sum_{i=1}^{p} \beta_i x_i + \sum \sum_{i<j}^{p} \beta_{ij} x_i x_j + \sum \sum_{i<j}^{p} \delta_{ij} x_i x_j (x_i - x_j) + \sum \sum \sum_{i<j<k} \beta_{ijk} x_i x_j x_k \tag{2.9}$$

Özel Kübik

$$E(y) = \sum_{i=1}^{p} \beta_i x_i + \sum \sum_{i<j}^{p} \beta_{ij} x_i x_j + \sum \sum \sum_{i<j<k} \beta_{ijk} x_i x_j x_k \tag{2.10}$$

Burada, β_i saf karışımlarda (xi=1 ve xj=0) beklenen tepki değerini vermektedir. $\sum_{i=1}^{p} \beta_i x_i$ lineer karışım için kullanılırken karşım bileşenleri arasında etkileşim varsa tepki olarak nonlineer bir fonksiyondan kaynaklanan bir eğrilik durumu oluşur. Bu

durumda β_{ij} karışımın tepki değişkenini olumlu ya da olumsuz olarak etkileyen bir parametre olmaktadır. Karışım deneylerinde karışımın genellikle kompleks yapıda olmasından dolayı genellikle yüksek dereceli kuadratik ve kübik modeller kullanılmaktadır.

Design Expert paket programında Karışım (mixture) menüsünden "User Defined" menüsü tıklandıktan sonra ilk olarak karışım oluşturan polyester, pamuk ve viloft lifleri ve bunların karışım oranları programa girilmiştir. Tepki değeri olarak deneysel çalışmalar sonucu elde edilen iplik özelliklerinin değerleri girilir. Program ile varyans analizi (ANOVA) yapılarak hangi modelin kullanılması gerektiği belirlendikten sonra oluşturulan modelden regresyon denklemi elde edilerek iplik ve kumaş özelliklerinin analiz edilebilmesi sağlanmıştır.

3. BÖLÜM

BULGULAR

Çalışmada viloft/polyester ve viloft/pamuk elyaflarından 0/100, 33/67, 50/50, 67/33 ve 100/0 yüzdelik karışımlarda Ne 30/1 numarada ring iplikler üretilmiştir. Daha sonra söz konusu ipliklerden süprem ve 1x1 ribana kumaşlar elde edilmiştir. Bu bölümde ilk olarak iplik test sonuçları daha sonra ise kumaş test sonuçları verilmektedir.

3.1. İplik Testleri

Çalışmanın ilk kısmında üretilen iplikler karakterize edilmiştir. İpliklerin numarası bükümü, düzgünsüzlük, tüylülük, iplik hataları (ince yer, kalın yer, neps), mukavemet, uzama özellikleri ilgili test cihazlarında test edilerek replikasyon değerleri ile birlikte bu bölümde sırasıyla verilmektedir.

3.1.1 İplik Numarası ve Büküm Test Sonuçları

İplik numarası ölçümü Precision Testing Machines numara çıkrığında yapılmıştır. İplik bükümü için ise Zweigle D314 büküm test cihazı kullanılmıştır. Üretimi gerçekleştirilen 5 farklı karışım oranına sahip olan viloft/pamuk ve viloft/polyester ring ipliklerin numara ve büküm ölçümü için toplam 7 replikasyon yapılmıştır.

Viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı ipliklerin numara ölçüm sonuçları Tablo 3.1 ve Tablo 3.2'de sırasıyla verilmektedir.

Tablo 3.1. Viloft/polyester karışımı iplikler için numara ölçüm sonuçları.

Karışım Oranları		Numara								
Viloft (%)	**Polyester (%)**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**Ort**	**CV%**
100	**0**	30.10	29.18	29.86	29.72	29.86	30.13	29.32	29.74	1.24
67	**33**	30.28	30.28	29.72	31.00	29.45	29.86	30.13	30.10	1.66
50	**50**	29.86	29.86	29.86	29.86	30.00	29.45	29.18	29.72	0.98
33	**67**	30.40	30.50	29.18	30.28	30.13	30.13	29.72	30.05	1.55
0	**100**	29.86	29.86	29.05	29.18	29.45	29.18	29.05	29.38	1.20

Tablo 3.2. Viloft/pamuk karışımı iplikler için numara ölçüm sonuçları.

Karışım Oranları		Numara								
Viloft (%)	**Pamuk (%)**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**Ort**	**CV%**
100	**0**	29.86	29.86	29.05	29.18	29.45	29.18	29.05	29.38	1.20
67	**33**	29.18	29.58	29.72	29.18	29.05	30.28	30.00	29.57	1.55
50	**50**	28.80	28.80	29.18	29.05	29.45	29.18	29.18	29.09	0.80
33	**67**	29.58	29.86	29.18	30.00	29.45	28.67	28.92	29.38	1.64
0	**100**	30.00	29.18	29.45	30.71	29.58	29.45	30.13	29.79	1.75

Viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı ipliklerin büküm ölçüm sonuçları ise Tablo 3.3 ve Tablo 3.4'de sırasıyla verilmektedir.

Tablo 3.3. Viloft/polyester karışımı iplikler için büküm ölçüm sonuçları.

Karışım Oranları		Büküm								
Viloft (%)	**Polyester (%)**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**Tpm Ort**	**Tpi Ort**
100	**0**	823	854	852	814	778	801	806	818	20.8
67	**33**	791	775	822	829	803	795	811	804	20.4
50	**50**	778	808	787	782	795	800	780	790	20.1
33	**67**	816	845	835	821	809	841	849	831	21.1
0	**100**	776	806	799	810	785	800	795	796	20.0

Tablo 3.4. Viloft/pamuk karışımı iplikler için büküm ölçüm sonuçları.

Karışım Oranları		Büküm								
Viloft (%)	**Pamuk (%)**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**Tpm Ort**	**Tpi Ort**
100	**0**	823	854	852	814	778	801	806	818	20.8
67	**33**	777	801	783	803	782	790	785	789	20.0
50	**50**	810	809	794	822	823	800	826	812	20.6
33	**67**	824	834	812	773	800	816	806	809	20.5
0	**100**	827	794	823	854	850	831	830	830	21.1

3.1.2. İplik Kopma Testi Sonuçları

İpliklerin kopma kuvveti, uzama (%), mukavemet ve kopma işi testleri Uster Tensojet cihazı ile ölçülmüştür. Her bir tip iplik için 7'şer kops/bobinden 400 m/dk hız ile 500 mm ölçüm uzunluğunda kopma mukavemeti testi gerçekleştirilmiştir. Viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı ipliklerin kopma kuvveti (cN) ve uzama (%) ölçüm sonuçları Tablo 3.5 ve Tablo 3.6'da sırasıyla verilmektedir.

Tablo 3.5. Viloft/polyester karışımı iplikler için kopma mukavemeti ve uzaması sonuçları.

Karışım Oranları (%)		Kopma Testi sonuçları				
Viloft	**Polyester**	**Uzama (%)**	**CV (%)**	**Kopma kuvveti (cN)**	**Mukavemet (cN/tex)**	**CV (%)**
100	**0**	10.79	16.87	279.79	14.21	11.44
67	**33**	11.62	8.72	431.49	21.92	10.20
50	**50**	11.71	6.36	529.89	26.92	9.68
33	**67**	11.76	5.7	594.27	30.19	8.6
0	**100**	10.48	7.03	664.34	33.75	9.18

Tablo 3.6. Viloft/pamuk karışımı iplikler için kopma mukavemeti ve uzaması sonuçları.

Karışım Oranları		Kopma Testi sonuçları				
Viloft (%)	**Pamuk (%)**	**Uzama (%)**	**CV (%)**	**Kopma kuvveti (cN)**	**Mukavemet (cN/tex)**	**CV (%)**
100	**0**	10.79	16.87	279.79	14.21	11.44
67	**33**	5.08	15.5	243.04	12.71	9.36
50	**50**	4.85	10.25	250.05	12.35	10.09
33	**67**	4.29	10.11	268.91	13.66	8.78
0	**100**	4.14	8.81	344.96	17.52	10.26

3.1.3. Düzgünsüzlük, İplik hataları ve Tüylülük Test Sonuçları

Farklı karışım oranlarında ve değişik proses şartlarında üretilen viloft/polyester ve viloft/pamuk ring ipliklerinin düzgünsüzlük, iplik hataları ve tüylülük testleri Uster Tester-5 cihazı ile standart atmosfer şartlarında (20±2 °C sıcaklık ve %65±2 bağıl nem) yürütülmüştür. Viloft/polyester ve viloft/pamuk ipliklerine ait düzgünsüzlük ve tüylülük test sonuçları Tablo 3.7 ve Tablo 3.8'de sırasıyla verilmektedir.

Tablo 3.7. Viloft/polyester karışımlı ipliklerin düzgünsüzlük ve tüylülük test sonuçları.

Karışım Oranları (%)		Fiziksel Özellik		
Viloft	**Polyester**	**Düzgünsüzlük CVm (%)**	**Tüylülük (H)**	**CV (%)**
100	**0**	15.15	8.20	5.1
67	**33**	14.44	7.95	2.3
50	**50**	13.72	7.07	3.6
33	**67**	13.50	6.61	5.5
0	**100**	12.20	6.630	3.2

Tablo 3.8 Viloft/pamuk karışımı ipliklerin düzgünsüzlük ve tüylülük test sonuçları.

Karışım Oranları (%)		Fiziksel Özellik		
Viloft	**Pamuk**	**Düzgünsüzlük CVm (%)**	**Tüylülük (H)**	**CV (%)**
100	**0**	15.15	8.20	5.1
67	**33**	14.91	7.14	3.5
50	**50**	15.17	6.94	3.05
33	**67**	15.97	6.16	3.06
0	**100**	14.24	5.15	3.2

Viloft/polyester ve viloft/pamuk ipliklerine ait ince yer (-50%), kalın yer (+50%) ve neps (+200%) test sonuçları Tablo 3.9 ve Tablo 3.10'da sırasıyla verilmektedir.

Tablo 3.9. Viloft/polyester karışımı ipliklerin ince (-50%), kalın (+50%), neps test sonuçları.

Karışım Oranları (%)		**Fiziksel Özellik**		
Viloft	**Polyester**	**İnce (-50%)**	**Kalın (+50%)**	**Neps +200%**
100	**0**	33.60	55.00	35.35
67	**33**	16.4	58.2	113.9
50	**50**	6.1	27.9	40.4
33	**67**	2.5	19.3	45.0
0	**100**	2.2	10.0	16.3

Tablo 3.10. Viloft/pamuk karışımı ipliklerin ince (-50%), kalın (+50%), neps test sonuçları.

Karışım Oranları (%)		**Fiziksel Özellik**		
Viloft	**Pamuk**	**İnce (-50%)**	**Kalın (+50%)**	**Neps +200%**
100	**0**	33.60	55.00	35.35
67	**33**	19.50	83.20	96.95
50	**50**	18.90	126.25	141.05
33	**67**	29.85	215.90	262.85
0	**100**	11.80	50.40	31.80

3.2. Kumaş Testleri

3.2.1. Alambeta Test Sonuçları

Çalışmada Alambeta cihazı kullanılarak süprem ve 1x1 ribana konstrüksiyonlarında üretilen kumaşların ısıl iletkenlik, ısıl yayınım, ısıl soğurganlık, ısıl direnç (yalıtım) özelliklerine ait değerler ölçülmüştür. Söz konusu ölçüm sonuçları viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı süprem kumaş için Tablo 3.11'de ve Tablo 3.12'de; 1x1 ribana kumaş için Tablo 3.13 ve Tablo 3.14'te sırasıyla gösterilmektedir.

Tablo 3.11. Viloft/polyester karışımlı süprem kumaşların Alambeta test sonuçları.

Karışım oranı %	**λ-Termal iletkenlik ($x10^{-3}$)**			**α Termal difüzyon**			**b Termal absorbtivite**			**r-Termal direnç ($x10^{-3}$)**		
	Ölçüm	Ort.	CV-%	Ölçüm	Ort.	CV-%	Ölçüm	Ort.	CV-%	Ölçüm	Ort.	CV-%
100 P	39.3	39.67	1.13	0.18	0.172	3.63	98.20	97.13	5.44	18.10	17.73	2.54
	40.3			0.17			90.20			18.00		
	39.4			0.165			103.00			17.10		
67 P /33 V	41.2	41.70	0.85	0.17	0.17	1.21	99.90	100.97	0.85	16.00	15.90	2.35
	41.9			0.17			102.00			15.40		
	42			0.17			101.00			16.30		
50 P /50 V	42.5	42.37	0.45	0.16	0.15	1.34	108.00	108.00	0.00	14.90	14.93	1.38
	42.1			0.15			108.00			14.70		
	42.5			0.15			108.00			15.20		
33 P /67 V	42.2	42.07	2.34	0.12	0.12	2.76	121.00	121.67	1.40	15.60	16.20	3.02
	40.8			0.12			120.00			16.80		
	43.2			0.12			124.00			16.20		
100 V	43	43.27	0.87	0.12	0.118	5.27	124.00	125.33	3.98	15.40	15.40	2.12
	43			0.11			132.00			15.00		
	43.8			0.125			120.00			15.80		

Tablo 3.12. Viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşların Alambeta test sonuçları.

Karışım oranı %	**λ-Termal iletkenlik ($x10^{-3}$)**			**α Termal difüzyon**			**b Termal absorbtivite**			**r-Termal direnç ($x10^{-3}$)**		
	Ölçüm	Ort.	CV-%	Ölçüm	Ort.	CV-%	Ölçüm	Ort.	CV-%	Ölçüm	Ort.	CV-%
100 C	50.6	49.77	1.40	0.16	0.16	5.67	127.00	126.33	1.97	15.20	15.60	2.77
	48.9			0.14			129.00			16.20		
	49.8			0.16			123.00			15.40		
67 C /33 V	49.8	49.40	1.29	0.13	0.13	3.39	139.00	135.00	2.77	15.80	15.63	1.51
	48.5			0.14			130.00			15.80		
	49.9			0.14			136.00			15.30		
50 C /50 V	49.3	48.87	0.75	0.13	0.13	2.94	136.00	136.33	0.91	15.70	15.43	1.33
	48.4			0.12			138.00			15.20		
	48.9			0.13			135.00			15.40		
33 C /67 V	49.9	48.87	1.67	0.11	0.12	5.12	153.00	144.33	4.28	13.70	14.87	5.56
	48.8			0.12			141.00			15.40		
	47.9			0.12			139.00			15.50		
100 V	43	43.27	0.87	0.12	0.118	5.27	124.00	125.33	3.98	15.40	15.40	2.12
	43			0.11			132.00			15.00		
	43.8			0.125			120.00			15.80		

Tablo 3.13. Viloft/polyester karışımlı 1x1 rib kumaşların Alambeta test sonuçları

Karışım oranı %	**λ-Termal iletkenlik (x10^{-3})**			**α Termal difüzyon**			**b Termal absorbtivite**			**r-Termal direnç (x10^{-3})**		
	Ölçüm	Ort.	CV%	Ölçüm	Ort.	CV%	Ölçüm	Ort.	CV%	Ölçüm	Ort.	CV%
100 P	44.4	43.87	1.27	0.16	0.17	3.36	110.00	106.67	2.69	21.20	21.37	1.81
	43.1			0.18			103.00			21.90		
	44.1			0.17			107.00			21.00		
67 P /33 V	47	47.50	0.86	0.15	0.15	3.57	121.00	122.67	2.52	17.70	17.60	0.80
	48			0.14			127.00			17.70		
	47.5			0.16			120.00			17.40		
50 P /50 V	47.6	47.53	0.52	0.13	0.14	5.91	130.00	128.67	2.64	18.10	18.40	1.60
	47.2			0.13			132.00			18.80		
	47.8			0.15			124.00			18.30		
33 P /67 V	46.7	47.03	0.61	0.12	0.128	4.82	136.00	129.00	4.43	17.90	18.03	1.05
	47			0.129			122.00			18.30		
	47.4			0.135			129.00			17.90		
100 V	47.1	47.33	0.36	0.13	0.12	4.69	131.00	135.33	2.72	18.00	17.90	1.21
	47.4			0.12			135.00			17.60		
	47.5			0.12			140.00			18.10		

Tablo 3.14. Viloft/pamuk karışımlı 1x1 rib kumaşların Alambeta test sonuçları.

Karışım oranı %	**λ- Termal iletkenlik (x10^{-3})**			**α Termal difüzyon**			**b Termal absorbtivite**			**r-Termal direnç (x10^{-3})**		
	Ölçüm	Ort.	CV %	Ölçüm	Ort.	CV %	Ölçüm	Ort.	CV %	Ölçüm	Ort.	CV %
100 C	59.6	58.70	1.10	0.16	0.17	2.85	148.00	143.33	2.30	17.40	18.03	2.57
	58.4			0.17			141.00			18.20		
	58.1			0.17			141.00			18.50		
67 C /33 V	56.7	55.77	1.22	0.18	0.17	2.61	135.00	134.33	0.70	19.00	19.30	1.12
	55.1			0.17			135.00			19.50		
	55.5			0.18			133.00			19.40		
50 C /50 V	55.9	54.90	1.36	0.14	0.15	4.04	151.00	143.67	3.65	17.80	18.23	1.70
	54.1			0.15			139.00			18.40		
	54.7			0.15			141.00			18.50		
33 C /67 V	53.5	54.13	1.17	0.15	0.15	4.62	137.00	139.33	1.88	18.60	18.20	1.79
	53.9			0.14			143.00			18.20		
	55			0.16			138.00			17.80		
100 V	47.1	47.33	0.36	0.13	0.12	4.69	131.00	135.33	2.72	18.00	17.90	1.21
	47.4			0.12			135.00			17.60		
	47.5			0.12			140.00			18.10		

3.2.2. Terleme Korumalı Sıcak Plaka (Sweating guarded Hotplate) Termal Dayanım (İzolasyon) Test Sonuçları

Çalışmada, konveksiyon yoluyla ölçüm yapan terleme korumalı sıcak plaka (sweating guarded hotplate) cihazı kullanılarak süprem ve 1x1 ribana konstrüksiyonlarında üretilen kumaşların ısıl direnç (yalıtım) özelliklerine ait değerler ölçülmüştür. Söz konusu ölçüm sonuçları viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı süprem kumaş için Tablo 3.15 ve Tablo 3.16' da; 1x1 ribana kumaş için Tablo 3.17 ve Tablo 3.18' de sırasıyla gösterilmektedir.

Tablo 3.15. Viloft/polyester karışımlı süprem kumaşların termal dayanım test sonuçları.

Karışım Oranı %	**Ölçümler**			**Ortalama**	**CV%**
100 P	0.0347	0.0355	0.0335	0.03515	2.67
	0.0345	0.0359	0.0367		
67 P /33 V	0.0289	0.03	0.0273	0.02985	5.14
	0.0301	0.0328	0.03		
50 P /50 V	0.0367	0.0388	0.0356	0.0362	3.3
	0.0358	0.0347	0.0356		
33 P /67 V	0.0265	0.0298	0.0291	0.02865	3.1
	0.0285	0.0289	0.0289		
100 V	0.0391	0.0388	0.0399	0.03825	3.55
	0.0353	0.0383	0.0379		

Tablo 3.16. Viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşların termal dayanım test sonuçları.

Karışım Oranı (%)	**Ölçümler**			**Ortalama**	**CV%**
100 C	0.0307	0.0323	0.0318	0.0314	1.83
	0.0309	0.0309	0.0317		
67 C /33 V	0.0326	0.0309	0.0317	0.0328	3.73
	0.0347	0.0337	0.0334		
50 C /50 V	0.0328	0.0355	0.0345	0.03428	2.81
	0.0389	0.0398	0.0396		
33 C /67 V	0.0383	0.039	0.0393	0.038	2.74
	0.0366	0.0382	0.0365		
100 V	0.0391	0.0388	0.0399	0.03825	3.55
	0.0353	0.0383	0.0379		

Tablo 3.17. Viloft/polyester karışımlı 1x1 rib kumaşların termal dayanım test sonuçları.

Karışım Oranı%	Ölçümler			Ortalama	CV%
100 P	0.0254	0.0236	0.0246	0.0236	4.41
	0.0222	0.0228	0.0231		
67P /33 V	0.0273	0.0264	0.027	0.0267	2.44
	0.0252	0.0274	0.0269		
50P /50 V	0.0272	0.029	0.027	0.0289	5.63
	0.0307	0.0317	0.028		
33P /67 V	0.0261	0.0264	0.0255	0.0306	2.98
	0.0302	0.0295	0.032		
100 V	0.0321	0.0334	0.0318	0.0315	3.35
	0.0299	0.0313	0.0307		

Tablo 3.18. Viloft/pamuk karışımlı 1x1 rib kumaşların termal dayanım test sonuçları.

Karışım Oranı %	Ölçümler			Ortalama	CV%
100 C	0.0288	0.029	0.0309	0.02875	3.78
	0.0272	0.0288	0.0278		
67C /33 V	0.0278	0.0297	0.0287	0.02855	2.13
	0.0289	0.0286	0.0276		
50C /50 V	0.0259	0.0286	0.026	0.02755	3.97
	0.0285	0.0276	0.0287		
33C /67 V	0.0305	0.0288	0.0295	0.0295	1.68
	0.0289	0.0298	0.0296		
100 V	0.0321	0.0334	0.0318	0.0315	3.35
	0.0299	0.0313	0.0307		

3.2.3. Permetest Sonuçları

Çalışmada Permetest cihazı kullanılarak süprem ve 1x1 ribana konstrüksiyonlarında üretilen kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği özelliklerine ait değerler ölçülmüştür. Söz konusu ölçüm sonuçları viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı süprem kumaş için Tablo 3.19 ve Tablo 3.20' da; 1x1 ribana kumaş için Tablo 3.21 ve Tablo 3.22' de verilmektedir.

Tablo 3.19. Viloft/polyester karışımlı süprem kumaşların Permetest sonuçları.

Karışım oranı (%)	Repl.	Bağıl su buharı geçirgenliği %			Mutlak buharı geçirgenliği		
		Ölçüm	Ort.	CV%	Ölçüm	Ort.	CV%
100 P	1	40.2	39.5	3.7	5.6	5.7	5.1
	2	40.5			5.4		
	3	37.8			6.0		
67 P /33 V	1	42.6	42.0	3.3	4.7	4.9	4.6
	2	40.4			5.1		
	3	43.0			4.8		
50 P /50 V	1	39.1	38.5		5.9	5.9	
	2	38.0			5.9		
	3	37.8			6.1		
33 P /67 V	1	41.5	40.6	3.2	5.3	5.3	1.9
	2	41.3			5.2		
	3	39.1			5.4		
100 V	1	41.4	41.1	2.4	5.3	5.3	1.8
	2	41.8			5.2		
	3	40.0			5.3		

Tablo 3.20. Viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşların Permetest sonuçları.

Karışım oranı (%)	Repl.	Bağıl su buharı geçirgenliği %			Mutlak buharı geçirgenliği		
		Ölçüm	Ort.	CV%	Ölçüm	Ort.	CV%
100 C	1	39.6	39.6	1.6	5.7	5.7	2.5
	2	39.0			5.8		
	3	40.2			5.5		
67 C /33 V	1	38.7	39.6	0.6	5.6	5.5	0.6
	2	40.5			5.3		
	3	39.7			5.6		
50 C /50 V	1	38.7	40.5	4.9	5.4	5.3	4.8
	2	40.1			5.5		
	3	42.6			5.0		
33 C /67 V	1	40.2	39.9	0.6	5.5	5.5	0.6
	2	39.8			5.5		
	3	39.7			5.5		
100 V	1	41.4	41.1	2.4	5.3	5.3	1.8
	2	41.8			5.2		
	3	40.0			5.3		

Tablo 3.21. Viloft/polyester karışımlı 1x1 rib kumaşların Permetest sonuçları.

Karışım oranı %	Repl.	Bağıl su buharı geçirgenliği %			Mutlak buharı geçirgenliği		
		Ölçüm	Ort.	CV%	Ölçüm	Ort.	CV%
100 P	1	40.3	40.0	2.2	5.3	5.3	3.6
	2	40.7			5.1		
	3	39.0			5.5		
67 P /33 V	1	42.0	41.8	2.4	4.5	4.6	4.1
	2	40.5			4.8		
	3	42.8			4.4		
50 P /50 V	1	40.1	41.7	7.4	5.0	5.0	5.4
	2	39.8			5.3		
	3	45.3			4.8		
33 P /67 V	1	40.7	40.2	1.7	4.8	4.7	2.9
	2	40.6			4.6		
	3	39.4			4.9		
100 V	1	42.4	41.7	2.4	4.5	4.7	3.0
	2	40.5			4.8		
	3	42.1			4.7		

Tablo 3.22. Viloft/pamuk karışımlı 1x1 rib kumaşların Permetest sonuçları.

Karışım oranı %	Repl.	Bağıl su buharı geçirgenliği %			Mutlak buharı geçirgenliği		
		Ölçüm	Ort.	CV%	Ölçüm	Ort.	CV%
100 C	1	42.6	40.2		5.1	5.6	
	2	37.7			6.0		
	3	40.3			5.7		
67 C /33 V	1	38.8	39.3	1.3	4.7	4.8	0.7
	2	39.2			4.8		
	3	39.8			4.2		
50 C /50 V	1	38.8	37.9	2.1	5.0	5.1	2.7
	2	37.2			5.2		
	3	37.8			5.0		
33 C /67 V	1	39.8	38.6	2.8	4.7	4.7	0.3
	2	37.9			4.7		
	3	37.9			4.7		
100 V	1	42.4	41.7	2.4	4.5	4.7	3.0
	2	40.5			4.8		
	3	42.1			4.7		

3.2.4. Gramaj Testi

Kumaş gramajı TS 251 no'lu Türk Standardı esas alınarak ölçülmüştür. Viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşın gramaj değerleri Tablo 3.23 ve Tablo 3.24' de; 1x1 ribana kumaşın gramaj değerleri ise Tablo 3.25 ve Tablo 3.26' da gösterilmektedir.

Tablo 3.23. Viloft/polyester karışımlı süprem kumaşların gramaj test sonuçları.

Karışım Oranı (%)	**Ölçümler**					**Ortalama**	**SD**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**		
100 P	125	124	125	127	125	125.2	1.10
67P/ 33 V	131	134	131	134	136	133.2	2.17
50P/ 50 V	134	137	136	137	134	135.6	1.52
33P/ 67 V	134	139	137	134	136	136	2.12
100 V	144	149	139	143	140	143	3.94

Tablo 3.24. Viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşların gramaj test sonuçları.

Karışım Oranı (%)	**Ölçümler**					**Ortalama**	**SD**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**		
100 C	124	131	121	124	125	125	3.67
67 C/ 33 V	131	133	131	132	130	131.4	1.14
50 C/ 50 V	131	131	134	133	137	133.2	2.49
33 C/ 67 V	136	140	143	137	140	139.2	2.77
100 V	144	149	139	143	140	143	3.94

Tablo 3.25. Viloft/polyester karışımlı 1x1 rib kumaşların gramaj test sonuçları.

Karışım Oranı (%)	Ölçümler					Ortalama	SD
	1	2	3	4	5		
100 P	174	165	175	161	168	168.6	5.94
67P/ 33 V	172	169	156	174	166	167.4	7.06
50P/ 50 V	169	180	168	178	175	174	5.34
33P/ 67 V	169	173	168	162	165	167.4	4.16
100 V	157	158	168	158	165	161.2	4.97

Tablo 3.26. Viloft/pamuk karışımlı 1x1 rib kumaşların gramaj test sonuçları.

Karışım Oranı	Ölçümler					Ortalama	SD
	1	2	3	4	5		
100 C	160	162	159	157	167	161	3.81
67 C/ 33 V	165	170	161	167	161	164.8	3.90
50 C/ 50 V	172	160	172	159	162	165	6.48
33 C/ 67 V	166	172	167	162	174	168.2	4.82
100 V	157	158	168	158	165	161.2	4.97

3.2.5. Kumaş Kalınlığı Testi

Kumaş Kalınlığı testleri SDL Atlas marka dijital kumaş kalınlığı test cihazında TS 7128 EN ISO 5084' ye göre yapılmıştır. Viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşın kalınlık değerleri Tablo 3.27 ve Tablo 3.28'de; 1x1 ribana kumaşın gramaj değerleri ise Tablo 3.29 ve Tablo 3.30'da gösterilmektedir.

Tablo 3.27. Viloft/polyester karışımlı süprem kumaşların kalınlık test sonuçları.

Karışım Oranı (%)	Ölçümler					Ortalama (mm)	SD	CV%
	1	2	3	4	5			
100 P	1.31	1.23	1.44	1.3	1.28	1.31	0.07	5.31
67P /33 V	1.33	1.22	1.19	1.21	1.12	1.21	0.07	5.58
50P /50 V	1.18	1.16	1.18	1.19	1.22	1.19	0.02	1.65
33P /67 V	0.99	1.05	0.98	1.07	1.2	1.06	0.08	7.45
100 V	1.21	1.17	1.04	1.08	1.12	1.12	0.06	5.41

Tablo 3.28. Viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşların kalınlık test sonuçları.

Karışım Oranı (%)	Ölçümler					Ortalama (mm)	SD	CV%
	1	2	3	4	5			
100 C	1.16	1.21	1.07	1.16	1.2	1.16	0.05	4.26
67 C /33 V	1.15	1.17	1.14	1.14	1.21	1.16	0.03	2.27
50 C /50 V	1.07	1.14	1.11	1.02	1.04	1.08	0.04	4.1
33 C /67 V	1.1	1.2	1.15	1.16	1.07	1.14	0.05	4.04
100 V	1.21	1.17	1.04	1.08	1.12	1.12	0.06	5.41

Tablo 3.29. Viloft/polyester karışımlı 1x1 rib kumaşların kalınlık test sonuçları.

Karışım Oranı (%)	Ölçümler					Ortalama (mm)	SD	CV%
	1	2	3	4	5			
100 P	1.59	1.5	1.54	1.41	1.36	1.48	0.08	5.69
67P/33 V	1.24	1.15	1.32	1.42	1.26	1.28	0.09	7.01
50P/50 V	1.39	1.38	1.27	1.31	1.28	1.33	0.05	3.77
33P/67 V	1.3	1.32	1.42	1.4	1.29	1.35	0.05	3.98
100 V	1.36	1.43	1.29	1.39	1.28	1.35	0.06	4.27

Tablo 3.30. Viloft/pamuk karışımlı 1x1 rib kumaşların kalınlık test sonuçları.

Karışım Oranı (%)	Ölçümler					Ortalama (mm)	SD	CV%
	1	2	3	4	5			
100 C	1.26	1.39	1.4	1.44	1.43	1.38	0.06	4.67
67 C /33 V	1.32	1.34	1.38	1.37	1.37	1.36	0.02	1.66
50 C/50 V	1.21	1.29	1.31	1.37	1.29	1.29	0.05	3.96
33 C/67 V	1.35	1.37	1.36	1.4	1.33	1.36	0.02	1.7
100 V	1.36	1.43	1.29	1.39	1.28	1.35	0.06	4.27

3.2.6. Hava Geçirgenliği Test Sonuçları

Kumaşlara hava geçirgenliği testi SDL Atlas Marka hava geçirgenliği test cihazında CSN EN ISO 9237 standardı esas alınarak yürütülmüştür. Viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşın hava geçirgenliği değerleri Tablo 3.31 ve Tablo 3.32'de; 1x1 ribana kumaşın gramaj değerleri ise Tablo 3.33 ve Tablo 3.34'da gösterilmektedir.

Tablo 3.31. Viloft/polyester karışımlı süprem kumaşların hava geçirgenliği test sonuçları.

Karışım Oranı	**Ölçümler (l/dk)**										**Ortalama (l/dk)**	**Ortalama cm^3/cm^2s**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**		
%100 P	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25.00	83.5
%67P /%33 V	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25.00	83.5
%50P /%50 V	25	25	25	24	25	25	25	25	24	25	24.80	82.832
%33P /%67 V	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25.00	83.5
%100 V	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25.00	83.5

Tablo 3.32. Viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşların hava geçirgenliği test sonuçları.

Karışım Oranı	**Ölçümler (l/dk)**										**Ortalama (l/dk)**	**Ortalama cm^3/cm^2s**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**		
%100 P	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25.00	83.5
%67P /%33 V	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25.00	83.5
%50P /%50 V	25	25	25	24	25	25	25	25	24	25	24.80	82.832
%33P /%67 V	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25.00	83.5
%100 V	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25.00	83.5

Tablo 3.33.Viloft/polyester karışımlı 1x1 rib kumaşların hava geçirgenliği test sonuçları.

Karışım Oranı	Ölçümler(l/dk)										Ortalama (l/dk)	Ortalama cm^3/cm^2s
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
%100 P	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25.00	83.5
%67P /%33 V	23	23	25	25	25	24	24	25	25	25	24.40	81.496
%50P /%50 V	25	25	25	25	24	24	25	24	24	24	24.50	81.83
%33P /%67 V	23	24	24	24	25	24	23	23	24	24	23.80	79.492
%100 V	20	17	17	18	18	20	18	20	18	19	18.50	61.79

Tablo 3.34. Viloft/pamuk karışımlı 1x1 rib kumaşların hava geçirgenliği test sonuçları.

Karışım Oranı	Ölçümler(l/dk)										Ortalama (l/dk)	Ortalama cm^3/cm^2s
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
%100 C	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	83.5
%67C /%33 V	25	24	24	25	23	24	24	24	24	24	24.1	80.494
%50C /%50 V	23	24	22	22	23	23	23	22	22	24	22.8	76.152
%33C /%67 V	21	23	23	23	21	21	22	22	23	22	22.1	73.814
%100 V	20	17	17	18	18	20	18	20	18	19	18.5	61.79

3.2.7. Boncuklanma Test Sonuçları

Üretilen örme kumaşların boncuklanma testleri Martindale aşınma ve boncuklanma test cihazında TS EN ISO 12947-3 e göre yapılmıştır. Viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşın boncuklanma değerleri Tablo 3.35 ve Tablo 3.36'da; 1x1 ribana kumaşın gramaj değerleri ise Tablo 3.37 ve Tablo 3.38'de gösterilmektedir.

Tablo 3.35. Viloft/polyester karışımlı süprem kumaşların boncuklanma test sonuçları.

Karışım oranı (%)	Ölçümler				
	125 devir	500 devir	1000 devir	2000 devir	5000 devir
100 P	3	2	1	-	-
67P/33 V	3	2	1	-	-
50P/50 V	3	2	1	-	-
33P/67 V	4	2-3	1	-	-
100 V	3-4	2	1	-	-

Tablo 3.36. Viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşların boncuklanma test sonuçları.

Karışım oranı (%)	Ölçümler				
	125 devir	500 devir	1000 devir	2000 devir	5000 devir
100 C	3-4	2	1	-	-
67 C/33 V	3-4	2	1	-	-
50 C/50 V	3	2	1	-	-
33 C/67 V	3	2	1	-	-
100 V	3-4	2	1	-	-

Tablo 3.37. Viloft/polyester karışımlı 1x1 rib kumaşların boncuklanma test sonuçları.

Karışım oranı (%)	Ölçümler				
	125 devir	500 devir	1000 devir	2000 devir	5000 devir
100 P	4-5	3-4	3	2	1
67P/33 V	4-5	5	3-4	2-3	1
50P/50 V	4-5	4	3	3	1
33P/67 V	4-5	4	3-4	2	1
%100 V	4-5	4	3-4	3	1

Tablo 3.38. Viloft/pamuk karışımlı 1x1 rib kumaşların boncuklanma test sonuçları.

Karışım oranı (%)	Ölçümler				
	125 devir	500 devir	1000 devir	2000 devir	5000 devir
100 C	4-5	4	3	2	1
67 C/33 V	4-5	4	3	2	1
50 C/50 V	4-5	4	3	2	1
33 C/67 V	4-5	4	3	2	1
100 V	4-5	4	3-4	3	1

3.2.8. Patlama Mukavemeti Test Sonuçları

Kumaşlara patlama mukavemet testi SDL Atlas Marka patlama mukavemeti test cihazında ISO 13938-1 standardı esas alınarak yapılmıştır. Viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşın boncuklanma değerleri Tablo 3.39 ve Tablo 3.40'da; 1x1 ribana kumaşın gramaj değerleri ise Tablo 3.41 ve Tablo 3.42'de sırasıyla gösterilmektedir.

Tablo 3.39. Viloft/polyester karışımlı süprem kumaşların patlama mukavemet test sonuçları

Karışım Oranı (%)	**Akış Hızı (cm^3/dk)**			**Patlatma Süresi (s)**			**Patlatma Yüksekliği (mm)**			**Patlatma Basıncı (kPa)**		
	Ölç.	Ort.	SD	Ölç.	Ort.	SD	Ölç.	Ort.	SD	Ölç.	Ort.	SD
100P	50.0	54.94	3.66	21.1	20.42	1.37	9.5	10.32	0.61	858.5	964.20	81.05
	52.8			21.7			10.1			1000.1		
	57.8			20.6			10.4			1023.4		
	59.0			20.6			11.2			1041.1		
	55.1			18.1			10.4			897.9		
67P/33V	88.9	82.30	4.34	17.5	19.84	1.33	13.7	14.34	0.50	691.9	738.10	56.38
	77.7			20.6			14.0			723.3		
	80.0			20.2			14.5			697.6		
	80.8			20.2			14.5			746.6		
	84.1			20.7			15.0			831.1		
50P/50V	68.8	66.04	1.87	19.2	19.68	0.52	12.1	11.90	0.29	668.6	644.16	36.79
	66.2			20.0			11.9			678.3		
	66.2			19.8			12.0			623.5		
	65.4			20.3			12.1			660.6		
	63.6			19.1			11.4			589.8		
33P/67V	71.5	66.84	3.70	17.6	19.94	1.68	11.5	11.86	0.42	471.5	482.60	34.19
	63.0			21.2			12.0			505.3		
	66.7			19.1			11.5			456.2		
	63.5			20.0			11.8			449.8		
	69.5			21.8			12.5			530.2		
100V	50.0	53.96	2.26	22.0	20.40	0.93	10.2	10.08	0.13	261.5	269.54	9.40
	55.1			20.0			10.1			276.8		
	55.2			19.6			10.0			259.1		
	54.2			20.2			9.9			269.5		
	55.3			20.2			10.2			280.8		

Tablo 3.40. Viloft/pamuk karışımlı süprem kumaşların patlama mukavemet test sonuçları

Kar. oranı (%)	**Akış Hızı (cm^3/dk)**			**Patlatma Süresi (s)**			**Patlatma Yüksekliği (mm)**			**Patlatma Basıncı (kPa)**		
	Ölç.	Ort.	SD	Ölç.	Ort.	SD	Ölç.	Ort.	SD	Ölç.	Ort.	SD
100P	62.0	60.20	3.17	20.1	20.10	1.57	10.9	10.46	0.77	579.3	537.14	87.36
	62.3			18.9			9.8			510.1		
	58.9			18.8			9.5			396.7		
	55.2			22.7			10.8			584.9		
	62.6			20.0			11.3			614.7		
67P/ 33V	62.6	61.74	0.74	19.4	19.96	0.40	10.9	11.30	0.32	430.4	426.42	6.93
	60.6			20.4			11.3			416.8		
	61.7			20.1			11.7			422.4		
	62.1			20.2			11.5			428.0		
	61.7			19.7			11.1			434.5		
50P/ 50V	50.0	52.50	4.87	21.8	19.44	2.55	9.6	9.86	0.23	328.3	349.18	32.84
	54.4			21.2			10.1			373.3		
	57.6			19.2			9.7			354.0		
	55.2			19.7			9.8			304.9		
	45.3			15.3			10.1			385.4		
33P/ 67V	50.0	57.24	4.06	23.5	20.74	1.57	10.9	11.10	0.25	337.9	340.16	7.77
	58.9			20.0			11.0			336.3		
	59.0			19.9			10.9			336.3		
	58.8			20.5			11.5			354.0		
	59.5			19.8			11.2			336.3		
100V	50.0	53.96	2.26	22.0	20.40	0.93	10.2	10.08	0.13	261.5	269.54	9.40
	55.1			20.0			10.1			276.8		
	55.2			19.6			10.0			259.1		
	54.2			20.2			9.9			269.5		
	55.3			20.2			10.2			280.8		

Tablo 3.41. Viloft/polyester karışımlı 1x1 rib kumaşların patlama mukavemet test sonuçları

Kar. oranı (%)	**Akış Hızı (cm^3/dk)**			**Patlatma Süresi (s)**			**Patlatma Yüksekliği (mm)**			**Patlatma Basıncı (kPa)**		
	Ölç.	Ort.	SD	Ölç.	Ort.	SD	Ölç.	Ort.	SD	Ölç.	Ort.	SD
100P	90.9	86.00	2.97	18.2	19.76	0.94	14.6	15.10	0.34	933.3	943.60	39.33
	82.9			20.7			15.3			1002.5		
	85.9			19.7			14.9			929.3		
	84.8			20.0			15.3			896.3		
	85.5			20.2			15.4			956.6		
67P/ 33V	50.0	56.72	3.86	22.9	20.74	1.24	12.2	12.66	0.34	723.3	772.70	36.48
	57.3			20.3			12.4			776.4		
	58.1			20.1			12.8			750.7		
	58.5			20.6			13.0			799.7		
	59.7			19.8			12.9			813.4		
50P/ 50V	68.6	67.84	1.30	19.4	19.96	0.91	13.3	13.20	0.44	640.4	640.10	47.09
	66.5			20.9			13.7			683.1		
	69.6			19.2			13.2			640.4		
	66.7			19.3			12.5			563.2		
	67.8			21.0			13.3			673.4		
33P/ 67V	93.0	89.32	2.47	19.2	19.88	0.53	12.9	12.70	0.43	530.2	501.58	27.25
	89.4			19.5			12.1			479.5		
	87.0			20.0			12.4			469.1		
	87.1			20.5			13.0			502.9		
	90.1			20.2			13.1			526.2		
100V	50.0	56.96	4.04	23.1	20.80	1.58	11.0	11.12	0.24	273.6	281.60	18.23
	57.7			19.9			11.1			284.8		
	57.5			20.8			11.3			288.8		
	59.7			18.9			10.8			255.9		
	59.9			21.3			11.4			304.9		

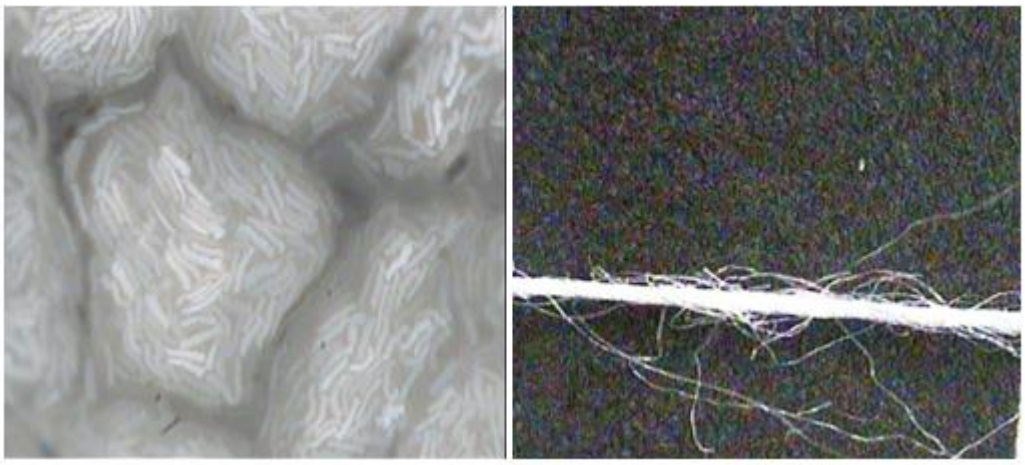
Tablo 3.42. Viloft/pamuk karışımlı 1x1 rib kumaşların patlama mukavemet test sonuçları

Kar. oranı (%)	**Akış Hızı (cm^3/dk)**			**Patlatma Süresi (s)**			**Patlatma Yüksekliği (mm)**			**Patlatma Basıncı (kPa)**		
	Ölç.	Ort.	SD	Ölç.	Ort.	SD	Ölç.	Ort.	SD	Ölç.	Ort.	SD
100P	65.8	65.98	1.00	20.1	20.04	0.54	12.5	12.44	0.19	646.1	614.22	29.27
	66.2			19.5			12.1			568.0		
	64.5			20.9			12.6			622.7		
	67.3			19.7			12.5			607.5		
	66.1			20.0			12.5			626.8		
67P/ 33V	50.0	51.28	0.89	20.9	20.08	0.51	11.9	11.60	0.25	497.2	476.30	17.47
	52.4			19.6			11.3			475.5		
	51.3			20.1			11.6			453.8		
	51.7			20.1			11.8			489.2		
	51.0			19.7			11.4			465.8		
50P/ 50V	77.7	64.62	7.46	19.6	20.04	0.84	14.9	12.68	1.25	426.4	419.34	22.35
	59.4			21.4			12.2			434.5		
	63.5			19.4			12.0			396.7		
	61.6			20.3			12.3			444.1		
	60.9			19.5			12.0			395.0		
33P/ 67V	50.0	57.60	4.37	23.7	20.86	1.70	11.1	11.56	0.53	381.4	376.88	31.98
	59.3			19.6			11.0			332.3		
	58.0			20.6			11.6			361.3		
	59.8			20.9			12.3			416.8		
	60.9			19.5			11.8			392.6		
100V	50.0	56.96	4.04	23.1	20.80	1.58	11.0	11.12	0.24	273.6	281.60	18.23
	57.7			19.9			11.1			284.8		
	57.5			20.8			11.3			288.8		
	59.7			18.9			10.8			255.9		
	59.9			21.3			11.4			304.9		

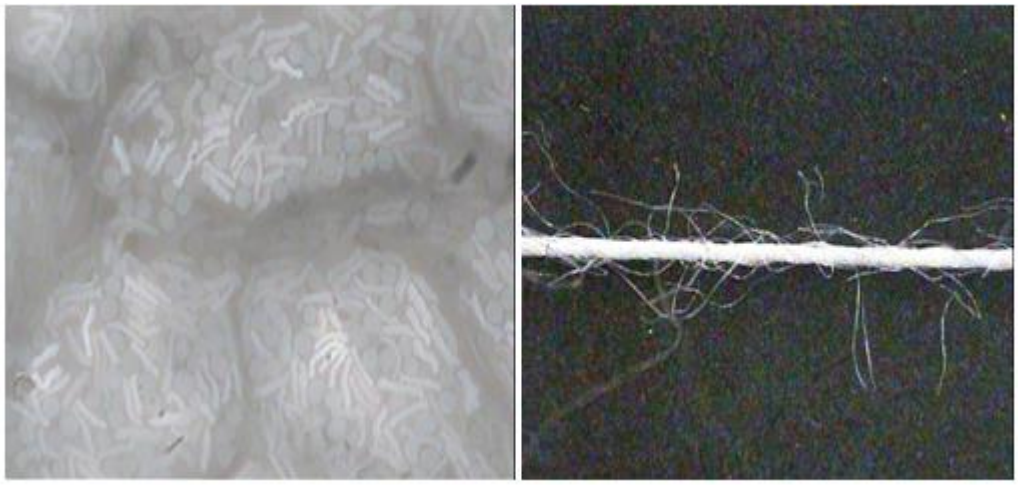
3.2.9. İplik ve Kumaş Görüntüleri

İplik boyuna ve enine kesit görüntüleri ve kumaş görüntüleri Leica DMLS marka mikroskop cihazı kullanılarak elde edilmiştir. Viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı elyafların enine-boyuna kesit görüntüleri ve süprem ve 1x1 ribana örme kumaşların mikroskop altında görüntüleri aşağıdaki şekillerde görülmektedir.

3.2.9.1. Viloft/Polyester ve Viloft/Pamuk Karışımlı İpliklerin Enine-Boyuna Kesit Görüntüleri



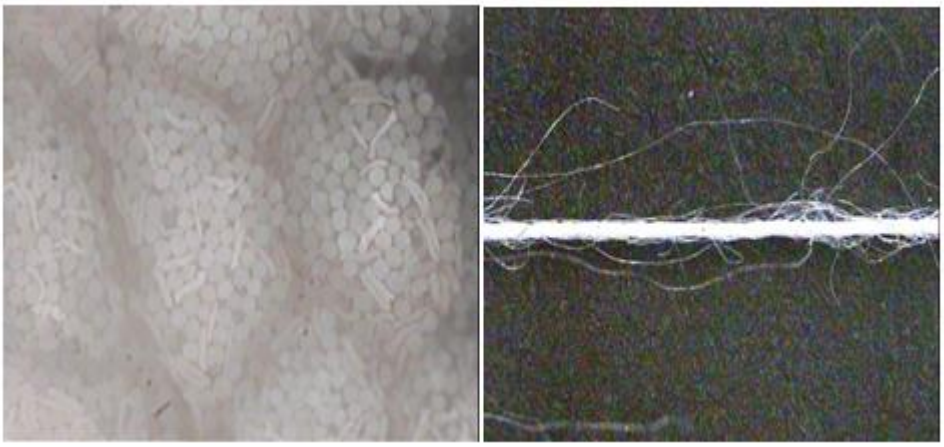
Şekil 3.1. % 100 Viloft ipliğinin enine ve boyuna kesit şekli



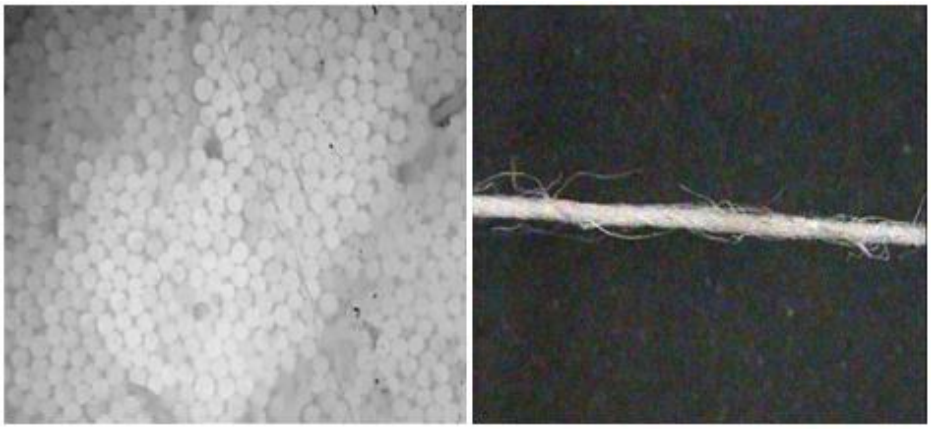
Şekil 3.2. % 67/33 Viloft- Polyester ipliğinin enine ve boyuna kesit şekli.



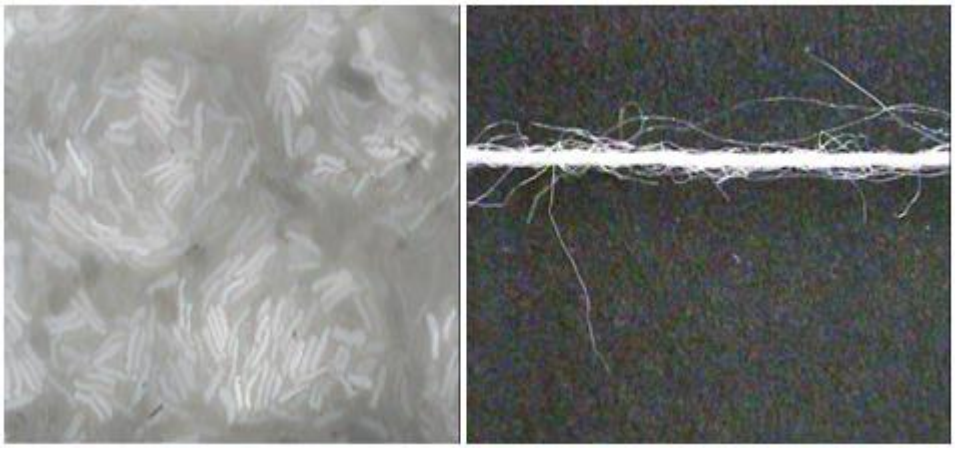
Şekil 3.3. % 50/50 Viloft- Polyester ipliğinin enine ve boyuna kesit şekli.



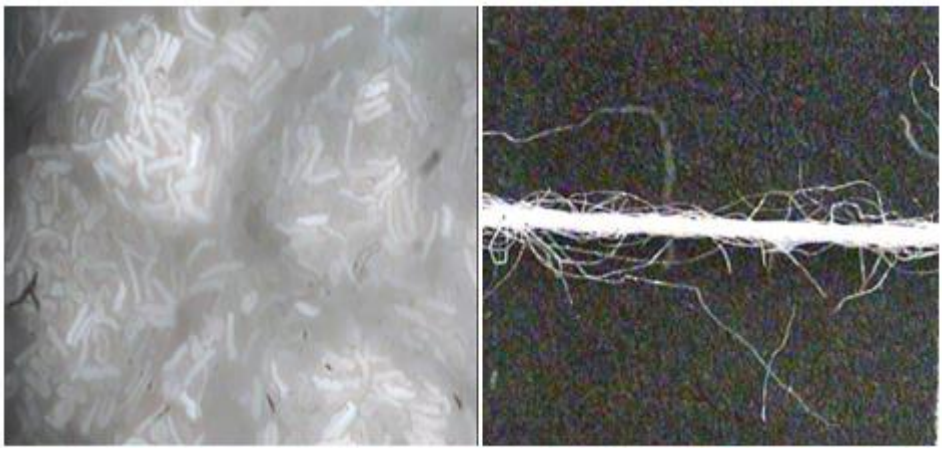
Şekil 3.4. % 33/67 Viloft- Polyester ipliğinin enine ve boyuna kesit şekli.



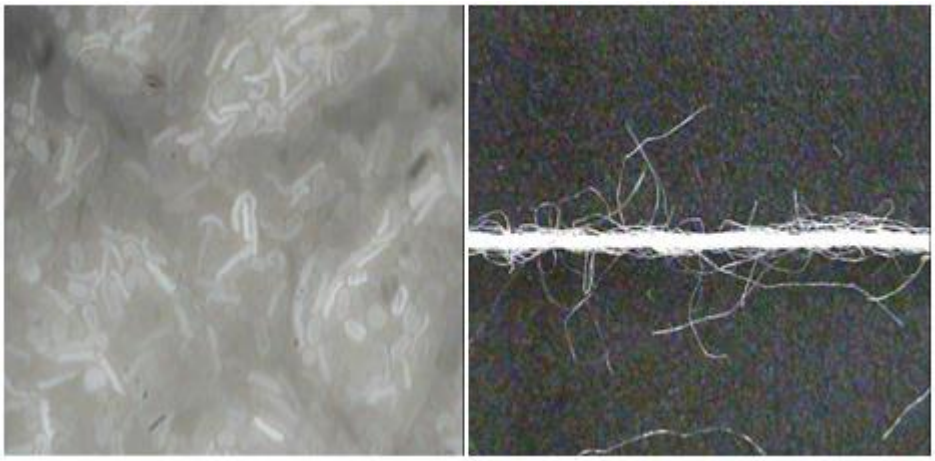
Şekil 3.5. % 100 Polyester ipliğinin enine ve boyuna kesit şekli



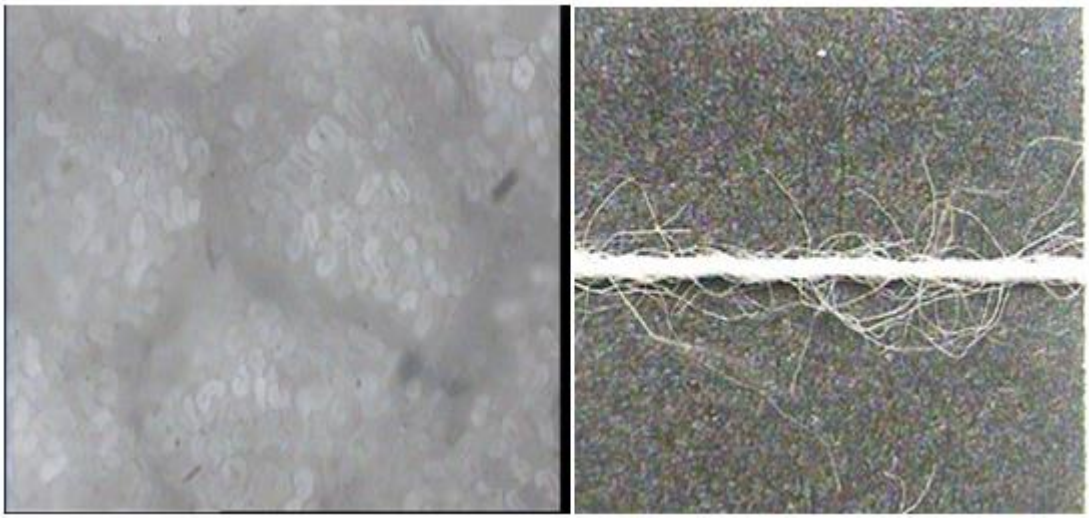
Şekil 3.6. % 67/33 Viloft- Pamuk ipliğinin enine ve boyuna kesit şekli



Şekil 3.7. % 50/50 Viloft- Pamuk ipliğinin enine ve boyuna kesit şekli

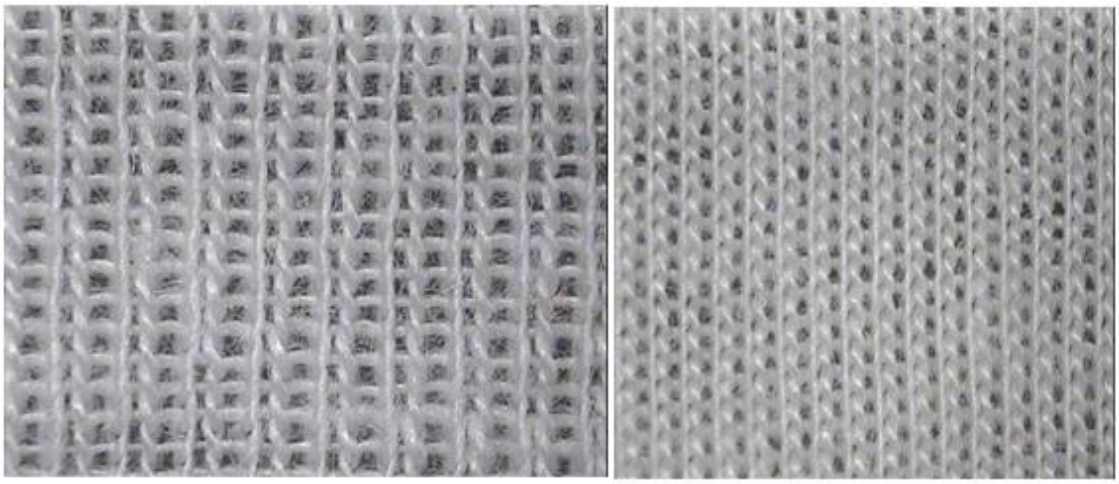


Şekil 3.8. % 33/67 Viloft- Pamuk ipliğinin enine ve boyuna kesit şekli



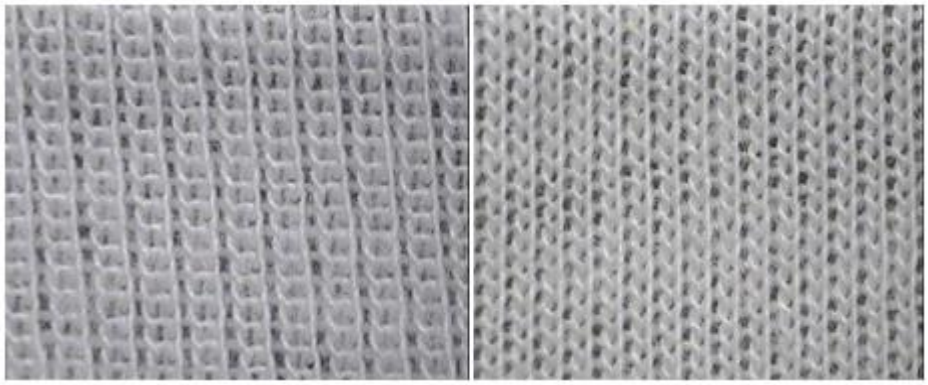
Şekil 3.9. % 100 Pamuk ipliğinin enine ve boyuna kesit şekli

3.2.9.2. Viloft/Polyester Ve Viloft/Pamuk Karışımlı Süprem Ve 1x1 Ribana Örme Kumaşların Mikroskop Altında Görüntüleri



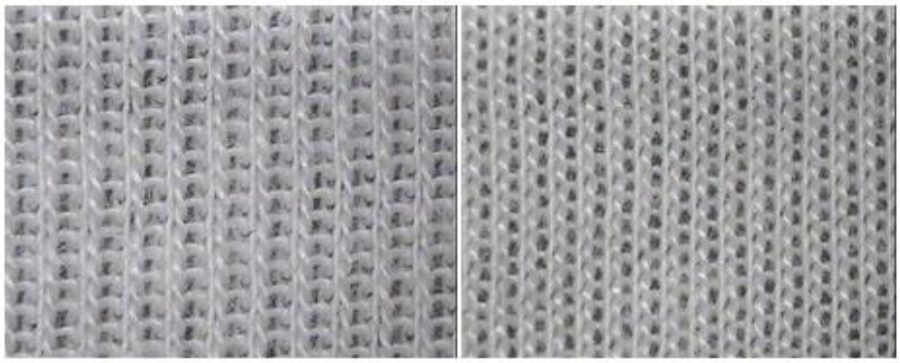
a) b)

Şekil 3.10. a) 1x1 Ribana b) Süprem % 100 Viloft kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri.



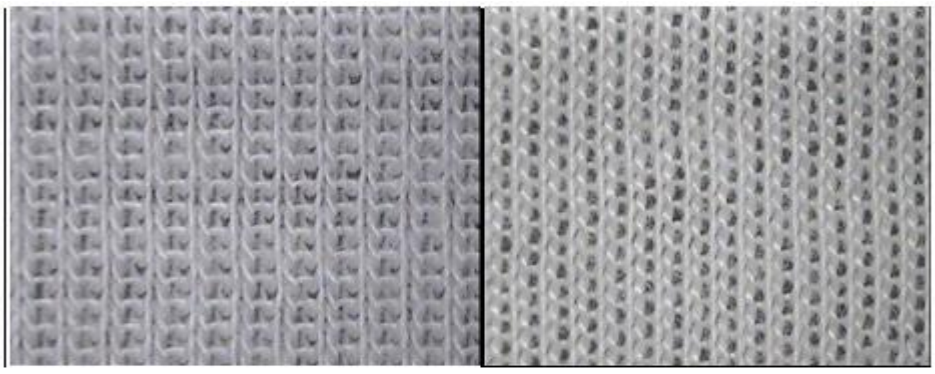
a) b)

Şekil 3.11. a) 1x1 Ribana, b) Süprem % 33/67 Polyester- Viloft kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri



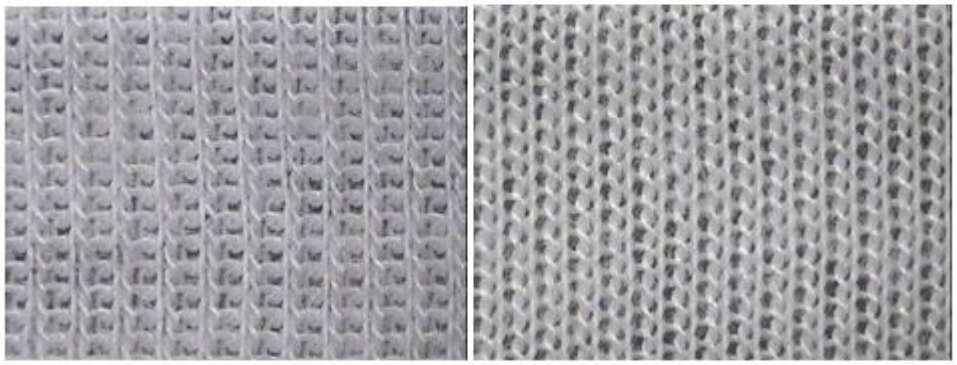
a) b)

Şekil 3.12. a) 1x1 Ribana, b) Süprem % 50/50 Polyester- Viloft kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri



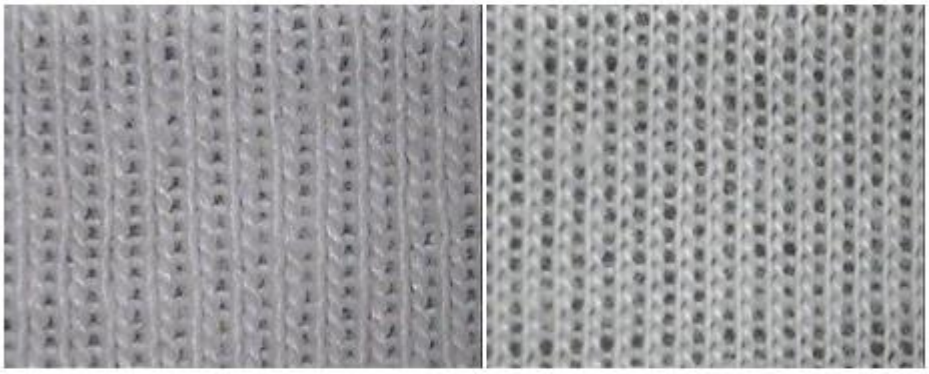
a) b)

Şekil 3.13. a) 1x1 Ribana, b) Süprem % 67/33 Polyester- Viloft kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri.



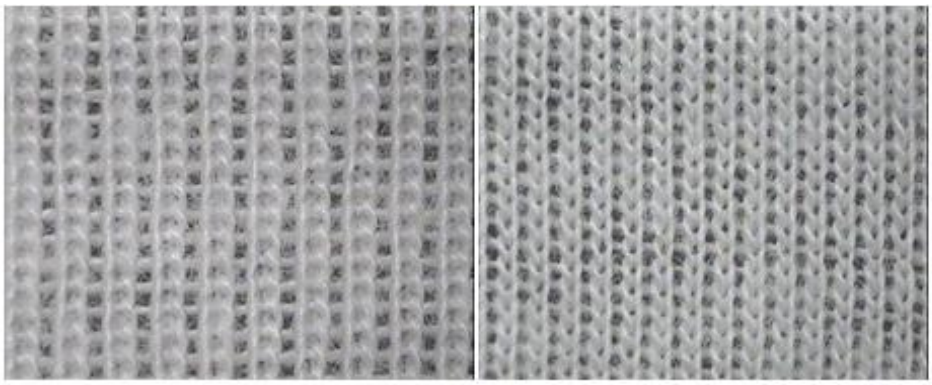
a) b)

Şekil 3.14. a) 1x1 Ribana, b) Süprem % 100 Polyester kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri.



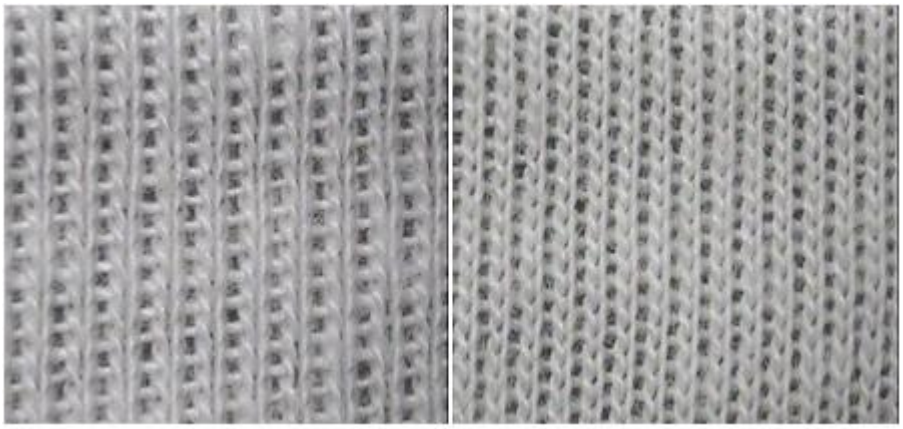
a) b)

Şekil 3.15. a) 1x1 Ribana, b) Süprem % 67/33 Viloft -Pamuk kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri



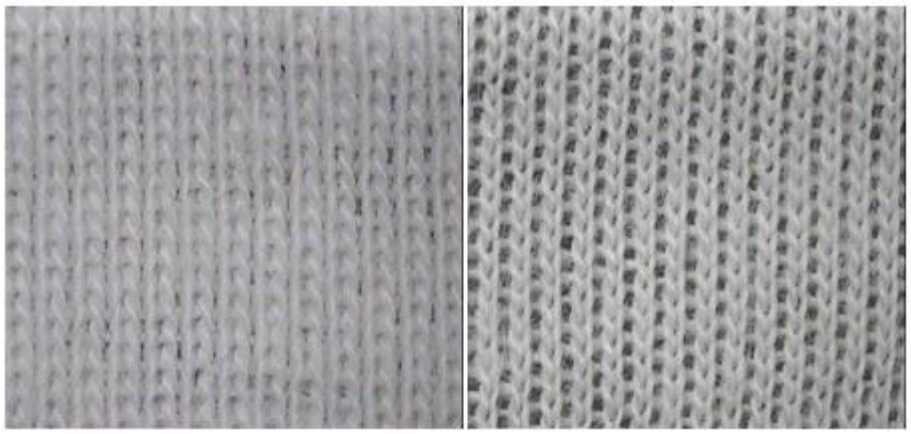
a) b)

Şekil 3.16. a) 1x1 Ribana, b) Süprem % 50/50 Pamuk-Viloft kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri



a) b)

Şekil 3.17. a) 1x1 Ribana, b) Süprem % 67/33 Pamuk- Viloft kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri



a) b)

Şekil 3.18. a) 1x1 Ribana, b) Süprem % 100 Pamuk kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri

3.2.10. Kumaş İlmek Sıklık ve İlmek İplik Uzunluk Değerlerleri

Viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların ilmek sıklığı, may sıklığı ve ilmek uzunluğu değerleri sırasıyla Tablo 3.43 ile Tablo 3.46'da görülmektedir.

Tablo 3.43. Viloft/Polyester karışımlı süprem örme kumaşların ilmek sıklık ve uzunluk değerleri.

Karışım Oranları		**İlmek Sıklığı (adet/inç)**	**May Sıklığı (adet/inç)**	**İlmek Uzunluğu (50 iğne)**
Viloft (%)	**Polyester (%)**			
100	**0**	50.8	33	14
67	**33**	50.8	34	14
50	**50**	48.26	34	14
33	**67**	50.8	35	14
0	**100**	45.72	33	14

Tablo 3.44. Viloft/Pamuk karışımlı süprem örme kumaşların ilmek sıklık ve uzunluk değerleri.

Karışım Oranları		**İlmek Sıklığı (adet/inç)**	**May Sıklığı (adet/inç)**	**İlmek Uzunluğu (50 iğne)**
Viloft (%)	**Pamuk (%)**			
100	**0**	50.8	33	14
67	**33**	50.8	32	14
50	**50**	50.8	32	14
33	**67**	48.26	31	14
0	**100**	53.3	31	14

Tablo 3.45. Viloft/Polyester karışımlı 1x1 ribana Örme Kumaşların ilmek sıklık ve uzunluk değerleri

Karışım Oranları		**İlmek Sıklığı (adet/inç)**	**May Sıklığı (adet/inç)**	**İlmek Uzunluğu (50 iğne)**
Viloft (%)	**Polyester (%)**			
100	**0**	48.26	21	28
67	**33**	48.26	28	28
50	**50**	45.72	24	28
33	**67**	45.72	22	28
0	**100**	45.72	24	28

Tablo 3.46. Viloft/Pamuk karışımlı 1x1 ribana örme kumaşların ilmek sıklık ve uzunluk değerleri

Karışım Oranları		**İlmek Sıklığı (adet/inç)**	**May Sıklığı (adet/inç)**	**İlmek Uzunluğu (50 iğne)**
Viloft (%)	**Pamuk (%)**			
100	**0**	48.26	21	28
67	**33**	48.26	25	28
50	**50**	45.72	23	28
33	**67**	45,72	23	28
0	**100**	45.72	28	28

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma

Bu bölümde, tez kapsamında üretilen viloft-polyester ve viloft-pamuk karışımlı Ne 30/1 ring ipliklerin düzgünsüzlük, tüylülük, uzama, kopma kuvveti, iplik hataları özelliklerinin yanı sıra söz konusu karışım iplikler kullanılarak üretilen süprem ve 1x1 ribana kumaşların termal konfor özellikleri (ısıl iletkenlik, ısıl yayınım, ısıl soğurganlık, ısıl direnç (yalıtım), hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği) ile patlama mukavemeti özellikleri istatistiksel analiz teknikleri kullanılarak incelenmiştir. İstatistiksel analiz, karışım simplex lattice modeli esas alınarak Design Expert 6.0.1 paket programında yürütülmüştür.

İstatistiksel model kurulurken dikkat edilmesi gereken hususlar Materyal ve Metod bölümünde anlatılmıştır. Design Expert paket programı kullanılan çalışmada bu hususlar dikkate alınarak karışım simpleks kafes tasarımı modelleri oluşturulmuştur. Daha sonra iplik özelliklerinin karışım (viloft/polyester, viloft/ pamuk oranı) değişkenlerine bağlı olarak tahmin edilebilmesi için regresyon denklemleri elde edilmiştir.

Yukarıda sayılan, iplik ve kumaş özellikleri için oluşturulan istatistiksel modeller sırasıyla aşağıda verilmektedir. Model seçiminin nasıl yapıldığı ve model seçiminde dikkat edilen hususlar iplik özelliklerinden "Düzgünsüzlük" için ayrıntılı bir şekilde anlatıldıktan sonra diğer iplik özellikleri için oluşturulan modeller ayrıntıya girilmeden verilerek bu modellerin ortaya çıkardığı sonuçlar incelenmiştir. Her bir test için Design Expert paket programı ile elde edilen Varyans Analizi (ANOVA – Analysis of Variance) tablosu, istatistiksel değerler, regresyon eşitlikleri ve oluşturulan grafikler sırasıyla verilmiştir.

4.1.1. İplik Özellikleri

4.1.1.1. Düzgünsüzlük

Birim uzunluktaki ipliğin kütle veya ağırlık varyasyonu düzgünsüzlük olarak tanımlanır. İpliğin kütlesinde görülen değişimlerin belirlenmesi için düzgünsüzlük (Um%) ve kütle değişim katsayısı (CVm%) hesaplama metodlarıdır. Bu çalışmada üretilen iplikler için düzgünsüzlük değeri olarak CVm% seçilmiştir.

Çalışmada viloft/polyester ve viloft/pamuk olmak üzere iki farklı karışım tipi kullanıldığından her iki karışım tipi için ayrı istatistiksel analizler yürütülmüştür. Viloft/pamuk karışımının düzgünsüzlük (CVm%) özelliğinin analizi için model seçimi aşamaları ayrıntılı olarak anlatıldıktan sonra viloft/polyester karışımı ipliğinin düzgünsüzlük model seçimi özet olarak verilecektir.

Viloft/pamuk karışımı ipliğin düzgünsüzlük özelliği için model oluştururken ilk olarak F-testi yapılarak karışım model için elde edilen F-değerlerine karşılık gelen p-değerleri ile hangi modellerin kopma kuvveti için uygun olabileceği belirlenir. Tablo 4.1'de kopma kuvveti model seçimi için farklı modellerde elde edilen F-testi ve buna karşılık gelen p-değerleri verilmektedir. Burada F değeri en yüksek olan ve p-değeri 0.05'ten küçük olan "Kübik model", düzgünsüzlük özelliğinin analizi için program tarafından önerilmektedir.

Tablo 4.1. Viloft/pamuk ipliğinin düzgünsüzlük (CVm%) model seçiminde F-testi ile elde edilen p-değerleri.

Model	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kareler toplamı	F Değeri	p-değeri	Öneri
Lineer	2.095302	1	2.095302	4.594974	0.0395	
Kuadratik	6.345528	1	6.345528	23.33337	< 0.0001	
Kübik	5.967055	1	5.967055	67.62471	< 0.0001	Önerilen model
Artıklar	2.735372	31	0.088238			
Toplam	7908.652	35	225.9615			

Tasarım için uygun olabilecek model belirlenmesine rağmen en uygun modelin seçimi için F-testi tek başına yeterli olmamaktadır. Uyum eksikliği testi yapılarak modelin yeterli olup olmadığı test edilmelidir. Tablo 4.2'de düzgünsüzlük için uyum

eksikliği (lack of fit) tablosu gösterilmektedir. Uyum eksikliği testinde p-değeri en yüksek olan model uygun olacağından Kübik model en uygun model olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.2 Viloft/pamuk ipliğinin düzgünsüzlük özelliği için uyum eksikliği (lack of fit) tablosu.

Model	**Kareler toplamı**	**Serbestlik derecesi**	**Ortalama kareler toplamı**	**F Değeri**	**p-değeri**	**Öneri**
Lineer	12.98404	3	4.328014	62.90979	< 0.0001	
Kuadratik	6.638512	2	3.319256	48.24701	< 0.0001	
Kübik	0.671457	1	0.671457	9.759958	0.0039	Önerilen model
Hata	2.063914	30	0.068797			

Uyum eksikliği haricinde, modellerin ortaya çıkardığı standart sapma, R^2, düzeltilmiş R^2, tahmin edilen R^2 ve PRESS değerlerine de bakılarak en uygun model için bilgi sahibi olunabilmektedir. R^2 değerlerinin yüksek olması ancak standart sapma ve PRESS değerlerinin düşük olması istenen bir durumdur. Tablo-4.3'te verilen viloft/pamuk karışımı ipliğinin düzgünsüzlük özelliği için istatistik özetlerine göre en düşük standart sapma (0.297) ile PRESS (3.43) ve en yüksek R^2 (0.84), düzeltilmiş R^2 (0.825), tahmin edilen R^2 (0.799) değerlerine sahip olan kübik modelin en uygun model olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 4.3. Viloft/pamuk ipliğinin düzgünsüzlük özelliği için istatistik sonuçlar

Karışım]*Proses	**Std. sapma**	**R^2**	**Düzlt. R^2**	**Tahmin edl. R^2**	**PRESS**	
Lineer	0.675277	0.122223	0.095624	0.011048	16.95386	
Kuadratik	0.521489	0.49237	0.460643	0.414709	10.03379	
Kübik	0.297048	0.84044	0.824999	0.799682	3.434099	Önerilen

Viloft/pamuk karışımlı ipliğin düzgünsüzlüğü için kübik modelin en uygun model olduğu ayrıntılı olarak yukarıda tespit edilmiştir. Viloft/polyester karışımlı ipliğin düzgünsüzlüğü için ise yukarıda gösterilen model seçme işlemleri uygulandığında kuadratik modelin en uygun model olduğu bulunmuştur.

Düzgünsüzlük özelliği için model seçimlerine viloft/pamuk karışımı için kübik ve viloft/polyester karışımı için kuadratik olarak belirlendikten sonra bu modellerin verdiği sonuçlara geçilebilir. İlk olarak ANOVA tablosu oluşturularak modelde yer alan bağımsız değişkenlerin modele katkısının anlamlı olup olmadığı, F değerleri ve bu değerlere karşılık gelen p-değerleri ile değerlendirilmektedir. Düzgünsüzlük (CVm%) için oluşturulan modellere ait ANOVA tabloları viloft/pamuk için Tablo-4.4'te viloft/polyester için ise Tablo4-5'te verilmektedir. Burada p-değeri 0.05'ten küçük değerlerin modele katkısının anlamlı olduğu değerlendirilmektedir.

Çizelgelerde A Kodlanmış viloft karışım bileşeni
B Kodlanmış pamuk veya polyester karışım bileşeni
olarak gösterilmektedir.

Tablo 4.4 Viloft/pamuk ipliğinin düzgünsüzlük özelliği için kübik model ANOVA tablosu

Kaynak	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F-değeri**	**p-değeri**	**Anlamlılık**
Model	14.40789	3	4.802629	54.42825	< 0.0001	Anlamlı
Linear Mixture	2.095302	1	2.095302	23.74608	< 0.0001	Anlamlı
AB	6.345528	1	6.345528	71.91395	< 0.0001	Anlamlı
AB(A-B)	5.967055	1	5.967055	67.62471	< 0.0001	Anlamlı
Residual	2.735372	31	0.088238			
Lack of Fit	0.671457	1	0.671457	9.759958	0.0039	
Pure Error	2.063914	30	0.068797			
Cor Total	17.14326	34				

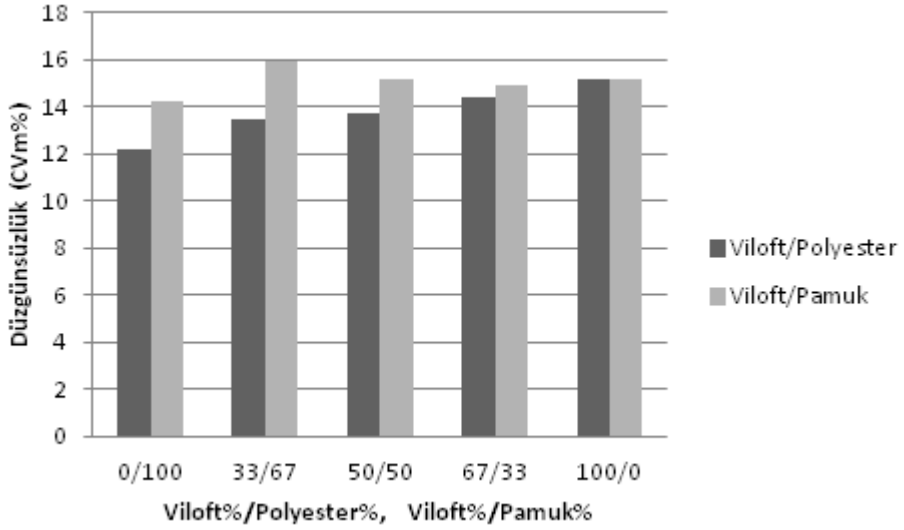
Tablo 4.5 Viloft/polyester ipliğinin düzgünsüzlük özelliği için kuadratik model ANOVA tablosu

Kaynak	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik derecesi**	**Kareler ortalaması**	**F-değeri**	**p-değeri**	**Anlamlılık**
Model	33.09343	2	16.54671	292.438	< 0.0001	Anlamlı
Linear Mixture	31.70064	1	31.70064	560.2606	< 0.0001	Anlamlı
AB	1.392791	1	1.392791	24.61547	< 0.0001	Anlamlı
Residual	1.810622	32	0.056582			
Lack of Fit	0.048459	2	0.024229	0.412493	0.6657	
Pure Error	1.762164	30	0.058739			
Cor Total	34.90405	34				

Viloft/pamuk ve viloft/polyester ipliklerinin düzgünsüzlüğü (CVm%) için oluşturulan regresyon denklemleri ise gerçek karışım bileşenleri (P:polyester, C: pamuk, V:viloft) cinsinden aşağıda verilmektedir. Eşitlik içerisindeki "P" "C" ve "V" $0 \leq P, C, V \leq 1$ değerleri arasında alınmaktadır. Eşitliğin sağ tarafında geliştirilen modellerin karışım ipliklerin düzgünsüzlük özelliklerini açıklama oranı olan R^2 değerleri verilmektedir. Buna göre karışım oranı viloft/pamuk ipliğinin düzgünsüzlük özelliğinin %84'ünü açıklarken, viloft/polyester ipliğinin düzgünsüzlük özelliğinin %94.8'ini açıklayabilmektedir.

Viloft/pamuk CVm% =	15.073*V+13.92*C+3.75*V*C-9.173*V*C*(V-C)	R^2=0.84	(4.1)
Viloft/polyester CVm% =	15.0574*V+12.208*P -1.7515*V*P	R^2=0.948	(4.2)

Viloft-polyester ve viloft-pamuk karışımlı ipliklerin CVm% sonuçları Şekil 4.1' de görülmektedir. Şekilden de anlaşıldığı gibi viloft-polyester karışımlı iplikler viloft- pamuk karışımlı ipliklere göre daha düşük düzgünsüzlük (CVm%) değerine sahiptir. Karışımda pamuk kullanıldığı zaman düzgünsüzlük değeri artmaktadır. Düzgünsüzlük, karışım ipliklerde elyafların fiziksel özelliklerine (liflerin enine kesit sapmaları, uzunluk, uzunluk değişmezliği vb..) elyaf sayısı ve elyafın iplik kesiti içindeki konumu veya pozisyonuna ve karışım oranına bağlıdır. Tablo-2.1, 2.2 ve 2.3 incelendiğinde viloft, polyester, pamuk liflerinin uzunluklarının sırasıyla 38 mm, 38 mm ve 30,1 mm olduğu görülmektedir. Bu da viloft ve polyester liflerinin pamuktan daha uzun olduğu anlamına gelir. Uzun elyafların iplikte kullanılmasıyla düzgünsüzlüğü daha düşük iplikler elde edilmesi beklenen bir durumdur. Ayrıca karışımda viloft elyaf oranının artırılmasıyla düzgünsüzlük artmaktadır. Viloft elyafı, enine kesiti yassı ve yüzeyi tırtırlı bir yapıya sahip olduğundan, eğrilmeye karşı direnç göstererek iplik kesitinde varyasyonlara sebep olabilmektedir. Bu durum düzgünsüzlüğü de artıran bir etken olmaktadır.



Şekil 4.1 Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı ipliklerin karşım oranı düzgünsüzlük CV_m (%) değişimi

4.1.1.2. Tüylülük

Tüylülük, ipliğin ana gövdesinden çıkıntı yapan lifler olarak tanımlanır. Bu çalışmada, Uster Tester-5 ile yapılan tüylülük testinde iplik yüzeyinde oluşan toplam tüy uzunluğunun (cm olarak) ipliğin 1 cm uzunluğuna oranı tüylülük indeksi olarak tanımlanmaktadır ve "H" olarak ifade edilmektedir.

Karışım ipliklerin tüylülük özelliklerinin istatistiksel analizleri için öncelikle en uygun modeli belirlemek gerekmektedir. Düzgünsüzlük için yapılan analizler tekrarlandığında viloft/pamuk karışımı için "lineer" ve viloft/polyester karışımı için "kuadratik" model en uygun modeller olarak belirlenmiştir. Bu modeller kullanılarak söz konusu karışım ipliklerin tüylülük özelliği için ede edilen ANOVA tabloları viloft/pamuk için Tablo 4.6'da, viloft/polyester için ise Tablo4-7'de verilmektedir. Burada p-değeri 0.05'ten küçük değerlerin modele katkısının anlamlı olduğu değerlendirilmektedir.

Çizelgelerde; A Kodlanmış viloft karışım bileşeni
B Kodlanmış pamuk veya polyester karışım bileşeni

olarak gösterilmektedir.

Tablo 4.6. Viloft/pamuk ipliğinin tüylülük özelliği için lineer model ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	31.78121	1	31.78121	257.2066	< 0.0001	Anlamlı
Linear Mixture	31.78121	1	31.78121	257.2066	< 0.0001	Anlamlı
Residual	4.077578	33	0.123563			
Lack of Fit	0.847721	3	0.282574	2.624638	0.0686	
Pure Error	3.229857	30	0.107662			
Cor Total	35.85879	34				

Tablo 4.7. Viloft/polyester ipliğinin tüylülük özelliği için kuadratik model ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	28.66501	2	14.3325	86.80865	< 0.0001	Anlamlı
Linear Mixture	11.26825	1	11.26825	68.24919	< 0.0001	Anlamlı
AB	17.39676	1	17.39676	105.3681	< 0.0001	Anlamlı
Residual	5.283346	32	0.165105			
Lack of Fit	1.383946	2	0.691973	5.323688	0.0105	
Pure Error	3.8994	30	0.12998			
Cor Total	33.94835	34				

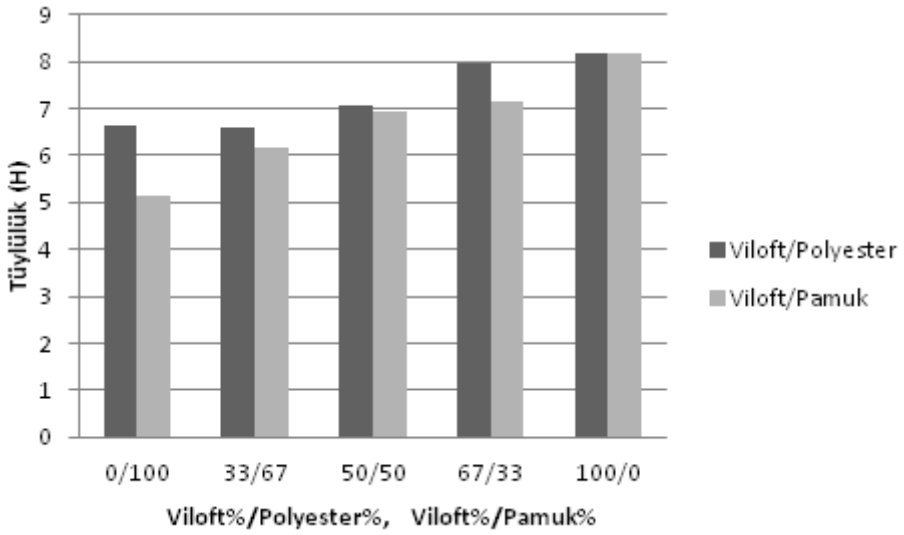
Viloft/pamuk ve viloft/polyester ipliklerinin tüylülüğü (H) için oluşturulan regresyon denklemleri ise gerçek karışım bileşenleri (P:polyester, C: pamuk, V:viloft) cinsinden aşağıda verilmektedir. Eşitlik içerisindeki "P" "C" ve "V" $0 \leq P, C, V \leq 1$ değerleri arasında alınmaktadır. Eşitliğin sağ tarafında geliştirilen modellerin karışım ipliklerin tüylülük özelliklerini açıklama oranı olan R^2 değerleri verilmektedir. Buna göre viloft/pamuk ipliğinin tüylülük özelliğinin %89'unu karışım oranı açıklarken, viloft/polyester ipliğinin ipliğinin tüylülük özelliğinin %84'ünü karışım oranı açıklayabilmektedir.

Viloft/pamuk Tüylülük= 8.19*V+5.34*C-0.255*V*C R^2=0.89 (4.3)

Viloft/polyester Tüylülük= 8.252* V+6.553 *P-6.21*V*P R^2=0.84 (4.4)

Viloft-polyester ve viloft-pamuk karışımlı ipliklerin karışım oranı-tüylülük değişimi Şekil 4.2' de verilmektedir. Şekilden de görüleceği üzere viloft-polyester

karışımlı ipliklerin viloft-pamuk karışımlı ipliklerden daha yüksek tüylülük değerlerine sahiptir. Viloft elyafı yüzeyi tırtırlı bir yapıya sahip olduğundan viloft/pamuk elyaf-elyaf sürtünmesi, viloft/polyester elyaf-elyaf sürtünmesinden daha fazla olacağından polyester karışımlı ipliklerin tüylülüğü daha yüksek çıkmıştır. Buna ek olarak, iplik yapısındaki viloft elyaf oranı arttıkça polyester ve pamuk karışımlı ipliklerin tüylülük değerleri de artmaktadır. Maksimum tüylülük değeri %100 viloft ipliğinde elde edilmiştir. Viloft elyafının enine kesitinin yassı olması nedeniyle eğrilme esnasında viloft elyafının iplik içinde tutulması zorlaşmaktadır. Viloft elyafı iplik yapısından çıkarak tüylülüğü oluşturmaktadır. Özetle, viloft elyaf oranının karışım içerisinde artırılmasıyla tüylülük artmaktadır. Viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlarında viloft elyafı iplik yapısı içindeki hava boşluklarını artırmaktadır. Ayrıca viloft oranının artmasıyla iplik yapısında oluşan tüylülük de kumaş üzerinde ek hava boşlukları oluşturur. Buna bağlı olarak termal yalıtım sadece iplik yapısındaki boşlukla değil üretilen kumaş üzerindeki boşluklarla da sağlanabilir.



Şekil 4.2 Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı ipliklerin karışım oranı-tüylülük değişimi

4.1.1.3. Kopma Uzaması

Kopma uzaması (%), kopma testinde ipliğin kopma anında elde edilen yüzde uzama miktarı olarak tanımlanabilir. Uzama sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilebilmesi için viloft/pamuk ve viloft/polyester karışımlarının her ikisi için

kuadratik modeller en uygun model olarak belirlenmiştir. Bu modeller kullanılarak söz konusu karışım ipliklerin uzama özelliği için ede edilen ANOVA tabloları viloft/pamuk için Tablo 4.8'de viloft/polyester için ise Tablo 4.9'da verilmektedir. Burada p-değeri 0.05'ten küçük değerlerin modele katkısının anlamlı olduğu değerlendirilmektedir.

Çizelgelerde A Kodlanmış viloft karışım bileşeni
B Kodlanmış pamuk veya polyester karışım bileşeni
olarak gösterilmektedir.

Tablo 4.8. Viloft/pamuk ipliğinin uzama (%) özelliği için kuadratik model ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	30.17883	2	15.08942	26.62219	0.0362	Anlamlı
Linear Mixture	21.42249	1	21.42249	37.7956	0.0255	Anlamlı
AB	8.756341	1	8.756341	15.44877	0.0591	
Residual	1.133597	2	0.566799			
Cor Total	31.31243	4				

Tablo 4.9. Viloft/polyester ipliğinin uzama (%) özelliği için kuadratik model ANOVA tablosu.

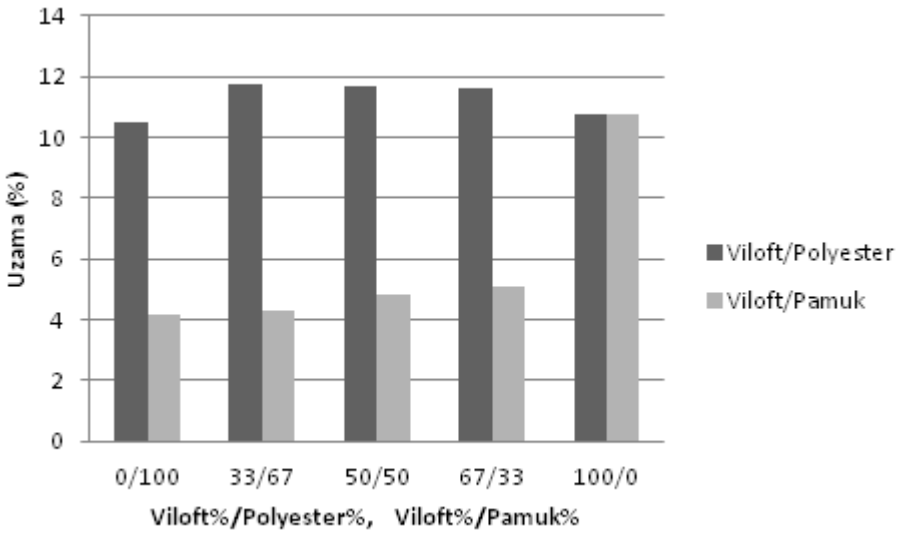
Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	1.375254	2	0.687627	38.82034	0.0251	Anlamlı
Linear Mixture	0.03086	1	0.03086	1.74219	0.3177	
AB	1.344394	1	1.344394	75.89848	0.0129	Anlamlı
Residual	0.035426	2	0.017713			
Cor Total	1.41068	4				

Viloft/pamuk ve viloft/polyester ipliklerinin uzama (%) özelliği için oluşturulan regresyon denklemleri ise gerçek karışım bileşenleri (P:polyester, C: pamuk, V:viloft) cinsinden aşağıda verilmektedir. Eşitlik içerisindeki "P" "C" ve "V" $0 \leq P, C, V \leq 1$ değerleri arasında alınmaktadır. Eşitliğin sağ tarafında geliştirilen modellerin karışım ipliklerin uzama özelliklerini açıklama oranı olan R^2 değerleri verilmektedir. Buna göre viloft/pamuk ipliğinin uzama özelliğinin %99.4'ünü karışım oranı açıklarken, viloft/polyester ipliğinin ipliğinin uzama özelliğinin %97.6'sını karışım oranı açıklayabilmektedir.

Viloft/pamuk
Uzama (%)= 10.76*V+4.06*C-11.55*V*C-9.88V*C*(V-C) R^2=99.4 (4.5)

Viloft/polyester
Uzama (%)= 10.78 * V+10.48 * P+5.14* V* P-1.41*V*P*(V-P) R^2=97.6 (4.6)

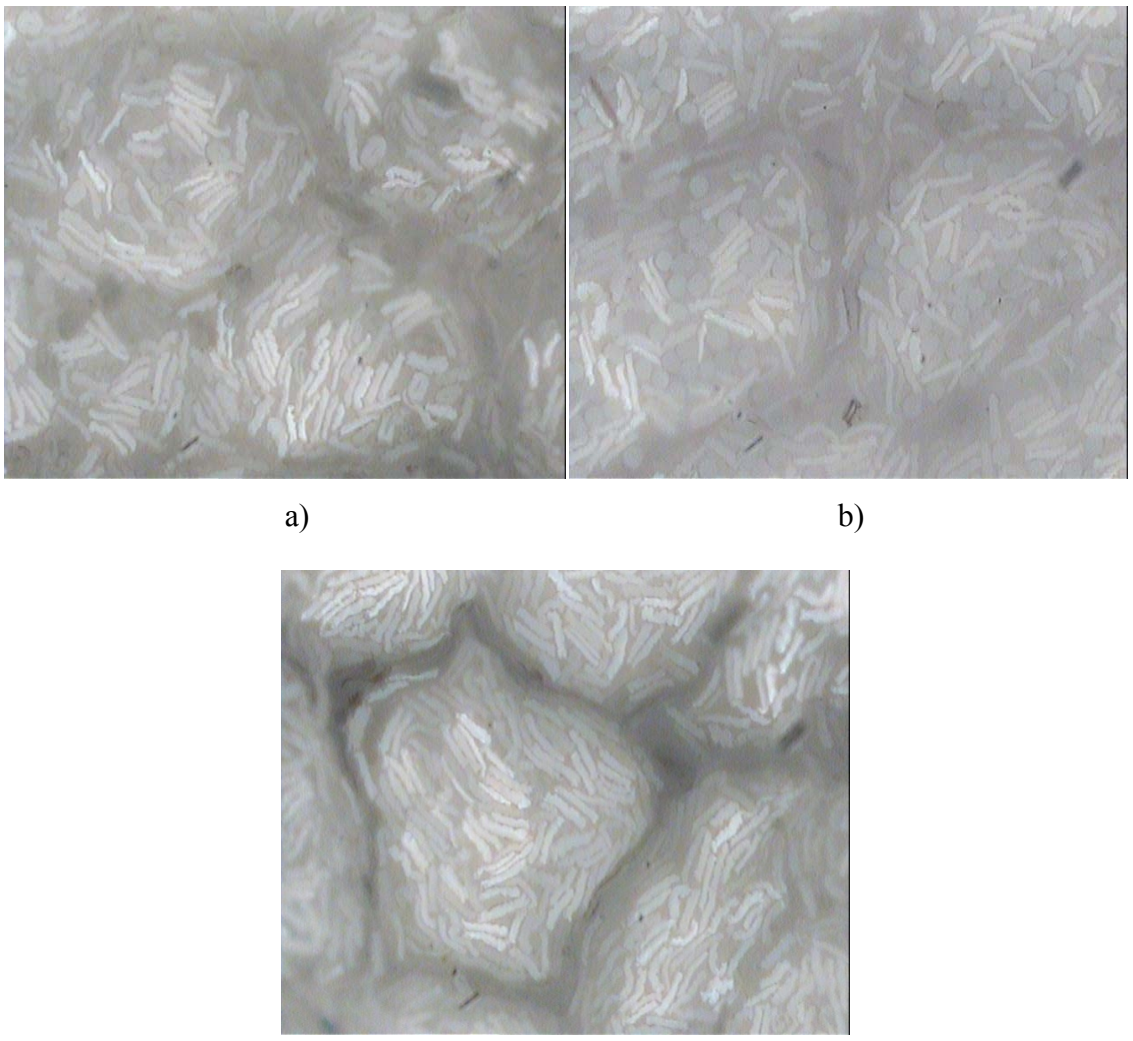
Kopma testinden elde edilen viloft-polyester ve viloft-pamuk karışımlı ipliklerin karışım oranı-uzama (%) sonuçları Şekil 4.3' de verilmektedir. Burada, viloft-polyester karışımlı ipliklerin viloft-pamuk karışımlı ipliklere nazaran daha yüksek uzama değerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, Tablo 2.1, 2.2 ve 2.3'de verilen, çalışmada kullanılan viloft, polyester ve pamuk elyaflarının uzama değerleri ile (Viloft: 19.62%, polyester: 21.18%, pamuk: 8.0%) yakından ilgilidir. Polyester ve viloft liflerinin uzama değerleri pamuktan daha yüksek olup birbirine yakındır.



Şekil 4.3. Viloft-polyester ve viloft pamuk karışımlı ipliklerin karışım oranı-uzama(%) değişimleri.

Viloft-pamuk karışımlı ipliklerde iplik yapısındaki viloft elyaf miktarı attıkça, uzama artmaktadır ve maksimum uzama %100 viloft ipliğinde elde edilmiştir. Viloft/polyester karışımları için, saf (%100 Viloft ve %100 Polyester) oranlı karışımlarda uzama değerleri daha düşüktür, fakat (33/67, 50/50, 67/33) oranlı karışımlarda %100 oranlı karışımlardan daha fazla olup uzama değerleri birbirlerine yakındır. Karışım ipliklerde uzama değerinin artması viloft ve polyester ipliklerin yapısındaki hava boşluklarından da kaynaklanmaktadır. Buna karşın saf (%100 oranlı) karışımların yapısı, değişik oranlarda hazırlanmış karışımların yapısına göre daha

sıkıdır. Bu durum Şekil 4.4'te daha iyi görülmektedir. Burada örnek olarak seçilen 67%/33% viloft/pamuk ve viloft/polyester karışımlı iplikler ve 100% viloft ipliğin enine kesitleri verilmiştir. Şekil 4.4a ve Şekil 4.4b'de karışım iplikler içerisinde hava boşlukları gözlemlenirken Şekil 4.4c'deki 100% viloft iplik yapısının daha sıkı yapıda olduğu görülmektedir.



a) b)

c)

Şekil 4.4. a) 67%/33% viloft/pamuk (%), b) 67%/33% viloft/polyester (%), c) Saf viloft (100%), Seçilmiş ipliklerin enine kesitleri

4.1.1.4. Kopma Kuvveti

Kopma mukavemeti (cN/tex) kopma kuvvetinin (cN) iplik lineer yoğunluğuna (tex) bölünmesiyle elde edilen bir değerdir. Bu çalışmada karışım ipliklerin lineer

yoğunluğu sabit tutulduğundan (Ne 30/1) kopma mukavemeti ve kopma kuvveti benzer sonuçlar vermektedir. Dolayısıyla sadece kopma kuvvetinin incelenmesi yeterli olacaktır. Kopma kuvveti, kopma testinde ipliğin kopma anında uygulanan kuvvet olarak tanımlanabilir.

Kopma kuvveti sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilebilmesi için viloft/pamuk ve viloft/polyester karışımlarının her ikisi için kuadratik modeller en uygun model olarak belirlenmiştir. Bu modeller kullanılarak söz konusu karışım ipliklerin uzama özelliği için ede edilen ANOVA tabloları viloft/pamuk için Tablo-4.10'da viloft/polyester için ise Tablo 4.11'de verilmektedir. Burada p-değeri 0.05'ten küçük değerlerin modele katkısının anlamlı olduğu değerlendirilmektedir.

Çizelgelerde A Kodlanmış viloft karışım bileşeni
B Kodlanmış pamuk veya polyester karışım bileşeni
olarak gösterilmektedir.

Tablo 4.10. Viloft/pamuk ipliğinin kopma kuvveti için kuadratik model ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	6563.449	2	3281.725	881.4244	0.0011	Anlamlı
Linear Mixture	2452.062	1	2452.062	658.5888	0.0015	Anlamlı
AB	4111.387	1	4111.387	1104.26	0.0009	Anlamlı
Residual	7.446412	2	3.723206			
Cor Total	6570.895	4				

Tablo 4.11. Viloft/polyester ipliğinin kopma kuvveti için kuadratik model ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	89431.32	2	44715.66	164.8158	0.0060	Anlamlı
Linear Mixture	86728.12	1	86728.12	319.6679	0.0031	Anlamlı
AB	2703.199	1	2703.199	9.963618	0.0874	
Residual	542.6139	2	271.3069			
Cor Total	89973.94	4				

Viloft/pamuk ve viloft/polyester ipliklerinin kopma kuvveti (cN) özelliği için oluşturulan regresyon denklemleri ise gerçek karışım bileşenleri (P:polyester, C: pamuk, V:viloft) cinsinden aşağıda verilmektedir. Eşitlik içerisindeki "P" "C" ve "V" $0 \leq P, C, V \leq 1$ değerleri arasında alınmaktadır. Eşitliğin sağ tarafında geliştirilen modellerin karışım ipliklerin kopma kuvveti özelliklerini açıklama oranı olan R^2

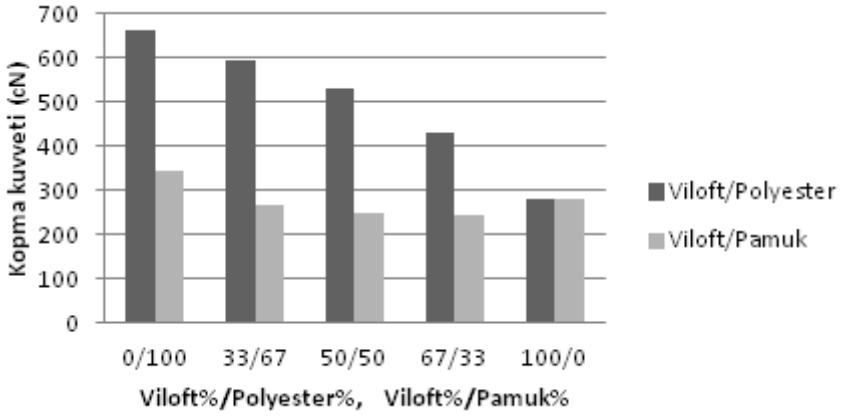
değerleri verilmektedir. Buna göre viloft/pamuk ipliğinin kopma kuvveti özelliğinin %99.2'sini karışım oranı açıklarken, viloft/polyester ipliğinin ipliğinin uzama özelliğinin %99.7'sini karışım oranı açıklayabilmektedir.

Viloft/pamuk Kopma kuvveti= 282.9*V+348.6*C-252.68*V*C R^2=0.992 (4.7)

Viloft/polyester Kopma kuvveti= 283.49* V+663.3* P+242.32*V*P-214.54*V*P*(V-P) R^2=0.997 (4.8)

Viloft-polyester ve viloft-pamuk karışımlı ipliklerin karışım oranı-kopma kuvveti değişimi Şekil 4.5'te gösterilmektedir. Polyester-viloft karışımlı iplikler viloft-pamuk karışımlı ipliklere göre daha yüksek kopma kuvveti değerlerine sahiptir. Bu sonuçlar Tablo 2.1, 2.2 ve 2.3'ten de görüleceği üzere elyafların mukavemet değerleri ile ilgilidir (Viloft:21.42 cN/tex, polyester:53.14 cN/tex ve pamuk:30.3 cN/tex). Viloft elyafı daha düşük mukavemet değerine sahipken polyester elyafı daha yüksek mukavemet değerine sahiptir. Pamuk elyafı ise viloft ve polyester elyafına göre orta derecede mukavemet değerine sahiptir. Dolayısıyla, polyester karışımlı ipliklerin daha mukavemetli olması beklenen bir durumdur.

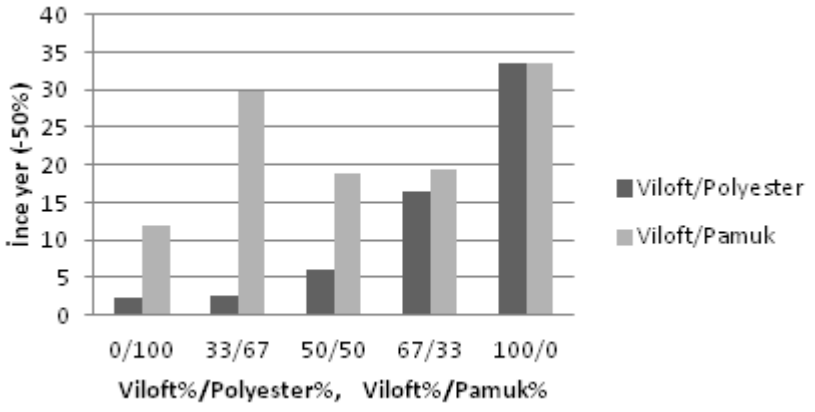
Viloft-polyester karışımlı ipliklerde iplik yapısı içindeki viloft oranı arttıkça kopma kuvveti azalır ve %100 viloft ipliğinde minimum kopma kuvvetine erişir. Bu durum yukarıda belirtilen liflerin mukavemet değerleriyle ilgilidir. Ancak viloft-pamuk karışımlı ipliklerde, %100 pamuk ipliğinde maksimum kopma kuvveti elde edilmektedir. Viloft-pamuk karışımı içindeki viloft elyaf oranı attıkça kopma kuvveti azalmakta ve 67% viloft-33% pamuk karışımında minimum değer elde edilmektedir. Bu sonuçlar viloft ve pamuk liflerinin mukavemet değerleri ile ilişkili olabilir. Ancak, viloft elyaf oranı daha fazla arttığı zaman kopma kuvveti artmaktadır. Şekil-4.4'ten de anlaşılacağı üzere %100 viloft elyafı kullanıldığında iplik daha sıkı hale gelmektedir. Viloft elyafı enine kesiti yassı yapıya sahip olduğu için %100 viloft elyafı kullanıldığında elyaf-elyaf sürtünmeleri artacağından kopma kuvveti de artmaktadır.



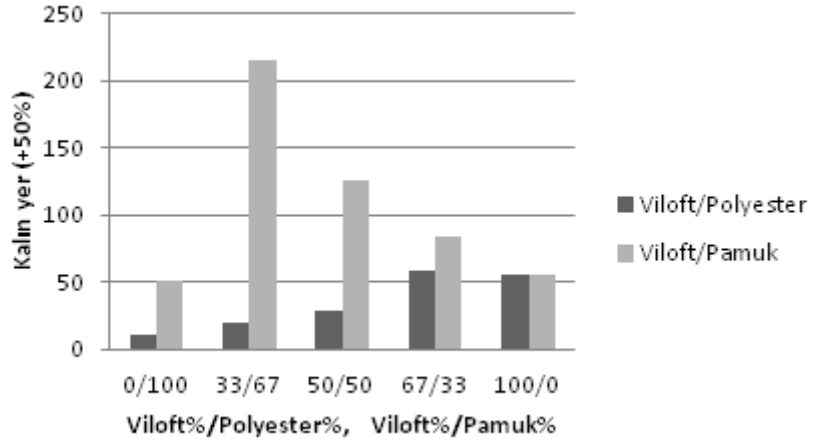
Şekil 4.5. Viloft-polyester ve viloft pamuk karışımlı ipliklerin karışım oranı-kopma kuvveti(cN/tex) değişimleri.

4.1.1.5. İplik Hataları

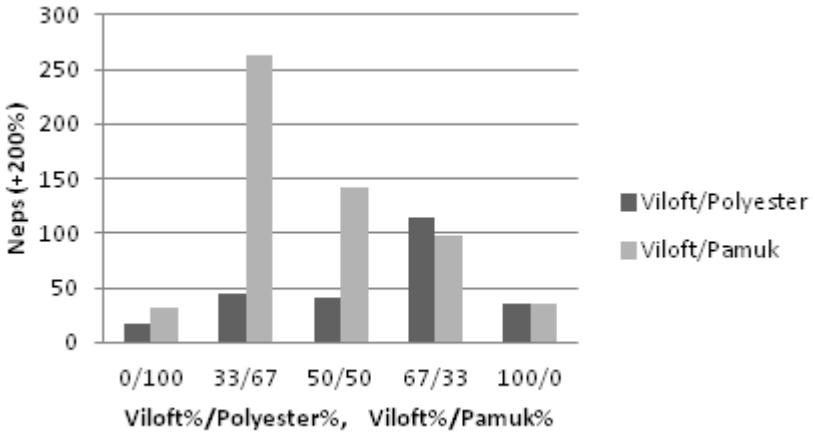
Ring iplik hataları genel olarak ince yer (-50%), kalın yer (+50%) ve neps (+200%) olarak değerlendirilir. Bir ipliğin ortalama kesitinden yüzde 50 daha ince yerlerin sayısı ince yer (-50%) hatası, yüzde 50 daha kalın yerlerin sayısı kalın yer (+50%) hatası, yüzde 200 daha kalın yerlerin sayısı ise neps (+200%) hatası olarak değerlendirilmektedir. Varyans analizi neticesinde karışım oranının iplik hatalarına olan etkisi anlamlı bulunmuştur. Şekil 4.6'da ise viloft/polyester ve viloft/pamuk karışım oranlarının iplik hataları ile değişimi görülmektedir. Şekiller genel olarak incelendiğinde viloft/pamuk karışımlı ipliklerin viloft/polyester karışımlı ipliklere nazaran daha fazla iplik hatalarına sebep olduğu görülmüştür. Ayrıca karışım içerisinde viloft oranı artırıldığında ince yer hatası artarken kalın yer ve neps hataları genel olarak azalmaktadır. En düşük iplik hataları %100 polyester ve % 100 pamuk için elde edilirken, en yüksek iplik hataları 33%/67% viloft/pamuk ile 67%/33% viloft/polyester karışımlarında elde edilmiştir. İplik hatalarının karışım oranına göre bir varyasyon gösterdiği de ayrıca dikkat çekmektedir. Dolayısıyla karışım oranının tek başına iplik hataları için bir tahminleyici olamayacağı görülmüştür. İplik numarası, büküm, makina hızı gibi değişkenler de bağımsız değişken olarak belirlendiğinde iplik hataları için daha tutarlı sonuçların elde edilebileceği öngörülmektedir.



a)



b)



c)

Şekil 4.6 a) Karışım oranı-ince yer (-50%) hatası değişimi, b) Karışım oranı-kalın yer (+50%) hatası değişimi, c) Karışım oranı-neps (+280%) hatası değişimi Karışım oranı ile iplik hataları değişimi

4.1.2. Kumaş Özellikleri

Bu bölümde Ne 30/1 viloft/pamuk ve viloft/polyester karışım ipliklerden üretilen süprem ve 1x1 ribana kumaşların termal özellikleri (ısıl iletkenlik, ısıl yayınım, ısıl soğurganlık, ısıl direnç), su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği, patlama mukavemeti ve boncuklanma özellikleri sırasıyla incelenmiştir. İstatistiksel analiz, sayılan bütün özellikler için iplik özellikleri bölümünde anlatılan usulde gerçekleştirilmiştir. Ancak iki farklı karışım için iki farklı kumaşta istatistiksel analiz gerçekleştirildiğinden her bir özellik için dört farklı analiz yapılması gerektiğinden istatistiksel anlamlılık testi değerleri Tablo 4.12'de özet olarak verilmiştir. Burada p-değeri 0.05'ten az olan değerler "anlamlı" olarak değerlendirilmiştir. Tablo 4.12'de verilen sonuçlar incelendiğinde genel olarak karışım oranının ilgili özelliği açıklayabildiği görülmektedir.

Tablo 4.12. Süprem ve 1x1 ribana kumaş özelliklerinin özet istatistiksel analiz sonuçları.

Özellik	Kumaş Tipi	Karışım tipi	p-değeri	Anlamlılık
Isıl iletkenlik	Süprem	Viloft/polyester	< 0.0001	Anlamlı
		Viloft/pamuk	< 0.0001	Anlamlı
	1x1 rib	Viloft/polyester	< 0.0001	Anlamlı
		Viloft/pamuk	< 0.0001	Anlamlı
Isıl yayınım	Süprem	Viloft/polyester	0.0006	Anlamlı
		Viloft/pamuk	0.0003	Anlamlı
	1x1 rib	Viloft/polyester	< 0.0001	Anlamlı
		Viloft/pamuk	< 0.0001	Anlamlı
Isıl soğurganlık	Süprem	Viloft/polyester	< 0.0001	Anlamlı
		Viloft/pamuk	0.0074	Anlamlı
	1x1 rib	Viloft/polyester	< 0.0001	Anlamlı
		Viloft/pamuk	0.2057*	Anlamlı değil
Isıl direnç (Alambeta)	Süprem	Viloft/polyester	0.0017	Anlamlı
		Viloft/pamuk	0.3573	Anlamlı değil
	1x1 rib	Viloft/polyester	< 0.0001	Anlamlı
		Viloft/pamuk	0.0203	Anlamlı
Isıl direnç (terleme korumalı sıcak plaka)	Süprem	Viloft/polyester	0.002	Anlamlı
		Viloft/pamuk	< 0.0001	Anlamlı
	1x1 rib	Viloft/polyester	< 0.0001	Anlamlı
		Viloft/pamuk	< 0.0001	Anlamlı
Su buharı geçirgenliği	Süprem	Viloft/polyester	0.5415*	Anlamlı değil
		Viloft/pamuk	0.0304	Anlamlı
	1x1 rib	Viloft/polyester	0.091*	Anlamlı değil
		Viloft/pamuk	0.014	Anlamlı
Hava geçirgenliği	Süprem	Viloft/polyester	0.38*	Anlamlı değil
		Viloft/pamuk	< 0.0001	Anlamlı
	1x1 rib	Viloft/polyester	< 0.0001	Anlamlı
		Viloft/pamuk	< 0.0001	Anlamlı

Tablo 4.12.(devamı)

Özellik	Kumaş Tipi	Karışım tipi	p-değeri	Anlamlılık
Patlama mukavemeti	Süprem	Viloft/polyester	< 0.0001	Anlamlı
		Viloft/pamuk	< 0.0001	Anlamlı
	1x1 rib	Viloft/polyester	< 0.0001	Anlamlı
		Viloft/pamuk	< 0.0001	Anlamlı

Yukarıda anlamlılık özelikleri incelenen kumaş özeliklerinin varyans analizi (ANOVA) neticesinde ortaya çıkan R^2 değerleri ve regresyon denklemleri ise Tablo-4.13'de özet olarak verilmektedir. Burada viloft:V, polyester:P ve pamuk:C olarak gösterilmektedir. R^2, ilgili kumaş özelliğinin geliştirilen model tarafından açıklanabilme oranı olarak değerlendirilmektedir. İstatistiksel analiz neticesinde ortaya çıkan regresyon denklemi ise karışım oranı ile ilgili özelliğin tahmin edilebilmesi amacıyla kullanılabilmektedir. Kumaş termal, özeliklerine ait olan test sonuçları detaylı bir şekilde 3.Bölümde verilmiştir. Söz konusu test sonuçlarının ortalama ve CV% değerleri ise daha iyi takip yapılabilmesi amacıyla süprem kumaş termal konfor özellikleri Tablo-4.14'te, 1x1 rib kumaş termal konfor özellikleri ise Tablo 4.15'te bir arada özetlenerek gösterilmektedir.

Tablo 4.13. Süprem ve 1x1 ribana kumaşların R^2 değerleri ve regresyon denklemleri

Özellik	Kumaş Tipi	Karışım tipi	R^2	Regresyon Denklemi
Isıl iletkenlik	Süprem	V/P	0.725	+40.14398*P+43.48269 * V
		V/C	0.933	+49.79081*C+43.29081*V+10.78102* C* V -11.15 *C * V * (C-V)
	1x1 rib	V/P	0.938	+43.86473*P+47.33140*V+7.62258*P*V +10.94350*P*V*(P-V)
		V/C	0.973	+58.71201*C+47.34534*V+8.22012*C*V -14.84112*C*V*(C-V)
Isıl yayınım	Süprem	V/P	0.780	+0.16833*P+0.11933*V+0.018584*P*V +0.22619*P*V*(P-V)
		V/C	0.755	+0.15612*C+0.11846*V-0.048792*C*V
	1x1 rib	V/P	0.774	+0.16627*P+0.11866*V
		V/C	0.791	+0.16926*C+0.12213*V+0.045065*C*V
Isıl soğurganlık	Süprem	V/P	0.906	+97.26531*P+125.46531*V-5.38364*P*V -73.90853 *P*V*(P-V)
		V/C	0.70	+126.53726*C+125.53726*V+53.66521*C *V-64.33962*C*V*(C-V)
	1x1 rib	V/P	0.850	+107.09949*P+134.72588*V +25.67167*P*V
		V/C	0.33	+143.04935*C+135.04935*V +1.08821*C*V-51.34754*C*V*(C-V)

Tablo 4.13.(devamı)

Özellik	Kumaş Tipi	Karışım tipi	R^2	Regresyon Denklemi
Isıl direnç (Alambeta)	Süprem	V/P	0.735	+17.77494*P+15.44161*V-4.15302*P*V -7.27202*P*V*(P-V)
		V/C	0.065	+15.59313*C+15.18020*V
	1x1 rib	V/P	0.924	+21.33411*P+17.86745*V-6.79557*P*V -10.72179*P*V*(P-V)
		V/C	0.575	+18.05789*C+17.92455*V+2.47120*C*V +7.01484*C*V*(C-V)
Isıl direnç (terleme korumalı sıcak plaka)	Süprem	V/P	0.369	+0.035166*P+0.037554*V-0.019913*P*V
		V/C	0.736	+0.031329*C+0.038163*V $+5.10950*10^{-0.003}$*C*V-0.018801*C*V*(C-V)
	1x1 rib	V/P	0.70	+0.024024*P+0.031603*V
		V/C	0.571	+0.028800*C+0.031590*V-7.32991E-003*C*V
Su buharı geçirgenliği	Süprem	V/P	0.17	+39.61575*P+41.18242*V-0.37862*P*V +12.63291*P*V*(P-V)
		V/C	0.19	+39.43536*C+40.83132*V
	1x1 rib	V/P	0.05	+40.56667*P+41.59333*V
		V/C	0.51	+40.40897*C+41.38065*V-10.12336*C*V
Hava geçirgenliği	Süprem	V/P	0.92	+24.99632*P+18.49632*V+10.78938*P*V -10.70849*P*V*(P-V)
		V/C	0.894	+24.98690*C+18.55090*V+5.28101*C*V
	1x1 rib	V/P	0.04	+25.00793*P+25.00793*V-0.34623*P*V
		V/C	0.38	+24.96946*C+24.96946*V-4.54683*C*V
Patlama mukavemeti	Süprem	V/P	0.99	+969.99340* P+269.44660 *V
		V/C	0.95	+517.56814* C+251.40786 *V
	1x1 rib	V/P	0.99	+966.69404*P+295.69880*V
		V/C	0.98	+597.89478 *C+269.44122 *V

Tablo 4.14. Viloft/polyester ve viloft/pamuk süprem kumaş özellikleri

Karışım tipi (%)	İst.	Isıl iletim (W/mK)	Isıl yayınım (10^{-6}) (m^2/s)	Isıl soğurganlık ($Ws^{0.5}/m^2K$)	Isıl direnç-Alambeta (m^2K/W)	Isıl direnç-Hotplate (m^2K/W)	Su buharı geçirgenliği (%)	Hava geçirgenliği (cm^3/cm^2s)	Patlama Mukavemeti (kPa)	Gramaj (g/m^2)	Kumaş kalınlığı (mm)	Gözeneklilik (%)	May-İlmek sıklık/cm
100% P	**Ort.**	**0.0397**	**0.1720**	**97.13**	**0.01773**	**0.0351**	**39.5**	**83.33**	**964.2**	**125.2**	**1.31**	**93.07**	**13.0-18.0**
	CV (%)	1.13	3.63	5.44	2.54	2.67	3.7	0	8.4	0.87	5.31		
33% V 67% P	**Ort.**	**0.0417**	**0.1703**	**100.97**	**0.01590**	**0.0298**	**42.0**	**83.33**	**738.1**	**133.2**	**1.21**	**92.28**	**13.8/20.0**
	CV (%)	0.85	1.21	0.85	2.35	5.14	3.3	0	7.6	1.62	5.58		
50% V 50% P	**Ort.**	**0.0424**	**0.1536**	**108**	**0.01493**	**0.0362**	**38.5**	**82.66**	**644.16**	**135.6**	**1.19**	**92.14**	**13.4/19.0**
	CV (%)	0.45	1.34	0	1.38	3.3	2.3	1.61	5.7	1.12	1.65		
67% V 33% P	**Ort.**	**0.0421**	**0.1196**	**121.67**	**0.0162**	**0.0286**	**40.6**	**83.33**	**482.6**	**136**	**1.06**	**91.29**	**13.4/20.0**
	CV (%)	2.34	2.76	1.4	3.02	3.11	3.2	0	7	1.55	7.45		
100% V	**Ort.**	**0.0433**	**0.1180**	**125.33**	**0.0154**	**0.0382**	**41.1**	**83.33**	**269.54**	**143**	**1.12**	**91.60**	**13.0/20.0**
	CV (%)	0.87	5.27	3.98	2.12	3.55	2.4	0	3.4	2.75	5.41		
100% C	**Ort.**	**0.0498**	**0.1553**	**126.34**	**0.0156**	**0.0316**	**39.6**	**83.33**	**537,14**	**125**	**1.16**	**92.91**	**12.2/21.0**
	CV (%)	1.4	5.67	1.97	2.77	1.83	1.6	0	16.2	2.93	4.26		
33% V 67% C	**Ort.**	**0.0494**	**0.1340**	**135**	**0.01563**	**0.0328**	**39.6**	**78.99**	**426,42**	**131.4**	**1.16**	**92.55**	**12.2/19.0**
	CV (%)	1.29	3.39	2.77	1.51	3.74	0.6	2.7	1.6	0.86	2.27		
50% V 50% C	**Ort.**	**0.0489**	**0.1283**	**136.34**	**0.01543**	**0.0343**	**40.5**	**80.99**	**349,18**	**133.2**	**1.08**	**91.89**	**12.6/20.0**
	CV (%)	0.75	2.94	0.91	1.33	2.81	4.9	3.21	9.4	1.86	4.1		
67% V 33% C	**Ort.**	**0.0489**	**0.1153**	**144.34**	**0.01487**	**0.0380**	**39.9**	**78.99**	**340,16**	**139.2**	**1.14**	**91.97**	**12.6/20.0**
	CV (%)	1.67	5.12	4.28	5.56	2.74	0.6	3.79	2.3	1.98	4.04		
100% V	**Ort.**	**0.0433**	**0.1180**	**125.33**	**0.01540**	**0.0382**	**41.1**	**83.33**	**269,54**	**143**	**1.12**	**91.60**	**13.0/20.0**
	CV (%)	0.87	5.27	3.98	2.12	3.55	2.4	0	3.5	2.75	5.41		

Tablo 4.15. Viloft/polyester ve viloft/pamuk 1x1 ribana kumaş özellikleri.

Karışım tipi (%)	İst.	Isıl iletim (W/mK)	Isıl yayınım (10^{-6}) (m^2/s)	Isıl soğurganlık ($Ws^{0.5}/m^2K$)	Isıl direnç Alambeta (m^2K/W)	Isıl direnç Hotplate (m^2K/W)	Su buharı geçirgenliği (%)	Hava geçirgenliği (cm^3/cm^2s)	Patlama mukavemeti (kPa)	Gramaj (g/m^2)	Kumaş kalınlığı (mm)	Gözeneklilik (%)	May-İlmek sıklık/cm
100% P	**Ort.**	**0.0439**	**0.1700**	**106.67**	**0.02137**	**0.0236**	**40.0**	**83.33**	**943.6**	**168.6**	**1.48**	**91.75**	**9.4/18.0**
	CV (%)	1.27	3.36	2.69	1.81	4.42	2.2	0	4.16	3.52	5.69		
33% V 67% P	**Ort.**	**0.0475**	**0.1500**	**122.67**	**0.0176**	**0.0267**	**41.8**	**81.33**	**772.7**	**167.4**	**1.28**	**90.83**	**8.7/18.0**
	CV (%)	0.86	3.57	2.52	0.8	2.44	2.4	3.28	4.72	4.21	7.01		
50% V 50% P	**Ort.**	**0.0475**	**0.1360**	**128.67**	**0.0184**	**0.0289**	**41.7**	**81.66**	**640.1**	**174**	**1.33**	**90.98**	**9.4/18.0**
	CV (%)	0.52	5.91	2.64	1.6	5.64	7.4	2.04	7.35	3.06	3.77		
67% V 33% P	**Ort.**	**0.0470**	**0.1280**	**129**	**0.01803**	**0.0306**	**40.2**	**79.33**	**501.58**	**167.4**	**1.35**	**91.58**	**9.9/19.0**
	CV (%)	0.61	4.82	4.43	1.05	2.98	1.7	2.52	5.43	2.48	3.98		
100% V	**Ort.**	**0.0473**	**0.1220**	**135.34**	**0.0179**	**0.0315**	**41.7**	**61.66**	**281.6**	**161.2**	**1.35**	**92.14**	**8.9/19.0**
	CV (%)	0.36	4.69	2.72	1.21	3.35	2.4	6.04	6.47	3.08	4.27		
100% C	**Ort.**	**0.0587**	**0.1677**	**143.34**	**0.01803**	**0.0288**	**40.2**	**83.33**	**614.22**	**161**	**1.38**	**92.32**	**9.9/18.0**
	CV (%)	1.1	2.85	2.3	2.57	3.78	6.05	0	4.76	2.36	4.67		
33% V 67% C	**Ort.**	**0.0558**	**0.1723**	**134.34**	**0.0193**	**0.0285**	**39.3**	**80.33**	**476.3**	**164.8**	**1.36**	**92.03**	**9.1/18.0**
	CV (%)	1.22	2.61	0.7	1.12	2.14	1.3	2.23	3.66	2.36	1.66		
50% V 50% C	**Ort.**	**0.0549**	**0.1463**	**143.67**	**0.01823**	**0.0275**	**37.9**	**75.99**	**419.34**	**165**	**1.29**	**91.59**	**9.1/18.0**
	CV (%)	1.36	4.04	3.65	1.7	3.97	2.1	3.28	5.32	3.92	3.96		
67% V 33% C	**Ort.**	**0.0541**	**0.1510**	**139.33**	**0.01820**	**0.0295**	**38.6**	**73.66**	**376.88**	**168.2**	**1.36**	**91.86**	**9.8/19.0**
	CV (%)	1.17	4.62	1.88	1.79	1.68	2.8	3.75	8.48	2.86	1.7		
100% V	**Ort.**	**0.0473**	**0.1223**	**135.34**	**0.0179**	**0.0315**	**41.7**	**61.66**	**281.6**	**161.2**	**1.35**	**92.14**	**8.3/19.0**
	CV (%)	0.36	4.69	2.72	1.21	3.35	2.4	6.04	6.47	3.08	4.27		

İstatistiksel analizi gerçekleştirilen viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların karışım oranına bağlı olarak termal konfor ve mekanik ve fiziksel özelliklerinin (patlama mukavemeti, boncuklaşma) değişimi aşağıda sırasıyla incelenmiştir.

4.1.2.1. Isıl İletkenlik

Isı iletkenlik (ג) ya da termal iletkenlik, bir malzemenin ısı iletim kabiliyetini gösteren bir özelliktir. Isı miktarı q (W/m^2) ile tanımlandığında, malzemenin kalınlığı h (m) ve birim zaman t (sn) , ısı geçişinin olduğu yüzey alanı A ve ısı geçişine sebep olan sıcaklık farkı ΔT (K^0) ile ifade edilirse, sürekli rejim şartları altında ve ısı transferi sadece sıcaklık gradyenine bağlı olduğunda ısıl iletkenlik;

$$\lambda=q/t=q.h/\Delta t \ (W/mK) \tag{4.9}$$

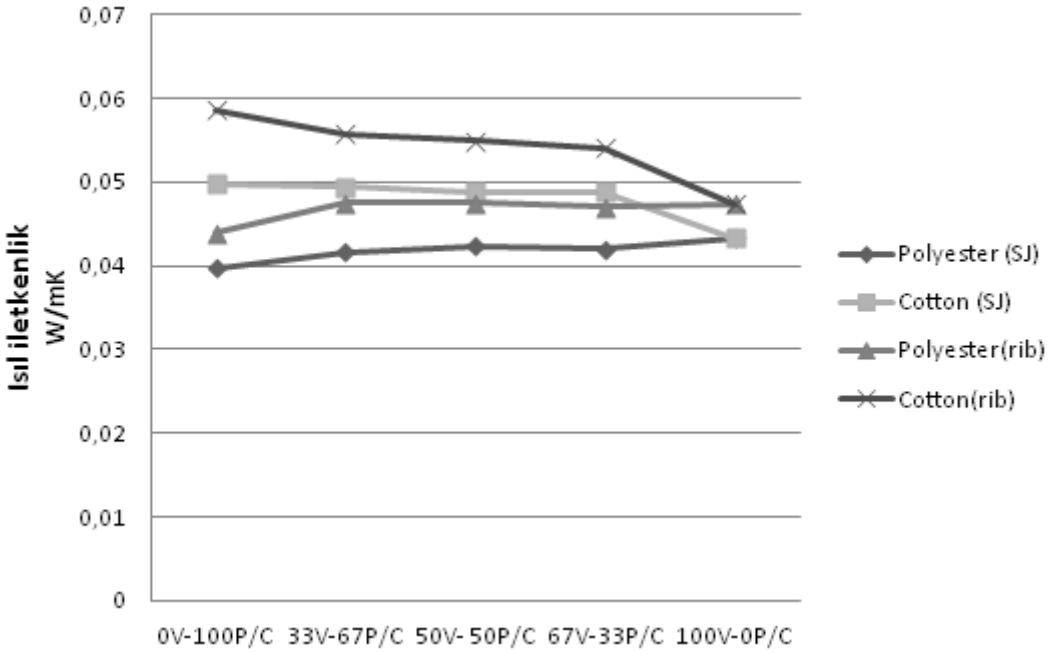
olarak ifade edilir.

Tekstil yapıları, içerisinde hava barındıran malzemeler olup kumaş içindeki hava miktarı kumaşın ısıl özellikleri için önemli bir parametredir. Genellikle, tekstil yapılarının ısıl iletkenlik değeri 0.033-0.01 W/mK arasında değişmektedir. Havanın diğer bütün liflere göre daha az ısıl iletkenliği olmasına rağmen, (λ_{hava}=0.025 W/mK) suyun ısıl iletkenlik değeri daha yüksektir (λ_{su}=0.6 W/mK). Bundan dolayı termal iletkenliğin az olması bakımından tekstil yapılarında hava miktarının çok olması istenilen bir durumdur.

Anlamlılık testinde (Tablo 4.12) viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların ısıl iletimi anlamlı olup bu kumaşları karışım oranına bağlı olarak değişimi Şekil 4.7'de gösterilmektedir. Burada 1x1 rib kumaşların ısıl iletim değerlerinin aynı karışım tipine sahip olan süprem kumaşlara göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bir kumaş içerisindeki elyaf/hava oranı, kumaş kalınlığı veya gramajının artmasıyla artacağından kumaş içerisindeki hava yüzdesi veya gözeneklilik azalmaktadır (bkz. Tablo 4.14 ve Tablo 4.15).

Viloft elyafının tırtırlı yüzey yapısı ve dikdörtgen kesiti, iplik içerisinde yer alan hava miktarını artırmaktadır. Ayrıca viloft elyaf yüzdesinin karışım içerisinde artırmasıyla iplik tüylülüğü de arttığından kumaş üzerinde yer alan hava kesecikleri de

artmaktadır. Dolayısıyla karışım içerisinde viloft elyaf oranının artırılması, iplik ve kumaş içerisindeki hava miktarını artırdığından viloft elyafı bakımından zengin olan viloft/pamuk kumaşların daha düşük ısıl iletim değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Ancak polyester karışımlı kumaşların ısı iletim değerleri, genel olarak viloft oranı artırıldıkça artmaktadır. Bu durum elyafların ısıl iletkenlik değerleri ile açıklanabilir. Polyesterin ısıl iletkenlik değeri 0.141 W/mK olup rejenere selülöz liflere (0.289 W/mK) nazaran daha düşüktür. Dolayısıyla viloft/polyester karışımlı kumaşların ısıl iletkenlik değeri viloft oranı artırıldıkça artmaktadır.



Şekil 4.7. Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların karışım oranı-ısıl iletkenlik değişimi.

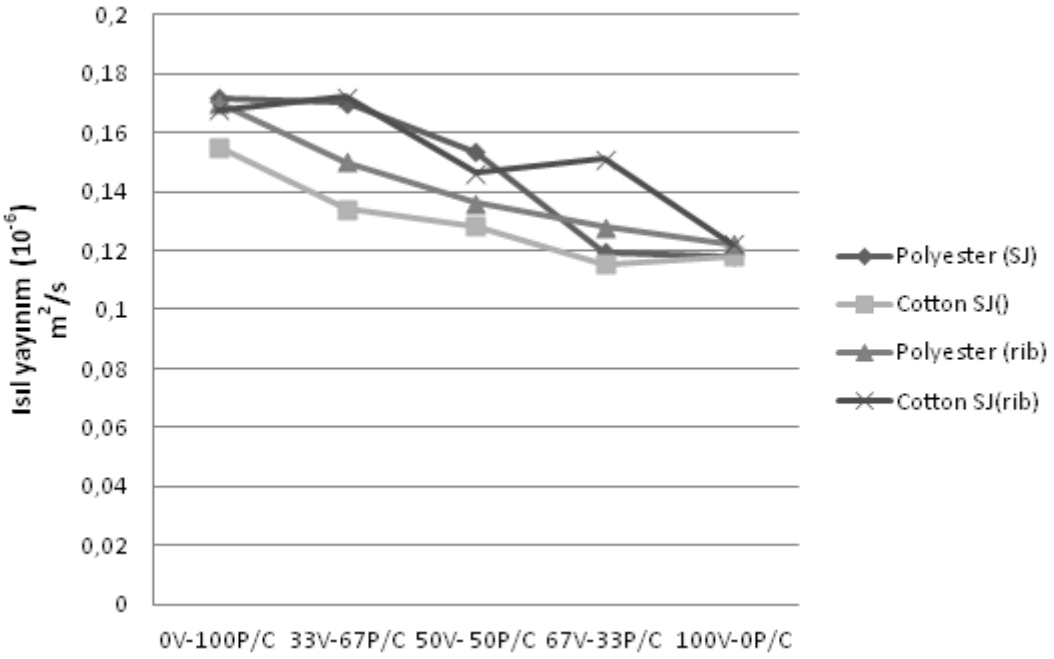
4.1.2.2. Isıl Yayınım

Isıl yayınım, bir malzeme içerisindeki ısıl etkinin yayılma hızıdır. Isıl yayınım aşağıda gösterildiği gibi ifade edilir.

$$a=\lambda/\rho c \quad (m^2/s) \tag{4.10}$$

Burada c; kumaşın özgül ısısıdır (J/kgK). Anlamlık testinde (Tablo 4.12) belirtildiği üzere ısıl yayınım karışım kumaşlar için anlamlı olup bu kumaşları karışım oranına bağlı olarak değişimi Şekil 4.8'de gösterilmektedir. Karışım içerisinde viloft oranının

artırılması, süprem ve 1x1 ribana kumaşların ısıl yayınımını azaltmaktadır. Bu durum viloft lifinin yassı kesit alanı ve tırtırlı yüzey yapısına sahip olmasıyla bağlantılı olabilir. Artan yüzey alanı ısıl uyarının dağılma hızının azalmasına sebep olacaktır.



Şekil 4.8. Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların ısıl yayınım değerleri.

4.1.2.3. Isıl Soğurganlık

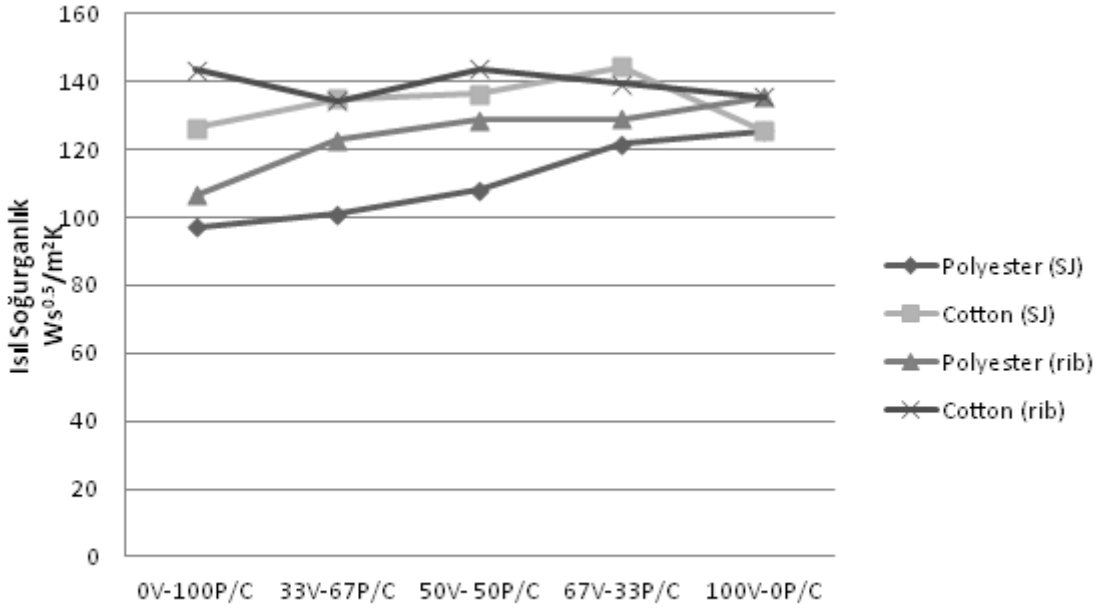
Isıl soğurganlık, Hes [28] tarafından kumaş yüzeyinin insan teniyle kısa temasında hissedilen ılık-soğuk hissin nitelendirilmesi amacıyla uygulanan nesnel bir ölçümdür. Başka bir deyişle kumaş ile insan cildi arasındaki ilk hissedilen ısı değişimidir. Isıl soğurganlık aşağıda gösterildiği gibi ifade edilir.

$$b=(\lambda\rho c)^{1/2}(Wm^{-2}s^{1/2}K^{-1}) \quad (4.11)$$

Burada, ρ lif yoğunluğu (g/m^3) ve c ise kumaşın özgül ısısını ifade eder. Kış mevsiminde ılık hissedebilmek için düşük soğurganlığa sahip kumaşlar, yaz mevsiminde daha serin hissedebilmek için yüksek soğurganlığa sahip kumaşlar tercih edilir. Şekil 4.9'da viloft/pamuk ve viloft/polyester karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların karışım oranı-ısıl soğurganlık değişimi görülmektedir. 1x1 ribana

kumaşların kumaş kalınlığı ve gramajı süprem kumaşlara göre daha fazla olduğundan ısıl soğurganlık değerleri daha yüksektir.

Kalın ve yüksek gramaja sahip kumaşlar çok sayıda life sahip olurlar ve ciltten giysiye olan ısı akışı ya da ısıl soğurganlık değerleri de artar. Isıl soğurganlığın tanımı göz önünde bulundurulduğunda yüksek ısıl soğurganlık değerlerine sahip olan 1x1 ribana kumaşların süprem kumaşlara göre daha serin bir hisse sahip oldukları söylenebilir. Ayrıca, viloft/pamuk ve viloft/polyester süprem kumaşlarda viloft oranı artırıldığında soğurganlık ta artmaktadır. Viloft/polyester karışımlı 1x1 ribana kumaşlarda viloft oranı artırıldığında soğurganlık değerleri artmaktadır. Buna karşın, viloft/pamuk karışımlı 1x1 ribana kumaşların ısıl soğurganlık değerleri varyasyon göstermektedir. Pamukça zengin kumaşların yüksek ısıl soğurganlık gösterdiği söylenebilir.



Şekil 4.9. Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların karışım oranı-ısıl soğurganlık değişimi.

4.1.2.4. Isıl Direnç (Yalıtım)

Kumaşların ısıl direnç (R_{ct}) testleri Alambeta ve terleme korumalı sıcak plaka SDL-Atlas marka cihazlar kullanılarak ölçülmüştür. Alambeta cihazı iletim (conduction) prensibine göre termal direnci ölçerken, terleme korumalı sıcak plaka

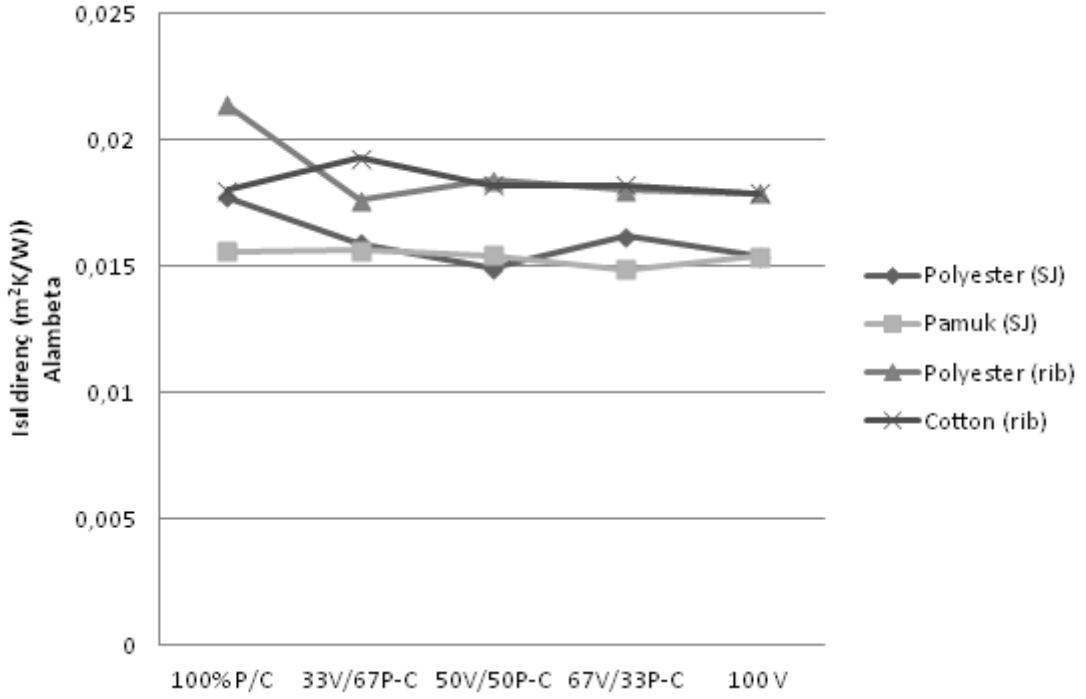
(hotplate) cihazı taşınım-konveksiyon (convection) metoduna göre ölçüm yapmaktadır. Bu çalışmada üretilen viloft/polyester ve viloft /pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların termal direnci her iki göre metoda göre analiz edilmiş olup iki metodun ölçüm prensiplerinden kaynaklanan farklılığı da ayrıca ele alınmıştır. Aşağıda Alambeta ve hotplate cihazlarından elde edilen sonuçlar sırasıyla incelenmiştir.

Alambeta cihazı değerlendirmeleri

Alambeta cihazı temelde kuru insan derisini taklit etmektedir ve prensibi, alt ölçüm plakası (22°C) ile ölçüm baslığı (32°C) arasındaki sıcaklık farklılığından dolayı test edilen kumaş içerisinden geçen ısı akımının zamana bağlı matematiksel işlemlerle belirlenmesine dayanmaktadır. Alambeta cihazından elde edilen ısıl direnç değeri (R_{ct})

$$R_{ct}=h/\lambda \quad (m^2K/W) \tag{4.12}$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır. Burada λ, ısıl iletkenlik, h ise kumaş kalınlığı olarak değerlendirilmektedir. Şekil-4.10'da Alambeta cihazından elde edilen karışım oranı-ısıl direnç değişimi görülmektedir. Burada viloft elyafının polyester veya pamuk karışımlı süprem kumaşların 1x1 ribana kumaşlara göre daha düşük ısıl direnç gösterdiği görülmüştür. Eşitlik 4.12 dikkate alındığında kumaş kalınlığının ısıl direnç ile lineer orantılı olduğu görülmektedir. Tablo 4.14 ve Tablo 4.15'te yer alan kumaş kalınlığı ve gramajı değerleri de dikkate alındığında 1x1 ribana kumaşların süprem kumaşlardan daha kalın oldukları anlaşılır. Süprem kumaşların 1x1 ribana kumaşlara göre daha düşük ısıl direnç göstermesi sayılan hususlar ile ilişkilidir. Ayrıca, karışımda viloft oranının artırılmasının Alambeta cihazından elde edilen ısıl direnç değerleri için önemli bir değişime sebep olmadığı da görülmektedir. Alambeta cihazı kısa bir süre içinde ölçüm yapabilmekte ve ısıl ölçümler iki plaka arasında yer alan kumaşın ısı geçiş özelikleri göz önünde bulundurularak hesaplanmaktadır. Terleme korumalı sıcak plakada ise ölçümler çok daha uzun sürmektedir ve daha kararlı sonuçlar alınabilmektedir. Bu yüzden çalışmada terleme korumalı sıcak plaka ile de ölçümler yapılmıştır.



Şekil 4.10. Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların karışım oranı-ısıl direnç (Alambeta) değişimi.

Terleme Korumalı Sıcak Plaka Ölçümleri

Terleme korumalı sıcak plaka konveksiyon metoduna göre ısıl direnç ölçümü yapmaktadır. TS EN 31092 standartına göre 20 ^{o}C hava sıcaklığı, %65 bağıl nem'e ve 1m/s hava akımının hızında ölçülmüştür. Kare gözenekli levha sıcaklığı insan vücudunu taklit etmektedir ve 35^{o}C'de sabitlenmiştir. Sistem numune olmadan kararlı hal durumuna ulaştığında R_{ct0} kaydedilmiştir. Kumaş numunesi 30x30 cm boyutlarında kesilir ve 35 ^{0}C'de sabit sıcaklıktaki gözenekli kare plakaya yerleştirirlir. Kumaşın ısıl direnci ise aşağıdaki gibi hesaplanır;

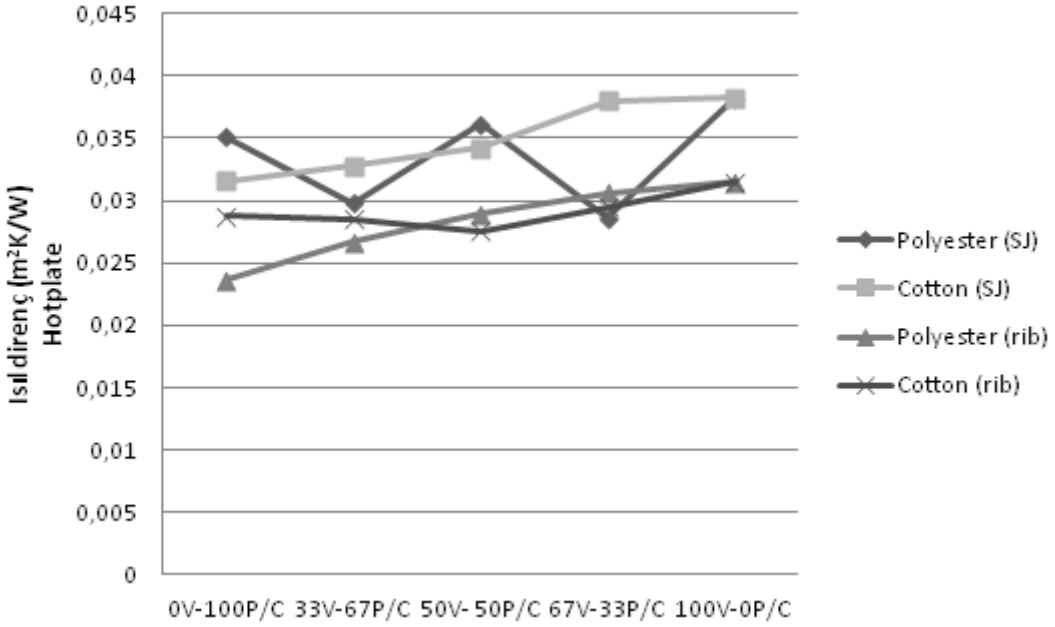
$$R_{ct} = \frac{A(T_s - T_a)}{H} - R_{ct0} \tag{4.13}$$

Burada T_s, levha sıcaklığı; T_a ise ortam (hava) sıcaklığıdır. A ölçme ünitesinin alanı (m^2), H ise ölçme ünitesini 35 ^{0}C'de sabit tutmak için gereken elektrik gücüdür (W).

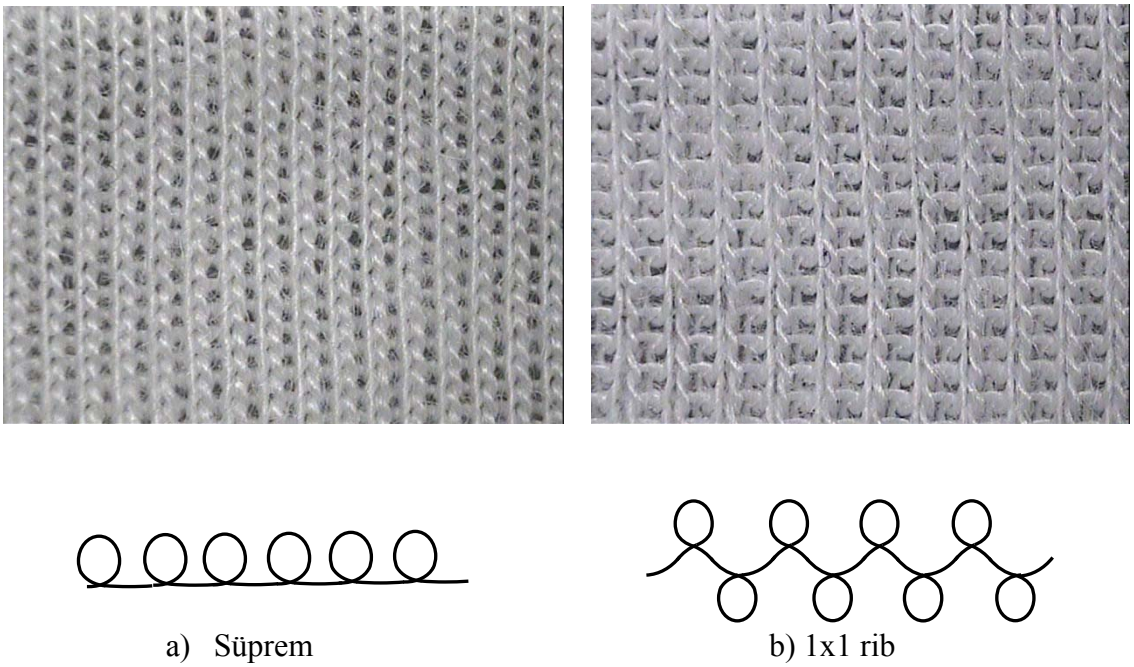
Tablo 4.12'de karışım oranının tüm kumaş tipleri için anlamlı olduğu görülmektedir. Şekil-4.11'de ise terleme korumalı sıcak plaka cihazından elde edilen karışım oranı-ısıl direnç değişimi görülmektedir. 1x1 ribana kumaşlar süprem

kumaşlardan daha kalın olmasına rağmen 1x1 ribana kumaşların termal dirençleri süprem kumaşlardan daha düşük olarak elde edilmiştir. Bu durum iletim yoluyla ölçüm yapan Alambeta cihazından elde edilen sonucun (Şekil-4.10) tam tersi bir durumdur. İletim ile ölçüm prensibinde, kumaşın alt ve üst yüzeylerinde olmak üzere toplam iki adet levha bulunmaktadır ve ısıl direncin belirlenmesi için eşitlik (4.12) kullanılmaktadır. Bu eşitlik incelendiğinde ısıl direncin kumaş kalınlığı ile doğru orantılı olduğu (kumaş kalınlığı artarsa ısıl direnç artar), ısıl iletim ile ters orantılı olduğu anlaşılmaktadır. Terleme korumalı sıcak plakadan elde edilen ısıl direnç değerleri ise kumaş bir adet levha üzerine yerleştirilir ve kumaşın üzerinde 1m/s'lik bir hava akımı oluşturulur. Bu hava akımı ile sistem içerisinde konveksiyon sağlanmış olur. Bu ölçüm yönteminde eşitlik (4.13) kullanılmaktadır ve bu eşitlik incelendiğinde ısıl direncin test alanı ile doğru orantılı olduğu ancak sıcak levhayı 35^0C'de sabit tutmak için gereken elektrik gücü ile ters orantılı olduğu görülmektedir. Süprem kumaşın bu ölçüm yönteminde 1x1 ribana kumaştan daha yüksek ısıl direnç göstermesi kumaş yapıları ve ölçüm prensibi ile ilişkilidir. Şekil 4.12'de görüldüğü üzere, süprem kumaşın bütün ilmekleri kumaşın aynı yüzeyinde bulunur, fakat 1x1 ribana kumaşta ise bir ilmek kumaşın bir tarafında iken ardışık ilmek ise kumaşın diğer tarafında (arka tarafında) bulunur. Kumaş ve sıcak plaka arasındaki ısıl temas sıcak plakanın üstünde oluştuğundan, kumaşın ilmeklerinden yarısı direkt olarak ısıya maruz kalır, ancak ardışık ilmek (plakaya temas etmeyen yüzey) sistem içersindeki hava akımına maruz kalır. Şekil 4.12'den de anlaşılacağı gibi ribana kumaşın bir yüzeyindeki yüzey alanı süprem kumaştan daha yüksek olduğundan 1x1 ribana kumaşın yüzeyinden kaybolan ısı süprem kumaşa göre daha fazla olacaktır. Isı kaybı arttığında, plakayı 35 ^{0}C'de tutmaya yarayan elektrik gücü (eşitlik 4.13) artar ve elde edilen ısıl direnç azalır.

Karışım içindeki viloft oranının artırılması ile kumaşların ısıl dirençlerinin arttığı görülmektedir. Ancak, süprem kumaşlarda bazı varyasyonlar izlenmektedir. En yüksek ısıl direnç, süprem ve 1x1 ribana kumaşta sadece viloft kullanılarak elde edilmektedir.



Şekil 4.11. Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların ısıl direnç değerleri.



a) Süprem b) 1x1 rib

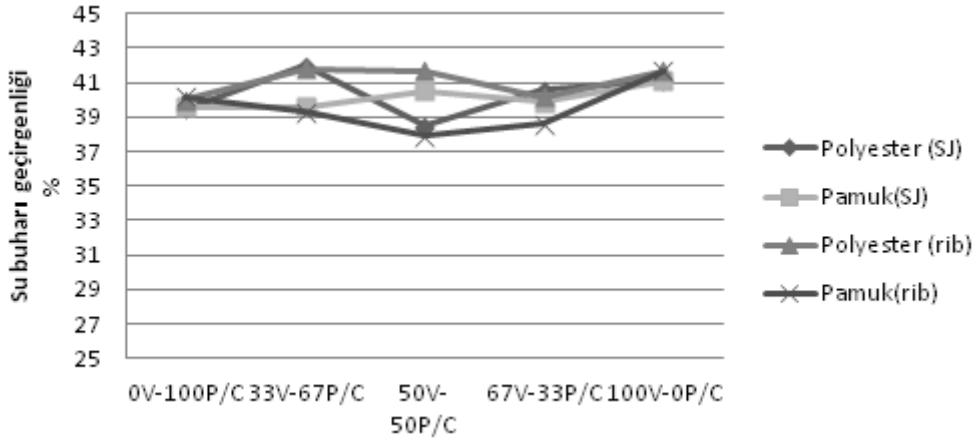
Şekil 4.12. Seçilmiş kumaşların mikroskop altındaki görüntüleri ve kumaş yapıları.

4.1.2.5. Relatif Su Buharı Geçirgenliği

Relatif su buharı geçirgenliği (p%) kumaşın bir yüzeyinden diğer yüzeyine su buharını iletebilme yeteneği olarak tanımlanabilir. İnsan teninde oluşan terin vücuttan uzaklaştırılabilmesi insanın konfor hissini artıran bir etkendir. Bunun için kumaşların su buharı geçirgenliğinin yüksek olması istenir. Su buharı geçirgenliği;

$$p\%=100xq_s/q_0 \qquad (4.14)$$

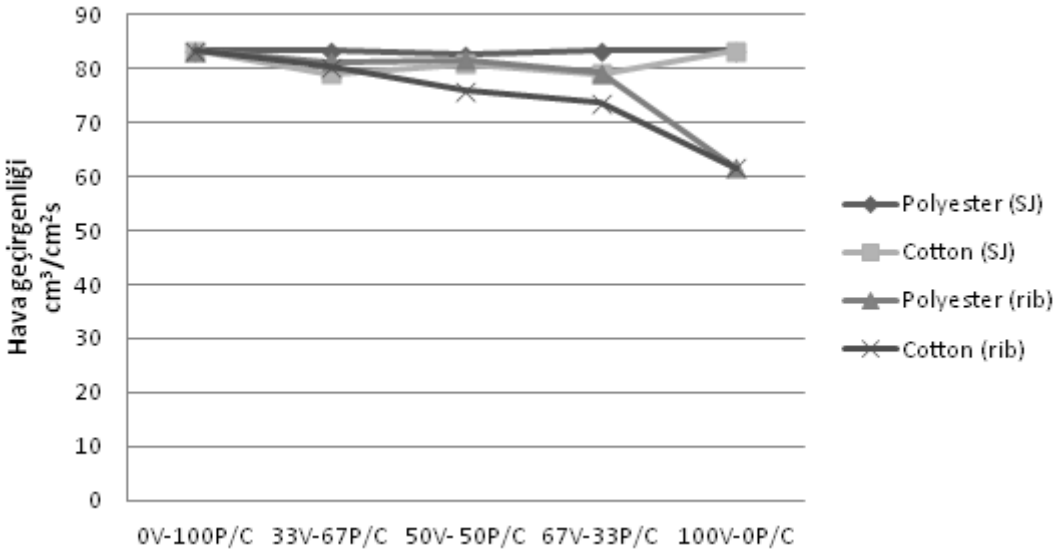
olarak ifade edilir. Burada, q_s, numune yerleştirilmiş haldeki ısı akış değeri, q_0 ise numune yerleştirilmesen önce elde edilen ısı akış değeridir. Su buharı geçirgenliği için elyafların yüzey yapısı ve enine kesiti önemli rol oynamaktadır. Bilindiği üzere polyester elyafının yüzey alanı artırılarak elde edilen Coolmax vb bazı ticari ürünler su buharı geçirgenliği artırmaktadır. Ancak yüzey alanı artırılmış olan viloft elyafının karışımda kullanılmasıyla süprem ve 1x1 ribana kumaşlar için su buharı geçirgenliği değerlerinin çok fazla etkilenmediği görülmektedir. Ayrıca istatistiksel analiz neticesinde Tablo 4.12'den de görüleceği üzere viloft/polyester karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların su buharı geçirgenliği anlamlı çıkmamıştır. Buradan karışım oranının polyester karışımlı kumaşların su buharı geçirgenliğine etkisinin anlamlı olmadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca Tablo 4.12'de pamuk karışımlı kumaşların su buharı geçirgenliği anlamlı çıkmasına rağmen elde edilen p-değerleri 0.05'e yakın olduğundan karışım oranının etkisinin zayıf olduğu görülmektedir.



Şekil 4.13. Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların relatif su buharı geçirgenliği değerleri.

4.1.2.6. Hava Geçirgenliği

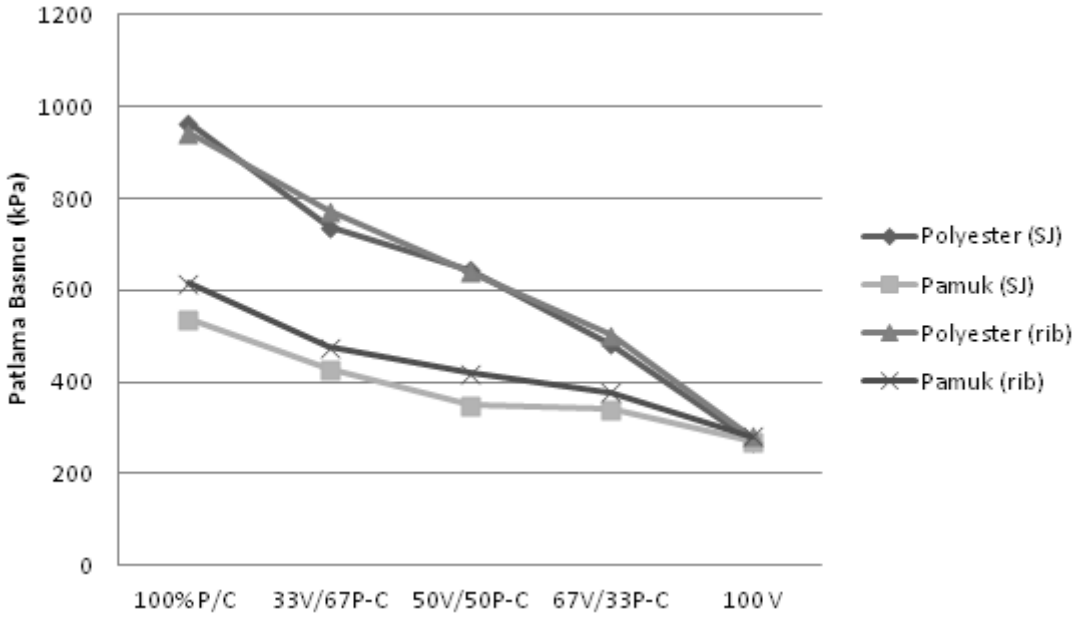
Hava geçirgenliği belirli bir hava basıncı altında kumaştan geçen hava miktarı (debisi) olarak tanımlanabilir. Bu çalışmada hava geçirgenliği testi 50 Pa basınç altında gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.12'den de görüldüğü üzere, polyester karışımlı süprem kumaşlar dışında karışım oranının hava geçirgenliğine olan etkisi anlamlıdır. Karışım oranının hava geçirgenliği ile olan değişimi Şekil 4.14' de verilmiştir. Karışımda viloft oranının artırılması 1x1 ribana kumaşlarda hava geçirgenliğini azaltmaktadır, bu da viloft elyafının artan yüzey alanı sebebiyle hava akışına direnç gösteren yüzey karakteristiği ve kesit alanı ile bağlantılı olabilir. Buna ek olarak, pamuk karışımlı süprem kumaşlar polyester karışımlı kumaşlara göre daha az hava geçirgenliğine sahiptir. Bu durum yine pamuk ve polyesterin kesit alanlarıyla ilgilidir, pamuğun polyestere göre daha fazla yüzey alanına sahip olmasından kaynaklanmaktadır. 1x1 ribana kumaşlarının hava geçirgenliği süprem kumaşlardan daha az olarak görülmektedir. Bu durum 1x1 ribana kumaşının kalınlığının fazla olması, düşük gözeneklilik ve yüksek gramaj (Tablo 4.14 ve 4.15) değerlerinden kaynaklanmaktadır. Süprem kumaşlarda polyester ve pamuk karışımlarında hava geçirgenliği değerleri küçük varyasyonlar göstermektedir.



Şekil 4.14. Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların karışım oranı-hava geçirgenliği değişimi.

4.1.2.7. Patlama Mukavemeti

Patlama mukavemeti, bir kumaşın ani bir kuvvetle yırtılması için gerekli olan dikey basıncın miktarı olarak tanımlanmıştır. Bir kumaşın her tarafına eşit kuvvet etki ettirildiğinde kumaşın gösterdiği dirençten patlama kuvvetine bağımlı olarak bir de patlama basıncı söz konusudur. Söz konusu patlama basıncı patlama mukavemeti olarak değerlendirilebilir. Kumaşlara patlama mukavemet testi SDL Atlas Marka patlama mukavemeti test cihazında ISO 13938-1 standardı esas alınarak yapılmıştır. Patlama mukavemeti, elyaf mukavemetine, kumaş konstrüksiyonuna, ilmek-may sıklıklarına iplik mukavemetine bağlı olan bir özelliktir. Tablo 4.12'de viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların tümünün karışım oranının patlama mukavemetine olan etkisinin anlamlı olduğu elde edilmiştir. Şekil 4.11'de ise söz konusu kumaşların karışım oranına bağlı olara elde edilen patlama mukavemeti değişimleri gösterilmektedir. Şekilde bütün kumaş tipleri için karışımda viloft oranının artırılmasının patlama mukavemetini düşürdüğü görülmüştür. Ayrıca polyester karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların pamuk karışımlı olanlara göre daha yüksek patlama basıncı gösterdiği görülmektedir. Söz konusu durumlar, elyaf çekme mukavemetleri ile ilişkilendirilebilir. Tablo 2.1, 2.2 ve 2.3'te verilen elyaf mukavemetleri göz önünde bulundurulduğunda polyesterin 53.14 cN/tex, pamuğun 30.3 cN/tex ve viloft elyafının 21.42 cN/tex mukavemete sahip olduğu görülmektedir. En yüksek mukavemete sahip olan polyester elyafının kullanıldığı karışımlarda en yüksek patlama mukavemeti elde edilirken, pamuk karışımlı kumaşlarda orta derecede, viloftça zengin kumaşlarda ise en düşük patlama mukavemeti elde edilmiştir. Kumaş konstrüksiyonları birlikte değerlendirildiğinde ise süprem kumaşların 1x1 rib kumaşlardan daha düşük patlama mukavemeti gösterdiği görülmüştür. Bu durum süprem kumaş gramajının daha düşük olması ve kumaş konstrüksiyonunun 1x1 ribana kumaşa göre daha gevşek olması ile açıklanabilir.



Şekil 4.15. Viloft-polyester ve viloft- pamuk karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların karışım oranı-patlama mukavemeti değişimi.

4.1.2.8. Boncuklanma

Örme kumaş yüzeyindeki liflerin birbirine dolaşarak boncuk olarak adlandırılan küçük, top şeklinde elyafları oluşturmasıdır. Boncuklar genellikle aşınmadan ve yıpranmadan dolayı elyaf uçlarının kumaş yüzeyine çıkması nedeniyle oluşur. Özellikle materyalin sürtünmeye maruz kaldığı yerlerde gevşek lif uçları materyal yüzeyinde toplanır ve minik toplar haline gelirler. Üretilen örme kumaşların boncuklanma testleri Martindale aşınma ve boncuklanma test cihazında TS EN ISO 12947-3 e göre yapılmıştır. 3. Bölümde verilen Tablo-3.31, 3.32, 3.33, 3.34 birlikte incelendiğinde süprem kumaşlar yüksek devirlerde (2000, 5000 devir) delindiği için sonuç alınamadığı görülmüştür. Ayrıca, süprem kumaşların aynı devirlerde ribana kumaşlara göre daha fazla boncuklanma oluşturduğu anlaşılmaktadır. Polyester karışımlı kumaşların, beklendiği üzere, diğer karışım tiplerine göre daha fazla boncuklanma meydana getirdiği görülmektedir. Polyester elyafı mukavemetli olduğundan dolayı, aşınma etkisi ile kumaş yüzeyine çıkan polyester elyaf uçları kümeleşerek boncuklanma meydana getirmektedir. Karışımda viloft oranının artırılmasının boncuklanmaya önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir.

4.2. Sonuç

Çalışmada, farklı karışımlarda viloft/polyester ve viloft/pamuk elyafı içeren Ne30/1 ipliklerden süprem ve 1x1 ribana konstrüksiyonlarında kumaşlar elde edilmiştir. Çalışmanın ilk kısmında Ne 30/1 olarak üretilen karışım iplik özellikleri (mukavemet, uzama(%,) düzgünsüzlük, iplik hataları (ince yer, kalın yer, neps) ve tüylülük) Simplex Lattice kafes tasarım istatistiksel analiz tekniği kullanılarak incelenmiş ve regresyon eşitlikleri elde edilmiştir. Ayrıca, söz konusu iplikler kullanılarak üretilen süprem ve 1x1 ribana yapısındaki kumaşların ısıl iletkenlik, ısıl yayınım, ısıl soğurganlık, ısıl direnç (yalıtım), hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, patlama mukavemeti ile boncuklanma gibi termal, fiziksel ve mekanik özellikleri, iplik özellikleri için kullanılan istatistiksel analiz teknikleri ile analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde sırlanmıştır.

1. Çalışmada kullanılan polyester lif uzunluğu (38 mm) pamuk lif uzunluğundan (30.1 mm) fazla olduğundan viloft-polyester karışımlı ipliklerin viloft-pamuk karışımlı ipliklere göre daha düşük düzgünsüzlüğe (CVm%) sahip olduğu görülmüştür. Viloft elyafının enine kesitinin yassı olması ve tırtırlı bir yüzeye sahip olmasından dolayı karışımda viloft elyaf oranının artırılmasıyla düzgünsüzlük artmaktadır.
2. Viloft-polyester karışımlı ipliklerin viloft-pamuk karışımlı ipliklerden daha yüksek tüylülük değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. Karışımda viloft elyaf oranı arttıkça polyester ve pamuk karışımlı ipliklerin tüylülük değerlerinin de arttığı görülmüştür. Maksimum tüylülük değeri %100 viloft iplikte elde edilmiştir. Viloft elyafının enine kesitinin yassı olması nedeniyle eğrilme esnasında viloft elyafının iplik içinde tutulması zorlaşmaktadır. Viloft elyafı iplik yapısından çıkarak tüylülüğü oluşturmaktadır. Viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlarında viloft elyafı iplik yapısı içindeki hava boşluklarını artırmaktadır. Ayrıca viloft oranının artmasıyla iplik yapısında oluşan tüylülük de kumaş üzerinde ek hava boşlukları oluşturur. Buna bağlı olarak termal yalıtım sadece iplik yapısındaki boşlukla değil üretilen kumaş üzerindeki boşluklarla da sağlanabilir.
3. Viloft-pamuk karışımlı ipliklerde iplik yapısındaki viloft elyaf miktarı attıkça, uzama artmaktadır ve maksimum uzamaya %100 viloft ipliğinde elde edilmiştir.

Viloft/Polyester karışımları için, saf (%100 Viloft ve %100 Polyester) oranlı karışımlarda uzama değerleri daha düşüktür, fakat (33/67, 50/50, 67/33) oranlı karışımlarda %100 oranlı karışımlardan daha fazla olup uzama değerleri birbirlerine yakındır. Bu durum kullanılan elyafların uzama değerleri ile ilgilidir (Viloft:19.62%, polyester-:21.18%, pamuk: 8.0%). Karışım ipliklerde uzama değerinin artması viloft ve polyester ipliklerin yapısındaki hava boşluklarından da kaynaklanmaktadır. Buna karşın saf (%100 oranlı) karışımların yapısı, değişik oranlarda hazırlanmış karışımların yapısına göre daha sıkıdır.

4. Elyaf mukavemetleriyle ilişkili olarak (Viloft:21.42 cN/tex, polyester:53.14 cN/tex ve pamuk:30.3 cN/tex), polyester-viloft karışımlı iplikler viloft-pamuk karışımlı ipliklere göre daha yüksek kopma kuvveti değerlerine sahiptir. Viloft-pamuk karışımlı ipliklerde, %100 pamuk ipliğinde maksimum kopma kuvveti elde edilmektedir. Viloft-pamuk karışımı içindeki viloft elyaf oranı attıkça kopma kuvveti azalmakta ve 67% viloft-33% pamuk karışımında minimum değer elde edilmektedir. Bu sonuçlar viloft ve pamuk liflerinin mukavemet değerleri ile ilişkili olabilir. Ancak, viloft elyaf oranı daha fazla arttığı zaman kopma kuvveti artmaktadır. Viloft elyafı enine kesiti yassı yapıya sahip olduğu için %100 viloft elyafı kullanıldığında elyaf-elyaf sürtünmeleri artacağından %100 viloft elyafı kullanıldığında iplik daha sıkı hale gelmektedir ve kopma kuvveti de artmaktadır.
5. Viloft/pamuk karışımlı ipliklerin viloft/polyester karışımlı ipliklere nazaran daha fazla iplik hatalarına sebep olduğu görülmüştür. Ayrıca karışım içerisinde viloft oranı artırıldığında ince yer hatası artarken kalın yer ve neps hataları genel olarak azalmaktadır. En düşük iplik hataları %100 polyester ve % 100 pamuk için elde edilirken, en yüksek iplik hataları 33%/67% viloft/pamuk ile viloft/polyester karışımlarında elde edilmiştir. İplik hatalarının karışım oranına göre bir varyasyon gösterdiği de ayrıca dikkat çekmektedir. Dolayısıyla karışım oranının tek başına iplik hataları için bir tahminleyici olamayacağı görülmüştür. İplik numarası, büküm, makina hızı gibi değişkenler de bağımsız değişken olarak belirlendiğinde iplik hataları için daha tutarlı sonuçların elde edilebileceği öngörülmektedir.
6. Viloft elyafının tırtırlı yüzey yapısı ve dikdörtgen kesiti, iplik içerisinde yer alan hava miktarını artırmaktadır. Ayrıca viloft elyaf yüzdesinin karışım içerisinde

artırmasıyla iplik tüylülüğü de arttığından kumaş üzerinde yer alan hava kesecikleri de artmaktadır. Dolayısıyla karışım içerisinde viloft elyaf oranının artırılması, iplik ve kumaş içersindeki hava miktarını artırdığından viloft elyafı bakımından zengin olan viloft/pamuk kumaşların daha düşük ısıl iletim değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Ancak polyester karışımlı kumaşların ısı iletim değerleri, genel olarak viloft oranı artırıldıkça artmaktadır. Bu durum elyafların ısıl iletkenlik değerleri ile açıklanabilir. Polyesterin ısıl iletkenlik değeri 0.141 W/mK olup rejenere selülöz liflere (0.289 W/mK) nazaran daha düşüktür. Dolayısıyla viloft/polyester karışımlı kumaşların ısıl iletkenlik değeri viloft oranı artırıldıkça artmaktadır.

7. Karışım içerisinde viloft oranının artırılması, süprem ve 1x1 ribana kumaşların ısıl yayınımını azaltmaktadır. Bu durum viloft lifinin yassı kesit alanı ve tırtırlı yüzey yapısına sahip olmasıyla bağlantılı olabilir. Artan yüzey alanı ısıl uyarının dağılma hızının azalmasına sebep olacaktır.
8. 1x1 ribana kumaşların süprem kumaşlara göre daha yüksek ısıl soğurganlık değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, viloft/pamuk ve viloft/polyester süprem kumaşlarda viloft oranı artırıldığında soğurganlık ta artmaktadır. Viloft/polyester karışımlı 1x1 ribana kumaşlarda viloft oranı artırıldığında soğurganlık değerleri artmaktadır. Buna karşın, viloft/pamuk karışımlı 1x1 ribana kumaşların ısıl soğurganlık değerleri varyasyon göstermektedir. Pamukça zengin kumaşların yüksek ısıl soğurganlık gösterdiği söylenebilir.
9. Isıl direnç ölçümünde iki farklı metod kullanılmıştır. Bu metodlarda kullanılan cihazlardan Alambeta cihazı iletim (conduction) prensibine göre termal direnci ölçerken, terleme korumalı sıcak plaka (hotplate) cihazı taşınım-konveksiyon (convection) metoduna göre ölçüm yapmaktadır.

   Alambeta cihazında viloft elyafının polyester veya pamuk karışımlı süprem kumaşların 1x1 ribana kumaşlara göre daha düşük ısıl direnç gösterdiği görülmüştür. Bu cihazın ölçüm yönteminde kumaş kalınlığı önemli bir parametredir. Alambeta cihazı kısa bir süre içinde ölçüm yapabilmekte ve ısıl ölçümler iki plaka arasında yer alan kumaşın ısı geçiş özelikleri göz önünde bulundurularak hesaplanmaktadır.

   Terleme korumalı sıcak plaka (hotplate) sonuçları incelendiğinde 1x1 ribana kumaşlar süprem kumaşlardan daha kalın olmasına rağmen 1x1 ribana

kumaşların termal dirençleri süprem kumaşlardan daha düşük olarak elde edilmiştir. Bu durum iletim yoluyla ölçüm yapan Alambeta cihazından elde edilen sonucun tersi bir durumdur. İletim ile ölçüm prensibinde, kumaşın alt ve üst yüzeylerinde olmak üzere toplam iki adet levha bulunmaktadır ve ısıl direnç kumaş kalınlığı ile doğru orantılıdır. Terleme korumalı sıcak plakadan elde edilen ısıl direnç değerleri ise kumaş bir adet levha üzerine yerleştirilir ve kumaşın üzerinde 1m/s'lik bir hava akımı oluşturulur. Bu hava akımı ile sistem içerisinde konveksiyon sağlanmış olur. Bu ölçüm yönteminde ise ısıl direncin test alanı ile doğru orantılı olduğu ancak sıcak levhayı 35^0C'de sabit tutmak için gereken elektrik gücü ile ters orantılı olduğu görülmektedir. Süprem kumaşın bu ölçüm yönteminde 1x1 ribana kumaştan daha yüksek ısıl direnç göstermesi kumaş yapıları ve ölçüm prensibi ile ilişkilidir. Süprem kumaşın bütün ilmekleri kumaşın aynı yüzeyinde iken 1x1 ribana kumaşta bir ilmek kumaşın bir tarafında iken ardışık ilmek ise kumaşın diğer tarafında (arka tarafında) bulunur. Kumaş ve sıcak plaka arasındaki ısıl temas sıcak plakanın üstünde oluştuğundan, kumaşın ilmeklerinden yarısı direkt olarak ısıya maruz kalır, ancak ardışık ilmek (plakaya temas etmeyen yüzey) sistem içersindeki hava akımına maruz kalır. 1x1 ribana kumaşın bir yüzeyindeki yüzey alanı süprem kumaştan daha yüksek olduğundan 1x1 ribana kumaşın yüzeyinden kaybolan ısı süprem kumaşa göre daha fazla olacaktır. Isı kaybı arttığında, plakayı 35 ^{0}C'de tutmaya yarayan elektrik gücü artar ve elde edilen ısıl direnç azalır. Karışım içindeki viloft oranının artırılması ile kumaşların ısıl dirençlerinin arttığı görülmüştür. Ancak, süprem kumaşlarda bazı varyasyonlar izlenmektedir. En yüksek ısıl direnç, süprem ve 1x1 ribana kumaşta sadece viloft kullanılarak elde edilmiştir.

10. Süprem ve 1x1 ribana kumaşlar için viloft oranı artırıldığında su buharı geçirgenliği değerlerinin çok fazla etkilenmediği görülmektedir. Ayrıca istatistiksel analiz neticesinde viloft/polyester karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların su buharı geçirgenliği anlamlı çıkmamıştır. Buradan karışım oranının polyester karışımlı kumaşların su buharı geçirgenliğine etkisinin anlamlı olmadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca pamuk karışımlı kumaşların su buharı geçirgenliği anlamlı çıkmasına rağmen elde edilen p-değerleri 0.05'e yakın olduğundan karışım oranının etkisinin zayıf olduğu görülmüştür.

11. Karışımda viloft oranının artırılması 1x1 ribana kumaşlarda hava geçirgenliğini azaltmaktadır, bu da viloft elyafının artan yüzey alanı sebebiyle hava akışına direnç gösteren yüzey karakteristiği ve kesit alanı ile bağlantılı olabilir. Buna ek olarak, pamuk karışımlı süprem kumaşlar polyester karışımlı kumaşlara göre daha az hava geçirgenliğine sahiptir. Bu durum pamuğun polyestere göre daha fazla yüzey alanına sahip olmasından kaynaklanmaktadır. 1x1 ribana kumaşlarının hava geçirgenliği süprem kumaşlardan daha az olarak elde edilmiştir. Bu durum 1x1 ribana kumaşının kalınlığının fazla olması, düşük gözeneklilik ve yüksek gramaj değerlerinden kaynaklanmaktadır. Süprem kumaşlarda polyester ve pamuk karışımlarında hava geçirgenliği değerleri küçük varyasyonlar göstermektedir.
12. Bütün kumaş tipleri için karışımda viloft oranının artırılmasının patlama mukavemetini düşürdüğü görülmüştür. Ayrıca polyester karışımlı süprem ve 1x1 ribana kumaşların pamuk karışımlı olanlara göre daha yüksek patlama basıncı gösterdiği görülmektedir. Söz konusu durumlar, elyaf çekme mukavemetleri ile ilişkilendirilebilir. Kumaş konstrüksiyonları birlikte değerlendirildiğinde ise süprem kumaşların 1x1 rib kumaşlardan daha düşük patlama mukavemeti gösterdiği görülmüştür. Bu durum süprem kumaş gramajının daha düşük olması ve kumaş konstrüksiyonunun 1x1 ribana kumaşa göre daha gevşek olması ile açıklanabilir.
13. Süprem kumaşların aynı devirlerde ribana kumaşlara göre daha fazla boncuklanma oluşturduğu anlaşılmaktadır. Polyester karışımlı kumaşların, beklendiği üzere, diğer karışım tiplerine göre daha fazla boncuklanma meydana getirdiği görülmektedir. Polyester elyafı mukavemetli olduğundan dolayı, aşınma etkisi ile kumaş yüzeyine çıkan polyester elyaf uçları kümeleşerek boncuklanma meydana getirmektedir. Karışımda viloft oranının artırılmasının boncuklanmaya önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir.

4.3. Öneriler

Bu çalışma esas alınarak gelecekte yapılabilecek çalışmalar için araştırma önerileri aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır.

1. Çalışmada 1.6 dtex incelikte ve 38 mm uzunlukta polyester ve 1.9 dtex incelikte 38 mm uzunlukta viloft lifleri kullanılarak iplik üretimi yürütülmüştür. Daha

farklı incelik ve uzunluktaki polyester ve viloft lifleri kullanılarak yeni modeller oluşturulabilir. Ayrıca farklı bölgelerden elde edilen pamuk elyafları da karışım iplik üretiminde kullanılarak benzer çalışma yürütülebilir.

2. Çalışmada polyester lif kesiti dairesel olarak seçilmiştir. Enine kesiti farklı polyester lifi kullanılarak benzer bir çalışma yürütülebilir.
3. Farklı elyaf türleri kullanılarak veya karışımda polyester ve viloft liflerine ek olarak üçüncü bir elyaf türü de kullanılarak üçlü karışımlar yapılabilir.
4. Farklı iplik üretim sistemleri (open-end, kompakt, vortex vs.) kullanılarak farklı iplik numaralarında benzer bir çalışma yürütülebilir.
5. Çalışmada üretimi gerçekleştirilen süprem ve 1x1 ribana kumaşların yanı sıra farklı örgü konstrüksiyonuna sahip kumaşlar ile benzer çalışma yürütülebilir.
6. Viloft elyaf karışımlarından elde edilen dokuma kumaş konfor özelliklerini inceleyen bir çalışma yürütülebilir.
7. Viloft karışımlarının termal konfor özelliklerini diğer rejenere selülözük elyaf (viskon, modal, tencel, bambu vb.) karışımları ile karşılaştıran bir çalışma yürütülebilir.

KAYNAKLAR

1.Arıkoğlu, F., 2009. Yapay Lifler Ders Notları, Lisans Programı, Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana.

2. Balcı, H., 2006. Akıllı Fonksiyonel Tekstiller Seçilmiş Kumaşlarda Antibakteriyel Apre ve Performans Özellikleri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 251s.

3. Demiryürek, O., 2004. Sentetik Lif Üretiminde Kullanılan Ekstrüderler ve Ekstrüder-Pompa Sisteminin Tasarım Esasları. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 163s.

4.Demiryürek, O,.2009. Polyester/Viskon Karışımlı Open-End Rotor İplik Özelliklerinin Yapay Sinir Ağları ve İstatistiksel Modeller Kurularak Tahmin Edilmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 227s.

5.Türkiye Tekstil Sanayi İşverenleri,2011.
http://www.tekstil.org.tr/dergi/2011/aralık/34.html

6. Mangut, M., Karahan, N., 2005. Tekstil Lifleri. Ekin Kitabevi, Bursa,110s.

7. Ceo Oerlikon Textile, 2010. The Fiber Year 2010. Switzerland, 100s.

8. Zenith Pumps, 2002. Pompa Kataloğu, Zenith Inc.

9. Duru, P., 2003. Pamuk/Polyester Karışımı OE Rotor İplik Özelliklerinin Tahmin Edilmesi ve Karışımın Optimizasyonu. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 193s.

10. Lenzing Fiber İnnovation, 2012. The Fiber Year 2012.
(www.thefiberyear.com,2011)

11. Başer, İ., 1992. Elyaf Bilgisi. Marmara Üniversitesi Yayınları No:524, İstanbul,179s.

12. Swicofil, 2012. **http://www.swicofil.com/products/001cotton.html**

13. Harmancıoğlu, M., Yazıcıoğlu, G., 1979. Bitkisel Lifler. Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir.

14. Ünal, Ç., 2007. Pamuk ve Farklı Tipte Viskon Karışımı İpliklerden Örülen Düz Örgü Kumaşların Boyutsal ve Fiziksel Özellikleri. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyon, 61 s.

15. Mangut, M., Karahan, N., 2005, "Tekstil Lifleri", Ekin Kitabevi, Bursa, 110s.

16. Zellweger Uster., 1999. Uster HVI Spectrum Application Handbook, Usa,195s.

17. Kelheim-Fibers. 2012
http://www.kelheimfibres.com/produkte/uk/viloft/produkte.htm

18. Soy, T., 2012. 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.

19. Lenzing., 2011. Viloft 2011 master presentation. Power point presentation, 21s.

20. Güneşoğlu, S., 2005. Sportif Amaçlı Giysilerin Konfor Özelliklerinin Araştırılması, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa, 195s.

21. Advanced thermal evaporation source mounting system. 2011
http://textilepapers.tripod.com/smart.htm

22. Yoo, H. S., Hu, Y. S., Kim. E. A., 2000. Effects of heat and moisture transport in fabrics and garments determined with a vertical plate sweating skin model. **Textile Research Journal, 70** (6): 542-549.

23. Kaplan, S., Okur. A., 2005. Kumaşların geçirgenlik iletkenlik özelliklerinin giysi termal konforu üzerindeki etkileri. **Tekstil Maraton, Mart-Nisan**: 56-65.

24. Okur, A., Küçüka, S., Kaplan, S., 2008. Giysi Termal Konforunun Belirlenmesine Yönelik Bir Yöntem Geliştirilmesi. Tübitak Mag Proje 107M200, İzmir, 74s

25. Li, Y., 2001. The Science of Clothing Comfort, Textile Institute Publications.Textile Progress, UK, 138s.

26. Hollies, N.R., Fourt, L., 1970. Clothing Comfort and Function. Marcel Dekker Inc. New York, Usa, 254s.

27. Hatch, K.L., 1993. Textile Science, West Publishing Company, NewYork.

28. Hes, L., Offermann, P,. Dvorakova, I., 2001. The effect of underwear on thermal contact feeling caused by dressing up and wearing of garments, 236-245 *Tecnitex Autex Conference.*

29. Öner, E., Okur. A., 2011. Materyal, üretim, teknolojisi ve kumaş yapısının termal konfora etkileri. **The Journal of Textiles and Engineer, 17**(80):20-29.

30. Önder, E., ve Sarıer, N., 2006. Sıcaklık Düzenleme İşlevi Olan Akıllı Tekstil Ürünlerinin Tasarımı. Tübitak Proje No: Misag-238.

31. Das S., 2005, Comfort characteristics of apparels ,

http://expresstextile.com/20051015/hiperformance01.shtml, (Ocak 2012)

32. **http://pages.zoom.co.uk**
33. Comfort for textile clothing, **htpp:// www.techinica.net/NT/NT3/comfort_clothing.htm**, (Ocak 2012)
34. Havenith, G., 2002, The ınteraction of clothing and thermoregulation, **Exogenous Dermotology, Vol:1, No:5**, 221-230.
35. Marmaralı, A., 2006. Giysilerde ısıl konforu etkileyen parametreler, **Tekstil ve Konfeksiyon, 4/2006**: 241-246.
36. Xiamıng, T., 2001. Smart Fibres, Fabrics and Clothing, Woodhead Publishing, England.
37. Morton W. E., Hearle J.W.S., 1986. Physical Properties of Textile Fibres, The Textile Institute, UK.
38. Oltulu, D., Gürler, T., 2003. Örme Kumaşların Tutum Özellikleri ve Değerlendirilmesi, Ege Üniversitesi, Lisans Tezi, İzmir,
39. Greyson, M., 1983. Encyclopedia of Composite Materials and Componenets, Wiley&Sons, USA.
40. Gore, W., L., Gore-Tex Products, **www.gore-tex.com** (2012)
41. Yönenağa, A., 2001. Kreatif mühendislik, aktif spor ve serbest zaman giysi tasarımlarına yön veriyor. **Tekstil Maraton, Kasım-Aralık**: 61-65.
42. Tarafdar, N., 1995. Selection of appropriate clothing in relation to garment comfort. **Man-Made Textiles in India, January**: 17-20.
43. Brody, H., 1994. Synthetic Fibre Materials. Longman Scientific & Technical, UK, 107s.
44. D'Silva, A.P., Anand S.C., 2001. Responsive garments for sportwear, 1-8. *ITU Textile Congress, İstanbul.*
45. Kalaoğlu, F., 1995. Giysi konforunu etkileyen faktörler. **Konfeksiyon Teknik**, **Ağustos**: 74-75.
46. Kaplan, S., 2009. Kumaşların Mekanik Özelliklerinden ve Geçirgenlik Özelliklerinden Yararlanılarak Giysi Konforunun Tahminlenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 236s.
47. Yüksel H. G., 2010. Subjektif Konfor Değerlendirmeleri İle Laboratuvar Testleri Arasındaki İlişkiler. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 139s.

48. Araújo M., 2005. Innovative Designs in Textiles Dersi Notları, Ege Üniversitesi, İzmir.

49. Karaca E., Kahraman N., Ömeroğlu S., Becerir B., 2012. Effects of fiber cross sectional shape and weave pattern on thermal comfort properties of polyester woven fabrics, **Fibres and Textiles in Eastern Europe, 3**(92): 67-72.

50. Atmaca, İ., 2006. Isıl Konfor Parametrelerinin İnsan Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa, 149 s.

51. Turan, RB., Okur, A., 2008. Kumaşlarda hava geçirgenliği, **Tekstil ve Mühendis**, **(72)** :17 25.

52. Marmaralı, A., Özdil, N., Dönmez Kretzschmar, S., Gülsevin Oğlakcıoğlu, N., 2006. Giysilerde ısıl konforu etkileyen parametreler, **Tekstil ve Konfeksiyon, (4):** 241-246

53. Karalomlu, E., 2010. Askeri Amaçlı Kullanılan Fonksiyonel Kumaşların Konfor Özelliklerinin İncelenmesi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 78s.

54. Satsumoto, Y., Ishıkawa, K., Takeuchı, M., 1997. Evaluating quasi-clothing heat transfer: a comparison of the vertical hot plate and the thermal manikin. **Textile Research Journal, 67** (7): 503-510.

55. Ertekin, G., Marmaralı. A., 2011. Askı ve atlamanın düz örgü kumaşların ısıl konfor özelliklerine etkileri, **Tekstil ve Mühendis, 18**(83): 21-26.

56. Özdil. N., 2008. Çoraplarsa ısıl konfor özellikleri üzerine bir çalışma. **Tekstil ve Konfeksiyon, 2**: 154-158.

57. Üte, B. T., Oğlakçıoğlu, N., Çelik, P., Marmaralı, A., Kadoğlu, H., 2008. Doğal renkli pamuk ve angora tavşan lifi karışımından üretilen ipliklerin özellikleri ve örgü kumaşların ısıl konforuna etkileri üzerine bir araştırma. **Tekstil ve Konfeksiyon, 3**: 191-197.

58. Marmaralı, A., Özdil, N,. 2007. Elastik iplikli düz örme kumaşların ısıl konfor özellikleri. **Tekstil ve Konfeksiyon, 3**: 178-182.

59. Bozdoğan, S., Işıktaş, H., Oğlakçıoğlu, N., Marmaralı, A., 2007. Jakarlı atkı örme yapıların ısıl konfor özellikleri, **Tekstil ve Konfeksiyon, 65**: 18-23.

60. Güney, F., ve Üçgül, İ., 2010. Koruyucu giysiler içindeki nefes alabilir membranların termal yalıtım özellikleri. **Tekstil ve Konfeksiyon, 1**: 9-16.

61. Oğlakcıoğlu N., Marmaralı A., 2010, Rejenere selüloz liflerinin kompresyon çoraplarının ısıl konfor özelliklerine etkisi. **Tekstil ve Mühendis, 17**: 6-12.

62. Yüksel, H.G., Okur. A., 2011. Subjektif konfor değerlendirmeleri ile laboratuar arasındaki ilişkiler. **Tekstil ve Mühendis, 18**(84): 38-48.

63. Cimilli, S., Nergis, B.U., Candan, C., Özdemir, M., 2010. A comparative study of some comfort- related properties of socks of different fiber types. **Textile Research Journal, 80**(10): 948-957.

64. Jun, Y., Park, C. H., Shim, H., Kang, T. J., 2009. Thermal comfort properties of wearing caps from various textiles. **Textile Research Journal, 79**(2): 179-189.

65. Stankovic, S.B., Popovic, D., Poparic, G. B., 2008. Thermal properties of textile fabrics made of natural and regenerated cellulose fibers. **Polymer Testing, 27**: 41-48.

66. Chen, Y.S., Fan J., Zhang, W., 2003. Clothing thermal ınsulation during sweating. **Textile Research Journal, 73**(152): 152-157.

67. Frydrych, I., Dziworska, G., Bilska, J., 2002. Comparative analysis of the thermal ınsulation properties of fabrics made of natural and man- made cellulose fibres. **Fibres&Textiles in Eastern Europe**, **October/December**:40-44.

68. Fan, J., ve Tsang H. W. K., 2008. Effect of clothing thermal properties on the thermal comfort sensation during active sports. **Textile Research Journal**, **78/4**: 111-118.

69. Shim, M. H., Park, C. H., Shim, H. S., 2009. Effect of ceramics onthe physical and thermo-physiological performance of warm-up suit. **Textile Research Journal,79/17**: 1557-1564.

70. Özdil, N., Marmaralı A., Kretzschmar Dönmez, S., 2006. Effect of yarn properties on thermal comfort of knitted fabrics. **International Journal of Thermal Sciences, 46**: 1318-1322.

71. Kanat, Z.E., 2007. Farklı İpliklerden Dokunan Kumaşların Konfor Özelliklerinin Karsılaştırılması, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 92 s.

72. Çil, M. G., 2007. Comfort Properties Of Cotton-Acrylıc Knitted Fabrics. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 80s.

73. Güneşoğlu. S., Meriç. B., Güneşoğlu. C., Thermal contact properties of 2-yarn fleece knitted fabrics. **Fibres & Textiles in Eastern Europe, 13**(50): 46-50.

74. Majumdar, A., Mukhopadhyay, S., Yadav, R., 2010. Thermal properties of knitted fabrics made from cotton and regenerated bamboo cellulosic fibres. **International Journal of Thermal Sciences,49**: 2042-2048.

75. Uğur, Ş. S., Sivri, Ç., 2008. Tekstil materyallerinde su buharı geçirgenliği ölçüm metotlarının Karşılaştırılması, **Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi**, **3**: 13-20.

76. Lau, L., Fan, J., Siu, T., ve Siu, L. Y. C., 2002. Comfort sensations of polo shirts with and without wrinkle free treatment. **Textile Research Journal**, **72**(11): 949-953.

77. Lawrence, C.A., 2003, Fundamentals of Spun Yarn Technology, CRC Press.

78. Uster Tester-5, 2007. Application Handbook. Uster Technologies, Switzerland, 284s

79. Hes, L,. 2001. Fast determination of surface moisture absorptivity of smart underwear knits. *International Textile Conference, Terrassa*.

80. Zervent Ünal, B., 2007. Dokunmuş Havlu Kumaşların Üretim Parametreleri ve Performans Özelliklerinin Optimizasyonu, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 232 s.

81. Montgomery, D.C., 2001. Design and Analysis of Experiments (5th edition), John Wiley&Sons, Inc.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı:	Derya UYSALTÜRK
Uyruğu:	Türkiye (TC)
Doğum Tarihi ve Yeri:	30 Ağustos 1985, Kayseri
Medeni Durumu:	Evli
Tel:	+90 554 591 19 85
email:	deryauysalturk@hotmail.com
Yazışma Adresi:	Yenidoğan Mah. Toki küme evler C/3 -13 Talas -Kayseri

EĞİTİM

Derece	**Kurum**	**Mezuniyet Tarihi**
Lisans	Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fak. Tekstil Mühendisliği, Adana	2008
Lise	Sema Yazar Anadolu Lisesi, Kayseri	2003

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görev**
2009- Halen	Karsu Teksil San.Tic.A.Ş	Kalite Güvence Uzmanı

YABANCI DİL

İngilizce, Almanca