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

TEKRARLI YIKAMANIN SEÇİLMİŞ ÖRME KUMAŞLARIN TERMOFİZYOLOJİK KONFOR ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE OLAN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Hazırlayan
İnci GÜLEYÜPOĞLU

Danışman
Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

Yüksek Lisans Tezi

Ocak 2017
KAYSERİ

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

TEKRARLI YIKAMANIN SEÇİLMİŞ ÖRME KUMAŞLARIN TERMOFİZYOLOJİK KONFOR ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE OLAN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
İnci GÜLEYÜPOĞLU

Danışman
Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

Ocak 2017
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

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



İnci GÜLEYÜPOĞLU

YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI

"Tekrarlı Yıkamanın Seçilmiş Örme Kumaşların Termofizyolojik Konfor Özellikleri Üzerine Olan Etkisinin İncelenmesi" adlı yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisans Üstü Tez önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

İnci GÜLEYÜPOĞLU

Danışman

Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı Başkanı

Prof. Dr. A. Kadir BİLİŞİK / İmza

Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK danışmanlığında **İnci GÜLEYÜPOĞLU** tarafından hazırlanan **"Tekrarlı Yıkamanın Seçilmiş Örme Kumaşların Termofizyolojik Konfor Özellikleri Üzerine Olan Etkisinin İncelenmesi"** adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

13/01/2017

JÜRİ:

Danışman : Doç.Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

Üye : Doç.Dr. Cem GÜNEŞOĞLU

Üye : Yrd.Doç.Dr. Emel ÇİNÇİK

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulunun 31/01/2017 tarih ve 2017/05-42 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

31/01/2017

Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Mehmet AKKURT

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimimin ilk gününden sonuna kadar geçen sürede, her aşamada desteğini esirgemeyen, bilgi birikimini, tecrübesini ve değerli zamanını benimle paylaşan, tezin oluşumunda, düzenlenmesinde ve değerlendirilmesinde her türlü katkıda bulunan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Tüm çalışmam boyunca maddi manevi destelerini benden esirgemeyen ve her zaman yanımda olan aileme sonsuz teşekkürü borç bilirim.

İnci GÜLEYÜPOĞLU
Ocak 2017, KAYSERİ

TEKRARLI YIKAMANIN SEÇİLMİŞ ÖRME KUMAŞLARIN TERMOFİZYOLOJİK KONFOR ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE OLAN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

İnci GÜLEYÜPOĞLU

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ocak 2017
Danışman: Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

ÖZET

Termofizyolojik konfor, giyisilerin ısı ve nem geçirgenlik özellikleri ile ilgilidir. Isıl açıdan konforlu giyisiler vücudun ısı (sıcaklık ve nem) dengesini korurlar, farklı aktivitelere ve çevre koşularına bağlı olarak vücut ve çevresi arasında optimum ısı ve nem dengesini sağlarlar.

Termofizyolojik konfor açısından, günümüzde çok fonksiyonlu selülozik liflerden ve polyester esaslı liflerden üretilen ürünler önem kazanmıştır. Ayrıca termal konfor özellikleri iyi olan bu kumaşların yıkama sonrası da özelliklerini korumaları istenmektedir. Bu çalışmada, 12 farklı lif konstrüksiyonundaki (doğal ve rejenere selülozik ve polyester esaslı) süprem örme kumaşlar kullanılmıştır. Bu kumaşlara ait termofizyolojik konfor parametrelerinin yıkama öncesi, 5 yıkama sonrası, 10 yıkama sonrası ve 15 yıkama sonrası değerleri karşılaştırılmıştır. Böylece tekrarlı yıkamanın termofizyolojik konfor üzerine etkileri incelenmiştir.

Sonuç olarak, termofizyolojik konfor parametreleri (hava geçirgenlik, ısıl direnç ve bağıl su buharı geçirgenliği) için elyaf tipinin yıkama sayısına göre daha fazla etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Termofizyolojik konfor, hava geçirgenliği, bağıl su buharı geçirgenliği, selülözik lifler, polyester, örme kumaş

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF REPEATED WASHING ON THE THERMOPHYSIOLOGICAL COMFORT PROPERTIES OF SELECTED KNITTED FABRICS

İnci GÜLEYÜPOĞLU

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
M.Sc. Thesis, January 2017
Supervisor: Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

ABSTRACT

Thermophysiological comfort is related with thermal and water vapour permeability properties of the garments. Comfortable garments protect the thermal balance (temperature and humidity) of the body. They adjust optimum heat and moisture (sweat) transmission between body and its environment for physical activities and different atmospheric conditions.

In terms of thermophysiological comfort, products made from multifunctional cellulosic fibers and polyester-based fibers have gained importance nowadays. In addition, these fabrics with good thermal comfort properties are required to protect their properties after washing. In this study, 12 different fiber constructions (natural and regenerated cellulosic and polyester based) of suprem knitted fabric were used. The values of the thermophysiological comfort parameters of these fabrics were compared before washing, after 5 washing, after 10 washing and after 15 washing. Thus, the effects of repeated washing on the thermophysiological comfort were examined.

According to the results, it was determined that the fiber type has more effect on the the thermophysiological comfort parameters (air permeability, thermal resistance and relative water vapor permeability) than the washing number.

Keywords: Thermophysiological comfort, air permeability, relative water vapour permeability, cellulosic fibres, polyester, knitted fabrics

İÇİNDEKİLER

TEKRARLI YIKAMANIN SEÇİLMİŞ ÖRME KUMAŞLARIN TERMOFİZYOLOJİK KONFOR ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE OLAN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK i

YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI ii

KABUL VE ONAY iii

TEŞEKKÜR iv

ÖZET v

ABSTRACT vi

İÇİNDEKİLER vii

KISALTMALAR x

TABLOLAR LİSTESİ xi

ŞEKİLLER LİSTESİ xiii

GİRİŞ 1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Genel Bilgi 3

1.2. Tekstil Lifleri 6

1.2.1. Pamuk 7

1.2.2. Viskon (Rayon) 8

1.2.3. Polyester (PET) 8

1.2.4. Coolmax® 9

1.2.5. Tencel® 10

1.2.6. Bambu 11

1.2.7. Modal® 11

1.2.8. Promodal® 12

1.2.9. Viloft® 13

1.3. Tekstilde Konfor 13

1.3.1. Giysi Konfor Parametreleri 15

1.3.2. Giysi Konforunun Tıbbi Temelleri 15

1.4. Termofizyolojik Konfor 16

1.4.1. Kumaşların Nem Çekme Özellikleri 16

1.4.2. Kumaşların Su Buharı Geçirgenlik (Nem İletim) Özellikleri 16

1.4.3. Kumaşların Su İticilik ve Su Geçirmezlik Özellikleri 17

1.4.4. Kumaşların Hava Geçirgenlik Özellikleri 18

1.4.5. Kumaşların Isı Geçirgenlik Özellikleri 18

1.5. Konu İle İlgili Önceki Çalışmalar 19

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Gereç 24

2.2. Yöntem 25

2.2.1. Yıkama İşlemi 25

2.2.2. Kumaşlara Uygulanan Testler 26

2.2.2.1. Kalınlık Tayini 26

2.2.2.2. Isıl Direnç Testi 26

2.2.2.3. Su Buharı Geçirgenliği Testi 29

2.2.3. Gözeneklilik Hesabı 31

2.2.4. İstatistiksel Yöntem 31

2.2.4.1. Bağımsız Değişken 32

2.2.4.2. Bağımlı Değişken 32

2.2.4.3. F-Testi 32

2.2.4.4. p Değeri 32

2.2.4.5. ANOVA 32

2.2.4.6. Uyum Eksikliği (Lack of Fit) 33

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Kalınlık Testine Ait Bulgular 34

3.2. Hava Geçirgenlik Testine Ait Bulgular 38

3.3. Isıl Direnç Testine Ait Bulgular 42

3.4. Normalize Edilmiş Isıl Direnç Testine Ait Bulgular 46

3.5. Su Buharı Geçirgenliği Testine Ait Bulgular 50

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma 54

4.1.1. Kalınlık 54

4.1.2. Hava Geçirgenliği 60

4.1.3. Normalize Edilmiş Isıl Direnç 64

4.1.4. Su Buharı Geçirgenliği 69

4.2. Sonuç 74

4.3. Öneriler 76

KAYNAKLAR 77

ÖZGEÇMİŞ 81

KISALTMALAR

PET	: Polyester
PRESS	: Predicted Error Sum of Squares
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Çalışmada kullanılan süprem örme kumaşların özellikleri 24
Tablo 3.1. Kumaşların yıkama öncesi kalınlıkları..... 34
Tablo 3.2. Kumaşların 5 yıkama sonrası kalınlıkları..... 35
Tablo 3.3. Kumaşların 10 yıkama sonrası kalınlıkları..... 36
Tablo 3.4. Kumaşların 15 yıkama sonrası kalınlıkları..... 37
Tablo 3.5. Kumaşların yıkama öncesi hava geçirgenlik değerleri 38
Tablo 3.6. Kumaşların 5 yıkama sonrası hava geçirgenlik değerleri 39
Tablo 3.7. Kumaşların 10 yıkama sonrası hava geçirgenlik değerleri 40
Tablo 3.8. Kumaşların 15 yıkama sonrası hava geçirgenlik değerleri 41
Tablo 3.9. Kumaşların yıkama öncesi ısıl direnç değerleri 42
Tablo 3.10. Kumaşların 5 yıkama sonrası ısıl direnç değerleri 43
Tablo 3.11. Kumaşların 10 yıkama sonrası ısıl direnç değerleri 44
Tablo 3.12. Kumaşların 15 yıkama sonrası ısıl direnç değerleri 45
Tablo 3.13. Kumaşların yıkama öncesi normalize edilmiş ısıl direnç değerleri 46
Tablo 3.14. Kumaşların 5 yıkama sonrası normalize edilmiş ısıl direnç değerleri 47
Tablo 3.15. Kumaşların 10 yıkama sonrası normalize edilmiş ısıl direnç değerleri 48
Tablo 3.16. Kumaşların 15 yıkama sonrası normalize edilmiş ısıl direnç değerleri 49
Tablo 3.17. Kumaşların yıkama öncesi bağıl su buharı geçirgenlik değerleri 50
Tablo 3.18. Kumaşların 5 yıkama sonrası bağıl su buharı geçirgenlik değerleri 51
Tablo 3.19. Kumaşların 10 yıkama sonrası bağıl su buharı geçirgenlik değerleri 52
Tablo 3.20. Kumaşların 15 yıkama sonrası bağıl su buharı geçirgenlik değerleri 53
Tablo 4.1. Kumaşların kalınlık özelliği için model seçiminde F-testi ile elde edilen p-değerleri 55
Tablo 4.2. Kumaşların kalınlık özelliği için uyum eksikliği (lack of fit) tablosu 55
Tablo 4.3. Kumaşların kalınlık özelliği için istatistiki sonuçlar..... 56
Tablo 4.4. Kumaşlarda kalınlık özelliği için kübik model ANOVA tablosu 56
Tablo 4.5. Kumaşların hava geçirgenlik özelliği için istatistiki sonuçlar 60

Tablo 4.6. Kumaşlarda hava geçirgenliği özelliği için kuadratik model ANOVA tablosu 61
Tablo 4.7. Kumaşların normalize edilmiş ısıl direnç özelliği için istatistiki sonuçlar .. 64
Tablo 4.8. Kumaşlarda normalize edilmiş ısıl direnç özelliği için kübik model ANOVA tablosu 65
Tablo 4.9. Kumaşların bağıl su buharı geçirgenlik özelliği için istatistiki sonuçlar 70
Tablo 4.10. Kumaşlarda su buharı geçirgenliği özelliği için kübik model ANOVA tablosu 70

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Pamuğun enine kesit ve boyuna mikroskobik görüntüsü 7

Şekil 1.2. Viskon (Rayon) lifinin mikroskobik görüntüsü 8

Şekil 1.3. Polyester lifinin enine kesitleri (a) yuvarlak (b) boşluklu yuvarlak (c) üçgen (d) boşluklu üçgen 9

Şekil 1.4. Coolmax® lifinin görünüşü 10

Şekil 1.5. Tencel® mikro lifi kesit görüntüsü 10

Şekil 1.6. Doğal Bambu lifinin enine kesit ve boyuna mikroskobik görünümü 11

Şekil 1.7. Modal® lifinin enine ve boyuna kesit mikroskobik görünümü 12

Şekil 1.8. Promodal® lifinin enine ve boyuna kesit mikroskobik görünümü 12

Şekil 1.9. Viloft® elyafının mikroskobik görünümü 13

Şekil 1.10. Konfor değerlendirme şeması 14

Şekil 2.1. Laboratuar tipi çamaşır makinesi 25

Şekil 2.2. Kalınlık ölçüm test cihazı 26

Şekil 2.3. Terleme korumalı sıcak plaka test cihazı ve bilgisayar sistemi 27

Şekil 2.4. Terleme korumalı sıcak plaka test cihazı iç kısmı 27

Şekil 2.5. Sıcak levha yöntemiyle ölçüm mekanizması 28

Şekil 2.6. Permetest su buharı geçirgenliği ölçüm cihazı 29

Şekil 2.7. Permetest cihazının ölçüm mekanizması 29

Şekil 2.8. Hava geçirgenlik test cihazı 30

Şekil 4.1. Kumaşların kalınlıklarının yıkama ile olan değişimi 57

Şekil 4.2. Fonksiyonel kumaşların kalınlıklarının yıkama ile olan değişimi 58

Şekil 4.3. Polyester – Viloft esaslı kumaşların kalınlıklarının yıkama ile olan değişimi 59

Şekil 4.4. Pamuk - Viloft esaslı kumaşların kalınlıklarının yıkama ile olan değişimi 59

Şekil 4.5. Kumaşların hava geçirgenlik değerinin yıkama ile olan değişimi 61

Şekil 4.6. Fonksiyonel kumaşların hava geçirgenliklerinin yıkama ile olan değişimi 62

Şekil 4.7. Polyester – Viloft esaslı kumaşların hava geçirgenliklerinin yıkama ile olan değişimi 63

Şekil 4.8. Pamuk – Viloft esaslı kumaşların hava geçirgenliklerinin yıkama ile olan değişimi 64

Şekil 4.9. Kumaşların normalize edilmiş ısıl direnç özelliklerinin yıkama ile olan değişimi 66

Şekil 4.10. Fonksiyonel kumaşların normalize edilmiş ısıl direnç özelliklerinin yıkama ile olan değişimi 67

Şekil 4.11. Polyester-Viloft esaslı kumaşların normalize edilmiş ısıl direnç özelliklerinin yıkama ile olan değişimi 68

Şekil 4.12. Pamuk - Viloft esaslı kumaşların normalize edilmiş ısıl direnç özelliklerinin yıkama ile olan değişimi 69

Şekil 4.13. Kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği özelliklerinin yıkama ile olan değişimi 71

Şekil 4.14. Fonksiyonel kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği özelliklerinin yıkama ile olan değişimi 72

Şekil 4.15. Polyester – Viloft esaslı kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği özelliklerinin yıkama ile olan değişimi 73

Şekil 4. 16. Pamuk - Viloft esaslı kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği özelliklerinin yıkama ile olan değişimi 74

GİRİŞ

Konfor, genel olarak kendini iyi hissetme hali olarak tanımlanabilir. Giysiler bu hissi, vücut hareketlerini sınırlamaması ve vücudun kendi ısısını düzenleme mekanizmasına mani olmaması veya yardımcı olması durumunda verebilmektedir. Vücut hareketiyle ilgili olan kısım daha çok giysi yapısı ve kumaş yapısıyla alakalı bir durumken, vücut ısısını düzenlenmesi konfor özellikleri diye tabir edeceğimiz kumasın nem, su, hava ve ısı geçirgenlik özellikleri yardımıyla oluşmaktadır.

Günümüz koşullarında, yükselen hayat standardı ve moda trendlerinin etkisiyle, giysilerin fonksiyonel özelliklerinin (kullanım amacı) yanında konfor özellikleri de giysi seçiminde önemli bir faktör haline gelmiştir.

İnsan vücudu ile çevresi arasındaki fizyolojik, psikolojik ve fiziksel uyumun memnuniyet verici olma durumunu belirleyen konforun en nemli parametrelerinden birisi de ısıl konfordur. Isıl konfor, giysilerin ısı ve nem geçirgenlik özellikleri ile ilgilidir. Vücudun ısı ve nem dengesinin korunmasında en önemli işlevi olan farklı çevre koşulları ve aktivitelere bağlı olarak değişen vücut sıcaklığının ve neminin transfer edilmesini ısıl açıdan konforlu giysiler sağlamaktadır.

Termofizyolojik konfor ise giysinin ısıl özellikleri, hava ve su buharı geçirgenliği, kuruma davranışı gibi özelliklerinin genel bir ifadesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Termofizyolojik konfor bu derece önemli hale geldiğinden elyaf ve iplik üreticileri bu talepleri karşılamak amacıyla doğal liflere alternatif olabilecek elyaf cinsleri üzerinde çalışmalarını yoğunlaştırmışlardır. Özellikle son yıllarda gerek doğal elyaf gerekse sentetik elyaf kategorisinde birçok yeni elyaf çeşidi ortaya çıkarılmıştır. Termofizyolojik konfor özellikleri artırılmış olan farklı enine kesite sahip olan polyester elyafları, bambu, modal, promodal gibi elyaflar bu çalışmalara birer örnektir.

Bu tezin amacı, farklı elyaflardan üretilmiş örme kumaşların kullanım şartlarını taklit edebilmek amacıyla tekrarlı yıkama sonucunda termofizyolojik konfor özelliklerindeki farklılıkların tespit edilmesi ve bu özelliklerindeki değişimin belirlenmesidir.

Çalışmada pamuk, polyester, viskon, viloft, tencel, coolmax, modal, promodal ve bambu liflerinden üretilmiş süprem kumaşların ısıl özellikleri (ısıl iletim, ısıl yayınım, ısıl soğurganlık, ısıl direnç (yalıtım), hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği) ile kalınlık özellikleri ve bu özelliklerin tekrarlı yıkamalar sonrası değişimleri istatistiksel olarak incelenmiştir. Bu kumaşlar, iç çamaşırı veya çorap olarak kullanılabilecek olan kumaşlardır.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Genel Bilgi

Dokunmuş yüzey anlamına gelen tekstil kelimesi dilimize Latince "tekstiles" kelimesinden geçmiştir. Türkçede eski dönemde "mensucat" denilirken zamanla uluslararası bir terim olan "tekstil" olarak kullanılmaya başlanmıştır [1].

Tekstil, elyafın elde edilmesinden, dokunmuş ya da örülmüş kumaş haline gelinceye kadar geçirdiği aşamalardır [2]. İnsanlar, beslenme ve barınma ihtiyacından sonra gelen üçüncü temel ihtiyaç olan giyinme ihtiyacını karşılamak için uygun tekstil materyalleri kullanmaktadırlar. Tekstil üretimi için kullanılan ana hammadde liflerdir [3].

Yaklaşık 135.000 yıl önce ilk giyim ve örtünme için hayvan postları kullanılırken, sonraki yıllarda çeşitli doğal bitkilerden elde edilen lifler kullanılmaya başlanmıştır. Dünya nüfusu arttıkça ihtiyacı karşılamak için sentetik lifler 1665 yılında İngiliz Robert Hooke tarafından viskoz materyalinden yapay lif fikri ortaya atılmıştır. 1845 yılında ise Christian Friedrich Schönbein trinitroselülozu alkol ve eter içinde çözündürerek kolodyum ürününü elde etmiş ve 1855 yılında İsviçreli kimyacı George Audemars bu çözeltiden ilk sentetik lifi üretmiştir [4].

Çin kaynakları milattan 800 sene önce pamuk ve pamuklu tekniği Orta Asya yaylalarından göç eden insanların Hindistan'a getirmiş olabileceklerini savunurken, Heredot pamuğun ilk defa Hindistan'da bulunduğunu savunmuştur [5].

İklimin sıcak ve soğuk etkilerinden vücutlarını korumak istemeleri, beslenme ve barınmadan sonra giyim ihtiyacını ortaya çıkarmış ve bununla birlikte ilk tezgâhlar oluşturularak dokumacılık gelişmeye başlamıştır [6].

Sanayi hayatını Avrupa'da, Rönesans'tan sonra başlayan kalkınma fikri etkilemiştir. Dokuma sanayinin gelişimi Fransa'da doğu memleketlerine ipek ve pamuklu ürünler için harcanan paralardan tasarruf edilmesi için faaliyete başlamıştır. Yine 1665 yılında Nant Emirnamesinin Feshedi üzerine Fransa'da yerleşmiş bulunan 600.000 sanatkarın, Fransa'dan ayrılmak zorunda bırakılması ve buradan ayrılan 70.000 kadar usta dokumacıların İngiltere'de yerleşmesi ile burada dokuma sanayinin doğuşu sağlanmıştır [7].

Günümüzde dokuma fabrikaları, makineye dayanan bir işletme olarak faaliyetini sürdürürken, buharlı makinenin ilk icat edildiği dönemde "buhar, pamukla evlendi" şeklinde ifade edilmekteydi. John Key'in 1733 yılında elle atılan mekik yerine kamçılı tef ve uçan mekiği tatbik etmesi ve daha sonra buna pedalı eklemeleri dokuma tezgâhının gelişmesine önemli bir adım attı. Maria Jacquard'ın 1800'de Fransa'da Joseph geliştirdiği jakarlı makinelerle dokumacılıkta birçok kolaylıklar oluşturulmuştur. Böylece 4-5 işçi tarafından zorlukla işlenen karmaşık desenlerin bir işçi tarafından işlenmesi sağlanmıştır. Demir ve çelik sanayindeki gelişmeler sonucu 1850'den sonra, dokuma sanayi de gelişmesini tamamladı ve makineye dayanan fabrika sanayi kuruldu. Bu da sanayileşmenin başlangıcı sayılmıştır [8].

Türkiye'de ise dokumacılık Cumhuriyet Öncesinde 1071 Malazgirt Savaşı'ndan sonra başlamış ve yayılmıştır. Bu zamanda, Adana ve Sivas bölgelerinin kamlot denilen pamuk ipliği, Denizli'nin altın telle işlenmiş pamukluları, karışık dokuması, Erzurum ve Erzincan'ın dokumaları ile Anadolu'nun çoğu şehrinde dokunan halı ve kilimler bu döneme ait ürünlerdir [9].

Selçuklu Türklerinden sonra dokuma sanayi Anadolu'da gelişmeye başladı. Pamuk Anadolu'da, Yunanlılar ve Türkler tarafından yayılmıştır. Pamuk üretimi ve dokuma sanayinin gelişmesinde Türklerin önemli etkileri olmuştur. Kafkasya ve yakın doğuya doğru göç eden Türkler pamuk ekimiyle birlikte dokuma sanatını öğrettiler [10].

Servet kaynaklarının artması ve sınırlarının genişlemesi, iç tüketimde artışlar meydana getirmiştir. Halkın sanata olan ilgisinin çoğalması, nüfusun artması ve hayat standartlarının yükselmesi dokuma sanatını geliştirdi. "Orada altın işlemeli pamuklu kumaş dokunur ki, emsali yoktur. Pamuğun nefaseti ve kuvveti büküm sebebiyle dokunan kumaş ve bezler fazla dayanır" diye ifade eden İbni Batuta, pamuklu dokumacılığın Denizli'de çok ileride olduğunu göstermiştir [9]. Pamuklu dokumacılıkta bu dönemin örnekleri şunlardır [10];

- İstanbul'da Fazlı Paşa ve Yenikapı'da basma atölyeleri,
- Bursa'nın çeşitli bezleri, peştamalları,
- Malatya'nın kendi adını taşıyan renkli dokumaları ve ipliği,
- İskenderiye ve Kıbrıs'ın pamuklu ve tülbentleri,
- Diyarbakır'da kırmızı bez, İstanbul'un patiskaları,
- Urfa'nın basmaları,
- Mardin, Musul ve Bağdat'ın pamuk bezleri
- İstanbul'da diba, kadife, alaca kemha, ibrişim, Bursa ve Cenova kadifeleri.

Yünlü dokumacılıkta bu dönemin örnekleri şunlardır [11];

- Erzurum ve Erzincan'ın dokumaları,
- Karaman'ın kanaviçeleri,
- Demirci, Gördes, Küla'nın halı ve kilimleri,
- Antalya'nın çuhaları,
- İstanbul'da aba, keten, sof, ehram, çadır,
- Kütahya'da seccade ve halı,
- Edirne ve Selanik'te halkın ve ordunun büyük bir kısmının kullandığı yünlü kumaş

İpekli dokumacılıkta bu dönemin örnekleri ise şunlardır;

- Musul'un ipek üzerine sırma karışık olarak dokunan ve muslinler

- Bursa'da yapılan altın işlemeli dokuma ve kadifeler
- Bilecik, Edirne ve İstanbul'daki atölyelerdeki Selçuk desenleri

Tanzimatla birlikte sanayileşme hareketlerine başlayan Türkiye pek başarılı olamamıştır. Sanayileşme hareketleri ilk olarak ordunun ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kurulmuştur. Bunlar kuruluşlar şunlardır [12];

- 1835 yılında İstanbul'da feshane fabrikası,
- 1845'te İzmit ve İslimiye'de Çuha fabrikaları,
- 1855'te Hereke'de Pamuklu ve İpekli fabrikası,
- Balıkesir'de aba fabrikası,
- Bursa'da İpekli Dokuma fabrikası,
- Samako çuha fabrikasının
- Özel şahıslar tarafından kurulan fabrikalar.

İlk sanayileşme planı 1934 yılında uygulanmaya başlanmış ve dokuma sanayine ağırlık verilmiştir. 1939'dan 1945'e kadar ikinci Dünya Savaşından dolayı gelişememiş ve bir durgunlaşmıştır. Bu dönemde özel ve kamu dokuma sanayindeki işletmelerin üretim kapasiteleri ithalatın bitmesin dolayı düşmüştür [8].

1950-1960 dönemi özel teşebbüse ağırlık verilen bir dönemdir. Özel teşebbüsü sınırlamak ve kontrol etmekten çok onu teşvik ve desteklemeye yönelik çalışmalar yapmıştır devlet. Dokuma sanayinde önemli gelişmeler olmuş ve küçüklü büyüklü birçok işletme 1950'li yıllardan itibaren açılmıştır. 1950'li yıllardan itibaren özel sektörün başarısı artmıştır. Ekonominin tümünü kapsayan beş yıllık kalkınma planlarının uygulanması bu dönemin en önemli özelliklerinden birisidir. İmalat sanayinde meydana gelen gelişmeler planlara göre yürütülmüştür [12].

1.2. Tekstil Lifleri

Lifler, tekstil ürünlerinin hammaddesi ve en küçük yapı birimidir. Doğal olarak bitkilerden ve hayvanlardan ya da yapay olarak sentetik hammaddelerden elde edilmektedir [13].

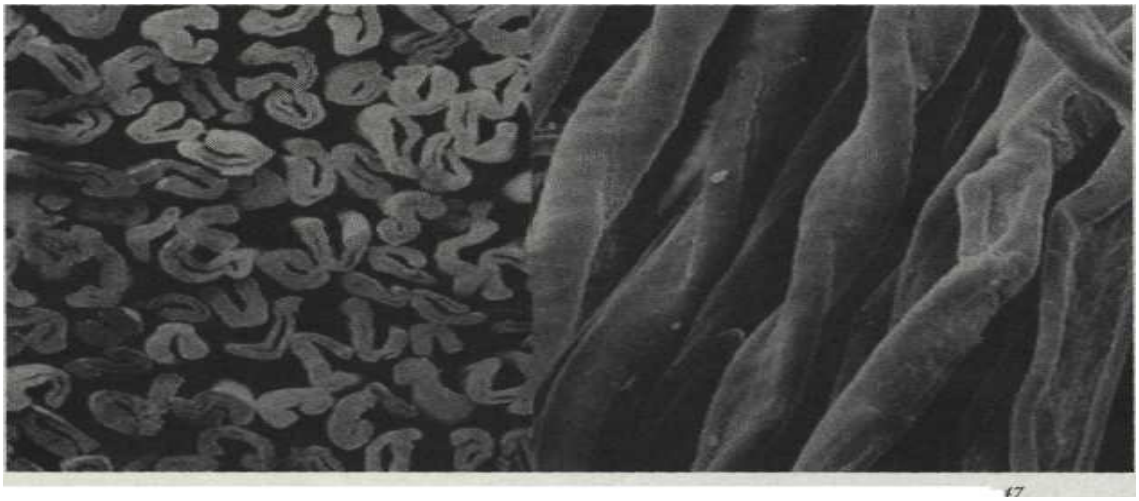
Doğal lifler, mikroskopla kaba bir şekilde morfolojik incelemeye tabi tutulunca tek bir epidermis hücresinin uzanmasından meydana geldiği, bazılarının yan yana ve üst üste birleşmesiyle çok hücreli bir yapı meydana getirmektedirler. Bir kısım hücrelerin ise yapıştırma özelliğine sahip maddelerin yardımı ile huzmeler ve demetler halinde birleşerek meydana geldikleri ve bir kısım liflerin ise ince uzun teller halinde bulundukları görülmektedir [14].

1.2.1. Pamuk

Doğal liflerin en önemlilerinden biri olan pamuk, nem çekicilik, yumuşaklık, kullanım rahatlığı, antistatik karakterde olması gibi birçok özelliği olduğundan tüm dünyada giyim tekstilinde kullanımı ve önemi gün geçtikçe artmaktadır [14].

Pamuk lifi pamuk bitkisinin kozaları içerisinde çiğit adı verilen üst epidermis hücrelerinin uzaması veya uzayan hücre çeperlerine selüloz yığılması ile meydana gelmektedir. Bir lif tek bir hücreden oluşmaktadır [14].

Pamuk lifinin % 94'ü selülozdan meydana gelmekte ve dışında protein, vaks, pektin, renk vericiler gibi maddeler içermektedir. Pamuk çeşitli kimyasallara karşı farklı özellikler göstermektedir. Hem soğukta hem de sıcakta karbonat ve alkalin hidratlara karşı dirençlidir. Buna karşın mineral ve derişik asitlerin soğuk çözeltilerinde yapısal bozunmaya uğrar. Zayıf yükseltgen maddeler yalnızca pamuk lifinin selülozik olmayan bileşenlerine etki ederken güçlü yükseltgen maddeler ise selülozu bozar. İndirgen maddelere karşı ise tepki vermez [4].



Şekil 1.1. Pamuğun enine kesit ve boyuna mikroskobik görüntüsü [3].

1.2.2. Viskon (Rayon)

Hammaddesi kayın ağacından elde edilen odun selülozu olan viskon ipeği, odun hamuru ya da pamuk linteri gibi lif teşkil edici selülozik maddeler içeren tabii ürünlerden çeşitli işlemler sonucu elde edilen liflerdir. Diğer suni liflere göre daha çok gelişmiş bir liftir ve tekstilin pek çok dalında kullanılmaktadır. İpekten daha parlaktır ve bu yüzden dayanıklılık gerektirmeyen yerlerde ipek yerine kullanılmaktadır. % 60 bağıl nemde % 10-16 kadar nem çeker. Yaş mukavemeti daha düşüktür. Nemi çabuk emdiği için yavaş kurur. Bu nedenle sıcak havada pamuk ya da keten kadar iyi değildir. Pamuktan daha mukavemetsiz, kimyasal reaktiflere karşı direnci daha azdır. Kolay boyanabilir, baskı yapılabilir ve yıkanması kolaydır. Ancak yıkandığında fark edilir derece çekme yapabilir. Bu sebeple kuru temizleme yapılması tercih edilmektedir [14].

Saf halde veya pamuk, yün, polyester ve rayonlarla karıştırılarak kot, gabardin kumaş, kazak, kadife, iç çamaşırı, çorap, sigara filtresi, battaniye ve tıbbi elbiselerin yapımında kullanılmaktadır [15].



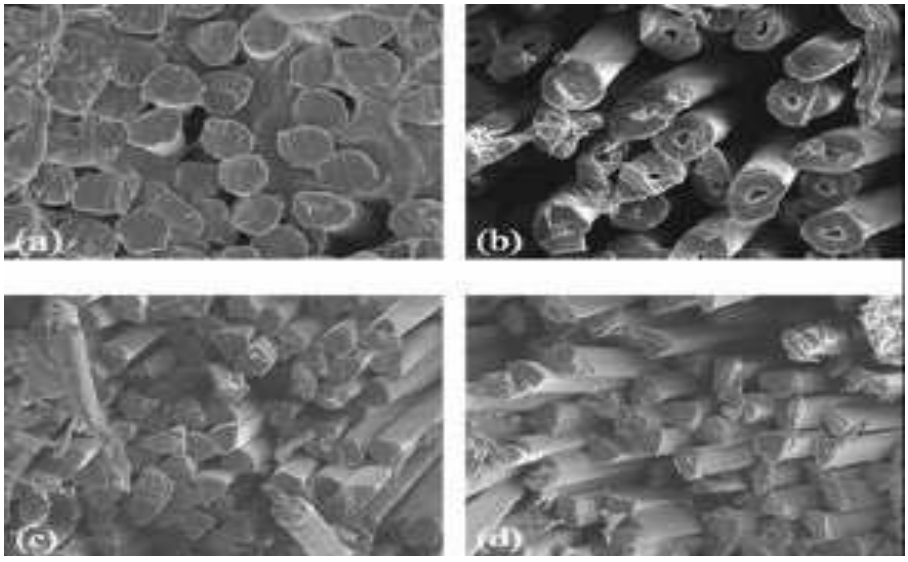
Şekil 1.2. Viskon (Rayon) lifinin mikroskobik görüntüsü [16].

1.2.3. Polyester (PET)

Bir asitle bir alkolün birleşiminden ester oluşmakta olup, bir dialkolle bir dikarboksilli asitin polikondenzasyonu ile oluşan uzun zincirli polimeri de polyesterdir. Günümüzde

yaygın olarak üretilen polyester lifleri PET olarak isimlendirilmektedir. PET'in enine kesiti genelde yuvarlaktır ve yüzeyi pürüzsüz cam çubuğa benzemektedir. Gerilme ve ısınmaya karşı oldukça dayanıklıdır. Kristal bölge oranının yüksek olmasından ve polar yapısından dolayı, nem çekme özelliği azdır [17].

PET istenilen incelikte üretilebilmektedir. Termoplastik etkiler nedeniyle 100 ºC'nin üzerinde sıcaklıkta büzüldüğünden, yüksek sıcaklıklarda yıkama ve ütüleme yapılırken dikkat edilmelidir. 135-140ºC'yi geçmeyen sıcaklıklarda ütüleme yapılmalıdır. Her türlü giyim eşyasında kullanılmaktadır. Alerjik değildir, deriyi tahriş etmez. Sağlam, iyi görünüşlü, buruşmaya dayanıklı çeşitli giyim eşyası yapılabilmektedir. Ayrıca balık ağı, yer döşemesi, perde, yangın hortumları, yelken bezleri vb yapımında kullanılmaktadır [13].



Şekil 1.3. Polyester lifinin enine kesitleri (a) yuvarlak (b) boşluklu yuvarlak (c) üçgen (d) boşluklu üçgen [18].

1.2.4. Coolmax®

Bir çeşit polyester olan coolmax®, Invista firmasının ticari bir markasıdır. Dört kanallı lif kesit yapısı vardır. Bu sayede lif yüzeyinde alanında % 20'ye varan artış sağlayarak çok hızlı bir kılcal transfere olanak verirken polyester özelliği sayesinde transfer ettiği bu sıvıyı çok çabuk bir şekilde buharlaştırarak uzaklaşmasını sağlar. Pamuk lifinin, coolmaxa göre 14 kat daha fazla su emip içinde tutmakta olup 4 kat daha fazla sürede

kuruması bunun bir göstergesi olarak düşünülebilir. Ayrıca coolmax, normal bir polyestere göre daha hızlı kuruma sağlamaktadır [19].

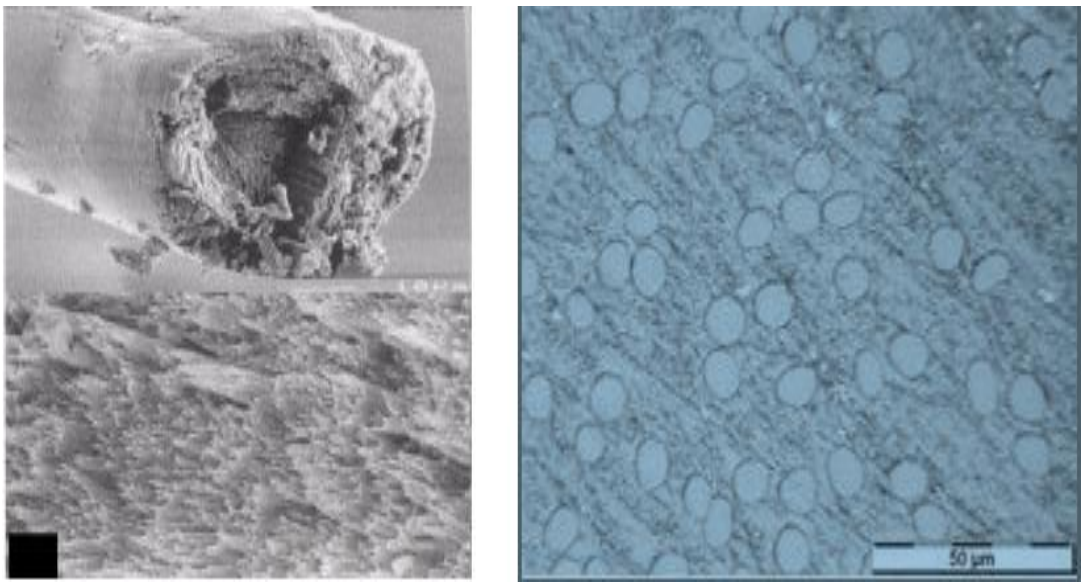


Şekil 1.4. Coolmax® lifinin görünüşü [20].

1.2.5. Tencel®

Tencel® lifleri, Lenzing firması tarafından pazarlanan Lyocell grubu liflerdendir [21]. Pamuktan daha yüksek bir beyazlık derecesine sahiptir. Bu yüzden yalnızca beyaz ve çok açık renklerde ağartma gereklidir. Lyocell liflerin boyanmasında, diğer selüloz lifleri için kullanılan boyarmadde ve yardımcı maddeler kullanılmaktadır. Direkt boyarmaddelerle, bifonksiyonel ve trifonksiyonel kimyasal yapısına reaktif boyarmaddelerin reaktif kullanımı söz konusudur [4].

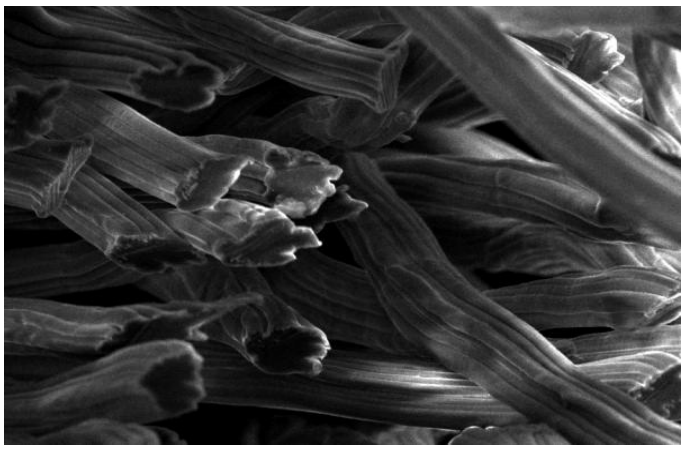
Tencel® liflerinin en dikkat çekici özelikleri, düzgün lif yapısı sayesinde çok yumuşak, yüksek mukavemetli olması ve oldukça iyi bir su emiciliği sağlamasıdır [19].



Şekil 1.5. Tencel® mikro lifi kesit görüntüsü [21].

1.2.6. Bambu

Bambu, uzak doğuda yetişen, çok çeşitli özellikleri olan bir ağaç türüdür. Bambu, üretici firmalar tarafından kullanılmaktadır. Dünyanın en hızlı yetişen bitkisi bambu, çevreci bir bitki olmasının yanında fonksiyonel, estetik ve son derece dayanıklıdır. Bambu diğer tüm tahta ve ahşap çeşitlerine nazaran 2-3 kat daha dayanıklıdır. Hafif, esnek ve dayanıklı olduğu için mobilya ve ev eşyalarının, balık oltasının yapımında kullanılırlar, ayrıca yapı malzemesi ve bitki desteği olarak çok kullanılırlar. Bambular, süs bitkisi olarak ve toprak kaymalarını önlemek için yetiştirilirken gıda sanayisi, sağlık alanı, kimya sanayisi, ilaç sanayisi, inşaat sektörü ve mühendislik alanlarında da önemli yararlar sağlamaktadır [22].



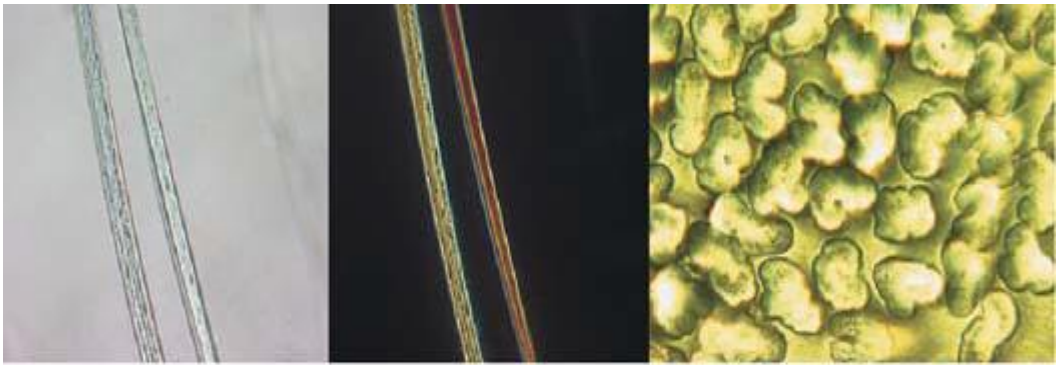
Şekil 1.6. Doğal Bambu lifinin enine kesit ve boyuna mikroskobik görünümü [23]

1.2.7. Modal®

Farklı işlemler uygulanarak elde edilen rejenere selülozik liflere yüksek yaş modüllü liflerdir. İki şekilde elde edilmektedirler [24];

- Yüksek mukavemetli viskoz rayonları: Çoğunlukla teknik alanlarda kullanılmaktadır.
- Polinozik rayonlar: Çoğunlukla giysilik kumaşlarda kullanılmaktadır. Yapısı ve yaş mukavemetleri pamuk ve viskon lifleri arasındadır. Polinozik liflerin enine kesitleri dairesel olup; sağlam olduğu ve şekli bozulmadığı için çok yıkanan kumaşlarda kullanılabilmektedir. Polinozik lifler, boyayı pamuk gibi alır ve ılık suda yıkandığı zaman rengi atmaz. Aslında bir çeşit suni ipektir. Yapılan

dokumalar büzülme ve solmaya karşı dayanıklıdır. Pürüzsüz ve yumuşaktırlar. Merserize pamuktan daha yumuşak ve pürüzsüzdür. Polinozik liflerin yaş mukavemeti ve yıkama sonunda boyut stabilitesi oldukça iyi olmakta ve yıkama sonrası kumaşlarda sert tutum oluşmamaktadır.



Şekil 1.7. Modal® lifinin enine ve boyuna kesit mikroskobik görünümü [20].

1.2.8. Promodal®

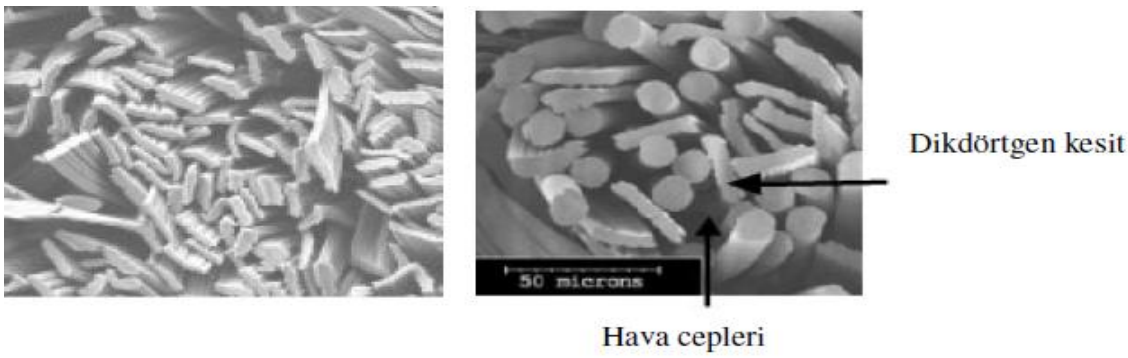
Promodal®, Modal® ve Tencel® markalı elyafların her ikisinin de özelliklerini içermektedir. Kullanıldığı her ürüne hem yumuşaklık hem de performans getiren promodal, patenti alınan bir ürün olup, örme giysilerde %100 kullanılabildiği gibi pamuklu karışımlarla da kullanılabilmektedir. Doğallığı ve yumuşaklığı yanında antibakteriyal özelliği de olan promodalın, özellikle örgü bazlı ev tekstili ve iç çamaşırlarında kullanılması planlanmaktadır [25].



Şekil 1.8. Promodal® lifinin enine ve boyuna kesit mikroskobik görünümü [26]

1.2.9. Viloft®

Viloft®, okaliptüs ağacının selülozundan elde edilmektedir. Elyaf çekiminde dikdörtgen ve kıvırcıklı bir kesit oluşturacak şekilde tasarlanan elyaf, bu özelliği sayesinde özellikle polyesterle karışım olarak kullanıldığında iplik içinde hava cepleri oluşturmakta, bu da giysiye ısıl izolasyon özelliği kazandırmaktadır. Ayrıca yüzeyinde mazgalımsı bir yapı mevcuttur. Bu sayede iyi bir kılcallık özelliği göstererek sıvı ve nem transferine de olanak sağlamaktadır. Viloft elyafın ince lif çaplarına micro tipi de bulunmaktadır [19].



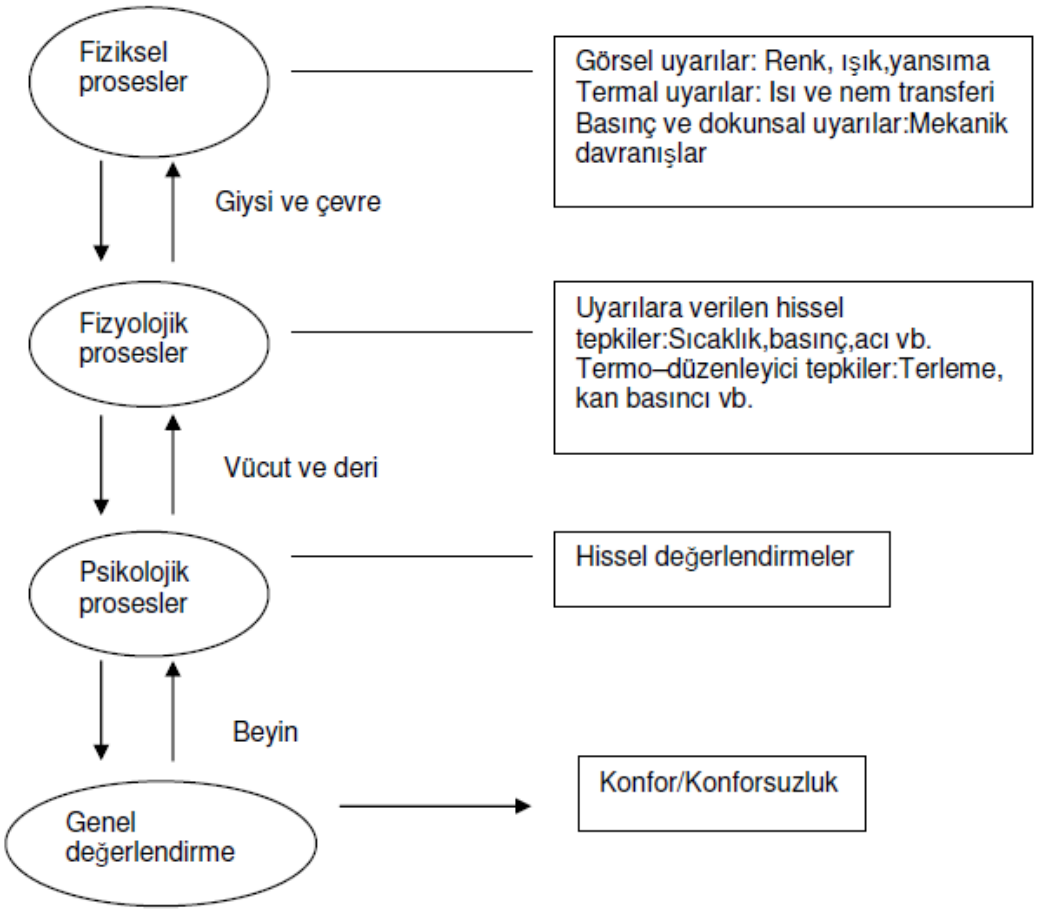
Şekil 1.9. Viloft® elyafının mikroskobik görünümü [19].

1.3. Tekstilde Konfor

Kişiler giysileri sadece örtünmek ve korunmak için değil, iyi görünmek ve iyi hissetmek için de kullanmaktadırlar. Kişiler, giysilerin kişilikleriyle, görünüşleriyle ve statüleriyle uyumlu olmasını, fiziksel, sosyal ve psikolojik beklentilerini karşılamasını da istemektedirler. Bu beklentilerin karşılanmasına yönelik yapılan çalışmalar konfor kavramını ortaya çıkarmış ve tekstilde konforun önemli olduğunu vurgulamıştır. Yapılan birçok araştırmada da konfor nötr bir his olarak tanımlanmıştır. Bir kişinin konforlu sayılabilmesi için çevre sıcaklığı, nem, rüzgar hızı, ışık gibi çevresel faktörlerle ilgili bir sinyalin beyine gönderilmemiş olması gerekmektedir. Beyinde konfor algısının oluşması birden fazla faktöre bağlı olduğundan tanımlamak zordur. Şekil 1.10'da konfor algısındaki akış şeması görülmektedir [27]. Şekilde dış faktörler, duyu organları aracılığıyla beyne gönderilmektedir. Gelen uyarılar terleme, nabız değişikliği gibi fizyolojik tepkilere yol açmaktadır. Beyin aldığı sinyalleri çeşitli sübjektif algıları tanımlamak için kullanmakta ve eski tecrübeler ve psikolojik beklentilerle karşılaştırarak bir genel değerlendirme yapmaktadır.

Kişi çok ağır aktivite yaptığında, vücudunda sıcaklığı artıracak şekilde ısı enerjisi üretmektedir. Bu sıcaklığı düşürebilmek için vücut terlemeye başlamakta, sıvı ve buhar yoluyla ısı kaybı meydana gelmektedir. Vücudun oluşan fazla ısıyı atmosfere gönderip serinlik yaşaması için giysilerin de terin geçişine izin vermesi gerekmektedir. İzin vermediğinde termofizyolojik konforsuzluk oluşmaktadır. Kumaşların termofizyolojik konforu sağlaması için bazı özellikleri olması gerekmektedir. Bu özellikler şunlardır [28];

- Soğuktan koruması için yüksek ısıl direncinin olması,
- Ilımlı ısıl ortam şartlarında etkin ısı transferinin olması için yeterli su buharı geçirgenliğinin olması,
- Yüksek ısıl ortam şartlarında da terlemenin yol açtığı rahatsız edici temas hissini ortadan kaldırmak ve etkin bir ısı transferini sağlamak için hızlı sıvı akışının olmasıdır.



Şekil 1.10. Konfor değerlendirme şeması [27]

1.3.1. Giysi Konfor Parametreleri

Kumaşlarda termokonforu sağlamak için kullanılan liflerin sahip olması gereken özellikler şunlardır [22];

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

Kumaşlarda termofizyolojik konforun sağlanması adına kullanılacak liflerin seçimi için öncelikle, daha iyi konfor sağladıkları için doğal lifler olmasıdır. Hem doğal lifler hem de modifiye olan liflerin birçoğu termofizyolojik konforu sağlamak için gerekli olan özelliklerin tamamını aynı anda taşımamaktadır. Bu sebeple daha iyi bir konfor sağlanması için giysi sistemlerinde birkaç lifi beraber kullanmak gerekmektedir [22].

1.3.2. Giysi Konforunun Tıbbi Temelleri

Vücut, havadan solunum yolu ile aldığı oksijeni kan aracılığıyla tüm organlara iletmektedir. Oksijenle besin maddelerinin yanması sonucu açığa çıkan enerji bir taraftan besin maddesi olarak vücudun beslenmesi için harcanırken, diğer yandan mekanik iş gücü olarak harcanmaktadır. Bu faaliyetler sonucu ısı açığa çıkmaktadır. Vücudun ısı üretimi organdan organa, çalışma durumuna ve madde değişimine göre farklı olmaktadır. Metabolizmanın enerji bilançosu ve enerji üretimi vücudun işlevselliği ve kasların aktivitesinden etkilenmektedir [29].

Doğal klima şartlarında ve dinlenme anında insanın vücut sıcaklığı 37°C'dir. Temel amaç bu sıcaklığın sabit tutulmasını sağlamaktır. Sabah uykudan kalkıldığında vücut sıcaklığı 36,7°C civarındayken, gün boyunca artar (± 0,8°C) ve akşam saatlerinde en yüksek değere ulaşır. Sabaha kadar tekrar azalmaya baslar. Hareket ile vücut sıcaklığı artar. Hafif bir çalışmada sıcaklık 38°C civarındayken, ağır bir harekette 40°C ye ulaşabilir. Bu yükselme ısıl denge için normal olarak değerlendirilebilir. Vücut sıcaklığının sürekli 37°C de tutulabilmesi için, oluşan bu ısının dışarı atılması gerekmektedir. Bu ısının küçük bir bölümü nefes alıp verme ile büyük bir bölümü ise deri yoluyla terleme ile uzaklaştırılmaktadır. Vücuttaki ısı derecesine göre beyindeki sıcaklık sensoru olan hipotalamusa sıcak ve soğuk uyaranlar gitmektedir. Bu sinyaller

sonrasında da vücudun ısı dengesinin sağlanması için vücut tepkide bulunmaktadır. Hipotalamusa gönderilen uyaranların sayısı, sıcaklık değişim hızına bağlıdır. Eğer kişi konforlu ve dinlenme halindeyse beyne uyaran gitmez. Vücut çok sıcak hale geldiğindeyse, terleme veya cilt damarlarının genişlemesi ile vücut sıcaklığı regüle edilmektedir [29].

1.4. Termofizyolojik Konfor

Kumaşlardan kullanım yerine göre farklı geçirgenlik özellikleri olması beklenmektedir. Kumaşlardaki bu geçirgenlikler ısı, su buharı, su ve hava olmak üzere farklı gruplarda incelenebilmektedir. Birçok araştırmacı, termofizyolojik konforu etkileyen ana etkinin giysinin içinden geçen ısı ve nem olduğunu belirtmektedir. Giysiyi giyen kişinin aktivite derecesi, çevredeki nem, dış hava hareketi, kumaş kalınlığı ve içerdiği hava boşluğu, kumaş yapısı ve lif içeriği gibi faktörler de terin buharlaşması ve ısı transferinin temelini oluşturmaktadırlar. En ideal olanı, giysinin çevresel değişimlere karşı bir tampon oluşturması ve ıslaklık hissi vermeden nemin uzaklaştırılmasıdır [22].

1.4.1. Kumaşların Nem Çekme Özellikleri

Kumaşların, nem çekme özellikleri iplik, dokuma, ağartma ve boyama işlemleri için gereklidir. Rutubetli ortama bırakılan bir kumaş, üzerine su toplar (absorbsiyon). Buna karşılık nemli veya ıslak bir kumaş, kuru havada üzerinde bulunan suyu kaybeder (desorbsiyon). Su absorbsiyonu ve desorbsiyonu, bir denge kuruluncaya kadar devam eder. Kumaş ne kadar çabuk su absorbe ediyorsa 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 [3].

1.4.2. Kumaşların Su Buharı Geçirgenlik (Nem İletim) Özellikleri

Sıcaklık düzeyinin ayarlanması için vücut ter üretmektedir. Vücut hareketliliği düşük, çevre ısısı normal bir seviyede olduğunda, insan derisinin gözenekleri ile çevre arasında sabit bir nem transferi gerçekleşmekte ve bu nem su buharı şeklinde çevreye

verilmektedir. Terlemenin optimum şekli, nemin ciltten su buharı şeklinde uzaklaştırılmasıdır. Çünkü sıvı teri buharlaştırmak için, vücuttan ısı enerjisi alınması gerekmekte, bu da vücut ısısının düşmesine neden olmaktadır. Bunun yanında, ciltten giysi vasıtası ile ısı akışı, giysi ıslakken daha fazla olmaktadır. Suyun ısıl iletkenliği havadan çok yüksek olduğu için, sıvı terin varlığı, giysinin ısıl yalıtım özelliğini azaltmaktadır. Bir giysinin termofizyolojik konforunun yüksek olabilmesi için gerekli ikinci şart, farklı fiziksel aktivitelerde terlemeyle ortaya çıkan sıvı terin hemen vücuttan dışarı iletilmesidir. Vücut hareketliliği düşük olduğunda, giysinin iyi bir su buharı geçirgenlik özelliğine sahip olması gerekir. Vücut hareketliliği arttığında giysinin yüzeyde oluşan teri hızla yapısına alıp dış katlara veya dış çevreye iletilebilmesi için iyi bir su buharı geçirgenliğine sahip olması gerekir. Yine yüksek aktivite durumlarında giysinin sadece su buharını değil, sıvı haldeki teri de yani üst tabakalara iletilmesi gerekmektedir. Bir kumaşın vücuttan yayılan su buharını nakletme kabiliyeti, giysi konforunu belirleyen önemli bir parametredir. Su buharının dış havaya iletilmesine izin veren kumaş, daha verimlidir giysi konforu yüksektir. Bu tip kumaşlara nefes alabilen kumaş da denmektedir [29].

1.4.3. Kumaşların Su İticilik ve Su Geçirmezlik Özellikleri

Kumaşlara su iticilik özelliği kazandırmak için, ya hidrofob özellikte lifler kullanmak ya da sonradan mamule su iticilik bitim işlemi uygulamak gerekmektedir. Tamamen suyu geçirmeyen bir kumaş elde edilmek istendiğinde, kumaşın yüzeyi bir film tabakasıyla kaplanmaktadır. Fakat kaplama sonrasında su buharı geçişi önlenmekte ve su buharı giysinin iç kısmında yoğunlaşmaktadır. Bu durumda istenmemektedir. Kaplanmış kumaşlarda nefes alabilirliği artırmak için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu konuda ilk ve en eski yaklaşım, polimer film veya kaplama üzerinde mikro gözenekler ve geçiş yolları yaratmaktır. Eğer koruyucu tabakanın dış yüzeyinde gözenek boyutu 2-3 μ veya daha az ise kumaşın su geçirmezlik özelliği genellikle yeterlidir. Bu şekilde bir mikro gözenekli yapı, havayı ve kabul edilebilir oranlarda su buharını geçirebilmektedir. Katı polimer film ve kaplamalarda gözenekli yapı oluşturmak için de mekanik fibrilasyon, solvent değişimi ve solvent ekstraksiyon yöntemleri kullanılmaktadır [30].

1.4.4. Kumaşların Hava Geçirgenlik Özellikleri

Kumaşların hava geçirgenliği, havanın lif, iplik ve kumaş yapısı içerisinden geçebilme yeteneğidir. Birim basınçta, birim alandan, belirli zamanda geçen havanın miktarıdır. 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 tanımlamıştır. Kumaşın verilen bir alandan dikey yönde geçen hava akışının hızı, verilen bir zaman aralığında, kumaşın deney alanı içindeki basınç farkıyla ölçülmektedir [22].

Kumaşların hava geçirgenliği, lif ve iplik yapısı ile kumaş içindeki boşlukların miktar ve dağılımına bağlıdır. Örneğin sık yapılı bir kumaşta havanın geçişi daha zor olmaktadır. İplikleri hacimli hale getiren ve kumaş yüzeyini tüylendiren bitim işlemleri ise havayı hapsedip, vücuda sıcaklık sağlamak amacıyla uygulanmaktadır. Hava geçirgenliği giysi konforunu önemli derecede etkilemektedir [31].

Havanın yer değiştirmesi, termofizyolojik konforun sağlanmasında önemli rol oynadığından, ısıl stresi en aza indirmektedir. Giysi ile vücut mikroklima boşluğu arasındaki hava hareketi, kumaşın hava geçirgenliği, giysi tasarımı, vücut hareketi, rüzgar hızı ve mikroklima hacmi ile belirlenmektedir [32].

1.4.5. Kumaşların Isı Geçirgenlik Özellikleri

Kumaşların termofizyolojik konforu sağlamak için olan ısı geçirgenliğini çevre faktörlerinden sıcaklık, rutubet ve rüzgar hızı giysi parametrelerinde giysi izolasyonu etkilemektedir [28].

Sıcaklık: Hava sıcaklıkları yüksek olduğunda, ısı kaybı daha az olmaktadır. Hava sıcaklığı vücut sıcaklığından daha fazla olursa, vücut ısı kaybı yaşamaz, çevreden alı 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. Eğer çevrenin nem yoğunluğu deriden fazla olursa insan aşırı rahatsızlık hisseder.

Rüzgar hızı: Rüzgarlı havalarda, hava vücuttan daha soğuk olduğunda konveksiyon ve ışıma yolu ile çabuk ısı kaybı, hava vücuttan daha sıcak olduğunda ısı artışı yaşanmaktadır.

Giysi izolasyonu: Giysiler, deri ile çevre arasındaki ısı ve nem değişimini engelleme yönünde etkilemektedir. Bu sebeple giysiler, hava aşırı soğuk ve sıcak olduğunda vücudu korusa da, fiziksel efor arttığında oluşan fazla ısı kaybını engellemektedir. Giysi izolasyonunu etkileyen faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Lif tipi
- İplik Yapısı
- Örgü yapısı
- Kumaş kalınlığı
- Giysi bileşenleri

1.5. Konu İle İlgili Önceki Çalışmalar

Frydrych ve diğerlerinin (2002) % 100 pamuk ve % 100 tencel ipliklerden bezayağı, kanvas ve dimi yapısında üç farklı tipte dokunmuş kumaşların ısıl iletkenlik, ısıl soğurganlık, ısıl direnç ve hava geçirgenlik özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmada; dokunan tencel kumaşlara önce haşıl sökme ve enzimatik işlem, daha sonra reçineyle işlem yapılmıştır. Dokunan pamuklu kumaşlara, nişasta ve reçineyle işlem yapılmıştır. Bu işlemlerden sonra tüm kumaşların ısıl konfor özellikleri ölçülmüş ve bezayağı kumaşların hem ısıl iletkenliği hem de ısıl soğurganlığı dimi ve kanvas kumaşlardan daha yüksek olduğu görülmüştür. Dimi ve kanvas kumaşların, bezayağı kumaşlardan daha kalın olduğu için ısı kaybının daha az, ısıl izolasyonunun ise daha iyi olduğu belirtilmiştir. Pamuklu kumaşların ısıl iletkenliğinin, tencel kumaşlardan daha yüksek olduğu, tencel kumaşların ısıl soğurganlığının pamuklulardan daha düşük olduğu, ilk temasta daha ılık hissi verdiği ve tencel kumaşların hava geçirgenliğinin pamuklu kumaşlardan daha yüksek olduğu saptanmıştır [33].

Avcı (2007) pamuk ve viskon gibi geleneksel elyaflar ile modal, viloft, seacell, bambu, soya gibi yeni rejenere doğal elyaf cinsleri kullanılarak örülmüş çoraplar yardımıyla konfor özelliklerine elyaf cinsinin katkısı, yeni elyaf cinslerinin kumaş konfor

özelliklerine katkıda ne kadar başarılı olduğunu ve kumaşın fiziksel performanslarını ne şekilde etkilediğini araştırma amacıyla deneysel bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışma sonucuna göre; elyaf tipinin giysi konfor özelliklerine direkt ve dolaylı etkisi vardır. Numunelerin su buharı geçirgenlik oranları kumaş yoğunluğundan ve nem içeriği oranından negatif etkilendiği görülmüştür. Isı iletim katsayısının kumaşın içindeki liflerin yapısından, ısı taşınım katsayısının ise kumaşın yapısından etkilendiği saptanmıştır. Modal ve seacell liflerinin konfor ve fiziksel özellikleri açısından iyi sonuçlar verdiği, bambunun konfor ve fiziksel performansının düşük olduğu görülmüştür. Ancak serinlik hissi açısından diğerlerine göre daha iyi sonuç vermiştir. Viloft, sağladığı ısıl izolasyon ve kılcal ıslanma özellikleriyle ön plana çıkmıştır. Soya, düşük ısı iletimi ve yüksek ısı taşınımı özellikleri göstermiştir. Su itici liflere benzer özellik sergilemiştir. Fiziksel değerleri ise yüksek çıkmıştır [19].

Marmaralı ve Özdil'in (2007) giysilerde ısıl konforu etkileyen parametreleri inceledikleri çalışmaya göre; 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 değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar elastik iplik içermeyen düz örgü kumaşlara ait sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, kumaş yapısında kullanılan elastik iplik miktarı arttıkça ısıl direnç değerleri artmakta, ısıl iletkenlik değerleri azalırken, ısıl soğurganlık değerleri ise arttığı, 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 [34].

Stankovic ve diğerlerinin (2008) 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 transferinin kumaş içerisindeki kılcal yapı, ipliklerin yüzey özellikleriyle ayrıca kumaş içerisindeki hava boşluklarıyla yakından ilgili olduğunu görmüşler. Ayrıca lifleri termal direnç açısından; pamuk, kenevir, viskon, kenevir/viskon, kenevir/pamuk şeklinde, termal iletkenlik açısından; keten/pamuk, viskon, keten/viskon, pamuk, keten şeklinde sıralanmıştır [35].

Üte ve diğerleri (2008) yapmış oldukları çalışmada, doğal renkli pamuk lifi ile Angora Tavşanı lifini farklı oranlarda karıştırarak iplik üretmişler ve bu ipliklerden çift yüzlü örme kumaşlar elde etmişlerdir. Daha sonra ürettikleri bu kumaşların termal konfor özelliklerini ölçmüşlerdir. Ölçüm sonunda, farklı yüzlerin iç ve dış katman olarak kullanılmasının ve değişik Angora oranının bu özelliklere etkisini inceleyerek, kumaşlarda Angora karışımlı iplik kullanılan yüzün termal absorbsiyonun daha düşük olduğunu ve dolayısıyla ilk temasta daha sıcak bir his verdiğini saptamışlardır [36].

Cimilli ve diğerlerinin (2009) modal, mikromodal, bambu, soya lifi ve kitosan gibi yeni liflerden üretilen çorapların konfor özelliklerini inceledikleri çalışmada; termal direnç için lifler yüksekten düşüğe doğru; kitosan, soya lifi, bambu, mikromodal, viskon, pamuk ve modal olarak sıralanmıştır. Hava geçirgenliği için sıralama; mikromodal, modal, soya lifi, bambu, viskon, kitosan, pamuk şeklinde olmuştur. Su buharı geçirgenliği için; kitosan, bambu, soya lifi, modal, viskon, pamuk olarak sıralanmıştır. Dikey su emicilik yüksekliği için sıralama; pamuk, kitosan, soya lifi, viskon, modal, mikromodal ve bambu lifleri şeklinde olmuştur. Kuruma süresi için ise sıralama; bambu, viskon, pamuk, soya lifi, mikromodal, kitosan ve modal şeklindedir [37].

Shim ve diğerlerinin (2009) yaptıkları çalışmada; seramiklerin eşofmanların fiziksel ve termofizyolojik performansları üzerindeki etkisi incelenmiştir. 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 [38].

Majumdar ve diğerlerinin (2010) pamuk, bambu ve karışımından oluşturulmuş süpremi rib ve interlok örme kumaşların termal konfor özelliklerini inceledikleri çalışmada; Bambu lifi oranı arttığında, kumaşların termal iletkenliklerinin genellikle azaldığını, su buharı ve hava geçirgenliğinin de arttığını belirtmişlerdir [39].

Namlıgöz'ün (2010) çalışma sonuçlarına göre; su iticilik bitim işlemleri uygulanan numunelerden özellikle % 100 sentetik ve sentetik/selüloz karışımı kumaşların su iticilik değerleri diğerlerine göre daha yüksek çıkmıştır. Nano ürünlerin yağ iticilik özellikleri görülmezken, klasik ürünlerle işlem görmüş kumaşların yağ iticilik değerleri, sentetik/sentetik karışımlarda ve % 100 sentetik kumaşlarda daha yüksek çıkmıştır. Klasik ve nano ürünlerle işlem görmüş kumaşların buruşmazlık açıları hem emdirme hem de transfer yönteminde özellikle pamuk/sentetik ve lyocell/sentetik karışımı kumaşlarda daha yüksek çıkmıştır. Rejenere selüloz ve bunların karışımından oluşan kumaşların hava geçirgenlik değerleri pamuk, polyester ve bunların karışımından oluşan kumaşların hava geçirgenlik değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Isıl geçirgenlik, su buharı ve hava geçirgenliği en yüksek lyocell, viskon ve bunların karışımlarında, nem iletim kapasitelerinin ise en yüksek selülozik/polyester karışımı kumaşların olduğu saptanmıştır [30].

Ertekin ve Marmaralı'nın (2011) askı ve atlama yapılarının kumaş içerisinde yerleşimine ve tekrar sayısına bağlı olarak ısıl konfor özelliklerine etkilerinin sistematik olarak inceledikleri çalışmada, düz örgü kumaşların daha yüksek ısıl direnç ve düşük hava geçirgenliği değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Askı ve atlama içeren kumaşların ise ısıl iletkenlik değerlerinin düz örgü yapısına göre daha yüksek olduğu saptandığından örmede askı ve atlama yapılarının kumaşa sağladığı ısıl iletkenlik özelliğinden dolayı sıcak mevsimlerde örme kumaşlarda bu yapıların kullanılmasının uygun olacağını belirlemişlerdir [40].

Gün (2011), aynı iplik numarasına sahip modal, mikromodal ve mikromodal air liflerinden 3 farklı sıklıkta oluşturulmuş süprem kumaşların termal özelliklerini incelediği çalışmasında; ısıl direncin modal kumaşta en yüksek, mikromodal kumaşta en düşük olduğunu saptamıştır. Lif inceldikçe iplik enine kesitindeki lif sayısı artacağından, ipliğin yapısındaki hava boşluklarının azalmasından termal özelliklerin de buna bağlı olarak farklılaştığını belirtmiştir [41].

Gül (2012) pamuk ve viskon gibi lifler ile Bambu, Modal®, Promodal®, Mikromodal®, Keten-modal, lyocell® gibi yeni rejenere elyaf cinsleri kullanılarak örülmüş çoraplar yardımıyla, konfor özelliklerine elyaf cinsinin katkısı, yeni elyaf cinslerinin kumaş konfor özelliklerine katkıda ne kadar başarılı olduğu ve kumaşın dayanım performanslarının ne şekilde etkilendiğini araştırmıştır. Bu çalışmanın aşınma testi sonuçlarına göre, en düşük pamuk en yüksek lyocell olduğu, hava geçirgenliği testi sonuçlarına göre, en düşük pamuk en yüksek modal numunesi, bağıl su buharı geçirgenliği yüzdelerine göre, en düşük mikromodal en yüksek modal numunesi, su buharı direncine göre, en düşük modal en yüksek bambu numunesi olduğu görülmüştür. Modal numunesinin su buharı direnci en düşük iken su buharı geçirgenliği en yüksektir. Isıl iletkenlik değerlerine göre, en iyi sonuç viskon numunesine aittir. En düşük mikromodal numunesi gelmiştir. Isıl direnç değerlerine göre, en düşük modal en yüksek bambu numunesi gelmiştir. Isıl soğurganlık değerlerine göre, en düşük pamuk en yüksek viskon numunesi gelmiştir [25].

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Gereç

Bu çalışmada, doğal ve rejenere selülözik kumaşlar ile polyester esaslı kumaşların tekrarlı yıkama işlemleri sonucunda oluşan konfor parametreleri ve bunların değişimi incelenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, genellikle iç çamaşırı veya çorap gibi insan tenine yakın giysilerde kullanılan ve Tablo 2.1'de belirtilen özelliklere sahip süprem örme kumaşlar kullanılmıştır.

Tablo 2.1. Çalışmada kullanılan süprem örme kumaşların özellikleri

Sıra No	Lif Cinsi	Sıra Sıklığı (ad/cm)	May Sıklığı (ad/cm)	Kumaş Gramajı (g/m^2)	Kalınlık (mm)	Gözeneklilik (%)	Lif Yoğunluğu (g/cm^3)
1	%100 Pamuk	19	13	123,4	0,627	0,871	1,52
2	%50 Pamuk %50Viloft	20	13	137,7	0,669	0,865	1,52
3	%100 Viskon	20	14	159,3	0,579	0,819	1,52
4	%100 Viloft	20	14	146,7	0,658	0,853	1,52
5	%100 Tencel	22	13	149,3	0,606	0,838	1,52
6	%100 Polyester	19	14	130,1	0,603	0,843	1,38
7	%100 Coolmax	20	14	150,8	0,630	0,827	1,38
8	%100 Modal	18	13	131,0	0,578	0,851	1,52
9	%50 Polyester %50 Viloft	20	14	145,9	0,630	0,840	1,45
10	%100 Promodal	19	14	141,7	0,591	0,842	1,52
11	%50 Bambu %50 Polyester	11	10	83,8	0,719	0,92	1,45
12	%100 Bambu	11	9	74,8	0,510	0,904	1,52

2.2. Yöntem

Çalışmanın temel prensibi, 12 farklı lif konstrüksiyonundaki kumaş numunelerine ait termofizyolojik konfor parametrelerini yıkama öncesi, 5 yıkama sonrası, 10 yıkama sonrası ve 15 yıkama sonrası değerlerini karşılaştırarak tekrarlı yıkamanın etkilerini saptamak ve farklı lif konstrüksiyonlarındaki kumaşların termofizyolojik konfor özelliklerindeki farklılıkları araştırmaktır.

2.2.1. Yıkama İşlemi

Numunelerimizin ısıl özellikleri (ısıl iletim, ısıl yayınım, ısıl soğurganlık, ısıl direnç (yalıtım), hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği) ile kalınlık özelliği tespit edildikten sonra numuneler TS EN ISO 6330 standardındaki *"referans deterjan 3"* deterjanı kullanılarak çizelge 4N (40ºC'de) programına uygun olarak 5, 10 ve 15 defa yıkanmıştır. Yıkama işleminde ATLAS marka FOM71CLS model laboratuar tipi çamaşır makinesi kullanılmıştır. Yıkama sonrası numuneler standart atmosfer şartlarında (20±2ºC ve %65±4 Rh) serbest halde kurutulmuştur.



Şekil 2.1. Laboratuar tipi çamaşır makinesi

2.2.2. Kumaşlara Uygulanan Testler

2.2.2.1. Kalınlık Tayini

Kumaş kalınlığı; bir kumaşın ağırlığı, sertliği ve sıcak tutma özelliği hakkında temel bilgiler verebilen bir parametredir. Belirli bir basınç altında tekstil ve tekstil mamullerinin kalınlıklarının tayini için Elastocon marka kalınlık ölçer cihazı kullanılmıştır. Kumaşların kalınlık ölçümlerinin yapıldığı cihaz Şekil 2.2'de gösterilmiştir. Çalışmada, yıkama uygulanan ve uygulanmayan kumaşlar standart atmosfer şartlarında (20±2ºC ve %65±4 Rh) 24 saat süre kondisyonlandıktan sonra TS 7128 EN ISO 5084 standardı esas alınarak kumaş kalınlığı tespit edilmiştir.



Şekil 2.2. Kalınlık ölçüm test cihazı

2.2.2.2. Isıl Direnç Testi

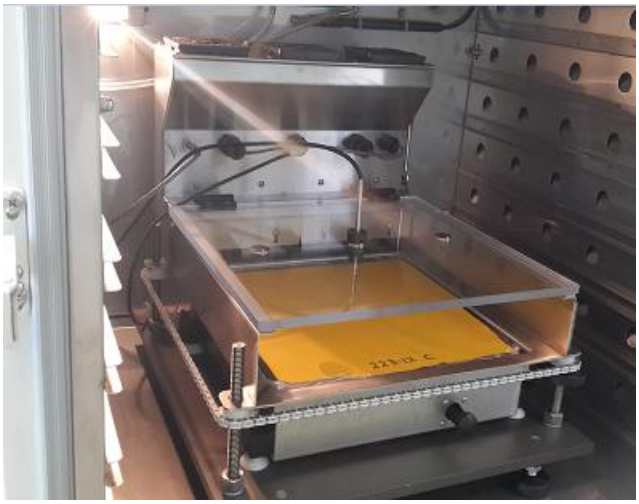
Çalışma kapsamında numune kumaşlara ısıl direnç testi sıcak levha metoduyla uygulanmıştır. Sıcak levha yöntemiyle ısıl direnç tayin edilmesinde TS EN 11092 standardı referans alınmıştır. Isıl direnç testlerinde Terleme Korumalı Sıcak Plaka (Sweating Guarded Hotplate) test cihazı kullanılmıştır.

İnsan tenine çok yakın ısı ve nem iletimini simule eden sıcak plaka kullanılan bu test cihazında filmler, kumaşlar, kaplamalar, köpük, deri ve çok katlı yapılar dahil malzemelerin ısıl direnci (R_{ct}) kararlı şartlar altında ölçülmektedir. Şekil 2.3 ve Şekil 2.4'te çalışmada kullanılan MTW marka Terleme Korumalı Sıcak Plaka (Sweating Guarded Hotplate) test cihazı görülmektedir.



Şekil 2.3. Terleme korumalı sıcak plaka test cihazı ve bilgisayar sistemi

Isıl direnç testi (R_{ct}) için; ölçüm ünitesi veya sıcak plaka sıcaklığı 35ºC (insan tenini simüle ettiği için) hava sıcaklığı 20ºC, bağıl nem %65'e ve hava akımının hızı 1m/s'ye ayarlanmıştır. Kare gözenekli levha sıcaklığı insan vücudunu taklit etmektedir. Sistem numune olmadan kararlı hal durumuna (steady-state) ulaştığında elde edilen termal direnç (R_{ct0}) kaydedilmiştir. Yapılan ölçümde R_{ct0} 0,0569 çıkmıştır.



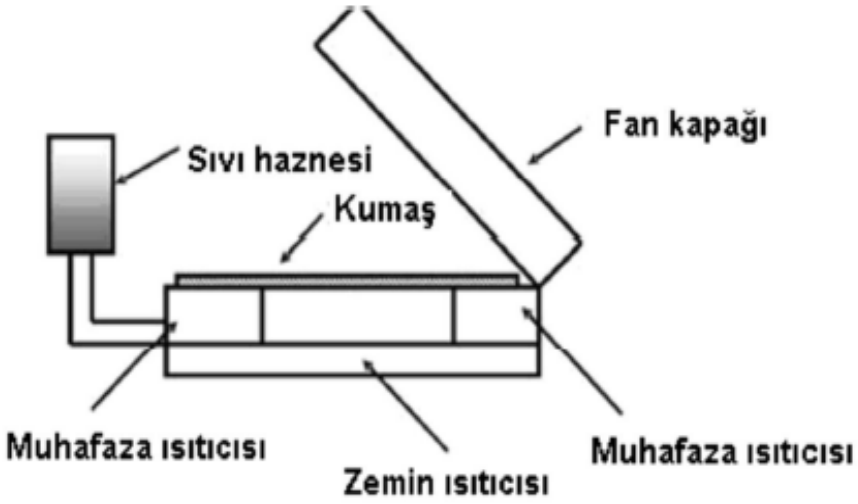
Şekil 2.4. Terleme korumalı sıcak plaka test cihazı iç kısmı

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. Daha sonra R_{ct0} değeri numuneden elde edilen termal direnç değerinden çıkartılır. Kumaşın ısıl direnci aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$R_{ct} = \frac{A(T_s - T_a)}{H} - R_{ct0} \tag{4.1}$$

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).

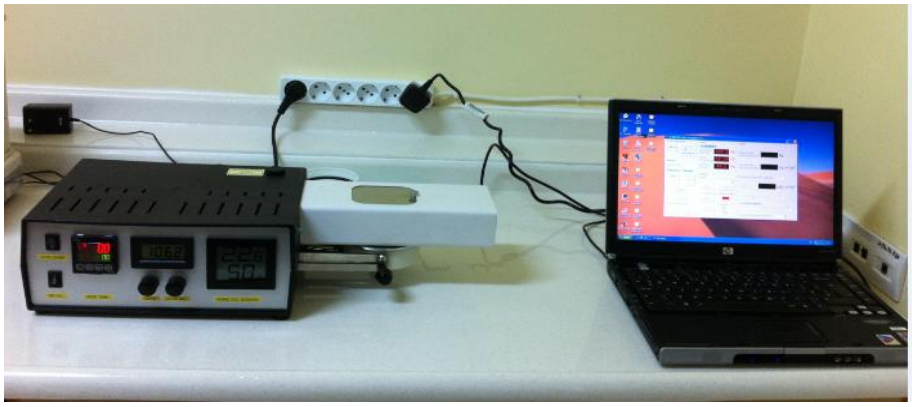
Şekil 2.5'te ise cihazın bölümleri şematik olarak gösterilmektedir. Termal direnç ölçümünde sıvı haznesinde su bulundurulmadan test işlemleri yürütülür.



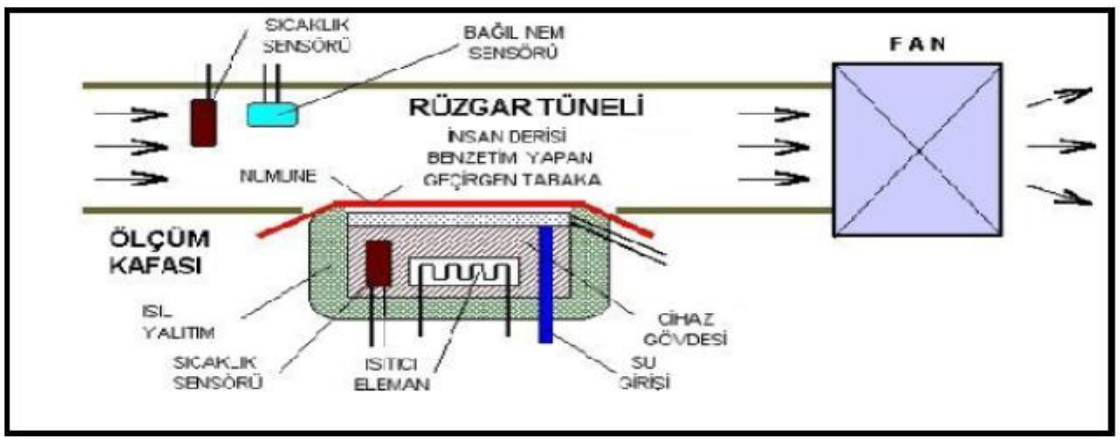
Şekil 2.5. Sıcak levha yöntemiyle ölçüm mekanizması (22)

2.2.2.3. Su Buharı Geçirgenliği Testi

Bağıl su buharı geçirgenliği, kumaşın % olarak su buharı geçirebilme yeteneğidir. Özellikle terlemenin en yoğun olduğu sıcak havalarda veya aktif sporlarda kullanılan ürünler için su buharı geçirgenliği en önemli konfor parametrelerinden biridir. Bağıl su buharı geçirgenlik özelliğinin yüksek olması, ürünlerde terleme sonrası nemin vücuttan kolay buharlaşmasını sağlayarak konfor hissini arttırmaktadır. Su buharı geçirgenliği ölçümleri ISO 11092 standardına göre Permetest su buharı geçirgenliği test cihazında yapılmıştır. Bu cihaz, kuru ve yaş insan cildini simule ederek ölçüm yapmaktadır. Permetest cihazı Şekil 2.6'da, cihazın ölçüm mekanizması Şekil 2.7'de gösterilmektedir. 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. Ölçümler sonucu su buharı geçirgenliği indeksi (%) ve su buharı direnci (m^2Pa/W) değeri elde edilmiştir.



Şekil 2.6. Permetest su buharı geçirgenliği ölçüm cihazı



Şekil 2.7. Permetest cihazının ölçüm mekanizması [29]

Permetest, laboratuar ortamında kolaylıkla temin edilen 20ºC sıcaklık ve %60 bağıl neme sahip, kumaş yüzeyine paralel hava akışı altında ölçüm yapmaktadır. Test edilen numunenin dış yüzeyi paralel bir hava akımına maruz bırakılır ve numunenin diğer yüzü ter sıvısıyla dolu herhangi bir iç çamaşırını temsil eden gözenekli nemli bir membran (membran üzerine 0,2 ml su enjekte edilmiştir) yüz yüze konur. Numune ile membran arasındaki 1 mm'lik bir boşluk suyun sıvı ve buhar kısmını ayırır. Cihazın çalışma prensibi test edilen numuneden geçen buharlaşan su tarafından oluşturulan dinamik ısı akışını ölçmeye dayanır. Suyu buharlaştırmak için gerekli sıcaklık numune (kumaş) kaplama ile ve kaplama olmadan ölçülür. Bağıl su buharı geçirgenliği numune ile ölçülen ısı kaybının numunesiz ölçülen ısı kaybına oranı olarak tanımlanır [25].

2.2.2.4. Hava Geçirgenliği Testi

Hava geçirgenliği, havanın elyaflar ve kumaş yapısı içinden geçme kabiliyetidir. Bir kumaşın hava geçirgenliği termal özellikleri ile ilgili olup kumaşların konfor faktörünü ifade eden ısıyı, nemi tutma veya geçirme özelliklerini belirlemektedir. Hava geçirgenliği iyi olan kumaşlar hava hareketleri nedeniyle ısı kaybını arttırır. Hava kumaştan rahatça geçebildiğinde ya ısı dışarıya doğru dağılır ya da tersine olarak ısı kumaştan vücuda geçebilir. Giysilik kumaşların havayı gerekenden az veya çok geçirmesi kişinin fizyolojik ve psikolojik durumunda rahatsızlıklara dolayısıyla kumaşın konfor açısından yetersiz olarak değerlendirilmesine neden olabilir.

Hava geçirgenliği testi, TS 391 EN ISO 9237 standardına uygun olarak, SDL Atlas marka test cihazında yapılmıştır. Testlerin yapıldığı hava geçirgenlik test cihazı Şekil 2.8'de gösterilmektedir.



Şekil 2.8. Hava geçirgenlik 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.

Testler 100 Pa basınç düşüşünde ve 20 cm^2 deney alanıyla yapılmıştır. Bu cihazda kumaş belirli bir alana sahip olan test kafasının altına yerleştirilmekte ve test kafası kumaşın üzerine bastırılarak kompresörden gelen havanın kumaşın içinden geçmesi sağlanmaktadır. Her bir numuneden 3 adet ölçüm yapılarak, bunların ortalama değerleri alınarak mm/sn birimi ile ifade edilmektedir.

2.2.3. Gözeneklilik Hesabı

Kumaş gözenekliliği, tüm kumaş içindeki hava boşluğunun yüzdesel değeri olarak tanımlanmaktadır. Isıl konfor özelliklerinin değerlendirilmesinde örme kumaşların gözenekliliklerinin de bilinmesi gerekir.

$$P = (1 - m / f.t) \times 100$$

Burada; P= gözeneklilik (%)

m= kumaş gramajı (g/cm^2)

f= lif yoğunluğu (g/cm3)

t=kumaş kalınlığı (cm) dir.

Tez çalışmasında kullanılan liflerin yoğunlukları Tablo 2.1'de gösterilmektedir. Karışım kumaşlarında yoğunluk hesabı karışım oranları dikkate alınarak yapılmıştır.

2.2.4. İstatistiksel Yöntem

Design Expert 6.0.1 paket programı kullanılarak Genel Faktöriyel Tasarım uygulanmış ve böylece seçilen bağımsız değişkenlerin tepki (bağımlı) değişkeni üzerindeki etkileri istatistiksel olarak değerlendirilerek sonuçlar yorumlanmıştır. Bu çalışmada her bir faktörün seviyesi aynı olmadığı için genel faktöriyel tasarım tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan bazı terim ve kavramlar aşağıda verilerek model seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar anlatılmıştır.

2.2.4.1. Bağımsız Değişken

Deneysel bir çalışmada, deneyi yapan kişi tarafından etkileri araştırılan değişkenlere bağımsız (kestirici, deneysel) değişken ya da faktör denir. Araştırmanın sonucunu etkileyebilecek olan değişkendir. Çalışmada hammadde ve yıkama sayısı bağımsız değişken olarak değerlendirilmektedir.

2.2.4.2. Bağımlı Değişken

Deneysel bir çalışmada, bağımsız değişkenin her bir durumu altında yapılan testlerde ölçülen değişkene denir. Bağımsız değişkene bağlı olarak ortaya çıkan ve araştırmanın sonucu durumunda olan değişkendir. Tepki değişkeni veya yanıt olarak da adlandırılmaktadır. Çalışmada elde edilen kumaşın mekanik özellikleri (hava geçirgenliği, kalınlık, ısıl direnç ve bağıl su buharı geçirgenliği) bağımlı değişken olarak değerlendirilmektedir.

2.2.4.3. F-Testi

Normal dağılım gösteren bağımsız iki kitlenin standart sapmalarının eşit olduğu hipotezlerdir. İki kitlenin karşılaştırılabilmesi için standart sapmalarının eşit olması gerekir.

2.2.4.4. p Değeri

p-değeri istatistiksel anlamlılığın (statistical significance) varlığının ve varsa da var olan farklılığın kanıtının düzeyinin belirlenmesi amacı ile kullanılan bir değerdir. Her istatistiksel testin sonucunda kullanılan test istatistiğine ait bir p- değeri hesaplanır.

2.2.4.5. ANOVA

ANOVA bağımsız değişkenlerin kendi aralarında nasıl etkileşime girdiklerini ve bu etkileşimlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini analiz etmek için kullanılır. Tabloda yer alan F-değeri modelin kareler toplamının, hataların kareler toplamına oranı ile hesaplanır. %95 güven aralığında ANOVA tablosunda $p<0.05$ olması durumunda kurulan modelin anlamlı olduğu anlaşılmaktadır.

R korelasyon katsayısı olarak tanımlanmaktadır. Bu sayı bağımsız değişken ile bağımlı değişken arasındaki doğrusal ilişkinin derecesini göstermektedir. Korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında değişen değerler alır. Katsayı, etkileşimin olmadığı durumda 0, tam ve kuvvetli bir etkileşim varsa 1, ters yönlü ve tam bir etkileşim varsa -1 değerini alır.

R^2 determinasyon katsayısıdır. Determinasyon katsayısı bağımlı değişkendeki değişikliğin bağımsız değişkenin değişkenliği ile açıklanan kısmını yüzde olarak ifade eder. R^2 modelin açıklanma yüzdesini ifade etmesine rağmen modele katkısı olmayan terimlerin modelden çıkartılmasıyla daha doğru bir sonuç elde edilir. Elde edilen bu 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. Model seçilirken bu değerin düşük olması istenmektedir.

2.2.4.6. Uyum Eksikliği (Lack of Fit)

Bu test seçilen modelin uygunluğunu belirlemek için yapılır. Uyum eksikliği tablosunda F değeri en düşük model seçilmelidir. 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

Design Expert paket programında Faktöriyel menüsünden “General Factorial” menüsü tıklandıktan sonra ilk bağımsız değişkenler olan hammaddeler (12 farklı hammadde) ve analiz öncesi kumaşlara uygulanan yıkama sayıları programa girilmiştir. Tepki değeri olarak deneysel çalışmalar sonucu elde edilen kumaş özelliklerinin değerleri girilir. Program ile varyans analizi (ANOVA) yapılarak hangi modelin kullanılması gerektiği belirlendikten sonra oluşturulan modelden kumaş özelliklerinin analiz edilebilmesi sağlanmıştır

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Kalınlık Testine Ait Bulgular

Kumaş kalınlığı testleri, Elastocon marka dijital kumaş kalınlığı test cihazında TS 7128 EN ISO 5084'ye göre yapılmıştır. 12 farklı lif konstrüksiyonunda üretilen kumaşların yıkama öncesi ve 5, 10 ve 15 yıkamalı kumaşların kalınlık özelliklerine ait değerler ölçülmüştür. Söz konusu ölçüm sonuçları Tablo 3.1., Tablo 3.2., Tablo 3.3. ve Tablo 3.4.'te gösterilmektedir.

Tablo 3.1. Kumaşların yıkama öncesi kalınlıkları

Kumaş		**Kumaş Kalınlığı (mm)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	0,643	0,627	0,02	2,64
	2. Ölçüm	0,629			
	3. Ölçüm	0,610			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	0,671	0,669	0,01	1,16
	2. Ölçüm	0,675			
	3. Ölçüm	0,660			
%100 Viskon	1. Ölçüm	0,573	0,579	0,01	1,13
	2. Ölçüm	0,578			
	3. Ölçüm	0,586			
%100 Viloft	1. Ölçüm	0,658	0,655	0,00	0,67
	2. Ölçüm	0,650			
	3. Ölçüm	0,657			
%100 Tencel	1. Ölçüm	0,606	0,616	0,01	1,44
	2. Ölçüm	0,619			
	3. Ölçüm	0,623			
%100 Polyester	1. Ölçüm	0,609	0,603	0,01	1,00
	2. Ölçüm	0,597			
	3. Ölçüm	0,602			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	0,635	0,630	0,00	0,73
	2. Ölçüm	0,626			
	3. Ölçüm	0,629			
%100 Modal	1. Ölçüm	0,575	0,578	0,01	0,95
	2. Ölçüm	0,574			
	3. Ölçüm	0,584			

Kumaş		Kumaş Kalınlığı (mm)	Ortalama	Standart Sapma	CV %
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	0,628	0,630	0,01	1,37
	2. Ölçüm	0,639			
	3. Ölçüm	0,622			
%100 Promodal	1. Ölçüm	0,583	0,591	0,01	1,64
	2. Ölçüm	0,589			
	3. Ölçüm	0,602			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	0,709	0,719	0,01	1,27
	2. Ölçüm	0,727			
	3. Ölçüm	0,721			
%100 Bambu	1. Ölçüm	0,519	0,510	0,01	1,56
	2. Ölçüm	0,507			
	3. Ölçüm	0,504			

Tablo 3.2. Kumaşların 5 yıkama sonrası kalınlıkları

Kumaş		Kumaş Kalınlığı (mm)	Ortalama	Standart Sapma	CV %
%100 Pamuk	1. Ölçüm	0,758	0,744	0,02	2,13
	2. Ölçüm	0,748			
	3. Ölçüm	0,727			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	0,747	0,743	0,02	2,39
	2. Ölçüm	0,759			
	3. Ölçüm	0,724			
%100 Viskon	1. Ölçüm	0,671	0,678	0,01	1,04
	2. Ölçüm	0,679			
	3. Ölçüm	0,685			
%100 Viloft	1. Ölçüm	0,730	0,725	0,01	0,89
	2. Ölçüm	0,718			
	3. Ölçüm	0,728			
%100 Tencel	1. Ölçüm	0,668	0,694	0,02	3,35
	2. Ölçüm	0,703			
	3. Ölçüm	0,712			
%100 Polyester	1. Ölçüm	0,724	0,717	0,01	0,98
	2. Ölçüm	0,710			
	3. Ölçüm	0,716			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	0,762	0,741	0,02	3,06
	2. Ölçüm	0,717			
	3. Ölçüm	0,744			
%100 Modal	1. Ölçüm	0,639	0,639	0,01	0,94
	2. Ölçüm	0,633			
	3. Ölçüm	0,645			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	0,719	0,719	0,01	1,18
	2. Ölçüm	0,728			
	3. Ölçüm	0,711			
%100 Promodal	1. Ölçüm	0,690	0,684	0,01	1,73
	2. Ölçüm	0,691			
	3. Ölçüm	0,670			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	1,196	1,199	0,00	0,22
	2. Ölçüm	1,201			
	3. Ölçüm	1,200			
%100 Bambu	1. Ölçüm	0,726	0,723	0,00	0,52
	2. Ölçüm	0,725			
	3. Ölçüm	0,719			

Tablo 3.3. Kumaşların 10 yıkama sonrası kalınlıkları

Kumaş		**Kumaş Kalınlığı (mm)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	0,758	0,744	0,01	1,88
	2. Ölçüm	0,744			
	3. Ölçüm	0,730			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	0,761	0,759	0,01	0,95
	2. Ölçüm	0,765			
	3. Ölçüm	0,751			
%100 Viskon	1. Ölçüm	0,684	0,690	0,01	1,26
	2. Ölçüm	0,686			
	3. Ölçüm	0,700			
%100 Viloft	1. Ölçüm	0,736	0,723	0,01	1,69
	2. Ölçüm	0,712			
	3. Ölçüm	0,720			
%100 Tencel	1. Ölçüm	0,690	0,706	0,01	2,04
	2. Ölçüm	0,710			
	3. Ölçüm	0,718			
%100 Polyester	1. Ölçüm	0,722	0,710	0,01	1,76
	2. Ölçüm	0,697			
	3. Ölçüm	0,710			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	0,780	0,758	0,02	2,78
	2. Ölçüm	0,738			
	3. Ölçüm	0,756			
%100 Modal	1. Ölçüm	0,617	0,619	0,01	1,73
	2. Ölçüm	0,610			
	3. Ölçüm	0,631			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	0,736	0,737	0,00	0,41
	2. Ölçüm	0,740			
	3. Ölçüm	0,734			
%100 Promodal	1. Ölçüm	0,664	0,669	0,01	0,75
	2. Ölçüm	0,670			
	3. Ölçüm	0,674			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	1,244	1,253	0,01	0,69
	2. Ölçüm	1,261			
	3. Ölçüm	1,255			
%100 Bambu	1. Ölçüm	0,745	0,726	0,02	2,37
	2. Ölçüm	0,720			
	3. Ölçüm	0,712			

Tablo 3.4. Kumaşların 15 yıkama sonrası kalınlıkları

Kumaş		**Kumaş Kalınlığı (mm)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	0,788	0,777	0,01	1,42
	2. Ölçüm	0,776			
	3. Ölçüm	0,766			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	0,754	0,746	0,03	3,43
	2. Ölçüm	0,766			
	3. Ölçüm	0,717			
%100 Viskon	1. Ölçüm	0,691	0,703	0,01	2,07
	2. Ölçüm	0,698			
	3. Ölçüm	0,719			
%100 Viloft	1. Ölçüm	0,732	0,722	0,01	1,56
	2. Ölçüm	0,710			
	3. Ölçüm	0,725			
%100 Tencel	1. Ölçüm	0,720	0,726	0,01	1,24
	2. Ölçüm	0,721			
	3. Ölçüm	0,736			
%100 Polyester	1. Ölçüm	0,772	0,756	0,02	2,93
	2. Ölçüm	0,731			
	3. Ölçüm	0,766			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	0,795	0,779	0,02	1,99
	2. Ölçüm	0,764			
	3. Ölçüm	0,778			
%100 Modal	1. Ölçüm	0,608	0,600	0,02	2,91
	2. Ölçüm	0,580			
	3. Ölçüm	0,612			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	0,745	0,748	0,01	1,24
	2. Ölçüm	0,758			
	3. Ölçüm	0,740			
%100 Promodal	1. Ölçüm	0,670	0,682	0,01	2,11
	2. Ölçüm	0,678			
	3. Ölçüm	0,698			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	1,216	1,251	0,03	2,59
	2. Ölçüm	1,280			
	3. Ölçüm	1,257			
%100 Bambu	1. Ölçüm	0,658	0,644	0,02	3,28
	2. Ölçüm	0,655			
	3. Ölçüm	0,620			

3.2. Hava Geçirgenlik Testine Ait Bulgular

Kumaşlara hava geçirgenliği testi, SDL Atlas Marka hava geçirgenliği test cihazında TS 391 EN ISO 9237 standardı esas alınarak yürütülmüştür. 12 farklı lif konstrüksiyonunda üretilen kumaşların yıkama öncesi, 5, 10 ve 15 yıkamalı hava geçirgenliği özelliklerine ait değerler ölçülmüştür. Söz konusu ölçüm sonuçları Tablo 3.5., Tablo 3.6., Tablo 3.7. ve Tablo 3.8.'de gösterilmektedir.

Tablo 3.5. Kumaşların yıkama öncesi hava geçirgenlik değerleri

Kumaş		**Hava Geçirgenlik Değeri (mm/s)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	1310	1336,667	30,55	2,29
	2. Ölçüm	1370			
	3. Ölçüm	1330			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	908	917,333	30,11	3,28
	2. Ölçüm	951			
	3. Ölçüm	893			
%100 Viskon	1. Ölçüm	715	714,667	34,50	4,83
	2. Ölçüm	680			
	3. Ölçüm	749			
%100 Viloft	1. Ölçüm	664	656,667	9,45	1,44
	2. Ölçüm	646			
	3. Ölçüm	660			
%100 Tencel	1. Ölçüm	2170	2136,667	94,52	4,42
	2. Ölçüm	2210			
	3. Ölçüm	2030			
%100 Polyester	1. Ölçüm	1560	1606,667	80,83	5,03
	2. Ölçüm	1700			
	3. Ölçüm	1560			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	526	573,000	40,73	7,11
	2. Ölçüm	595			
	3. Ölçüm	598			
%100 Modal	1. Ölçüm	1110	1116,667	40,41	3,62
	2. Ölçüm	1080			
	3. Ölçüm	1160			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	961	913,000	85,75	9,39
	2. Ölçüm	964			
	3. Ölçüm	814			
%100 Promodal	1. Ölçüm	1130	1093,333	55,08	5,04
	2. Ölçüm	1030			
	3. Ölçüm	1120			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	4320	4180,000	135,28	3,24
	2. Ölçüm	4050			
	3. Ölçüm	4170			
%100 Bambu	1. Ölçüm	4470	4380,000	81,85	1,87
	2. Ölçüm	4360			
	3. Ölçüm	4310			

Tablo 3.6. Kumaşların 5 yıkama sonrası hava geçirgenlik değerleri

Kumaş		**Hava Geçirgenlik Değeri (mm/s)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	561	562,000	41,51	7,39
	2. Ölçüm	604			
	3. Ölçüm	521			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	360	360,000	4,00	1,11
	2. Ölçüm	356			
	3. Ölçüm	364			
%100 Viskon	1. Ölçüm	816	837,333	107,60	12,85
	2. Ölçüm	954			
	3. Ölçüm	742			
%100 Viloft	1. Ölçüm	1010	985,000	33,45	3,40
	2. Ölçüm	998			
	3. Ölçüm	947			
%100 Tencel	1. Ölçüm	949	850,333	85,59	10,07
	2. Ölçüm	796			
	3. Ölçüm	806			
%100 Polyester	1. Ölçüm	1570	1466,667	92,92	6,34
	2. Ölçüm	1440			
	3. Ölçüm	1390			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	1230	1123,667	94,13	8,38
	2. Ölçüm	1051			
	3. Ölçüm	1090			
%100 Modal	1. Ölçüm	1530	1630,000	132,29	8,12
	2. Ölçüm	1780			
	3. Ölçüm	1580			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	476	493,000	18,68	3,79
	2. Ölçüm	490			
	3. Ölçüm	513			
%100 Promodal	1. Ölçüm	698	708,667	32,35	4,56
	2. Ölçüm	683			
	3. Ölçüm	745			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	3290	3230,000	65,57	2,03
	2. Ölçüm	3160			
	3. Ölçüm	3240			
%100 Bambu	1. Ölçüm	4380	4416,667	376,34	8,52
	2. Ölçüm	4810			
	3. Ölçüm	4060			

Tablo 3.7. Kumaşların 10 yıkama sonrası hava geçirgenlik değerleri

Kumaş		**Hava Geçirgenlik Değeri (mm/s)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	556	511,667	61,86	12,09
	2. Ölçüm	538			
	3. Ölçüm	441			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	315	314,667	0,58	0,18
	2. Ölçüm	315			
	3. Ölçüm	314			
%100 Viskon	1. Ölçüm	520	484,667	34,53	7,12
	2. Ölçüm	451			
	3. Ölçüm	483			
%100 Viloft	1. Ölçüm	435	456,000	57,45	12,60
	2. Ölçüm	412			
	3. Ölçüm	521			
%100 Tencel	1. Ölçüm	506	505,000	5,57	1,10
	2. Ölçüm	499			
	3. Ölçüm	510			
%100 Polyester	1. Ölçüm	1440	1413,333	64,29	4,55
	2. Ölçüm	1460			
	3. Ölçüm	1340			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	912	995,000	84,02	8,44
	2. Ölçüm	993			
	3. Ölçüm	1080			
%100 Modal	1. Ölçüm	1330	1373,333	66,58	4,85
	2. Ölçüm	1340			
	3. Ölçüm	1450			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	1330	1290,000	40,00	3,10
	2. Ölçüm	1290			
	3. Ölçüm	1250			
%100 Promodal	1. Ölçüm	637	614,000	52,43	8,54
	2. Ölçüm	554			
	3. Ölçüm	651			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	3260	3400,000	170,59	5,02
	2. Ölçüm	3590			
	3. Ölçüm	3350			
%100 Bambu	1. Ölçüm	4330	4546,667	215,02	4,73
	2. Ölçüm	4760			
	3. Ölçüm	4550			

Tablo 3.8. Kumaşların 15 yıkama sonrası hava geçirgenlik değerleri

Kumaş		**Hava Geçirgenlik Değeri (mm/s)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	803	793,667	71,46	9,00
	2. Ölçüm	860			
	3. Ölçüm	718			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	345	377,667	43,47	11,51
	2. Ölçüm	427			
	3. Ölçüm	361			
%100 Viskon	1. Ölçüm	315	339,000	25,63	7,56
	2. Ölçüm	366			
	3. Ölçüm	336			
%100 Viloft	1. Ölçüm	393	409,333	41,96	10,25
	2. Ölçüm	457			
	3. Ölçüm	378			
%100 Tencel	1. Ölçüm	501	488,000	12,12	2,48
	2. Ölçüm	486			
	3. Ölçüm	477			
%100 Polyester	1. Ölçüm	1520	1463,333	73,71	5,04
	2. Ölçüm	1490			
	3. Ölçüm	1380			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	1110	1041,667	79,11	7,59
	2. Ölçüm	1060			
	3. Ölçüm	955			
%100 Modal	1. Ölçüm	1330	1346,667	105,99	7,87
	2. Ölçüm	1250			
	3. Ölçüm	1460			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	522	509,667	28,57	5,61
	2. Ölçüm	530			
	3. Ölçüm	477			
%100 Promodal	1. Ölçüm	646	587,333	52,20	8,89
	2. Ölçüm	570			
	3. Ölçüm	546			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	3300	3456,667	137,96	3,99
	2. Ölçüm	3560			
	3. Ölçüm	3510			
%100 Bambu	1. Ölçüm	5320	5266,667	110,15	2,09
	2. Ölçüm	5140			
	3. Ölçüm	5340			

3.3. Isıl Direnç Testine Ait Bulgular

Çalışmada, konveksiyon yoluyla ölçüm yapan terleme korumalı sıcak plaka (sweating guarded hotplate) cihazı kullanılarak 12 farklı lif konstrüksiyonunda üretilen kumaşların yıkama öncesi, 5, 10 ve 15 yıkamalı ısıl direnç (yalıtım) özelliklerine ait değerler ölçülmüştür. Söz konusu ölçüm sonuçları Tablo 3.9., Tablo 3.10., Tablo 3.11. ve Tablo 3.12.'de gösterilmektedir.

Tablo 3.9. Kumaşların yıkama öncesi ısıl direnç değerleri

Kumaş		**Isıl Direnç Değeri (m^2K/W)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	0,0320	0,0324	0,0014	4,45
	2. Ölçüm	0,0312			
	3. Ölçüm	0,0340			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	0,0326	0,0325	0,0013	4,00
	2. Ölçüm	0,0312			
	3. Ölçüm	0,0338			
%100 Viskon	1. Ölçüm	0,0232	0,0233	0,0008	3,24
	2. Ölçüm	0,0226			
	3. Ölçüm	0,0241			
%100 Viloft	1. Ölçüm	0,0358	0,0359	0,0018	4,88
	2. Ölçüm	0,0342			
	3. Ölçüm	0,0377			
%100 Tencel	1. Ölçüm	0,0209	0,0207	0,0009	4,43
	2. Ölçüm	0,0197			
	3. Ölçüm	0,0215			
%100 Polyester	1. Ölçüm	0,0324	0,0311	0,0013	4,05
	2. Ölçüm	0,0309			
	3. Ölçüm	0,0299			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	0,0366	0,0367	0,0012	3,28
	2. Ölçüm	0,0356			
	3. Ölçüm	0,0380			
%100 Modal	1. Ölçüm	0,0296	0,0296	0,0009	3,04
	2. Ölçüm	0,0287			
	3. Ölçüm	0,0305			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	0,0303	0,0305	0,0005	1,55
	2. Ölçüm	0,0310			
	3. Ölçüm	0,0301			
%100 Promodal	1. Ölçüm	0,0306	0,0305	0,0006	1,83
	2. Ölçüm	0,0299			
	3. Ölçüm	0,0310			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	0,0501	0,0500	0,0006	1,20
	2. Ölçüm	0,0494			
	3. Ölçüm	0,0506			
%100 Bambu	1. Ölçüm	0,0393	0,0394	0,0005	1,30
	2. Ölçüm	0,0400			
	3. Ölçüm	0,0390			

Tablo 3.10. Kumaşların 5 yıkama sonrası ısıl direnç değerleri

Kumaş		**Isıl Direnç Değeri (m^2K/W)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	0,0372	0,0379	0,0006	1,61
	2. Ölçüm	0,0380			
	3. Ölçüm	0,0384			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	0,0388	0,0398	0,0010	2,40
	2. Ölçüm	0,0407			
	3. Ölçüm	0,0399			
%100 Viskon	1. Ölçüm	0,0320	0,0313	0,0011	3,52
	2. Ölçüm	0,0300			
	3. Ölçüm	0,0318			
%100 Viloft	1. Ölçüm	0,0365	0,0362	0,0013	3,53
	2. Ölçüm	0,0348			
	3. Ölçüm	0,0373			
%100 Tencel	1. Ölçüm	0,0257	0,0253	0,0013	5,09
	2. Ölçüm	0,0239			
	3. Ölçüm	0,0264			
%100 Polyester	1. Ölçüm	0,0400	0,0401	0,0008	1,88
	2. Ölçüm	0,0394			
	3. Ölçüm	0,0409			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	0,0427	0,0426	0,0006	1,44
	2. Ölçüm	0,0419			
	3. Ölçüm	0,0431			
%100 Modal	1. Ölçüm	0,0351	0,0351	0,0009	2,56
	2. Ölçüm	0,0342			
	3. Ölçüm	0,0360			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	0,0391	0,0392	0,0008	2,05
	2. Ölçüm	0,0400			
	3. Ölçüm	0,0384			
%100 Promodal	1. Ölçüm	0,0371	0,0371	0,0007	1,89
	2. Ölçüm	0,0364			
	3. Ölçüm	0,0378			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	0,0530	0,0530	0,0006	1,13
	2. Ölçüm	0,0536			
	3. Ölçüm	0,0524			
%100 Bambu	1. Ölçüm	0,0478	0,0477	0,0008	1,68
	2. Ölçüm	0,0469			
	3. Ölçüm	0,0485			

Tablo 3.11. Kumaşların 10 yıkama sonrası ısıl direnç değerleri

Kumaş		**Isıl Direnç Değeri (m^2K/W)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	0,0441	0,0441	0,0010	2,16
	2. Ölçüm	0,0431			
	3. Ölçüm	0,045			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	0,0411	0,0428	0,0016	3,77
	2. Ölçüm	0,0443			
	3. Ölçüm	0,0431			
%100 Viskon	1. Ölçüm	0,0371	0,0370	0,0008	2,17
	2. Ölçüm	0,0362			
	3. Ölçüm	0,0378			
%100 Viloft	1. Ölçüm	0,0382	0,0382	0,0008	1,96
	2. Ölçüm	0,0375			
	3. Ölçüm	0,039			
%100 Tencel	1. Ölçüm	0,0248	0,0247	0,0007	2,66
	2. Ölçüm	0,024			
	3. Ölçüm	0,0253			
%100 Polyester	1. Ölçüm	0,0486	0,0487	0,0012	2,47
	2. Ölçüm	0,05			
	3. Ölçüm	0,0476			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	0,0469	0,0468	0,0008	1,71
	2. Ölçüm	0,046			
	3. Ölçüm	0,0476			
%100 Modal	1. Ölçüm	0,0340	0,0340	0,0010	2,79
	2. Ölçüm	0,0331			
	3. Ölçüm	0,035			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	0,0364	0,0364	0,0013	3,44
	2. Ölçüm	0,0351			
	3. Ölçüm	0,0376			
%100 Promodal	1. Ölçüm	0,0333	0,0333	0,0012	3,60
	2. Ölçüm	0,0321			
	3. Ölçüm	0,0345			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	0,0569	0,0567	0,0013	2,22
	2. Ölçüm	0,0579			
	3. Ölçüm	0,0554			
%100 Bambu	1. Ölçüm	0,0375	0,0373	0,0012	3,10
	2. Ölçüm	0,0384			
	3. Ölçüm	0,0361			

Tablo 3.12. Kumaşların 15 yıkama sonrası ısıl direnç değerleri

Kumaş		**Isıl Direnç Değeri (m^2K/W)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	0,0419	0,0418	0,0008	1,81
	2. Ölçüm	0,041			
	3. Ölçüm	0,0425			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	0,0439	0,0425	0,0013	3,11
	2. Ölçüm	0,0413			
	3. Ölçüm	0,0422			
%100 Viskon	1. Ölçüm	0,0332	0,0333	0,0012	3,61
	2. Ölçüm	0,0321			
	3. Ölçüm	0,0345			
%100 Viloft	1. Ölçüm	0,0356	0,0357	0,0011	3,10
	2. Ölçüm	0,0347			
	3. Ölçüm	0,0369			
%100 Tencel	1. Ölçüm	0,0217	0,0218	0,0011	4,83
	2. Ölçüm	0,0208			
	3. Ölçüm	0,0229			
%100 Polyester	1. Ölçüm	0,0421	0,0421	0,0010	2,26
	2. Ölçüm	0,0411			
	3. Ölçüm	0,043			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	0,0415	0,0404	0,0010	2,49
	2. Ölçüm	0,0403			
	3. Ölçüm	0,0395			
%100 Modal	1. Ölçüm	0,0376	0,0376	0,0010	2,53
	2. Ölçüm	0,0386			
	3. Ölçüm	0,0367			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	0,04	0,0401	0,0011	2,63
	2. Ölçüm	0,0391			
	3. Ölçüm	0,0412			
%100 Promodal	1. Ölçüm	0,0333	0,0334	0,0007	1,96
	2. Ölçüm	0,0341			
	3. Ölçüm	0,0328			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	0,055	0,0547	0,0007	1,35
	2. Ölçüm	0,0539			
	3. Ölçüm	0,0553			
%100 Bambu	1. Ölçüm	0,0424	0,0423	0,0009	2,02
	2. Ölçüm	0,0431			
	3. Ölçüm	0,0414			

3.4. Normalize Edilmiş Isıl Direnç Testine Ait Bulgular

Çalışma sonucu elde edilen ısıl direnç değerlerine bakıldığında ısıl direnç üzerinde en etkili faktör kumaş kalınlığı olduğu görülmektedir. Kumaş malzeme cinsinin direk olarak etkisini incelemek amacıyla ısıl direnç değerleri kumaş kalınlığına bölünerek (R/h) normalize edilmiştir. Söz konusu normalize edilmiş ısıl direnç değerleri Tablo 3.13., Tablo 3.14., Tablo 3.15. ve Tablo 3.16.'da gösterilmektedir.

Tablo 3.13. Kumaşların yıkama öncesi normalize edilmiş ısıl direnç değerleri

Kumaş		**Normalize edilmiş Isıl Direnç Değeri (R/h) (m^2K/Wmm)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	0,0498	0,0517	0,0035	6,76
	2. Ölçüm	0,0496			
	3. Ölçüm	0,0557			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	0,0486	0,0487	0,0025	5,13
	2. Ölçüm	0,0462			
	3. Ölçüm	0,0512			
%100 Viskon	1. Ölçüm	0,0405	0,0402	0,0010	2,57
	2. Ölçüm	0,0391			
	3. Ölçüm	0,0411			
%100 Viloft	1. Ölçüm	0,0544	0,0548	0,0024	4,39
	2. Ölçüm	0,0526			
	3. Ölçüm	0,0574			
%100 Tencel	1. Ölçüm	0,0383	0,0372	0,0014	3,64
	2. Ölçüm	0,0357			
	3. Ölçüm	0,0377			
%100 Polyester	1. Ölçüm	0,0532	0,0515	0,0018	3,45
	2. Ölçüm	0,0518			
	3. Ölçüm	0,0497			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	0,0576	0,0583	0,0019	3,20
	2. Ölçüm	0,0569			
	3. Ölçüm	0,0604			
%100 Modal	1. Ölçüm	0,0515	0,0512	0,0011	2,21
	2. Ölçüm	0,0500			
	3. Ölçüm	0,0522			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	0,0482	0,0484	0,0001	0,27
	2. Ölçüm	0,0485			
	3. Ölçüm	0,0484			
%100 Promodal	1. Ölçüm	0,0525	0,0516	0,0009	1,68
	2. Ölçüm	0,0508			
	3. Ölçüm	0,0515			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	0,0707	0,0696	0,0014	2,08
	2. Ölçüm	0,0680			
	3. Ölçüm	0,0702			
%100 Bambu	1. Ölçüm	0,0757	0,0773	0,0016	2,05
	2. Ölçüm	0,0789			
	3. Ölçüm	0,0774			

Tablo 3.14. Kumaşların 5 yıkama sonrası normalize edilmiş ısıl direnç değerleri

Kumaş		**Normalize Edilmiş Isıl Direnç Değeri (R/h) (m^2K/Wmm)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	0,0491	0,0509	0,0019	3,68
	2. Ölçüm	0,0508			
	3. Ölçüm	0,0528			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	0,0519	0,0536	0,0016	2,96
	2. Ölçüm	0,0536			
	3. Ölçüm	0,0551			
%100 Viskon	1. Ölçüm	0,0477	0,0461	0,0018	3,85
	2. Ölçüm	0,0442			
	3. Ölçüm	0,0464			
%100 Viloft	1. Ölçüm	0,0500	0,0499	0,0014	2,78
	2. Ölçüm	0,0485			
	3. Ölçüm	0,0512			
%100 Tencel	1. Ölçüm	0,0418	0,0397	0,0022	5,50
	2. Ölçüm	0,0374			
	3. Ölçüm	0,0399			
%100 Polyester	1. Ölçüm	0,0553	0,0560	0,0010	1,81
	2. Ölçüm	0,0555			
	3. Ölçüm	0,0571			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	0,0560	0,0575	0,0013	2,20
	2. Ölçüm	0,0584			
	3. Ölçüm	0,0579			
%100 Modal	1. Ölçüm	0,0549	0,0549	0,0009	1,63
	2. Ölçüm	0,0540			
	3. Ölçüm	0,0558			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	0,0544	0,0544	0,0005	0,87
	2. Ölçüm	0,0549			
	3. Ölçüm	0,0540			
%100 Promodal	1. Ölçüm	0,0538	0,0543	0,0019	3,54
	2. Ölçüm	0,0527			
	3. Ölçüm	0,0564			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	0,0443	0,0442	0,0005	1,11
	2. Ölçüm	0,0446			
	3. Ölçüm	0,0437			
%100 Bambu	1. Ölçüm	0,0658	0,0660	0,0014	2,10
	2. Ölçüm	0,0647			
	3. Ölçüm	0,0675			

Tablo 3.15. Kumaşların 10 yıkama sonrası normalize edilmiş ısıl direnç değerleri

Kumaş		**Normalize Edilmiş Isıl Direnç Değeri (R/h) (m^2K/Wmm)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	0,0582	0,0593	0,0021	3,50
	2. Ölçüm	0,0579			
	3. Ölçüm	0,0616			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	0,0540	0,0564	0,0021	3,75
	2. Ölçüm	0,0579			
	3. Ölçüm	0,0574			
%100 Viskon	1. Ölçüm	0,0542	0,0537	0,0008	1,47
	2. Ölçüm	0,0528			
	3. Ölçüm	0,054			
%100 Viloft	1. Ölçüm	0,0519	0,0529	0,0012	2,18
	2. Ölçüm	0,0527			
	3. Ölçüm	0,0542			
%100 Tencel	1. Ölçüm	0,0392	0,0381	0,0010	2,60
	2. Ölçüm	0,0372			
	3. Ölçüm	0,0380			
%100 Polyester	1. Ölçüm	0,0673	0,0687	0,0026	3,84
	2. Ölçüm	0,0717			
	3. Ölçüm	0,0670			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	0,0601	0,0618	0,0015	2,41
	2. Ölçüm	0,0623			
	3. Ölçüm	0,06296			
%100 Modal	1. Ölçüm	0,0551	0,0549	0,0006	1,13
	2. Ölçüm	0,05426			
	3. Ölçüm	0,05547			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	0,0495	0,0494	0,0019	3,84
	2. Ölçüm	0,04743			
	3. Ölçüm	0,05123			
%100 Promodal	1. Ölçüm	0,0502	0,0497	0,0017	3,37
	2. Ölçüm	0,04791			
	3. Ölçüm	0,05119			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	0,0458	0,0453	0,0010	2,17
	2. Ölçüm	0,04592			
	3. Ölçüm	0,04414			
%100 Bambu	1. Ölçüm	0,0503	0,0515	0,0016	3,18
	2. Ölçüm	0,05333			
	3. Ölçüm	0,05070			

Tablo 3.16. Kumaşların 15 yıkama sonrası normalize edilmiş ısıl direnç değerleri

Kumaş		**Normalize Edilmiş Isıl Direnç Değeri (R/h) (m^2K/Wmm)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	0,053173	0,0538	0,0014	2,68
	2. Ölçüm	0,052835			
	3. Ölçüm	0,055483			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	0,058223	0,0570	0,0027	4,72
	2. Ölçüm	0,053916			
	3. Ölçüm	0,058856			
%100 Viskon	1. Ölçüm	0,048046	0,0473	0,0012	2,47
	2. Ölçüm	0,045989			
	3. Ölçüm	0,047983			
%100 Viloft	1. Ölçüm	0,048634	0,0495	0,0012	2,51
	2. Ölçüm	0,048873			
	3. Ölçüm	0,050897			
%100 Tencel	1. Ölçüm	0,033194	0,0331	0,0008	2,52
	2. Ölçüm	0,032178			
	3. Ölçüm	0,033832			
%100 Polyester	1. Ölçüm	0,054534	0,0556	0,0010	1,71
	2. Ölçüm	0,056224			
	3. Ölçüm	0,056136			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	0,052201	0,0519	0,0010	1,97
	2. Ölçüm	0,052749			
	3. Ölçüm	0,050771			
%100 Modal	1. Ölçüm	0,061842	0,0628	0,0034	5,40
	2. Ölçüm	0,066552			
	3. Ölçüm	0,059967			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	0,053691	0,0537	0,0020	3,81
	2. Ölçüm	0,051583			
	3. Ölçüm	0,055676			
%100 Promodal	1. Ölçüm	0,049701	0,0490	0,0018	3,59
	2. Ölçüm	0,050295			
	3. Ölçüm	0,046991			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	0,04523	0,0438	0,0016	3,59
	2. Ölçüm	0,042109			
	3. Ölçüm	0,043994			
%100 Bambu	1. Ölçüm	0,064438	0,0657	0,0012	1,79
	2. Ölçüm	0,065802			
	3. Ölçüm	0,066774			

3.5. Su Buharı Geçirgenliği Testine Ait Bulgular

Çalışmada Permetest cihazı kullanılarak 12 farklı lif konstrüksiyonunda üretilen kumaşların yıkama öncesi, 5, 10 ve 15 yıkamalı bağıl su buharı geçirgenliği özelliklerine ait değerler ölçülmüştür. Söz konusu ölçüm sonuçları Tablo 3.17., Tablo 3.18., Tablo 3.19. ve Tablo 3.20.'de gösterilmektedir.

Tablo 3.17. Kumaşların yıkama öncesi bağıl su buharı geçirgenlik değerleri

Kumaş		**Bağıl Su Buharı Geçirgenlik Değeri (%)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	56,48	56,16	0,30	0,54
	2. Ölçüm	55,88			
	3. Ölçüm	56,12			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	56,92	55,12	1,68	3,06
	2. Ölçüm	53,58			
	3. Ölçüm	54,87			
%100 Viskon	1. Ölçüm	53,36	53,73	0,42	0,78
	2. Ölçüm	54,19			
	3. Ölçüm	53,65			
%100 Viloft	1. Ölçüm	50,59	53,60	2,79	5,21
	2. Ölçüm	56,10			
	3. Ölçüm	54,12			
%100 Tencel	1. Ölçüm	55,29	54,65	0,91	1,66
	2. Ölçüm	53,61			
	3. Ölçüm	55,05			
%100 Polyester	1. Ölçüm	53,21	53,58	0,34	0,63
	2. Ölçüm	53,65			
	3. Ölçüm	53,87			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	58,96	58,35	0,54	0,93
	2. Ölçüm	57,93			
	3. Ölçüm	58,15			
%100 Modal	1. Ölçüm	54,08	54,71	1,31	2,39
	2. Ölçüm	53,83			
	3. Ölçüm	56,21			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	54,22	53,52	1,29	2,42
	2. Ölçüm	52,03			
	3. Ölçüm	54,32			
%100 Promodal	1. Ölçüm	57,01	56,18	0,79	1,41
	2. Ölçüm	55,43			
	3. Ölçüm	56,10			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	45,73	46,26	0,96	2,07
	2. Ölçüm	45,68			
	3. Ölçüm	47,36			
%100 Bambu	1. Ölçüm	47,92	49,27	1,18	2,40
	2. Ölçüm	49,77			
	3. Ölçüm	50,12			

Tablo 3.18. Kumaşların 5 yıkama sonrası bağıl su buharı geçirgenlik değerleri

Kumaş		**Bağıl Su Buharı Geçirgenlik Değeri (%)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	52,12	52,95	1,21	2,28
	2. Ölçüm	54,34			
	3. Ölçüm	52,40			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	54,27	53,94	0,68	1,26
	2. Ölçüm	54,39			
	3. Ölçüm	53,16			
%100 Viskon	1. Ölçüm	55,30	54,89	0,39	0,71
	2. Ölçüm	54,83			
	3. Ölçüm	54,53			
%100 Viloft	1. Ölçüm	50,66	51,10	0,61	1,18
	2. Ölçüm	50,85			
	3. Ölçüm	51,79			
%100 Tencel	1. Ölçüm	54,51	55,43	1,14	2,05
	2. Ölçüm	56,70			
	3. Ölçüm	55,08			
%100 Polyester	1. Ölçüm	53,44	53,90	0,77	1,44
	2. Ölçüm	54,79			
	3. Ölçüm	53,46			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	49,55	50,58	1,52	3,01
	2. Ölçüm	52,33			
	3. Ölçüm	49,86			
%100 Modal	1. Ölçüm	54,85	52,70	1,90	3,61
	2. Ölçüm	52,00			
	3. Ölçüm	51,24			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	52,02	51,61	0,53	1,02
	2. Ölçüm	51,80			
	3. Ölçüm	51,02			
%100 Promodal	1. Ölçüm	53,86	54,38	0,80	1,46
	2. Ölçüm	53,99			
	3. Ölçüm	55,30			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	48,60	48,17	1,02	2,12
	2. Ölçüm	47,01			
	3. Ölçüm	48,91			
%100 Bambu	1. Ölçüm	53,69	54,22	1,17	2,16
	2. Ölçüm	53,40			
	3. Ölçüm	55,56			

Tablo 3.19. Kumaşların 10 yıkama sonrası bağıl su buharı geçirgenlik değerleri

Kumaş		**Bağıl Su Buharı Geçirgenlik Değeri (%)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	48,74	47,69	0,93	1,95
	2. Ölçüm	46,97			
	3. Ölçüm	47,35			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	47,22	46,05	1,81	3,92
	2. Ölçüm	46,96			
	3. Ölçüm	43,97			
%100 Viskon	1. Ölçüm	45,45	45,38	0,54	1,20
	2. Ölçüm	44,80			
	3. Ölçüm	45,88			
%100 Viloft	1. Ölçüm	43,57	44,77	1,43	3,19
	2. Ölçüm	44,39			
	3. Ölçüm	46,35			
%100 Tencel	1. Ölçüm	46,31	47,41	1,69	3,57
	2. Ölçüm	46,57			
	3. Ölçüm	49,36			
%100 Polyester	1. Ölçüm	46,03	46,38	0,31	0,66
	2. Ölçüm	46,55			
	3. Ölçüm	46,57			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	43,65	44,69	1,02	2,27
	2. Ölçüm	45,68			
	3. Ölçüm	44,75			
%100 Modal	1. Ölçüm	55,99	56,62	0,61	1,07
	2. Ölçüm	56,68			
	3. Ölçüm	57,20			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	54,59	55,04	0,84	1,52
	2. Ölçüm	56,00			
	3. Ölçüm	54,52			
%100 Promodal	1. Ölçüm	58,67	55,92	2,38	4,26
	2. Ölçüm	54,54			
	3. Ölçüm	54,55			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	48,18	46,17	1,77	3,84
	2. Ölçüm	44,81			
	3. Ölçüm	45,53			
%100 Bambu	1. Ölçüm	52,64	51,36	1,40	2,73
	2. Ölçüm	51,58			
	3. Ölçüm	49,86			

Tablo 3.20. Kumaşların 15 yıkama sonrası bağıl su buharı geçirgenlik değerleri

Kumaş		**Bağıl Su Buharı Geçirgenlik Değeri (%)**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**CV %**
%100 Pamuk	1. Ölçüm	56,27	56,12	0,27	0,49
	2. Ölçüm	56,28			
	3. Ölçüm	55,80			
%50 Pamuk %50Viloft	1. Ölçüm	55,50	55,94	0,49	0,88
	2. Ölçüm	56,47			
	3. Ölçüm	55,85			
%100 Viskon	1. Ölçüm	52,38	54,72	2,11	3,85
	2. Ölçüm	55,29			
	3. Ölçüm	56,48			
%100 Viloft	1. Ölçüm	56,50	55,65	2,38	4,27
	2. Ölçüm	57,49			
	3. Ölçüm	52,97			
%100 Tencel	1. Ölçüm	58,65	58,83	0,22	0,37
	2. Ölçüm	58,76			
	3. Ölçüm	59,07			
%100 Polyester	1. Ölçüm	59,77	60,18	0,94	1,55
	2. Ölçüm	61,25			
	3. Ölçüm	59,52			
%100 Coolmax	1. Ölçüm	57,38	56,84	0,47	0,82
	2. Ölçüm	56,56			
	3. Ölçüm	56,58			
%100 Modal	1. Ölçüm	58,33	58,49	0,89	1,51
	2. Ölçüm	59,44			
	3. Ölçüm	57,69			
%50 Polyester %50 Viloft	1. Ölçüm	55,63	56,09	0,64	1,14
	2. Ölçüm	55,83			
	3. Ölçüm	56,82			
%100 Promodal	1. Ölçüm	57,41	57,82	0,41	0,71
	2. Ölçüm	57,83			
	3. Ölçüm	58,23			
%50 Bambu %50 Polyester	1. Ölçüm	50,22	50,94	1,52	2,98
	2. Ölçüm	49,92			
	3. Ölçüm	52,69			
%100 Bambu	1. Ölçüm	52,92	55,44	3,53	6,37
	2. Ölçüm	59,47			
	3. Ölçüm	53,92			

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma

Bu bölümde, tez kapsamında üretilen pamuk, polyester, viskon, viloft, tencel, coolmax, modal, promodal ve bambu esaslı süprem kumaşların ısıl özellikleri (ısıl iletim, ısıl yayınım, ısıl soğurganlık, ısıl direnç (yalıtım), hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği) ile kalınlık özelliği ve bu özelliklerin tekrarlı yıkamalar sonrası değişimleri istatistiksel analiz teknikleri kullanılarak incelenmiştir. İstatistiksel analiz, öncelikle hangi modelin esas alınacağı belirlenerek Design Expert 6.0.1 paket programında yürütülmüştür.

4.1.1. Kalınlık

Kumaşların kalınlık özelliğinin analizi için model seçimi aşamaları ayrıntılı olarak anlatıldıktan sonra kumaşın diğer özellikleri için model seçimi özet olarak verilecektir.

Kumaşların kalınlık özelliği için model oluştururken ilk olarak F-testi yapılarak F-değerine karşılık gelen p-değerleri ile hangi modellerin kumaş kalınlığı için uygun olabileceği belirlenir. Tablo 4.1.'de kalınlık değeri 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 "Kuadratik model" önerilmesi gerekir ancak, uyum eksikliği tablosu ve istatistiki sonuçlar göz önüne alındığında "kübik model" kalınlık özelliğinin analizi için program tarafından önerilmektedir.

Tablo 4.1. Kumaşların kalınlık özelliği için model seçiminde F-testi ile elde edilen p-değerleri

Model	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kareler toplamı	F Değeri	p-değeri	Öneri
Lineer	2,450235	12	0,204186	43,94753	< 0.0001	
Kuadratik	0,152425	1	0,152425	94,92175	< 0.0001	
Kübik	0,161014	12	0,013418	47,73587	< 0.0001	Önerilen model
Artıklar	0,030076	107	0,000281			
Toplam	78,05881	144	0,542075			

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 kalınlık için uyum eksikliği (lack of fit) tablosu gösterilmektedir. Uyum eksikliği testinde F-değeri en küçük olan model uygun olacağından Kübik model en uygun model olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.2. Kumaşların kalınlık özelliği için uyum eksikliği (lack of fit) tablosu

Model	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kareler toplamı	F Değeri	p-değeri	Öneri
Lineer	0,591184	35	0,016891	92,87132	< 0.0001	
Kuadratik	0,17363	23	0,007549	41,50724	< 0.0001	
Kübik	0,012616	11	0,001147	6,306065	< 0.0001	Önerilen model
Hata	0,01746	96	0,000182			

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 kumaşların kalınlık özelliği için istatistik özetlerine göre en düşük standart sapma (0,0167) ile PRESS (0,053187) ve en yüksek R^2 (0.9902), düzeltilmiş R^2 (0.9869), tahmin edilen R^2 (0.9826) değerlerine sahip olan kübik modelin en uygun model olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 4.3. Kumaşların kalınlık özelliği için istatistiki sonuçlar

Kaynak	**Std. sapma**	**R^2**	**Düzlt. R^2**	**Tahmin edl. R^2**	**PRESS**	
Lineer	0,068163	0,801024	0,782797	0,758359	0,739151	
Kuadratik	0,040072	0,937529	0,924930	0,909030	0,278266	
Kübik	0,016766	0,990168	0,986860	0,982612	0,053187	Önerilen

Kübik model ile kuadratik modelin R^2 leri arasında anlamlı bir fark olmasından dolayı kalınlık test sonuçlarının değerlendirilmesinde kübik model seçilmiştir.

Kübik model kullanılarak kumaş kalınlığı özelliği için elde edilen ANOVA tablosu Tablo 4.4.'te verilmektedir. Burada p-değeri 0.05'ten küçük değerlerin modele katkısının anlamlı olduğu değerlendirilmektedir. Tablo 4.4'te de görüldüğü üzere, kullanılan ham maddenin ve yıkamanın kumaş kalınlığına olan etkisi anlamlıdır.

Çizelgelerde A Kodlanmış ham madde bileşeni

B Kodlanmış yıkama bileşeni

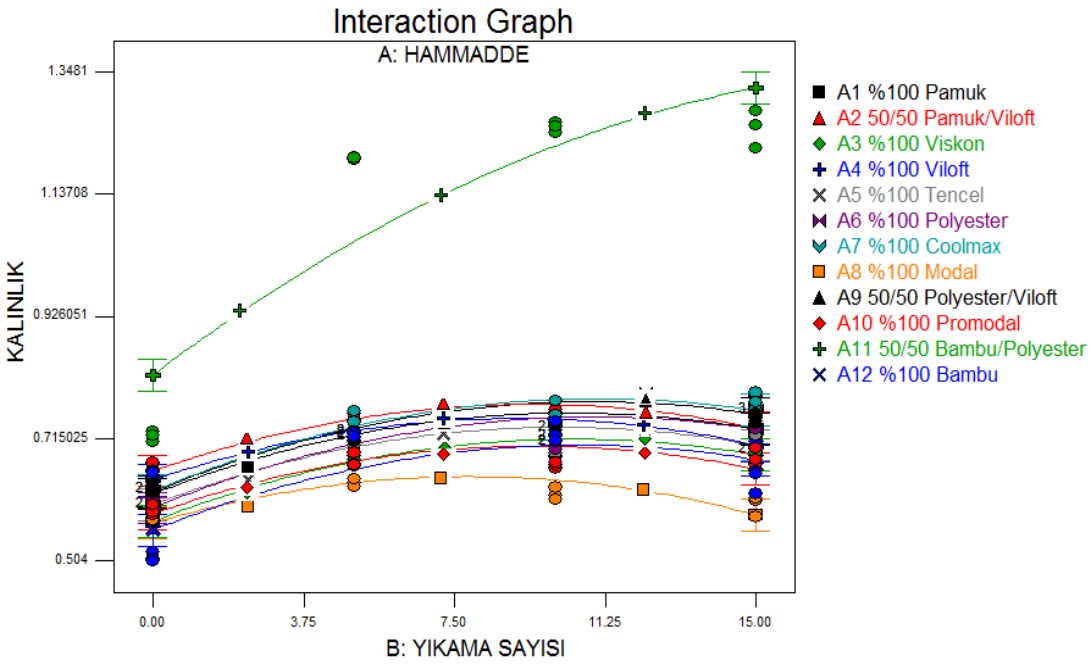
olarak gösterilmektedir.

Tablo 4.4. Kumaşlarda kalınlık özelliği için kübik model ANOVA tablosu

Kaynak	**Kareler Toplamı**	**Katkı %**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Toplamı**	**F Değeri**	**p-değeri**	**Anlamlılık**
Model	3,028803	99,01676	36	0,084133	299,3169	< 0.0001	Anlamlı
A	2,103469	68,76601	11	0,191224	680,3088	< 0.0001	Anlamlı
B	0,346766	11,33638	1	0,346766	1233,671	< 0.0001	Anlamlı
B^2	0,152425	4,98304	1	0,152425	542,2747	< 0.0001	Anlamlı
AB	0,265129	8,667515	11	0,024103	85,74857	< 0.0001	Anlamlı
B^3	0,026975	0,881843	1	0,026975	95,96575	< 0.0001	Anlamlı
AB^2	0,134039	4,381978	11	0,012185	43,35134	< 0.0001	Anlamlı
Residual	0,030076	0,983238	107	0,000281			
Lack of Fit	0,012616		11	0,001147	6,306065	< 0.0001	Anlamlı
Pure Error	0,01746		96	0,000182			
Cor Total	3,058879		143				

Kalınlık için oluşturulan kübik modele ait ANOVA tablosu Tablo 4.4.'teki katkı %'leri, değişkenlerin (hammadde ve yıkama) kalınlık özelliğini açıklama oranını vermektedir. Katkı %'si, değişkenlerin kareler toplamlarının her birinin ayrı ayrı "Cor Total" değerine bölünmesi ile elde edilmektedir. Buna göre kullanılan hammadde kumaşın kalınlık özelliğinin %69'unu açıklarken, yıkama sayısı kalınlık özelliğinin %16'sını ($B+B^2+B^3$) açıklayabilmektedir.

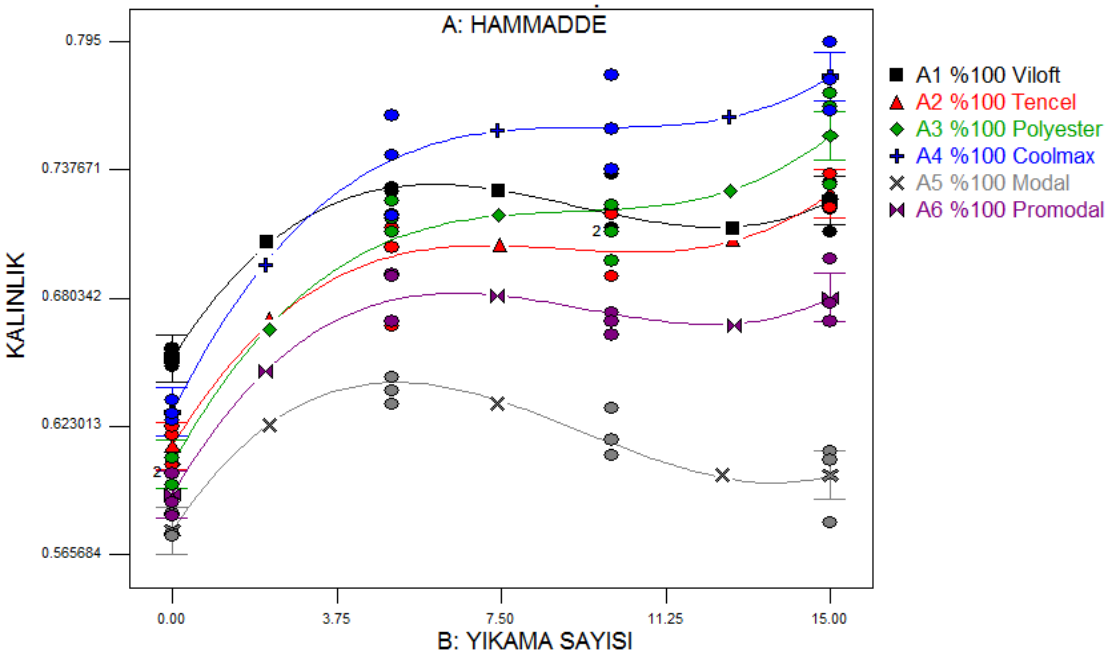
Kumaşların kalınlık değerlerinin yıkama ile olan değişimini gösteren genel grafik Şekil 4.1.'de verilmiştir. Şekil 4.1.'de bambu karışımlı kumaşların kalınlıklarının yüksek olduğu görülmektedir. 50/50 bambu/polyester kumaşların gramajının az olması ve yüksek gözenekliliğe sahip olmasının bu duruma yol açtığı söylenebilir (Tablo 2.1.). Burada aynı anda 12 farklı kumaşın değerlendirilmesi zor olacağından, kumaşlar gruplandırılarak değişim incelenmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.1. Kumaşların kalınlıklarının yıkama ile olan değişimi

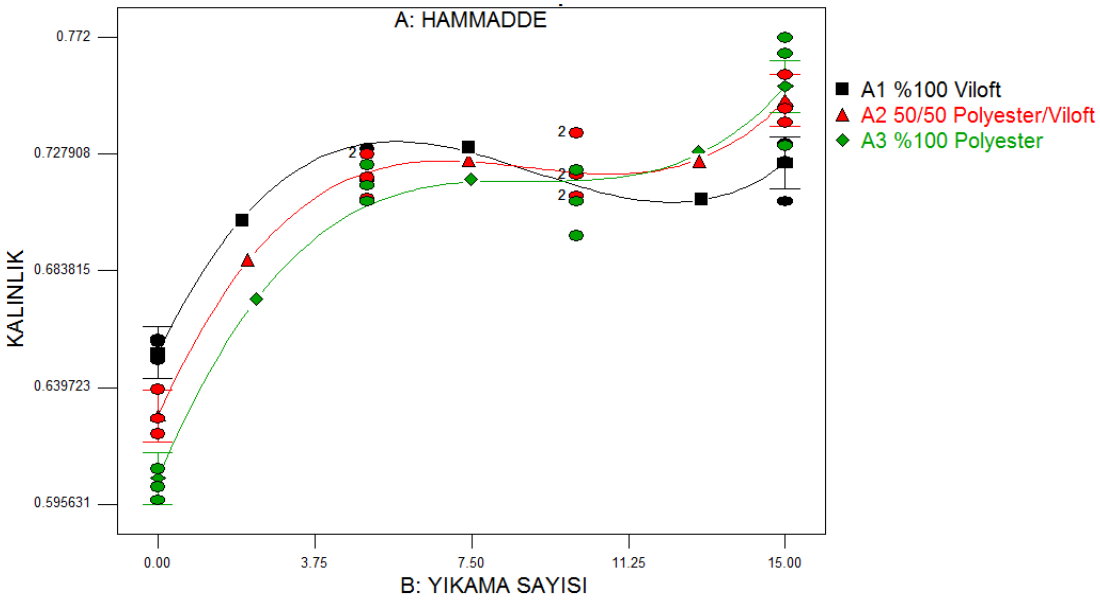
Fonksiyonel olarak bilinen elyaflardan (viloft, tencel, polyester, coolmax, modal, promodal) örülmüş kumaşların yıkama sayısı ile kalınlık değişimi Şekil 4.2.'de verilmektedir. Burada viloft, ve modal örgü kumaşların 5 yıkamaya kadar yıkama sayısıyla kalınlıkları artmaktadır. Yıkama ile birlikte elyaflar kumaş yüzeyine çıkmaktadır ve bunun da kalınlığın artmasına sebep olduğu düşünülebilir. Modal için 5 yıkamadan sonraki tekrarlı yıkamalarda, yıkama ve deterjanın etkisiyle kumaş yüzeyine

çıkan lifler kumaştan ayrılmakta ve bu elyaf kaybı sebebiyle kumaş kalınlıkları düşmektedir. Viloft kumaşlarda ise 10 ve 15 yıkamada çok büyük bir değişim gözlenmemiştir. Coolmax ve polyester kumaşlarda yıkama ile elyaf kaybı olmadığından, 5 yıkama sonrası yapılan yıkamalarda kumaş kalınlıkları daha da artmıştır. Tencel'in mekanik etki sonucunda fibrilleşmeye müsait olması sebebiyle, yıkama sayısının artması beraberinde mekanik etkinin artmasını da sağlayacaktır. Bu sebeple fibrilleşen tencel kumaşta elyaf yüzeyi artacağından kumaş kalınlığı biraz artmaktadır. Promodal elyafı, tencel ve modalın karışımı olan bir elyaf olduğundan, tencele benzeyen bir seyir izlemektedir.



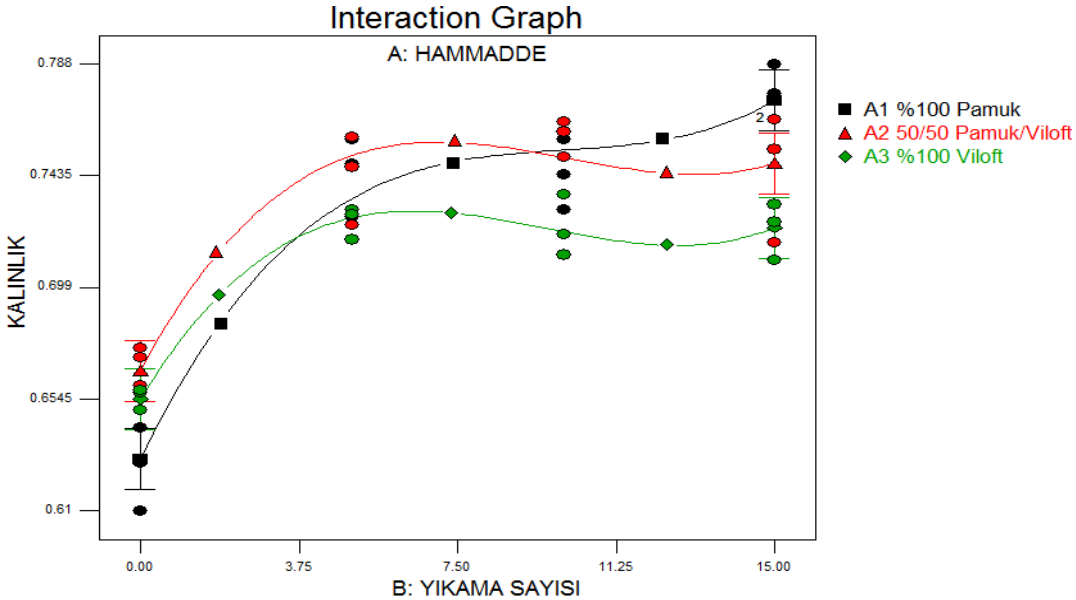
Şekil 4.2. Fonksiyonel kumaşların kalınlıklarının yıkama ile olan değişimi

Polyester, Viloft ve 50/50 Polyester/ Viloft karışım ipliklerden örülmüş kumaşların yıkama sayısı ile kalınlık değerlerinin değişimi Şekil-4.3'te verilmektedir. Burada Viloft örgü kumaşın kalınlığı diğer Polyester ve polyester/viloft karışımı örme kumaşlara nazaran daha yüksektir. Üç kumaşta da 5 yıkamaya kadar yıkama ile birlikte kumaş kalınlıkları artmaktadır. Bunun sebebinin yıkamanın etkisiyle elyafların kumaş yüzeyine çıkması ve bunun da kalınlığı artırması olarak düşünülebilir. Polyester ve polyester/viloft karışımı kumaşlarda yıkama ile elyaf kaybı nispeten az olduğundan 5 yıkama sonrası yapılan yıkamalarda kumaş kalınlıkları biraz daha artmıştır.



Şekil 4.3. Polyester – Viloft esaslı kumaşların kalınlıklarının yıkama ile olan değişimi

Pamuk, Viloft ve 50/50 Pamuk/ Viloft karışım kumaşların yıkama sayısı ile kalınlıklarının değişimi Şekil 4.4.'te verilmektedir. Pamuk örgü kumaşın kalınlık değeri diğer viloft ve pamuk/viloft kumaşa göre daha düşüktür. Pamuk/viloft ve viloft kumaşlarda 5 yıkamaya kadar yıkama ile birlikte elyaflar kumaş yüzeyine çıkmakta ve bu da kumaşların kalınlıklarının artmasına sebep olduğu düşünülmektedir. 5 yıkamadan sonraki tekrarlı yıkamalarda yüzeyden elyaf ayrılması gerçekleşmediğinden kumaş kalınlıklarında önemli bir artış olmamıştır. Pamuk kumaşlarda 5 yıkama sonrasında yapılan tekrarlı yıkamalarda kumaş kalınlığının arttığı gözlenmiştir.



Şekil 4.4. Pamuk - Viloft esaslı kumaşların kalınlıklarının yıkama ile olan değişimi

4.1.2. Hava Geçirgenliği

Hava geçirgenliği belirli bir hava basıncı altında kumaştan geçen hava miktarı (debisi) olarak tanımlanabilir. Bu çalışmada hava geçirgenliği testi 100 Pa basınç altında gerçekleştirilmiştir.

Kumaşların hava geçirgenlik özelliklerinin istatistiksel analizleri için öncelikle en uygun modeli belirlemek gerekmektedir. Hava geçirgenlik test sonuçları için yapılan işlemler tekrarlandığında, Tablo 4.5.'te verilen kumaşların hava geçirgenlik özelliği için istatistik özetlerine göre en düşük standart sapma (168.02) ile PRESS (4962647) ve en yüksek R^2 (0.9875), düzeltilmiş R^2 (0.9833), tahmin edilen R^2 (0.9795) değerlerine sahip olan kübik modelin en uygun model olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 4.5. Kumaşların hava geçirgenlik özelliği için istatistiki sonuçlar

Kaynak	**Std. sapma**	**R^2**	**Düzlt. R^2**	**Tahmin edl. R^2**	**PRESS**	
Lineer	323.18	0.9435	0.9383	0.9314	16602072	
Kuadratik	234.62	0.9730	0.9675	0.9617	9285120	
Kübik	168.02	0.9875	0.9833	0.9795	4962647	Önerilen

Tez kapsamındaki kumaşların hava geçirgenlik özelliği için kübik modelin en uygun model olduğu yukarıda tespit edilmiştir. Ancak kübik modelde regresyon denklemi üçüncü dereceden ve karmaşık olduğundan sonuçların daha rahat yorumlanabilmesi için model olarak kuadratik model seçilmiştir. Ayrıca kübik model ile kuadratik modelin R^2 leri arasında çok büyük bir fark olmaması da kuadratik modelin seçilmesine imkan sağlamaktadır.

Hava geçirgenlik özelliği için model olarak kuadratik model belirlendikten sonra bu modelin 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. Hava geçirgenliği için oluşturulan kuadratik modele ait ANOVA tablosu Tablo 4.4'te verilmektedir. Burada p-değeri 0.05'ten küçük değerlerin modele katkısının anlamlı olduğu değerlendirilmektedir. Tablo 4.6'da da görüldüğü üzere, kullanılan hammaddenin ve yıkamanın hava geçirgenliğine olan etkisi anlamlıdır.

Çizelgelerde A Kodlanmış ham madde bileşeni

B Kodlanmış yıkama bileşeni

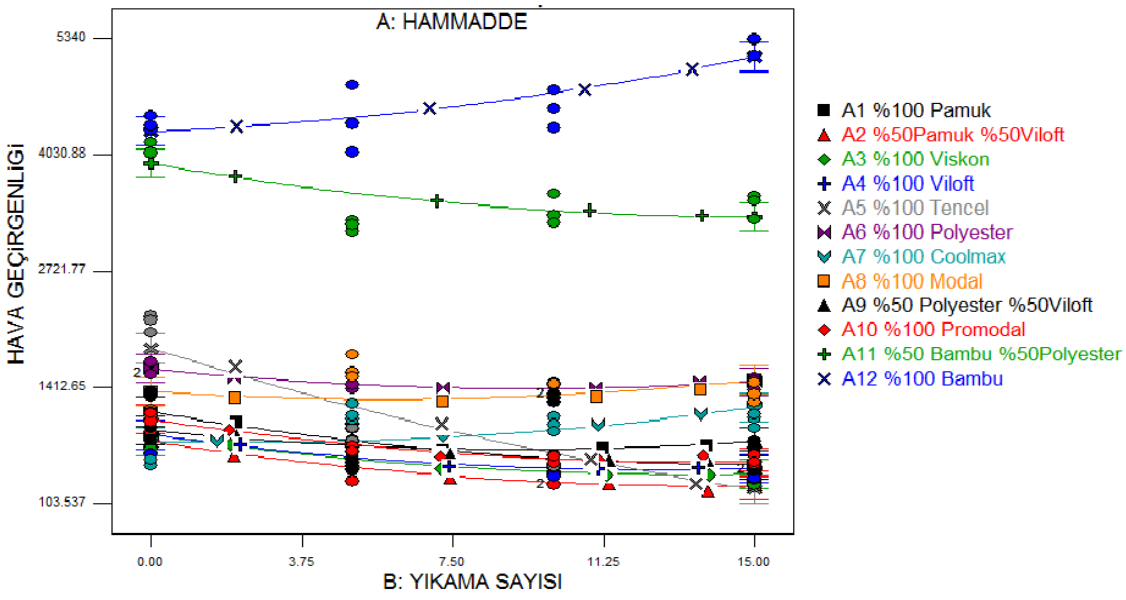
olarak gösterilmektedir.

Tablo 4.6. Kumaşlarda hava geçirgenliği özelliği için kuadratik model ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	Katkı (%)	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	235633274.49	97.30	24	9818053.10	178.3545	< 0.0001	Anlamlı
A	226792066.33	93.64	11	20617460.58	374.5363	< 0.0001	Anlamlı
B	1709370.45	0.71	1	1709370.45	31,05238	< 0.0001	Anlamlı
B2	576334.02	0.24	1	576334.02	10,46967	0.0016	Anlamlı
AB	6555503.68	2.71	11	595954.9	10,8261	< 0.0001	Anlamlı
Residual	6550708.50	2.70	119	55047.97			
Lack of Fit	5666106.50		23	246352.47	26.735	< 0.0001	
Pure Error	884602		96	9214.60			
Cor Total	242183983		143				

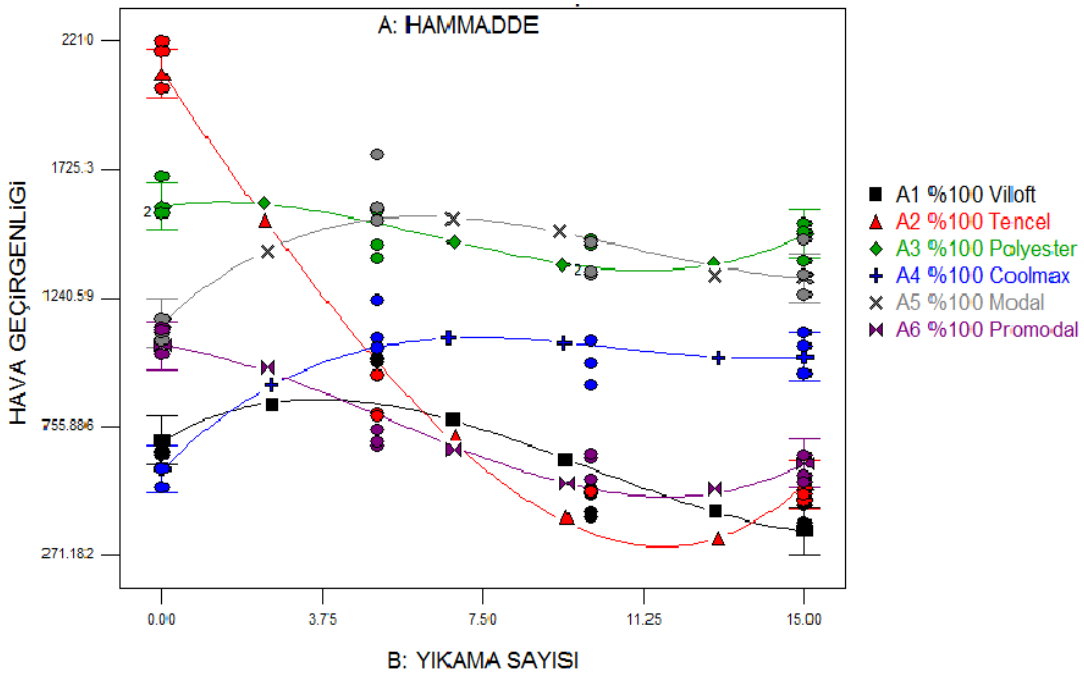
Hava geçirgenliği için oluşturulan kuadratik modele ait ANOVA tablosu Tablo 4.6.'daki katkı %'lerine bakıldığında kullanılan hammadde kumaşın hava geçirgenlik özelliğinin %94'ünü açıklarken, yıkama sayısı hava geçirgenlik özelliğinin % 0.7'sini açıklayabilmektedir. Yıkamanın hava geçirgenliği üzerine etkisi azdır.

Kumaşların hava geçirgenlik değerlerinin yıkama ile olan değişimini gösteren genel grafik Şekil 4.5.'te verilmektedir. Burada aynı anda 12 farklı kumaşın değerlendirmesini yapmak zor olacağından, izleyen şekillerde kumaşlar gruplandırılarak değişim incelenmeye çalışılmıştır. Şekil 4.5.'te bambu içerikli kumaşların yüksek hava geçirgenliğine sahip olduğu görülmektedir. %100 bambu ve %50/50 bambu/polyester kumaşların gramajının az olması ve yüksek gözenekliliğe sahip olmasının bu duruma yol açtığı söylenebilir (Tablo 2.1.).



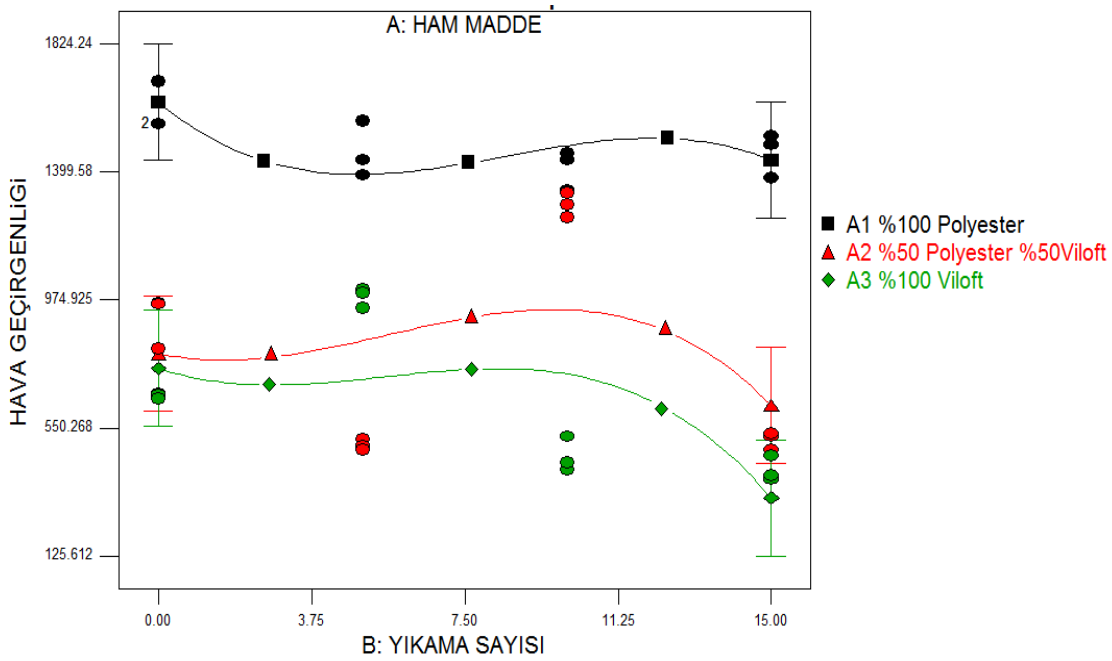
Şekil 4.5. Kumaşların hava geçirgenlik değerinin yıkama ile olan değişimi

Fonksiyonel olarak bilinen elyaflardan (viloft, tencel, polyester, coolmax, modal, promodal) örülmüş kumaşların yıkama sayısı ile hava geçirgenliğinin değişimi Şekil 4.6.'da verilmektedir. Burada tencel örgü kumaşın yıkama sayısıyla hava geçirgenliğindeki düşüş dikkat çekmektedir. Tencel'in mekanik etki sonucunda fibrilleşmeye müsait olması sebebiyle, yıkama sayısının artması beraberinde mekanik etkinin artmasını da sağlayacaktır. Bu sebeple fibrilleşen tencel kumaşta elyaf yüzeyi artacağından hava geçirgenliğine karşı direnç oluşacaktır. Bu yüzden yıkama sayısının artışı, tencelin hava geçirgenliğini düşürmektedir. Modal, viloft ve coolmax kumaşlar incelendiğinde, yıkama sayısı artığında hava geçirgenliğinin önce arttığı sonrada düştüğü veya sabit kaldığı görülmüştür. Bu durumun yıkama sayısıyla kumaş kalınlığında meydan gelen artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir. Kumaş kalınlığı ile ilgili tablolar incenlendiğinde (Tablo 3.5. - Tablo 3.8.) kalınlığın modal, viloft ve coolmax için 5 yıkama sonunda arttığı görülmüştür. Modal için 10 ve 15 yıkama sonunda kalınlık 5 yıkamaya göre düşerken, viloft için 10 ve 15 yıkamada çok büyük bir değişim gözlenmemiştir. Coolmax'ın kalınlığı ise daha da artmıştır. Promodal elyafı, tencel ve modalın karışımı olan bir elyaf olduğundan, tencele benzeyen bir seyir izlemektedir.



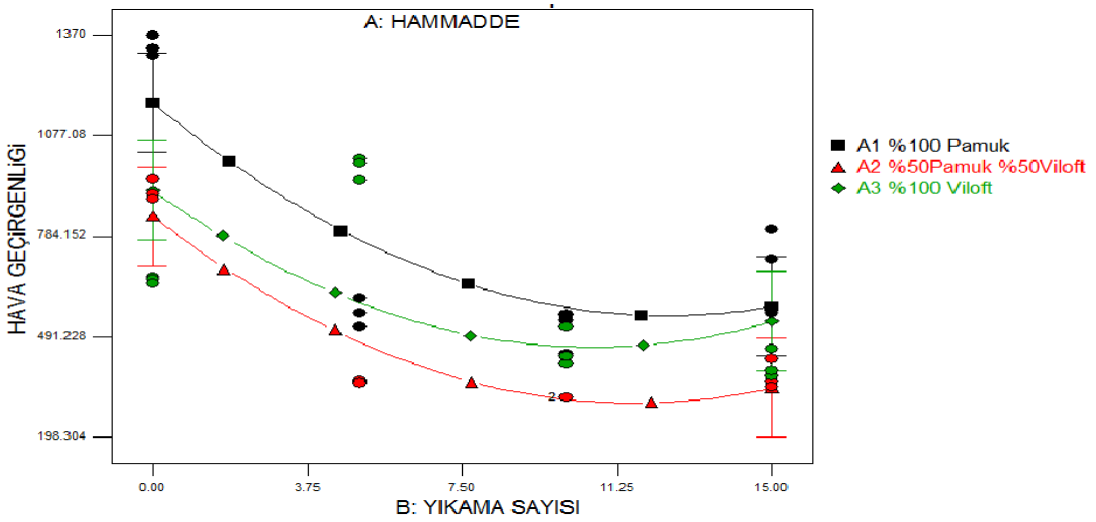
Şekil 4.6. Fonksiyonel kumaşların hava geçirgenliklerinin yıkama ile olan değişimi

Polyester, Viloft ve 50/50 Polyester/ Viloft karışım ipliklerden örülmüş kumaşların yıkama sayısı ile hava geçirgenliğinin değişimi Şekil 4.7.'de verilmektedir. Burada Polyester örgü kumaşın hava geçirgenlik değerinin diğer iki kumaşa göre daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Polyester lifi yuvarlak kesitli olduğundan viloft ve polyester/viloft karışımı örme kumaşlara nazaran daha fazla boşluk bulunmaktadır. Buda hava geçirgenliğinin yüksek olmasına sebep olmaktadır. Viloft elyafı yapı olarak tırtıklı yüzeye sahiptir. Tırtıklı yapısından dolayı kumaşta elyaf yüzeyi artacağından hava geçirgenliğine karşı direnç oluşacaktır. Polyester/viloft karışımı kumaşlarda yüzey alanı viloft kumaşlara benzer bir yapıya sahiptir bu sebeple hava geçirgenlik özelliği vilofta benzeyen bir seyir izlemektedir.



Şekil 4.7. Polyester – Viloft esaslı kumaşların hava geçirgenliklerinin yıkama ile olan değişimi

Pamuk, Viloft ve 50/50 Pamuk/ Viloft karışım kumaşların yıkama sayısı ile hava geçirgenliğinin değişimi Şekil 4.8.'de verilmektedir. Pamuk örgü kumaşın hava geçirgenlik değeri diğer viloft ve pamuk/viloft kumaşa göre daha yüksektir. Pamuk/viloft karışımında elyaf/elyaf etkileşiminden dolayı yüzey alanı viloft kumaşa göre daha fazla artmıştır ve hava geçirgenliğine karşı direnç daha fazladır.



Şekil 4.8. Pamuk – Viloft esaslı kumaşların hava geçirgenliklerinin yıkama ile olan değişimi

4.1.3. Normalize Edilmiş Isıl Direnç

Kumaşların ısıl direnç (R_{ct}) testleri terleme korumalı sıcak plaka MTW marka cihazlar kullanılarak ölçülmüştür. Ve daha sonra ölçülmüş olan ısıl direnç değerleri, daha önce ölçülmüş olan kalınlık değerine bölünerek normalize edilmiş ısıl direnç değerleri (R/h) bulunmuştur.

Kumaşların normalize edilmiş ısıl direnç özelliklerinin istatistiksel analizleri için öncelikle en uygun modeli belirlemek gerekmektedir. Normalize edilmiş ısıl direnç test sonuçları için yapılan işlemler tekrarlandığında, Tablo 4.9.'da verilen kumaşların normalize edilmiş ısıl direnç özelliği için istatistik özetlerine göre en düşük standart sapma (0,003) ile PRESS (0,001656) ve en yüksek R2 (0,905895), düzeltilmiş R2 (0,874234), tahmin edilen R2 (0,841332) değerlerine sahip olan kübik modelin en uygun model olduğu görülmektedir.

Tablo 4.7. Kumaşların normalize edilmiş ısıl direnç özelliği için istatistiki sonuçlar

Kaynak	**Std. sapma**	**R^2**	**Düzlt. R^2**	**Tahmin edl. R^2**	**PRESS**	
Lineer	0,005761	0,583467	0,545311	0,49535	0,005267	
Kuadratik	0,004532	0,765801	0,718567	0,663229	0,003515	
Kübik	0,00303	0,905895	0,874234	0,841332	0,001656	Önerilen

Kübik model ile kuadratik modelin R^2 leri arasında anlamlı bir fark olmasından dolayı ısıl direnç test sonuçlarının değerlendirilmesinde kübik model seçilmiştir.

Normalize edilmiş ısıl direnç özelliği için model olarak kübik model belirlendikten sonra bu modelin verdiği sonuçlara geçilebilir. Normalize edilmiş ısıl direnç için oluşturulan kübik modele ait ANOVA tablosu Tablo 4.10.'da verilmektedir. Burada p-değeri 0.05'ten küçük değerlerin modele katkısının anlamlı olduğu değerlendirilmektedir. Tablo 4.10.'dan da görüldüğü üzere, kullanılan hammaddenin normalize edilmiş ısıl direnç üzerine olan etkisi anlamlıdır ancak yıkamanın normalize edilmiş ısıl direnç üzerine olan etkisi anlamlı değildir.

Çizelgelerde A Kodlanmış ham madde bileşeni

B Kodlanmış yıkama bileşeni

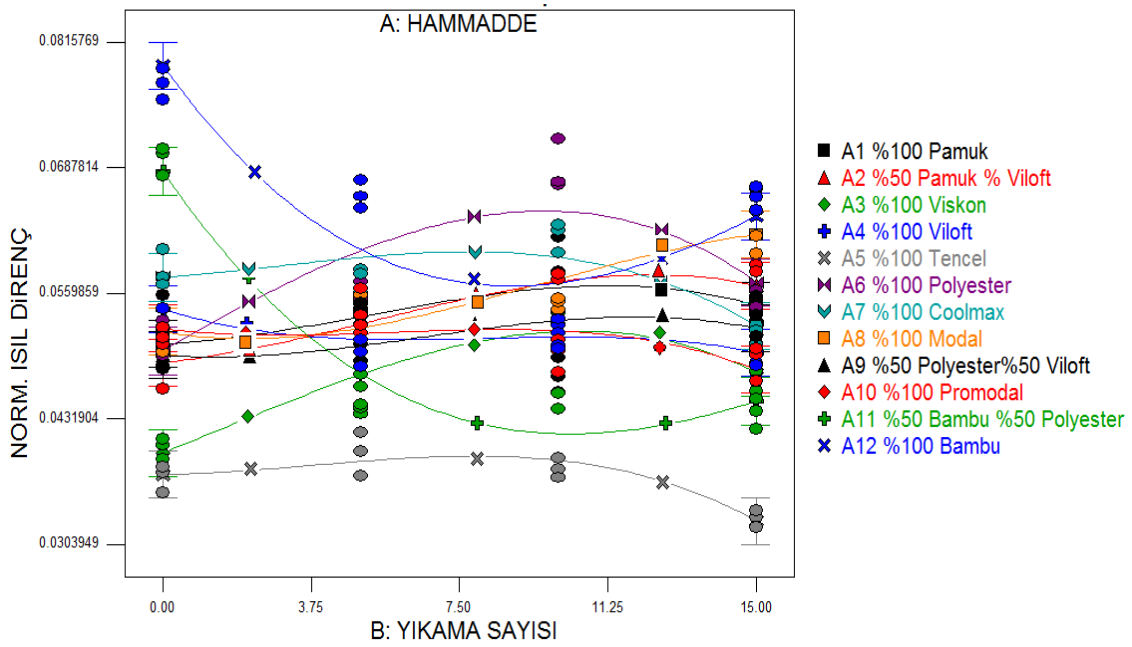
olarak gösterilmektedir.

Tablo 4.8. Kumaşlarda normalize edilmiş ısıl direnç özelliği için kübik model ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	Katkı %	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	0,009454	90,58952	36	0,000263	28,61194	< 0.0001	Anlamlı
A	0,006071	58,17133	11	0,000552	60,12959	< 0.0001	Anlamlı
B	1,83E-05	0,175353	1	1,83E-05	1,993818	0.1608	
B^2	1,8E-06	0,017233	1	1,8E-06	0,195942	0.6589	
AB	0,001901	18,21615	11	0,000173	18,82937	< 0.0001	Anlamlı
B^3	4,54E-05	0,435491	1	4,54E-05	4,951664	0.0282	Anlamlı
AB^2	0,001417	13,57396	11	0,000129	14,03091	< 0.0001	Anlamlı
Residual	0,000982		107	9,18E-06			
Lack of Fit	0,000713		11	6,48E-05	23,09415	< 0.0001	
Pure Error	0,000269		96	2,81E-06			
Cor Total	0,010436		143				

Tablo 4.10.'daki katkı %'lerine bakıldığında, kullanılan hammadde (A) kumaşın normalize edilmiş ısıl direnç özelliğinin %58,2'sini açıklarken, yıkama sayısı ($B+B^2+B^3$) normalize edilmiş ısıl direnç özelliğinin ancak % 0,63'ünü açıklayabilmektedir. Hammadde (A) ve yıkamanın (B) ikili etkileşimi ise ($AB+AB^2$) ısıl direncin % 31,8'ini açıklamaktadır.

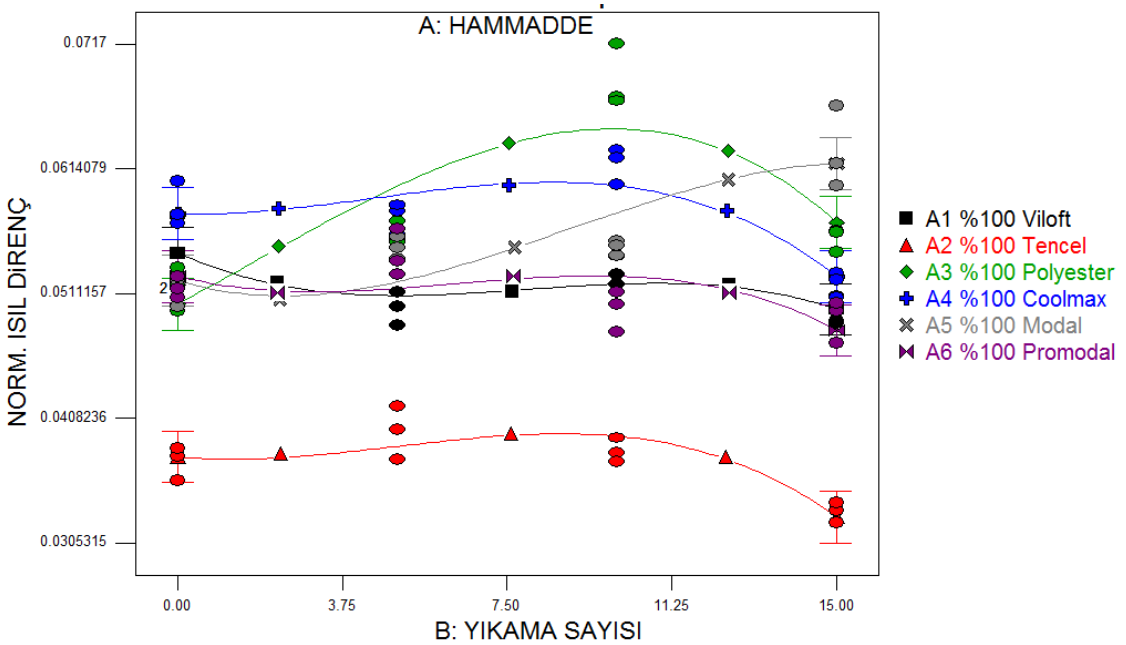
Kumaşların normalize edilmiş ısıl direnç özelliklerinin yıkama ile olan değişimini gösteren genel grafik Şekil 4.13.'de verilmektedir. Hava geçirgenlik analizinin incelenmesinde olduğu gibi burada aynı anda 12 farklı kumaşın değerlendirmesini yapmak zor olacağından, izleyen şekillerde kumaşlar gruplandırılarak değişim incelenmeye çalışılmıştır. Şekil 4.13.'de bambu karışımlı kumaşların normalize edilmiş ısıl dirençlerinin yüksek olduğu görülmektedir. %100 bambu ve 50/50 bambu/polyester kumaşların gözenekliliğinin yüksek olmasının bu duruma yol açtığı düşünülebilir (Tablo 2.1.).



Şekil 4.9. Kumaşların normalize edilmiş ısıl direnç özelliklerinin yıkama ile olan değişimi

Fonksiyonel olarak bilinen elyaflardan (viloft, tencel, polyester, coolmax, modal, promodal) örülmüş kumaşların yıkama sayısı ile normalize edilmiş ısıl direnç özelliklerindeki değişimi Şekil 4.14'de verilmektedir. Burada en yüksek normalize edilmiş ısıl direneç değerinin coolmax ta olduğu görülmektedir. Coolmaxın kanallı yüzey yapısı iplik içerisinde yer alan hava miktarını artırmaktadır. Bunun da coolmax kumaşların normalize edilmiş ısıl direncinin yüksek olmasına sebep olduğu düşünülebilir. Coolmax örgü kumaşların 10 yıkamaya kadar yıkama sayısıyla normalize edilmiş ısıl direnç özelliklerinde çok büyük bir değişim olmamıştır. Bunun sebebi 10 yıkamaya kadar ısıl direnç özelliğindeki artış oranının kalınlıktaki artış oranına yakın olması olarak düşünülebilir. 10 yıkamadan sonraki yıkamalarda kalınlıktaki artış oranı

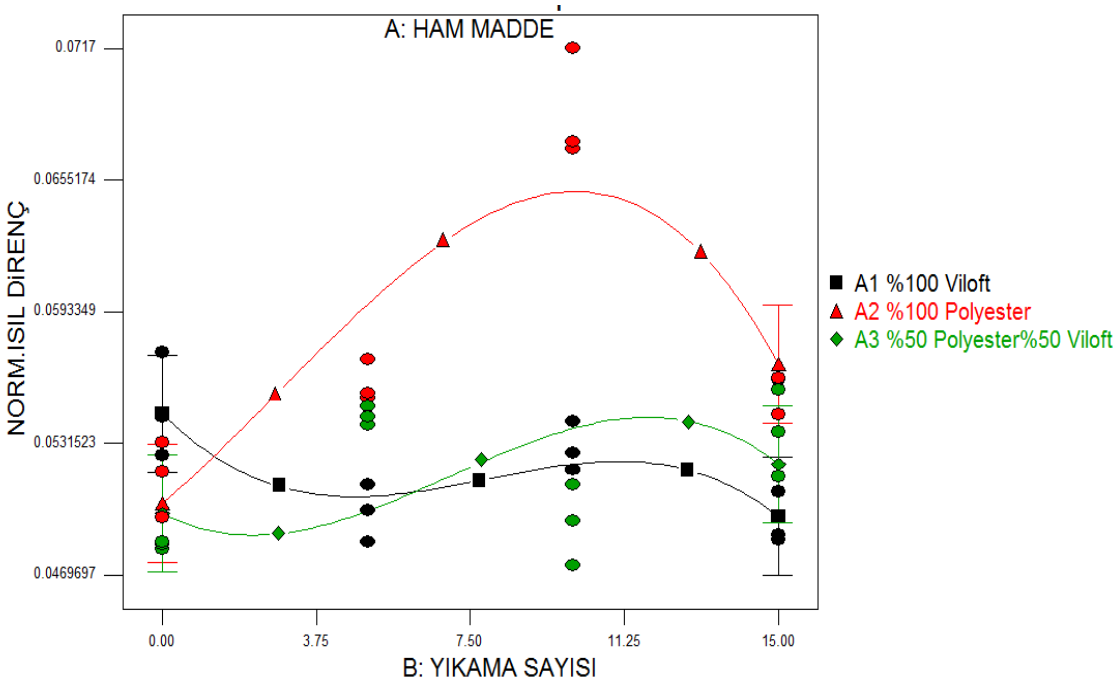
daha fazla olduğu için normalize edilmiş ısıl direnç değerinde düşme olmaktadır. Viloft kumaşların yıkama sayısı ile ısıl direnç özelliklerinde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Polyester ve modal örgü kumaşların yıkama sayısıyla normalize edilmiş ısıl dirençleri artmaktadır. Yıkama ile birlikte elyaflar kumaş yüzeyine çıkmakta, kumaş kalınlığı artmaktadır ve bunun da ısıl dirneç özelliğinin artmasına sebep olduğu düşünülebilir.Isıl dirneç değerindeki artış oranı kalınlıktaki artış oranından falza olduğu için normalize edilmiş ısıl direnç değeri artmıştır. Tencel örgü kumaşlarda yıkama sayısının artması, kumaşın maruz kaldığı mekanik etkinin artmasına sebep olmaktadır. Bu etki sebebiyle kumaştaki elyaf yüzeyi artacağından ısı geçişine karşı direnç oluşacaktır. Bu yüzden yıkama sayısının artışı ısıl direnci yükseltmektedir.Aynı zamanda fibrilleşmeden dolayı kumaşta kalınlık artışı olmaktadır. Bu nedenle 10 yıkamaya kadar normalize edilmiş ısıl direnç değerinde çok büyük bir değişiklik olmamıştır. Ancak 10 yıkama sonrasındaki tekrarlı yıkamalarda yıkamayla birlikte kalınlık artışı daha fazladır. Bunun da normalize edilmiş ısıl direnç değerinin düşmesine sebep olduğu düşünülebilir. Promodal elyafı, tencel ve modalın karışımı olan bir elyaf olduğundan, tencele benzeyen bir seyir izlemektedir.



Şekil 4.10. Fonksiyonel kumaşların normalize edilmiş ısıl direnç özelliklerinin yıkama ile olan değişimi

Polyester, Viloft ve 50/50 Polyester/ Viloft karışım ipliklerden örülmüş kumaşların yıkama sayısı ile normalize edilmiş ısıl direnç özelliklerinin değişimi Şekil 4.15'de verilmektedir. Burada Polyester örgü kumaşın normalize edilmiş ısıl direnç özelliğinin

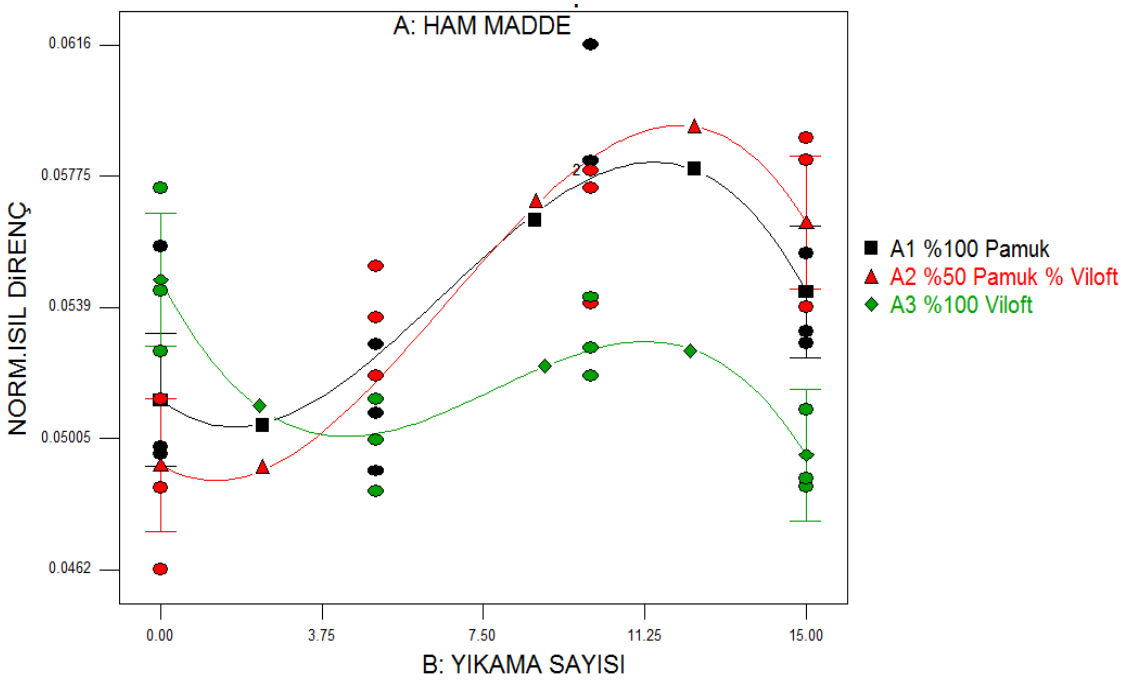
yıkama sayısı ile birlikte, diğer iki kumaşa göre daha fazla artış gösterdiği dikkat çekmektedir. Polyester lifi yuvarlak kesitli olduğundan viloft ve polyester/viloft karışımı örme kumaşlara nazaran daha fazla boşluk bulunmaktadır. Polyester elyafı diğer liflere göre daha mukavemetli olduğundan iplik yüzeyine çıkan elyaflar kumaşı terk etmemekte ve kalınlık artışına sebep olmaktadırlar. Ayrıca 5 yıkamaya kadar yıkama sayısındaki artış ile beraber kumaş kalınlığı artmaktadır. Bunların da ısıl direnç özelliğindeki artışın yüksek olmasına sebep olduğu düşünülebilir. Isıl direnç özelliğindeki artış yüksek olduğundan dolayı normalize edilmiş ısıl direnç değeride artış göstermektedir. Viloft örme kumaşlarda yıkamanın normalize edilmiş ısıl direnç üzerine çok büyük bir etkisi olmadığı görülmektdir. Yıkama ile normalize edilmiş ısıl direnç özelliğinde büyük bir değişiklik olmamıştır. Polyester/viloft karışımı kumaşların normalize edilmiş ısıl direnç özellikleri, polyester kumaşlara benzeyen bir seyir izlemektedir. Ancak normalize edilmiş ısıl dirneçteki artış polyester kumaşlardaki gibi çok yüksek değildir.



Şekil 4.11. Polyester-Viloft esaslı kumaşların normalize edilmiş ısıl direnç özelliklerinin yıkama ile olan değişimi

Pamuk, Viloft ve 50/50 Pamuk/ Viloft karışım kumaşların yıkama sayısı ile normalize edilmiş ısıl direnç özelliklerindeki değişim Şekil-4.16'te verilmektedir. Viloft örgü kumaşın yıkama öncesi normalize edilmiş ısıl direnç değeri diğer pamuk ve

pamuk/viloft kumaşa göre daha yüksektir. Viloftun tırtırlı yapısı ve dikdörtgen kesiti iplik içerisindeki hava miktarını artırmaktadır. Bunun da ısıl direnç değerinin aynı zamanda normalize edilmiş ısıl direnç değerinin yüksek olmasına sebep olduğu düşünülebilir. Pamuk/viloft ve pamuk kumaşlarda 10 yıkamaya kadar olan tekrarlı yıkama kumaşların normalize edilmiş ısıl dirençlerini artırmıştır.



Şekil 4.12. Pamuk - Viloft esaslı kumaşların normalize edilmiş ısıl direnç özelliklerinin yıkama ile olan değişimi

4.1.4. Su Buharı Geçirgenliği

Bağıl su buharı geçirgenliği, (%) kumaşın bir yüzeyinden diğer yüzeyine su buharını iletebilme yeteneği olarak tanımlanabilir. Bağıl su buharı geçirgenliği yüksek olan kumaşlarda, insan teninde oluşan terin vücuttan uzaklaştırılabilmesi daha kolaydır. Bu da insanın konfor hissini artıran bir etkendir. Bunun için kumaşların su buharı geçirgenliğinin yüksek olması istenir. Su buharı direnci (Ret), materyalin su buharı geçişine karsı gösterdiği dayanımdır. Bu sebeple bağıl su buharı geçirgenliği yüksek olan kumaşların su buharı direnci düşüktür. Su buharı geçirgenliği ölçümleri TS EN 11092 standardına göre Permetest su buharı geçirgenliği test cihazında yapılmıştır.

Kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği özelliklerinin istatistiksel analizleri için öncelikle en uygun modeli belirlemek gerekmektedir. Isıl iletkenlik test sonuçları için yapılan işlemler tekrarlandığında, Tablo 4.11.'de verilen kumaşların bağıl su buharı

geçirgenliği özelliği için istatistik özetlerine göre en düşük standart sapma (2,11) ile PRESS (808,95) ve en yüksek R^2 (0,809), düzeltilmiş R^2 (0,880736), tahmin edilen R^2 (0,68) değerlerine sahip olan kübik modelin en uygun model olduğu görülmektedir.

Tablo 4.9. Kumaşların bağıl su buharı geçirgenlik özelliği için istatistiki sonuçlar

Kaynak	**Std. sapma**	**R^2**	**Düzlt. R^2**	**Tahmin edl. R^2**	**PRESS**	
Lineer	3,77	0,253049	0,184626	0,10044	2247,344	
Kuadratik	3,08	0,548476	0,457412	0,375148	1561,049	
Kübik	2,11	0,808909	0,744617	0,676198	808,9463	Önerilen

Kübik model ile kuadratik modelin R^2 leri arasında anlamlı bir fark olmasından dolayı bağıl su buharı geçirgenlik test sonuçlarının değerlendirilmesinde kübik model seçilmiştir.

Bağıl su buharı geçirgenliği özelliği için model olarak kübik model belirlendikten sonra bu modelin verdiği sonuçlara geçilebilir. Bağıl su buharı geçirgenliğine göre oluşturulan kübik modele ait ANOVA tablosu Tablo 4.12.'de verilmektedir. Burada p-değeri 0.05'ten küçük değerlerin modele katkısının anlamlı olduğu değerlendirilmektedir. Tablo 4.12.'den de görüldüğü üzere, kullanılan hammaddenin bağıl su buharı geçirgenliği üzerine etkisi anlamlıdır ancak yıkamanın bağıl su buharı geçirgenliği üzerine olan lineer etkisi (B) anlamlı değildir. Yıkamanın kuadratik ve kübik etkisinin ise anlamlı olduğu görülmektedir.

Çizelgelerde A Kodlanmış ham madde bileşeni

B Kodlanmış yıkama bileşeni

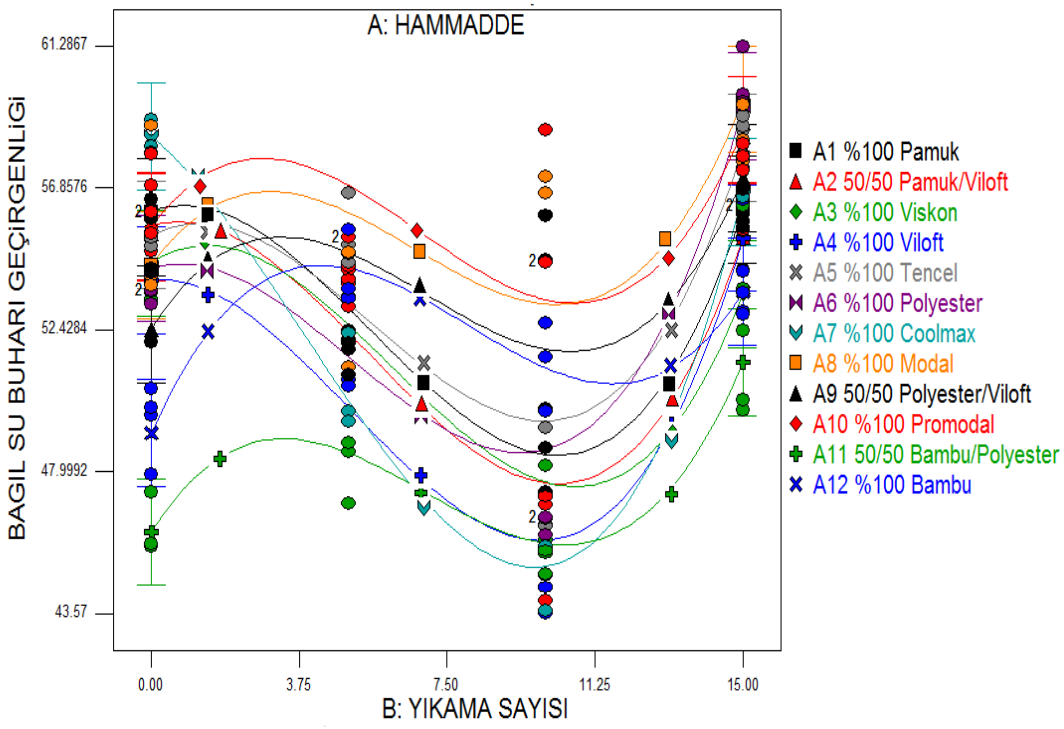
olarak gösterilmektedir.

Tablo 4.10. Kumaşlarda su buharı geçirgenliği özelliği için kübik model ANOVA tablosu

Kaynak	**Kareler Toplamı**	**Katkı %**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Toplamı**	**F Değeri**	**p-değeri**	**Anlamlılık**
Model	2020,875	80,89093	36	56,13541	12,58176	< 0.0001	Anlamlı
A	611,2214	24,46578	11	55,56558	12,45405	< 0.0001	Anlamlı
B	20,96469	0,839168	1	20,96469	4,698867	0.0324	
B^2	611,6553	24,48314	1	611,6553	137,0918	< 0.0001	Anlamlı
AB	126,3998	5,059492	11	11,49089	2,575482	0.0061	
B^3	340,065	13,61201	1	340,065	76,21959	< 0.0001	Anlamlı
AB^2	310,5685	12,43134	11	28,2335	6,328042	< 0.0001	Anlamlı
Residual	477,3964	19,10907	107	4,461649			
Lack of Fit	318,628		11	28,96618	17,51453	< 0.0001	
Pure Error	158,7684		96	1,653838			
Cor Total	2498,271		143				

Tablo 4.12.'deki katkı %'lerine bakıldığında, kullanılan hammaddenin lineer etkisinin (A) kumaşın bağıl su buharı geçirgenliği özelliğinin %24,5'ini açıkladığı görülmektedir. Ayrıca yıkamanın kuadratik ve kübik etkileri toplam (B^2+B^3) katkısının %38 olduğu görülmektedir.

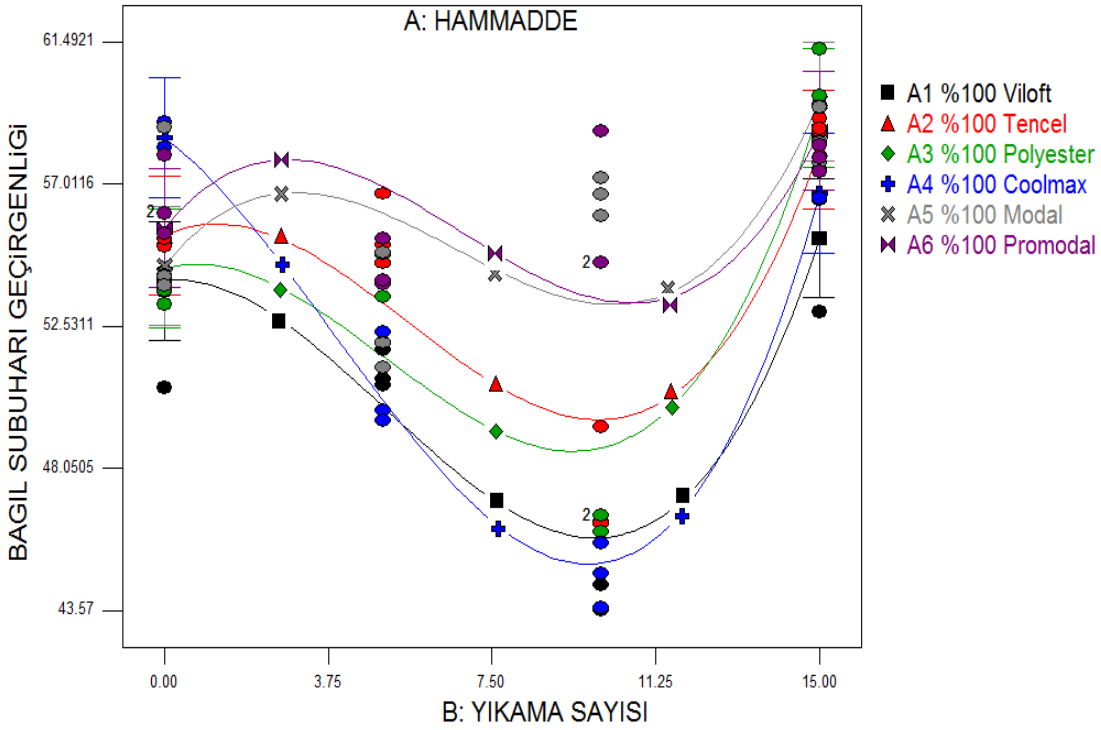
Kumaşların su buharı geçirgenlik özelliklerinin yıkama ile olan değişimi Şekil 4.17.'de verilmiştir. Bilindiği üzere polyester elyafının yüzey alanı artırılarak elde edilen Coolmax vb bazı ticari ürünler su buharı geçirgenliği artırmaktadır. Genel itibari ile bakılacak olursa, bağıl su buharı geçirenliğinin 10 yıkamaya kadar azaldığı, daha sonra ise arttığı görülmektedir. Bu durumun kumaşların 10 yıkamaya kadar kalınlığının artması ile bağıl su buharı geçirgenliğinin azalmasına daha sonra ise kumaşta meydana gelen aşınmalar neticesinde elyafların ayrılmasıyla bağıl su buharı geçirgenliği artmasına sebep olduğu değerlendirilebilir.



Şekil 4.13. Kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği özelliklerinin yıkama ile olan değişimi

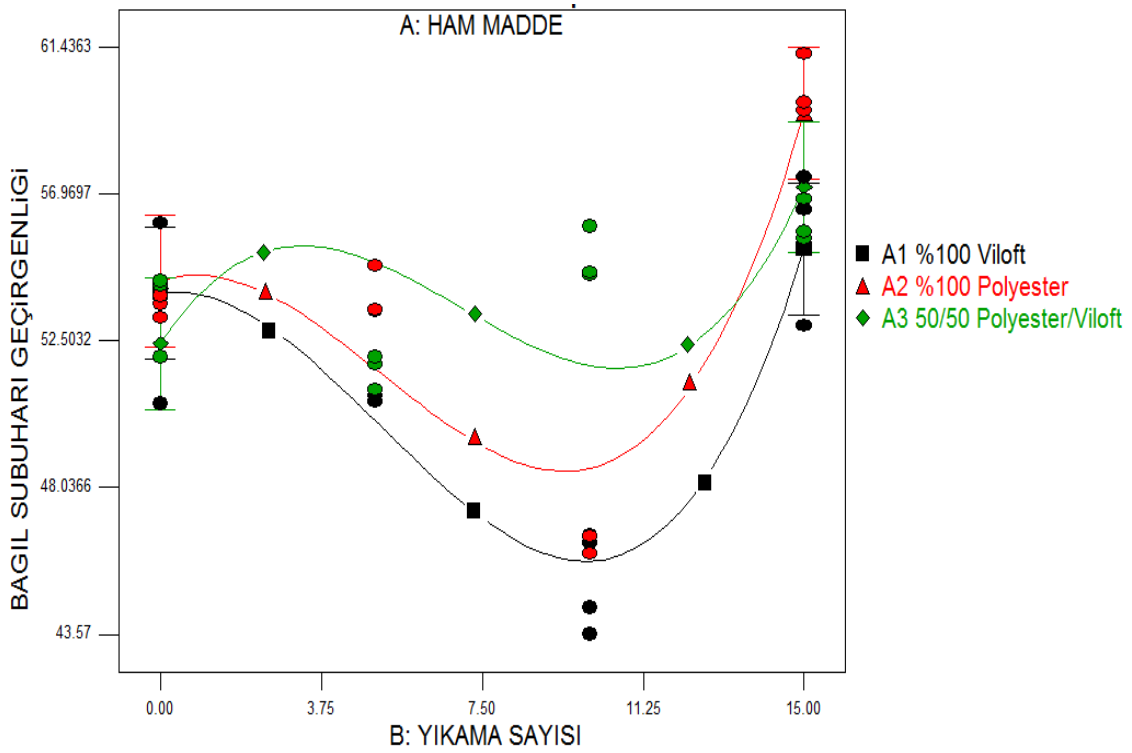
Fonksiyonel olarak bilinen elyaflardan (viloft, tencel, polyester, coolmax, modal, promodal) örülmüş kumaşların yıkama sayısı ile bağıl su buharı geçirgenliği özelliklerindeki değişimi Şekil 4.18'de verilmektedir. Burada en yüksek bağıl su buharı geçirgenlik değerinin coolmaxta olduğu görülmektedir. Coolmaksın dört kanallı lif kesit

yapısı sayesinde lif yüzeyinde alanında % 20'ye varan artış sağlayarak çok hızlı bir kılcal transfere olanak vermektedir. Bunun da coolmaks kumaşların bağıl su buharı geçirgenlik özelliklerinin yüksek olmasına sebep olduğu düşünülebilir. Coolmax örgü kumaşların 10 yıkamaya kadar yıkama ile bağıl su buharı geçirgenlik özelliği düşmektedir. Promodal elyafı tencel ve modal elyaflarının bir karışımı olduğundan promodal kumaşların yıkamanın su buharı geçirgenlik özelliği üzerine etkisi tencel kumaşlara benzeyen bir şekildedir.



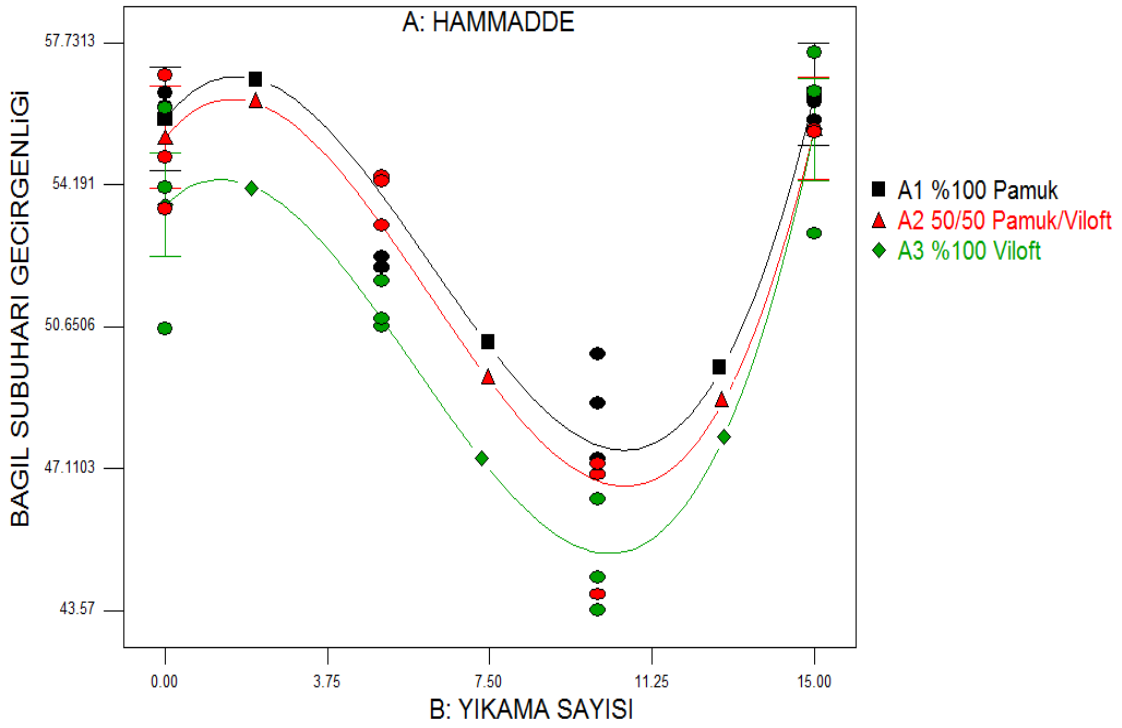
Şekil 4.14. Fonksiyonel kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği özelliklerinin yıkama ile olan değişimi

Polyester, Viloft ve 50/50 Polyester/ Viloft karışım ipliklerden örülmüş kumaşların yıkama sayısı ile ile bağıl su buharı geçirgenliği özelliklerindeki değişimi Şekil 4.19'da verilmektedir. Burada en yüksek bağıl su buharı geçirgenlik değerinin polyesterde olduğu görülmektedir. Üç kumaş için de genel olarak 10 yıkamaya kadar yıkama ile bağıl su buharı geçirgenlik özelliği düşmektedir. Bunun sebebinin 10 yıkamaya kadar yıkama ile kumaş kalınlıklarının artması ve buna bağlı olarak bağıl su buharı geçirgenliğinin azalması olduğu düşünülebilir.



Şekil 4.15. Polyester – Viloft esaslı kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği özelliklerinin yıkama ile olan değişimi

Pamuk, Viloft ve 50/50 Pamuk/ Viloft karışım kumaşların yıkama sayısı ile su buharı geçirgenliği özelliklerindeki değişim Şekil-4.20'de verilmektedir. Her üç kumaş için de yıkama ile su buharı geçirgenliği özelliklerindeki değişim benzer bir davranış göstermektedir. Kumaşların su buharı geçirgenlik direnci 10 yıkamaya kadar artmakta daha sonraki yıkamalarda ise azalmaktadır. 10 yıkamaya kadar kumaş kalınlıklarının artması ve daha sonraki yıkamalarda yıkama sayısının kumaş üzerinde deformasyona sebep olmasına bağlı olarak elyafların kumaş üzerinden uzaklaşması bunun sebebi olarak değerlendirilebilir.



Şekil 4. 16. Pamuk - Viloft esaslı kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği özelliklerinin yıkama ile olan değişimi

4.2. Sonuç

Çalışmada kullanılan doğal, rejenere selülozik ve polyester esaslı süprem örme kumaşların tekrarlı yıkama sonucu kalınlık, hava geçirgenliği, ısıl direnç ve bağıl su buharı geçirgenliği değişimlerinin incelendiği çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Genel konfor özellikleri olarak nitelenebilecek olan termofizyolojik konfor için hava geçirgenliği, ısıl direnç ve bağıl su buharı geçirgenliği sonuçları incelendiğinde; elyaf tipinin baskın faktör olduğu, yıkama sayısının elyaf tipine göre daha az etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

2. Kumaş kalınlığı

    a. Yapılan istatistiksel analiz neticesinde kullanılan hammaddenin kumaşın kalınlık özelliğinin %69'unu açıkladığı, yıkama sayısının ise kalınlık özelliğinin %16'sını açıklayabildiği anlaşılmaktadır. Bu yüzden hammaddenin kalınlık üzerinde daha fazla etkiye sahip olduğu değerlendirilmiştir.

b. Kumaş kalınlıklarının yıkama sayısıyla değişimi incelendiğinde, genel olarak 5 yıkamaya kadar kumaş kalınlıklarının arttığı görülmektedir. Yıkama sayısı arttırıldığında 10 yıkamaya kadar kalınlık miktarında fazla bir değişim gözlenmemiş 15 yıkamaya doğru kalınlıkta küçük artışlar meydana gelmiştir. Bunun sebebinin yıkamayla birlikte elyafların yüzeye doğru çıkması, yıkama sayısının arttırılmasıyla elyafların kumaş yüzeyinden ayrılması gösterilebilir.

3. Hava geçirgenliği

   a. Yapılan istatistiksel analiz neticesinde, kullanılan hammaddenin kumaşın hava geçirgenliği özelliğinin %94'ünü açıkladığı, yıkama sayısının ise hava geçirgenlik özelliğinin % 0.7'sini açıklayabildiği görülmüştür. Yıkamanın hava geçirgenliği üzerine etkisinin az olduğu, hammaddenin baskın faktör olduğu değerlendirilmiştir.

   b. Hava geçirgenlik özelliğinin yıkma sayısı ile değişimine bakıldığında diğer liflerden farklı olarak tencel örgü kumaşın yıkama sayısıyla hava geçirgenliğinde gözle görülür bir düşüş meydana gelmiştir. Yıkama sayısının artması ile birlikte fibrilleşen tencel kumaşta elyaf yüzeyini artırmaktadır. Bunun da hava geçirgenlik özelliğinin düşüşüne sebep olduğu söylenebilir. Diğer lifler için ise, genel olarak yıkama sayısı arttığında hava geçirgenliklerinin önce arttığı sonra da düştüğü veya sabit kaldığı tespit edilmiştir. Bunun sebebinin yıkama sayısıyla kumaş kalınlığında meydana gelen artıştan kaynaklandığı gösterilebilir.

4. Normalize edilmiş ısıl direnç,

   a. Yapılan istatistiksel analiz neticesinde kullanılan hammaddenin kumaşın normalize edilmiş ısıl direnç özelliğinin %58,2'sini açıkladığı, yıkama sayısının ise ısıl direnç özelliğinin %0,6'sını açıklayabildiği anlaşılmaktadır. Hammaddenin normalize edilmiş ısıl direnç üzerine olan etkisi anlamlı iken yıkama sayısının normalize edilmiş ısıl direnç özelliğine etkisi anlamlı değildir. Yani yıkama sayısının normalize edilmiş ısıl direnç özelliği üzerinde anlamlı bir etkiye sahip değildir.

b. Normalize edilmiş ısıl direnç özelliğinin yıkama sayısı ile olan değişimi incelendiğinde, bambu ve bambu karışımlı kumaşlar dışında genel olarak on yıkamaya kadar yıkama sayısıyla ısıl direnç artmaktadır.

5. Bağıl su buharı geçirgenliği

a. Yapılan istatistiksel analiz neticesinde, kullanılan hammaddenin kumaşın bağıl su buharı geçirgenliği özelliğinin %24'ünü açıkladığı, yıkama sayısının ise bağıl su buharı geçirgenliği özelliğinin % 38'ini açıklayabildiği görülmüştür.

b. Genel itibari ile bağıl su buharı geçirgenliği özelliğinin yıkma sayısı ile olan değişimine bakıldığında 10 yıkamaya kadar kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği azalmakta, daha sonraki yıkamalarda artmaktadır. Bunun sebebi yıkama ile birlikte elyafların kumaş yüzeyine çıkarak kumaş kalınlığını artırması ve daha sonra yapılan yıkamalardaki aşınmalar neticesinde kumaşta elyaf kayıplarının olması gösterilebilir.

4.3. Öneriler

Çalışma sonucunda kullanıcı ve tüketiciler için, ayrıca ileride bu konu ile ilgili yapılabilecek çalışmalar için öneriler şu şekilde sıralanabilmektedir. Kışın giyilebilecek ve iç giysi olarak kullanılabilecek olan selülözik elyaflar incelendiğinde viloft içerikli örme kumaşların daha iyi termal yalıtım özelliklerine ve düşük su buharı geçirgenliğine sahip olduğu belirlendiğinden bu elyaf ve karışımları tüketicilere önerilmektedir. Yazın giyilebilecek ve iç giysi olarak kullanılabilecek olan selülözik elyaflar incelendiğinde, ısıl direnç özellikleri daha düşük olan ve su buharı geçirgenliği yüksek olan modal ve promodal kumaşların tercih edilebileceği düşünülmektedir. Polyester esaslı lifler en yüksek termal yalıtım ve en düşük su buharı geçirgenliği değerlerine sahip olduğundan kışlık kıyafetler için kullanılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Orkun, T., 2007. Türkiye'de Tekstil Sektörü ve Enformal İstihdam. Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 213 s.

2. Peker, E. H., 2011. Tekstilcinin el kitabı. Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.

3. Uysaltürk, D., 2013. Viloft/Pamuk ve Viloft/Polyester Karışımlı İplik Özelliklerinin ve Örme Kumaş Termofizyolojik Konfor Özelliklerinin İncelenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 212 s.

4. Gültekin, B. C., 2011. SeaCell® İçerikli Kumaşların Güç Tutuşurluk ve Termal Özelliklerinin Geliştirilmesi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul, 168 s.

5. Demir, M., 2002. 2005 Sonrası dünya tekstil sektörü. Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracat Genel Müdürlüğü Tekstil ve Konfeksiyon Dairesi Başkanlığı. Ankara. ***http://www.itkib.org.tr/ihracat/DisTicaretBilgileri/raporlar/dosyalar/DUNYATEKSTIL.pdf***, Erişim: 20.12.2014.

6. Yayar, R., Çoban, M. N., 2012. İSO 500 firmalarının etkinliklerinin ölçülmesinde veri zarflama analizi yaklaşımı: Dokuma ve giyim eşya sanayi. **Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 5** (2): 165-180.

7. Eraslan, i. H., Bakan, İ., Kuyucu, A. D. H., 2008. Türk tekstil ve hazır giyim sektörünün uluslararası rekabetçilik düzeyinin analizi. **İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 7** (13): 265-300.

8. Güleryüz, Ö., 2011. Küresel Gelişmeler Işığında Türkiye'de Tekstil Sektörü ve Geleceği. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Tezsiz Yüksek Lisans Bitirme Projesi, Isparta, 156 s.

9. Büken, N. R. O., 2005. El dokumacılığının ve el dokuma tezgahının tarihçesi, el dokuma tezgahı çeşitleri. **Atatürk Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi, 8**: 63-84.

10. Deniz, B., 2000. Türk dünyasında halı, düz dokuma yaygıları. İzmir: Atatürk Kültür Merkezi Başkanlığı Yayınları.

11. Buluş, A., 2012. Ann Binns'in Türkiye Günlüğü'nden seçmeler: dindar bir İngiliz kadının gözlemleri ve 19. yüzyıl Osmanlı sanayileşmesinden manzaralar. **Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12**: 49-61.

12. Arslan, K., 2008. Küresel rekabet baskısı altında tekstil ve hazır giyim sektörünün stratejileri ve yeni yol haritası. MÜSİAD Araştırma Raporları: 57. İstanbul: İmak Ofset Basım Yayın.

13. Karahan, N., Mangut, M., 2011. Tekstil lifleri. 4. Baskı. Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.

14. Babaoğul, M., Şener, A., Öztop, H., 2010. Tekstil lifleri temel özellikler, kullanım ve bakım. Ankara: Gazi Kitabevi.

15. Saçak, M., 2007. Lif ve elyaf kimyası. 2. Baskı. Ankara: Baran Ofset.

16. Urhan, B., 2006. Tekstil Elyafının Termal ve Oksidatif Stabilitesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Uşak, 131 s.

17. Mangut, M., 2006. % 100 Polyester ve % 100 Pamuklu Dokuma Kumaşlarının Tekrarlı Yıkama ve Ütüleme İşlemleri Sonrasında Yüzey Renk Özelliklerinde Ortaya Çıkan Değişmelerin İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bursa, 333 s.

18. Karaca, E., Özçelik, F., 2007. Influence of the cross-sectional shape on the structure and properties of poliester fibers. **Journal of Applied Polymer Science, 103**: 2615-2621.

19. Avcı, H., 2007. Yeni Liflerden Mamul Çorapların Konfor Özellikleri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 92 s.

20. Öner, E., Okur, A., 2010. Materyal, üretim teknolojisi ve kumaş yapısının termal konfora etkileri. **Tekstil ve Mühendis, 17(80)**: 20-29.

21. Yeşilbağ, O. 2011. Tekstil Liflerinin Polarize Işık Mikroskopu İle Analizi. İstanbul Üniversitesi, Adli Tıp Enstitüsü, Fen Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 308 s.

22. Çarkıt, G., 2012. Bambu-Pamuk Karışımlı Örme Kumaşların Özelliklerinin İncelenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 142 s.

23. Erol, A., 2015. İplik Sürtünme Özelliklerinin İncelenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 266 s.

24. Mangut, M., Karahan, N., 2008. Tekstil lifleri. 3. Baskı. Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.

25. Gül, R., 2012. Yeni Nesil Liflerden Örülen Çorapların Konfor ve Dayanım Özellikleri. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 87 s.

26. Web page: ***http://lenzinginnovation.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/usa_ProModal_folder.pdf***, (Last Access: 04.03.2016).

27. Güneşoğlu, S., 2005. Sportif Amaçlı Giysilerin Konfor Özelliklerinin Araştırılması. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bursa, 208 s.

28. Marmaralı, A., Kretzschmar, S. D., Özdil, N., Oğlakçıoğlu, N. G., 2006. Giysilerde ısıl konforu etkileyen parametreler. **Tekstil ve Konfeksiyon, 4**: 241-246.

29. Kanat, Z. E., 2007. Farklı İpliklerden Dokunan Kumaşların Konfor Özelliklerinin Karşılaştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 108 s.

30. Namlıgöz, E.S., 2010. Farklı İpliklerden Dokunan Kumaşlara Çeşitli Bitim İşlem Yöntemleri ve Kimyasal Maddeleri Uygulamanın Kumaşların Fizyolojik Özelliklerine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir, 135 s.

31. Turay, A., 2008. Çeşitli Fantezi İpliklerden Örülen Kumaşların Isıl Özelliklerinin İncelenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 125 s.

32. Crockford, G. W., 1988. The measurement of clothing air exchange and its role in clothing design, B. Mekjavic, E. W. Banister, J. B. Momson (Eds.), Environmental Ergonomics: Sustaining. Human Performance in Harsh Environments (pp. 184-194).

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

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

35. 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.

36. 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.

37. Cimilli, S., Nergis, B.U., Candan, C., Özdemir, M., 2009. A comparative study of some comfort-related properties of socks of different fiber types. **Textile Research Journal, 0**: 1-10.

38. Shim, M. H., Park, C. H., Shim, H. S., 2009. Effect of ceramics on the physical and thermo-physiological performance of warm-up suit. **Textile Research Journal, 79** (17): 1557-1564.

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

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

41. Gün, A.D., 2011. Dimensional, physical and thermal comfort properties of plain knitted fabrics made from modal viscose yarns having microfibers and conventional fibers. **Fibers and Polymers, 12(2)**: 258-267.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: İnci GÜLEYÜPOĞLU

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğrum Tarihi ve Yeri: 1980, Ankara İli Çankaya İlçesi

Medeni Durumu: Bekar

E-mail: inciguleyupoglu@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Kurum
Yüksek Lisans	EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı
Lisans	Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği
Lise	Ankara

İŞ DENEYİMİ

Ankara'da bir kamu kuruluşunda Tekstil Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

YABANCI DİL

İngilizce