

**T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**İÇİ BOŞ İPLİKLERDEN ELDE EDİLMİŞ
TEKSTİL MAMULLERİNİN KONFOR
ÖZELLİKLERİNİN MODELLENMESİ
ÜZERİNE YENİ BİR ÇALIŞMA**

DOKTORA TEZİ

GİZEM CELEP

**MART 2015
UŞAK**

**T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**İÇİ BOŞ İPLİKLERDEN ELDE EDİLMİŞ
TEKSTİL MAMULLERİNİN KONFOR
ÖZELLİKLERİNİN MODELLENMESİ
ÜZERİNE YENİ BİR ÇALIŞMA**

DOKTORA TEZİ

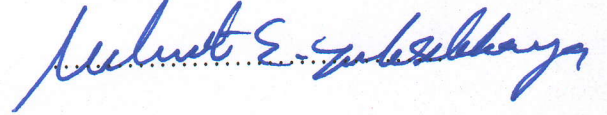
GİZEM CELEP

UŞAK 2015

Kabul ve Onay Sayfası

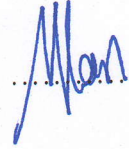
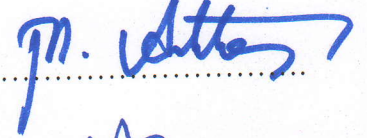
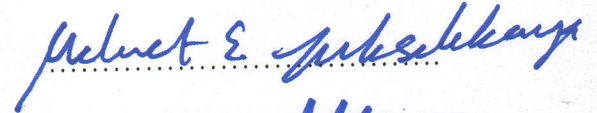
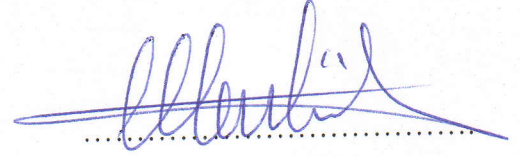
Gizem CELEP tarafından hazırlanan İçi Boş İpliklerden Elde Edilmiş Tekstil Mamullerinin Konfor Özelliklerinin Modellenmesi Üzerine Yeni Bir Çalışma adlı bu tezin Doktora tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Mehmet Emin YÜKSEKKAYA
Tez Danışmanı, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

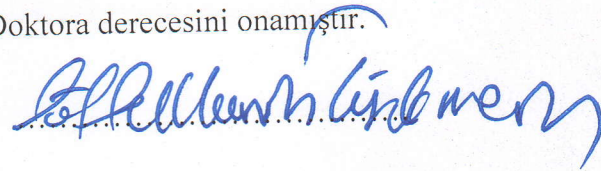
Prof. Dr. Mevlüt TERCAN
Tekstil Mühendisliği, Uşak Üniversitesi
Doç. Dr. Mehmet Emin YÜKSEKKAYA
Tekstil Mühendisliği, Uşak Üniversitesi
Doç. Dr. Mehmet AKTAŞ
Makine Mühendisliği, Uşak Üniversitesi
Doç. Dr. Muhammet AKAYDIN
Teknik Bilimler Yüksekokulu, Pamukkale Üniversitesi
Doç. Dr. Yahya CAN
Teknik Bilimler Yüksekokulu, Pamukkale Üniversitesi



Tarih: 13/03/2015

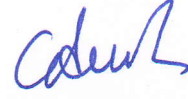
Bu tez ile U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Doktora derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Lütfullah TÜRKMEN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Gizem CELEP

İÇİ BOŞ İPLİKLERDEN ELDE EDİLMİŞ TEKSTİL MAMULLERİNİN KONFOR ÖZELLİKLERİNİN MODELLENMESİ ÜZERİNE YENİ BİR ÇALIŞMA

(Doktora Tezi)

Gizem CELEP

UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

2015

ÖZET

Tekstil işletmelerinin içinde bulunduğu rekabet ortamında yeni ürünlerin geliştirilmesi ve mevcut ürünlerin iyileştirilmesi son derece önem taşımaktadır. İçi boş iplikler, konvansiyonel ipliklerin çeşitli özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla ortaya çıkmış özel ve hassas yapıda bir iplik türüdür.

Bu çalışmada konvansiyonel ring ipliği ile farklı boşluk oranına sahip içi boş ipliklerden üretilen örme kumaşların ısı konfor özellikleri karşılaştırılmıştır. Bu amaçla iplik merkezinde (özde) farklı oranlarda polivinil alkol içeren pamuk sargılı özlü ipliklerden örme kumaşlar üretilip, sıcak suda yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Yıkama sonrası oluşan içi boş iplikli örme kumaşların ısı iletkenlik, ısı direnç, ısı soğurganlık, hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği gibi ısı konfor özellikleri tespit edilerek, içi boş ipliklerden oluşan kumaşların konfor özelliklerinin tahmin edilmesine yönelik modeller geliştirilmiştir. Tüm bu sonuçlar, içi boş iplikler ile genel olarak ısı konfor özellikleri geliştirilmiş örme kumaşların üretimini gerçekleştirebileceğini göstermektedir.

Bilim Kodu: 621.01.00.

Anahtar Kelimeler: İçi boş iplik, ısı konfor, tahminleme, polivinil alkol, özlü iplik

Sayfa Adedi: 155

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Mehmet Emin YÜKSEKKAYA

**A NOVEL STUDY OF DEVELOPING MODELS OF COMFORT PROPERTIES
OF TEXTILE PRODUCTS MADE OF HOLLOW YARNS**

(PhD Thesis)

Gizem CELEP

**UŞAK UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

2015

ABSTRACT

Development of new products and improvement of available products are of capital importance in the competitive environment that textile mills are found. Hollow yarns that are developed for the aim of enhancing various properties of conventional yarns are special and sensitive yarns. Thermal comfort properties of knitted fabrics manufactured with conventional ring yarn and hollow yarns with different void space ratio were compared in this study. For this purpose, knitted fabrics were produced by cotton (sheath)/ polyvinyl alcohol (core) core spun yarns including different polyvinyl alcohol (PVA) ratios at the center of yarn and washing of fabrics in hot water were carried out. Thermal comfort properties such as thermal conductivity, thermal resistance, thermal absorptivity, air permeability, and water vapor permeability of knitted fabrics with hollow yarns obtained by washing process were determined. Then, models were developed for estimation of thermal properties of hollow yarn fabrics. Overall results show that knitted fabrics with enhanced thermal properties can be manufactured by hollow yarns.

Science Code: 621.01.00.

Keywords: Hollow yarn, thermal comfort, estimation, polyvinyl alcohol, core spun yarn

Pages: 155

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet Emin YÜKSEKKAYA

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca, bilgi ve tecrübeleri ile bana katkıda bulunan, çözümcü yaklaşımları ve umut verici sözleriyle beni destekleyip yönlendiren, yoğun olan temposuna rağmen değerli vaktini ayırarak bu çalışmayı özenle inceleyen danışmanım Doç. Dr. Mehmet Emin YÜKSEKKAYA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme komitesindeki hocalarım Prof. Dr. Mevlüt TERCAN'a ve Doç. Dr. Mehmet AKTAŞ'a bu tez çalışması süresince verdikleri destek ve yardımlarından ötürü teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasını 2011/TP017 numaralı proje ile destekleyen Uşak Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na teşekkür ederim.

Beni destekleyen ve yönlendiren değerli arkadaşım ve hocam Yrd. Doç.Dr. Gamze DOĞAN'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tüm yardım ve desteklerinden dolayı değerli arkadaşlarım Uzman Başak URHAN'a, Arş. Gör. Mehmet ZIRAPLI'ya, Arş. Gör. Gonca ALAN'a, Arş. Gör. Ayşe ŞEVKAN MACİT'e ve Arş. Gör. Habibe GÜRSOY DEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Yaptığım testler için bana UBATAM'ın kapılarını açan ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Erkan TÜRKER'e ve Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Doç.Dr. Mehmet DAYIK'a, iplik temininde yardımcı olan ve ayrıca laboratuvar imkânlarından faydalanmamı sağlayan Kaynak İplik A.Ş'den Mustafa ARSLANTAY'a ve Gürkan PAKSOY'a, poliester reçine ile kalıp hazırlamamda yardımcı olan Arş. Gör. Ersen BALCIOĞLU'na, değerli vakitlerini ayıran hocalarım Prof. Dr. Bülent MİRAN'a ve Yrd. Doç. Dr. N. Gönül ŞENGÖZ'e çok teşekkür ederim.

Her konuda desteklerini gördüğüm anneme, babama, kardeşime ve anneanneme teşekkür borçluyum. Bu zor süreçte hep yanımda olan ve yoğun çalışma dönemlerimde göstermiş oldukları anlayış ve fedakârlıktan dolayı eşime ve oğluma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiv
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xix
1. GİRİŞ.....	1
2. TEKSTİLDE KONFOR VE ÖNEMİ.....	2
2.1.Konfor Çeşitleri	4
2.1.1. Psikolojik Konfor	4
2.1.2. Duyusal Konfor	5
2.1.3. Isıl (Termal) Konfor	6
2.1.3.1. İnsan Vücudu ve Çevre Arasında Gerçekleşen Isı Transfer Mekanizmaları.....	8
2.1.3.2. Isıl Konfor Durumuna Etki Eden Faktörler.....	12
3. İÇİ BOŞ İPLİKLER VE ÖZELLİKLERİ	18
3.1. İçi Boş İplik Yapısı	19
3.2. İçi Boş İplik Üretiminde Kullanılan PVA Lifleri ve Özellikleri	21
3.2.1. PVA Liflerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	22

3.2.2. PVA'nın Kullanım Alanları	23
3.3. Yaygın Olarak Kullanılan İçi Boş İplik Eğirme Teknikleri	24
4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	28
4.1. Kumaşların Konfor Özelliklerine Etki Eden Parametreler	28
4.1.1. Lif Parametresi	28
4.1.2. İplik Parametresi	33
4.2. İçi Boş İplikler ile İlgili Yapılan Araştırmalar	39
5. MATERYAL VE YÖNTEM.....	45
5.1. Materyal	46
5.1.1. Özlü İplikler	46
5.1.2. Süprem Örme Kumaşlar	46
5.1.3. Örme Kumaşlara Uygulanan Yıkama İşlemi	47
5.2. Yöntem.....	49
5.2.1. İpliklere Uygulanan Testler.....	49
5.2.1.1. İplik Numarası Testi	49
5.2.1.2. İplik Düzensizliği ve Tüylülük Testi	51
5.2.1.3. İplik Mukavemeti Testi	52
5.2.1.4. İplik Büküm Tayini	54
5.2.1.5. İpliklerin Mikroskop Altında İncelenmesi	54
5.2.1.6. İplik Çapı Ölçümü	55
5.2.1.7. İplik Paketlenme Katsayısının Hesaplanması.....	56
5.2.2. Kumaşlara Uygulanan Testler	56
5.2.2.1. Yıkama Öncesinde ve Sonrasında Kumaş Yüzeyinin Görüntülenmesi	56
5.2.2.2. Gramaj Tayini.....	56

5.2.2.3. Yıkama Sonrasında Kumaşların Ağırlık Kaybının Tespit Edilmesi	57
5.2.2.4. Sıklık Ölçümü.....	58
5.2.2.5. İlmek İplik Uzunluğu Ölçümü.....	58
5.2.2.6. İplikler Arası Gözeneklilik Değerlerinin Hesabı.....	58
5.2.2.7. Hava Geçirgenliği Testi.....	59
5.2.2.8. Isıl Özellik ve Kumaş Kalınlığı Ölçümü	60
5.2.2.9. Su Buharı Geçirgenlik Testi	64
6. ARAŞTIRMA BULGULARI	67
6.1. İplik Test Sonuçları.....	67
6.1.1. İplik Düzensizlik ve Tüylülüğü Test Sonuçları	68
6.1.2. İplik Mukavemeti Test Sonuçları.....	69
6.1.3. İplik Bükümü Test Sonuçları	70
6.1.4. İpliklere Ait Mikroskop Görüntüleri.....	70
6.1.5. İplik Çapı Ölçüm Sonuçları	75
6.1.6. İplik Paketlenme Katsayısı ile İlgili Sonuçlar.....	76
6.2. Kumaş Test Sonuçları.....	77
6.2.1 Kumaşlara Ait Mikroskop Görüntüleri	78
6.2.2 Gramaj Ölçümü Test Sonuçları.....	79
6.2.3 Yıkama İşlemi Sonrasında Kumaşların Ağırlık Kaybı Sonuçları.....	81
6.2.4. Kumaşların Sıra-Çubuk Sıklığı Test Sonuçları.....	82
6.2.5. İlmek İplik Uzunluğu Testi Sonuçları.....	83
6.2.6. İplikler Arası Gözeneklilik Hesabı Sonuçları	84
6.2.7. Hava Geçirgenliği Test Sonuçları	85
6.2.8. Isıl Özellik ve Kumaş Kalınlığı Test Sonuçları	87

6.2.8.1. Isıl İletkenlik Test Sonuçları	87
6.2.8.2. Kalınlık Testi Sonuçları	89
6.2.8.3. Isıl Direnç Test Sonuçları	91
6.2.8.4. Isıl Soğurganlık Test Sonuçları	92
6.2.9. Su Buharı Geçirgenlik Test Sonuçları.....	94
7. İSTATİSTİKSEL ÇALIŞMA VE DEĞERLENDİRME	96
7.1. İpliklerin İstatistiksel Değerlendirmesi.....	96
7.2. Örme Kumaşların İstatistiksel Değerlendirmesi.....	106
7.3. Regresyon Analizi ve Sonuçları	120
7.3.1. Yıkama Sonrası Kumaşların Hava Geçirgenliği Değerinin Tahmin Edilmesi	123
7.3.2. Yıkama Sonrası Kumaşların Isıl Direnç Değerinin Tahmin Edilmesi.....	126
7.3.3. Yıkama Sonrası Kumaşların Bağlı Su Buharı Geçirgenlik Değerinin Tahmin Edilmesi	129
7.3.4. Yıkama Sonrası Kumaşların Isıl iletkenlik Değerinin Tahmin Edilmesi.....	132
7.3.5. Yıkama Sonrası Kumaşların Isıl Soğurganlık Değerinin Tahmin Edilmesi	135
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	139
8.1. Sonuç	139
8.2. Öneriler	143
KAYNAKLAR.....	144
ÖZGEÇMİŞ.....	155

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Isı transfer yöntemleri ve etki eden faktörler	11
Çizelge 3.1. PVA haşıl maddesinin kullanım alanları	23
Çizelge 4.1. Bazı liflerin özgül ısı değerleri	29
Çizelge 4.2. Çeşitli liflerin nem alma değerleri	29
Çizelge 4.3. Farklı iplik eğirme sistemlerinde elde edilmiş ipliklerin karşılaştırmalı özellikleri	34
Çizelge 4.4. Ma ve Xia'nın çalışmalarında kullandıkları iplik özellikleri	41
Çizelge 4.5. Üretilen ipliklere ait detaylar	43
Çizelge 5.1. Yuvarlak örme makinesine ait özellikler.....	47
Çizelge 5.2. Bazı lif ve polimerlerin ısıl iletkenlik değerleri	61
Çizelge 5.3. Alambeta cihazında ölçülmüş bazı kumaşların ısıl soğurganlık değerleri	63
Çizelge 6.1. Kullanılan iplik özellikleri ve kodları	67
Çizelge 6.2. Yıkama öncesi ipliklere ait düzgünsüzlük ve tüylülük testi sonuçları	68
Çizelge 6.3. Yıkama öncesi ipliklere ait mukavemet testi sonuçları.....	69
Çizelge 6.4. Yıkama öncesi ipliklere ait büküm değerleri	70
Çizelge 6.5. Kumaşlardan çıkarılan ipliklerin çap değerleri	75
Çizelge 6.6. İplik paketlenme katsayısı değerleri.....	76
Çizelge 6.7. Kullanılan kumaşlar ve kodları	78
Çizelge 6.8. Kumaşların gramaj testi sonuçları.....	80
Çizelge 6.9. Yıkama öncesi ve sonrası kumaş ağırlık ölçümü test sonuçları.....	81
Çizelge 6.10. Kumaşların sıra-çubuk sıklığı test sonuçları	83
Çizelge 6.11. Numunelerin ilmek iplik uzunluğu değerleri	83

Çizelge 6.12. Kumaş içerisindeki iplikler arası gözeneklilik değerleri.....	84
Çizelge 6.13. Kumaşların hava geçirgenliği test sonuçları	86
Çizelge 6.14. Kumaşların ısı iletkenlik test sonuçları	88
Çizelge 6.15. Kumaşların kalınlık testi sonuçları.....	89
Çizelge 6.16. Kumaşların ısı direnç test sonuçları	91
Çizelge 6.17. Kumaşların ısı soğurganlık test sonuçları	93
Çizelge 6.18. Kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği test sonuçları	94
Çizelge 7.1. Yıkama öncesi ipliklere ait özelliklerin varyanslarının homojenliği test sonuçları.....	96
Çizelge 7.2. Yıkama öncesi ipliklere ait neps, tüylülük ve mukavemet değerlerinin ANOVA testi sonuçları.....	97
Çizelge 7.3. Yıkama öncesi iplik özelliklerinin Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları	97
Çizelge 7.4. Yıkama öncesi ipliklere ait kalın yer, kopma uzaması ve düzgünsüzlük değerlerinin ANOVA testi sonuçları	99
Çizelge 7.5. Yıkama öncesi ipliklere ait özelliklerin Tamhane çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	99
Çizelge 7.6. Yıkama öncesi iplik çaplarının varyanslarının homojenliği testi	101
Çizelge 7.7. Yıkama öncesi ipliklere ait çap değerlerinin ANOVA testi sonuçları	101
Çizelge 7.8. Yıkama öncesi iplik çaplarının Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları....	102
Çizelge 7.9. Yıkama sonrası iplik çaplarının varyanslarının homojenliği testi.....	102
Çizelge 7.10. Yıkama sonrası ipliklere ait çap değerlerinin ANOVA testi sonuçları	102
Çizelge 7.11. Yıkama sonrası iplik çaplarının Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	103
Çizelge 7.12. Yıkama öncesinde kumaşlardan çıkarılan ipliklerin iplik paketlenme katsayısının varyanslarının homojenliği testi	103
Çizelge 7.13. Yıkama öncesinde kumaşlardan çıkarılan ipliklerin iplik paketlenme katsayısına ait ANOVA testi sonuçları	104

Çizelge 7.14. Yıkama öncesinde kumaşlardan çıkarılan ipliklerin iplik paketlenme katsayısına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	104
Çizelge 7.15. Yıkama sonrasında kumaşlardan çıkarılan ipliklerin iplik paketlenme katsayısının varyanslarının homojenliği testi	105
Çizelge 7.16. Yıkama sonrasında kumaşlardan çıkarılan ipliklerin iplik paketlenme katsayısına ait ANOVA testi sonuçları	105
Çizelge 7.17. Yıkama sonrasında kumaşlardan çıkarılan ipliklerin iplik paketlenme katsayısına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	105
Çizelge 7.18. Yıkama öncesi kumaş özelliklerinin varyanslarının homojenliği testi	106
Çizelge 7.19. Yıkama öncesi kumaşlara ait özelliklerin ANOVA testi sonuçları.....	107
Çizelge 7.20. Yıkama öncesi kumaş özelliklerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	108
Çizelge 7.21. Yıkama öncesi kumaşlara ait ısı direnç ve su buharı geçirgenliğinin ANOVA testi sonuçları.....	111
Çizelge 7.22. Yıkama öncesi kumaşlara ait ısı direnç ve su buharı geçirgenliğinin Tamhane çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	112
Çizelge 7.23. Yıkama sonrası kumaş özelliklerinin varyanslarının homojenliği testi	113
Çizelge 7.24. Yıkama sonrası kumaş özelliklerine ait ANOVA testi sonuçları.....	113
Çizelge 7.25. Yıkama sonrası kumaş özelliklerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	114
Çizelge 7.26. Yıkama sonrası kumaşların ilmek iplik uzunlukları ve ısı soğurganlıklarına ait ANOVA testi sonuçları.....	118
Çizelge 7.27. Yıkama sonrası kumaşların Tamhane çoklu karşılaştırma testi sonuçları ..	118
Çizelge 7.28. Yıkama sonrası kumaşlara ait özelliklerin K-S testi sonuçları.....	121
Çizelge 7.29. Verilerin Kurtosis ve Skewness değerleri	122
Çizelge 7.30. Hava geçirgenliğinin tahminlenmesine yönelik yapılan analiz sonuçları ...	123
Çizelge 7.31. Hava geçirgenliği özelliğine ait gözlenen ve tahminlenen değerler.....	126
Çizelge 7.32. Isı Direnç değerinin tahminlenmesine yönelik yapılan analiz sonuçlar....	127
Çizelge 7.33. Isı direnç özelliğine ait gözlenen ve tahminlenen değerler	129

Çizelge 7. 34. Bağlı su buharı geçirgenliği değerinin tahminlenmesine yönelik yapılan analiz sonuçları.....	130
Çizelge 7. 35. Bağlı su buharı geçirgenliği ile iplik paketlenme katsayısı arasındaki kuadratik ilişkiyi gösteren analiz sonuçları	131
Çizelge 7. 36. Su buharı geçirgenliği özelliğine ait gözlenen ve tahminlenen değerler ...	132
Çizelge 7. 37. Isıl iletkenliğin tahminlenmesine yönelik yapılan analiz sonuçları	133
Çizelge 7. 38. Isıl iletkenlik ile iplik paketlenme katsayısı arasındaki logaritmik ilişkiyi gösteren analiz sonuçları	134
Çizelge 7. 39. Isıl iletkenlik özelliğine ait gözlenen ve tahminlenen değerler	135
Çizelge 7. 40. Isıl soğurganlığın tahminlenmesine yönelik yapılan analiz sonuçları.....	136
Çizelge 7. 41. Isıl soğurganlık ile iplikler arası gözeneklilik arasındaki logaritmik ilişkiyi gösteren analiz sonuçları	137
Çizelge 7. 42. Isıl soğurganlık özelliğine ait gözlenen ve tahminlenen değerler	138

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. İnsan vücudunda gerçekleşen toplam ısı transferi	9
Şekil 2.2. Rüzgâr hızının dış hava katmanına etkisi	13
Şekil 2.3. Giysi yalıtımı ile materyal kalınlığı arasındaki ilişki	17
Şekil 3.1. Lif, iplik ve kumaş yapı ve özellikleri arasındaki ilişkiler	18
Şekil 3.2. Polivinil alkolün kimyasal yapısı	22
Şekil 4.1. Yıkama sonrasında içi boş iplik mukavemetinin PVA oranına göre değişimi ..	40
Şekil 4.2. Yıkama sonrası içi boş ipliklerin uzama değerlerinin PVA oranına bağlı olarak değişimi	40
Şekil 5.1. İşlem akış şeması.....	45
Şekil 5.2. Yıkama grafiği.....	48
Şekil 5.3. İplik çapı ölçümü için numune hazırlanışının şematik görüntüsü.....	55
Şekil 6.1. İplik çapı değerleri	75
Şekil 6.2. İplik paketlenme katsayısı değerleri.....	77
Şekil 6.3. Kumaşların gramaj değerleri	80
Şekil 6.4. Yıkama sonucu gözlemlenen ve olması gereken minimum ağırlık kayıpları	82
Şekil 6.5. Kumaş içerisindeki iplikler arası gözeneklilik değerleri.....	85
Şekil 6.6. Kumaşların hava geçirgenliği değerleri	86
Şekil 6.7. Kumaşların ısı iletkenlik değerleri	88
Şekil 6.8. Kumaşların kalınlık değerleri.....	90
Şekil 6.9. Kumaşların ısı direnç değerleri	91
Şekil 6.10. Kumaşların ısı soğurganlık değerleri	93
Şekil 6.11. Kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği değerleri	95

- Şekil 7.1. Hava geçirgenliği için (a) hata terimleri ile standartlaştırılmış tahmin değerlerinin serpmme grafiği, (b) K değişkenine bağlı kısmi regresyon serpmme grafiği, (c) İAG değişkenine bağlı kısmi regresyon serpmme grafiği 125
- Şekil 7.2. Isıl direnç için (a) Hata terimleri ile standartlaştırılmış tahmin değerlerinin serpmme grafiği, (b) K değişkenine bağlı kısmi regresyon serpmme grafiği, (c) İPK değişkenine bağlı kısmi regresyon serpmme grafiği 128

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Tutum değerlendirme teknikleri (A: Dokunma, B: Buruşturma, C: Parmaklar ile kontrol, D: Burma)	6
Resim 2.2. Konfora etki eden faktörler	7
Resim 2.3. Vücudun ısı dengesi	8
Resim 2.4. Rüzgâr ve kişi hareketinin katmanlar arasındaki hava tabakasına etkileri	13
Resim 2.5. Met birimi cinsinden aktivite seviyesi skalası	15
Resim 2.6. Yaz ve kış aylarında giyilen giysilerin <i>clo</i> değerleri	16
Resim 3.1. Özlü iplik yapısı	19
Resim 3.2. Konvansiyonel, özlü ve içi boş iplik yapılarının şematik gösterimi	20
Resim 3.3. İçi boş iplik enine kesit görüntüsü	21
Resim 3.4. Friksiyon iplik eğirme makinasında PVA özlü pamuk sargılı iplik üretimi	25
Resim 3.5. Özlü friksiyon iplik yapısı; (a) İplik yüzey görüntüsü, (b) İplik enine kesit görüntüsü	25
Resim 3.6. Open end rotor iplik makinasında PVA özlü iplik üretimi	26
Resim 3.7. Ring iplik makinasında özlü iplik üretimi	27
Resim 4.1. Karaca ve arkadaşlarının çalışmalarında kullandıkları liflerin enine kesit şekilleri (a) Yuvarlak, (b) İçi boşluklu yuvarlak, (c) Üçgen, (d) İçi boşluklu üçgen	32
Resim 4.2. Çeşitli iplik eğirme sistemlerinde üretilmiş iplik yapıları	35
Resim 4.3. Kompakt iplik yapısı	37
Resim 4.4. Üretilen ipliklerin şematik diyagramı	44
Resim 5.1. PVA özlü iplik.....	46
Resim 5.2. Yuvarlak örme makinesi	47

Resim 5.3. HT numune boyama makinası ve yıkama tüpleri.....	49
Resim 5.4. UsterTester 4 test cihazı	51
Resim 5.5. Uster Tensorapid 3 test cihazı	53
Resim 5.6. MesdanLab elektronik büküm ölçer	54
Resim 5.7. Taramalı elektron mikroskobu	55
Resim 5.8. Dairesel numune kesme aparatı.....	57
Resim 5.9. Hassas terazi	57
Resim 5.10. Textest FX 3300 hava geçirgenlik cihazı	59
Resim 5.11. Alambeta cihazı.....	60
Resim 5.12. Permetest cihazı.....	64
Resim 5.13. Permetest data programı ekranı	65
Resim 6.1. (a) C28 kodlu ipliğe ait görüntü (b) H28 kodlu ipliğe ait görüntü	70
Resim 6.2. (a) C20 kodlu ipliğe ait görüntü (b) H20 kodlu ipliğe ait görüntü	71
Resim 6.3. (a) C16 kodlu ipliğe ait görüntü (b) H16 kodlu ipliğe ait görüntü	71
Resim 6.4. (a) Ref0 kodlu ipliğe ait görüntü, (b) Ref kodlu ipliğe ait görüntü	71
Resim 6.5. Metal plaka içerisinde iplik geçirme yöntemi	72
Resim 6.6. Metal plaka yöntemi ile alınmış özlü iplik enine kesit görüntüsü.....	72
Resim 6.7. Enine kesit almak için yapılan çalışmalar (a) İçi boş ipliğin hortum içerisinde konumlandırılması, (b) Hortum içerisinde reçine ile dondurulmuş iplik görüntüleri.....	73
Resim 6.8. Özlü ipliklerin SEM görüntüleri; (a) 180x, (b) 367x	73
Resim 6.9. Özlü ipliğin yıkama sonrası SEM görüntüsü (180x büyütme oranı)	74
Resim 6.10. Yıkama öncesi iplik enine kesitlerinin şematik gösterimi; (a) Ref0 kodlu iplik (b) C28 kodlu iplik (c) C20 kodlu iplik (d) C16 kodlu iplik	74
Resim 6.11. Yıkama işlemi sonrasında elde edilen içi boş ipliklerin enine kesitlerinin şematik gösterimi; (a) H28 kodlu iplik, (b) H20 kodlu iplik, (c) H16 kodlu iplik	74

Resim 6.12. (a) C28 kodlu kumaşa ait görüntü (b) H28 kodlu kumaşa ait görüntü.....	78
Resim 6. 13. (a) C20 kodlu kumaşa ait görüntü (b) H20 kodlu kumaşa ait görüntü.....	78
Resim 6. 14. (a) C16 kodlu kumaşa ait görüntü (b) H16 kodlu kumaşa ait görüntü.....	79
Resim 6. 15. (a) Ref0 kodlu kumaşa ait görüntü, (b) Ref kodlu kumaşa ait görüntü.....	79

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
c	Özgül ısı (J/kgK)
Ret	Su buharı direnci (m ² Pa/W)
ρ	Yoğunluk (kg/m ³)
Kısaltmalar	Açıklama
B	Isıl soğurganlık (Ws ^{1/2} /m ² K)
ÇS	Çubuk sıklığı (Çubuk/cm)
G	Gramaj (g/m ²)
HG	Hava geçirgenliği (l/m ² /s)
İ	Isıl iletkenlik (W/mK)
İAG	İplikler arası gözeneklilik (%)
İPK	İplik paketlenme katsayısı
İİU	İlmek iplik uzunluğu (cm)
K	Kalınlık (mm)

PVA	Polivinil alkol
R	Isıl direnç (m^2K/W)
SBG	Bağıl su buharı geçirgenliği (%)
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
SS	Sıra sıklığı (ilmek/cm)

1. GİRİŞ

Son yıllarda kalite kavramının müşteri memnuniyeti yönünde değişmesinin ardından, üreticiler estetik, konforlu ve aynı zamanda daha sağlıklı ürünlerin geliştirilmesine yönelik arayışlar içerisine girmişlerdir. Tekstil sektöründeki gelişme ve yeniliklere artan tüketici taleplerinin de eklenmesi ile üreticilerin ürün yelpazelerini genişletmeleri daha da önemli bir hale gelmiştir. Bu amaçla özellikle son yıllarda birçok yeni ürün piyasaya sunulmuştur. Yeni bir ürünün ya da sistemin ortaya çıkması genellikle mevcut ürünlerin eksik veya olumsuz yönlerinin tespit edilerek iyileştirilmesi ile gerçekleşmektedir. İçi boş iplikler de konvansiyonel ring ipliklerine fonksiyonellik kazandırmak ve çeşitli özelliklerini geliştirmek amacıyla ortaya çıkmış yeni tip ipliklerdendir.

Giysi konforu tüketiciler için önemli bir kalite kriteridir. Bu amaçla tekstil ürünlerinin konfor özelliklerinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Yeni bir iplik çeşidi olan içi boş iplikler ve mikro gözenekli ipliklerden elde edilen çeşitli ürünlerin konfor özelliklerinin araştırılması son yıllarda araştırmacıların ilgisini çekmeye başlamıştır. İçi boş iplikler boşluklu yapıları sebebiyle konvansiyonel ipliklerden üretilen ürünlerin konfor özelliklerinin geliştirilmesine önemli derecede katkı sağlamaktadırlar. İçi boş ipliklerde iplik merkezindeki boşluk miktarının değiştirilmesi ile iplik özellikleri ve bu ipliklerden üretilen kumaşların konfor özellikleri de değişmektedir. Bu nedenle ürünlerin konfor özelliklerinin önceden tahmin edilmesi ve elde edilen sonuçlar yardımıyla bu amaca yönelik üretim yapılması büyük önem taşımaktadır.

Tez çalışması kapsamında yapılan literatür araştırmaları sonucunda içi boş ipliklerde merkez boşluk oranının değişmesinin kumaşların konfor özellikleri üzerindeki etkisinin üretim öncesinde tahmin edilmesi konusunda yapılan bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu amaçla bu çalışmada, farklı merkez boşluğuna sahip içi boş iplikler ve konvansiyonel ring ipliğinden üretilen örme kumaşların ısı konfor özelliklerinin test edilip, regresyon analizi ile tahmin edilmesi hedeflenmiştir.

2. TEKSTİLDE KONFOR VE ÖNEMİ

Giysi konforu, son yıllarda daha fazla ilgi görmeye başlasa da uzun yıllardır giysiler için önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir. Giysi kalitesini belirleyen faktörler içerisinde ön plana çıkan giysi konforu, memnuniyet ve rahatlık hissini ifade eden bir kavramdır. Giysi konforu ile ilgili çalışmalar uzun yıllar öncesine dayanmakta olup, özellikle 1940-1950 yılları arasında yapılan çalışmalar giysi konforunun geliştirilmesinde önemli referans oluşturmaktadır. Bu dönemlerde ayrı bir bilim dalı haline gelen giysi konforu ile ilgili önemli gelişmeler yaşanmış olmakla birlikte; yine de giysi konforunun doğuşu ile ilgili tartışmalar devam etmektedir [1].

Konfor objektif ve subjektif olarak değerlendirilebilen karmaşık bir kavram olarak kabul edilmektedir. Günümüze kadar pek çok araştırmacı tarafından araştırılan konfor ile ilgili literatürde çeşitli tanımlara rastlanmaktadır. Araştırmacıların çoğu konforun negatif olarak tanımlanmasının, pozitif tanımlamaya göre daha kolay olduğu görüşündedirler. Çünkü konforsuzluk; batma, kaşınma, sıcak ve soğuk gibi kelimelerle kişiler tarafından daha kolay tanımlanmakta ve ifade edilebilmektedir. Bu yüzden konfor ile ilgili yaygın olarak kabul gören tanım “acı ve konforsuzluktan bağımsız nötr durum” şeklinde yapılmıştır [2]. Slater ise konforu “vücut ve çevre arasındaki fizyolojik, psikolojik ve fiziksel uyumun sonucu hissedilen memnuniyet duygusu” olarak tanımlamıştır [3].

Bir giysi giyildiğinde psikolojik ve fiziksel olarak konforsuzluk hissi oluşabilmektedir. Psikolojik açıdan konforsuzluk, kişinin giydiği giysi içerisinde kendini mutlu hissetmemesidir. Fiziksel konforsuzluk ise giysilerin vücut hareketini kısıtlayacak derecede dar olduğunda, kaşındırıldığında, üşüme ya da bunalma hissi ve benzeri olumsuz durumlarda ortaya çıkmaktadır [4].

Giysilerden beklenen konfor seviyesi, kişilere, aktivite düzeyine ve çevre şartlarına göre değişebilmektedir. Öyle ki aynı fiziksel şartlarda aynı giysiyi giymiş kişilerde bile konfor algısı veya beklentisi farklılık gösterebilmektedir. Giysi seçiminde kişilerin tercihleri; mevsimlere, iklime, yaşa, kültür seviyesine, moda ve fiziksel aktivitelere göre değişiklik göstermektedir. Dinlenme halinde olan bir kişinin giydiği giyside aradığı

zellikler ile hareket halinde olan bir sporcunun giydiği giysiden beklediği fonksiyonellik büyük farklılık göstermektedir [5].

Giysi konforunun belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalarda özellikle giysi, insan ve evre arasındaki etkileşimin altı çizilmiştir. Giysi, insan ve evre bileşenlerini karakterize eden çeşitli değişkenler belirlenerek giysi konforunun tahminlenmesi için model ve teoriler geliştirilmiştir [5-7].

Giysi konforu; estetik konfor, ısı konfor, vücut hareket konforu, psikolojik konfor gibi birçok faktörü bünyesinde taşıyan ve her bir faktörün optimum seviyede olması durumunda ulaşılabilecek bir özelliktir. Kişilerin toplam konfor algısı üzerinde etkili birçok faktör olmasına rağmen, bir giysinin konforlu sayılabilmesi için aşağdaki özellikleri taşıması gerekmektedir [8]:

- Hareket kolaylığı ve rahatlığı,
- Uygun seviyede ısı ve nem ayarı,
- Nem iletme kapasitesi,
- Isıl iletkenlik,
- abuk kuruma,
- Isıl direnç,
- Cildi tahriş etmeme,
- Yumuşaklık,
- Sağlamlık,
- Kolay kullanım ve bakım özelliği ve
- İy tutum ve tuşe özelliği.

2.1.Konfor Çeşitleri

2.1.1. Psikolojik Konfor

Zihin bilimi yani psikolojide temel kavramlar arasında yer alan duyum ve algılama psikolojik konforun da yapı taşlarını oluşturmaktadır. Konforda psikoloji, çevreden gelen uyarıların el, göz, kulak, burun gibi duyu organları ile alınıp, kişilerin tecrübe ve beklenti süzgecinden geçmesi sonucu oluşan algıları ve bunların ifade edilişi ile ilgilidir [9].

Bir giysi, kişilerin beklentilerini karşıladığı ölçüde konforlu sayılmaktadır. Psikolojik giysi konforunda, kişinin giydiği giysi içerisinde kendisini mutlu ve rahat hissetmesi en önemli unsurdur.

Giysilerin insan psikolojisi üzerinde önemli bir etkisi vardır. Pek çok durumda, giysilerde kullanım alanına uygunluk dış görünüşten daha fazla ön plana çıkmaktadır. Ancak estetik açıdan göze hoş gelen giysiler tüketicilerin toplum içinde fark edilmelerine yardımcı olup psikolojik açıdan tatmin duygusu yaratmaktadır. Öyle ki bazı insanlar ilgi çekici ve güzel bir kıyafet giydiklerinde, fiziksel açıdan kendilerini konforsuz hissetseler bile bunu göz ardı edebilmektedirler. Bu açıdan bakıldığında; renk, moda, yaş, kültür, kişilerin psikolojik durumu gibi birçok faktör giysi konforu üzerinde etkili olmaktadır [10, 11].

Psikolojik konfor kişisel tercihlerden çok fazla etkilenmekte ve bu nedenle psikolojik konforun değerlendirilmesinde subjektif yorumlar önemli bir yer tutmaktadır. Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda araştırmacıların çoğu, çeşitli tekniklerle geliştirilmiş, tüketicilerin tutum ve tercihleri hakkında fikir sahibi olmaya yardımcı olan psikolojik skalalardan faydalanmışlardır. Subjektif değerlendirmelerde kişilerin duyu ve düşüncelerini ölçebilen herhangi bir cihaz yoktur. Ancak ölçülecek bir özelliğe ait tanımlayıcı terimlerin seviyesini belirleyen psikolojik skalaların oluşturulup, verilerin elde edilmesi ile objektif ve subjektif ölçüm sonuçları arasında bir köprü kurulabilmektedir [12, 13].

Lif, iplik, kumaş özellikleri ve giysilerin vücuda oturuş şekli kişilerin termal ve fiziksel konforunu etkilediği gibi psikolojik konforunu da etkilemektedir [14]. Komijo ve arkadaşlarına (2009) göre yaz aylarında ipekli iç çamaşırları, psikolojik ve fizyolojik açıdan

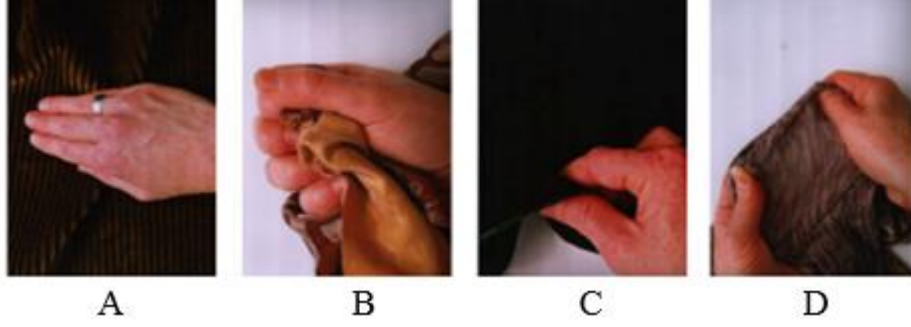
yüksek giysi konforu sağlamaktadır [15]. Yüksek derecede elastik tekstiller vücudu sıkı bir şekilde sardığından dolayı kişilerin kendilerini daha alımlı, rahat ve güzel hissetmelerini sağlayarak psikolojik giysi konforunu da arttırmaktadır [16]. Tamamen veya çok açık bir yapıda olan yüksek hava geçirgenliğine sahip giysiler fizyolojik ve psikolojik açıdan kişiler üzerinde konforsuzluk hissi oluşturabilmektedir [17].

2.1.2. Duyusal Konfor

Dokunma duyusu, çevre ve insan arasındaki etkileşim açısından önemli bir fonksiyona sahiptir. Başta gıda ve tekstil ürünleri olmak üzere pek çok ürünün kalite değerlendirmelerinde, tüketiciler ilk olarak ürünlere dokunarak duyusal bir değerlendirme yapmaktadırlar [18-19]. Bir giysiye dokunulduğunda hissedilen hisler, giysi kalite ve konforu hakkında bilgi vermekte ve tüketici satın alma tercihlerini etkilemektedir.

Duyusal giysi konforu, insan vücudu ile giysi arasındaki etkileşim ile ilgilidir. Giysiler, vücudumuzun farklı noktaları ile sürekli temas halindedir ve bu sebeple de çok sayıda mekanik, fiziksel ve termal uyarıların meydana gelmesine sebep olmaktadır. Kısmen veya tamamen vücutla etkileşim halinde olan kumaşların yüzey ve mekanik özellikleri duyusal konfor ve toplam konfor algısı üzerinde etkilidir. Giysilerin vücuda uyguladığı basınç düzeyi ve hareket kolaylığı doğrudan duyusal konfor ile ilişkilidir [3, 5, 20, 21].

Duyusal konfor, subjektif ve objektif yöntemler ile değerlendirilmektedir. Geleneksel yöntem olarak kabul edilen subjektif değerlendirmede, kumaşların tutum özellikleri ile doğrudan bağlantılı olduğu için tutum kavramı ön plana çıkmaktadır. Duyusal bir özellik olan tutum, bir kumaşa dokunulduğunda hissedilen hislerin toplamı olarak ifade edilmektedir. Subjektif yöntem ile kumaş tutum değerlendirmelerinde genellikle parmaklar kumaş yüzeyinde gezdirilmekte, baş ve işaret parmakları arasında kumaş sıkıştırılmaktadır. Bu yöntem ile kumaşların kalınlığı, hacimliliği, yumuşaklığı ve pürüzlülüğü gibi yüzey özellikleri hakkında bilgi edinilmektedir. Objektif değerlendirme metodunda ise kumaşların dökümlülük, eğilme ve kayma rijitliği, sıkıştırılabilirlik gibi fiziksel ve mekanik özellikleri çeşitli cihazlar ile ölçülmektedir [22].



Resim 2.1. Tutum değerlendirme teknikleri (A: Dokunma, B: Buruşturma, C: Parmaklar ile kontrol, D: Burma) [23]

Lif tipi, iplik ve kumaş yapısı, kumaşlara uygulanan bitim işlemleri gibi pek çok parametre kumaşların tutum özellikleri üzerinde etkili olmaktadır. Lif yapısı ve özellikleri, iplik yapısını ve kumaş tutumunu değiştirmektedir. Örneğin, keten gibi yüksek kristalinite oranına sahip sert liflerden üretilen kumaşların eğilme rijitliği yüksek olmakta ve sert bir tutum özelliği sergilemektedir. Yn gibi hayvansal lifler içeren kaba kumaşlar cilt ile temas ettiklerinde batma hissi yaratmaktadırlar. Lif tipinin yanı sıra, lif inceliği de kumaş tutumu üzerinde etkili olup ince liflerden üretilen kumaşlar daha yumuşak, pürüzsüz ve dökümlü bir yapıdadır. İplik büküm miktarı; iplik ve kumaşların birçok özelliğini etkilediği gibi kumaş tutumu açısından da etkin bir parametredir. Yüksek iplik bükümü, iplik paket yoğunluğunu arttırdığı gibi eğilme rijitliğinde de artışa sebep olmakta ve bunun bir sonucu olarak bu ipliklerden üretilen kumaşlarında daha sert bir tutum özelliği sergilemesine ve batma hissi yaratmasına sebep olmaktadır [5, 24]. İplik retim metodu ise iplik ve kumaşların duyuasal konfor özelliğine etki eden bir başka parametredir. Behera ve arkadaşları ring ipliklerinin duyuasal konfor özelliğinin rotor ve friksiyon ipliklere göre daha iyi olduğunu ortaya koymuşlardır [25].

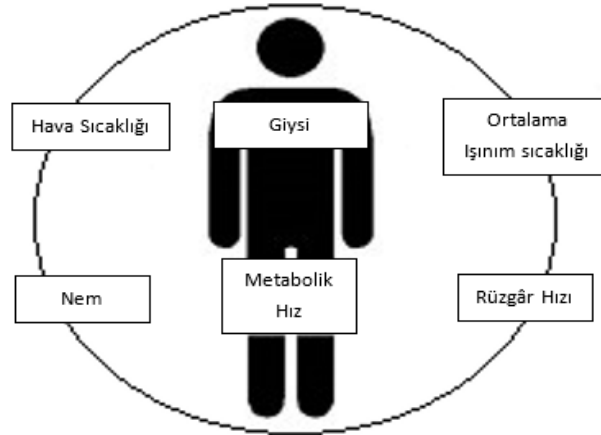
2.1.3. Isıl (Termal) Konfor

Vücudumuzun temel işlevlerini yerine getirebilmesi için belirli bir sıcaklığa ihtiyaç duyulmaktadır. Hücrelerin yaşamsal fonksiyonlarını devam ettirebilmesi vücudun sabit sıcaklığının korunmasına bağlıdır. Farklı evre şartlarında vücut sıcaklığının uygun seviyede tutulması büyük önem taşımaktadır. İnsan vücudundaki mekanizmalar zorlu evre

şartlarında tek başına vücut sıcaklığını korumak için yeterli olamamaktadır. Burada devreye giren giysiler, değişken çevre şartlarında vücut sıcaklığının dengelenmesinde önemli fonksiyonlara sahiptir.

Hareket vücut sıcaklığını arttıran bir eylemdir. Ortalama 37 °C olan vücut sıcaklığı hafif bir aktivite sonrasında 38 °C'ye çıkarken, ağır bir aktivite sonucu 40 °C'ye kadar çıkabilmektedir. Aktivite sırasında artan vücut sıcaklığı, terleme yolu ile olması gereken seviyeye kadar inmeye çalışacaktır. Derinin fazla ısının dışarıya atılmasındaki rolü oldukça fazladır ve fazla ısının büyük bir kısmı deri yoluyla uzaklaştırılabilmektedir [8, 26].

İnsan, çevre ve giysiden oluşan sistem denge halinde iken ısıl konfora erişilmektedir. Ancak insan, çevre ve giysiden oluşan bu sistem, çevre şartlarında meydana gelen ani değişiklikler ve kişilerin içinde bulunduğu aktivite seviyesi gibi pek çok faktörden etkilenmekte ve ısıl denge bozulabilmektedir. Bu dengenin bozulması ile vücuttan ısı kaybının artması veya azalması, metabolizma hızında değişiklik, cilt yüzeyindeki nem miktarının artması ve sonuç olarak hissedilebilir derecede konforsuzluk oluşmaktadır [27].



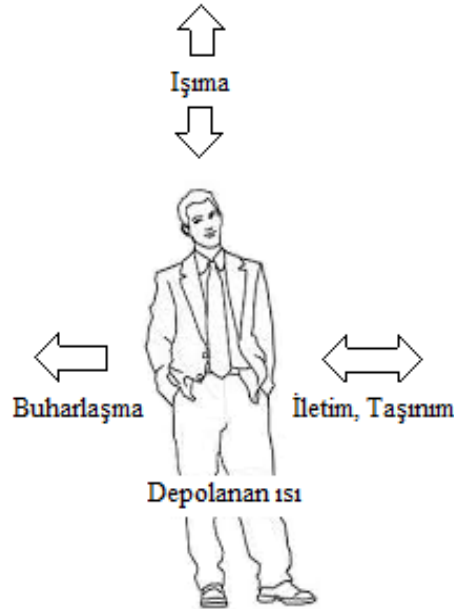
Resim 2.2. Konfora etki eden faktörler [28]

Isıl konfor açısından ideal bir giysi, farklı çevre şartlarında ve aktivite seviyelerinde kişilerin kendilerini konforlu hissetmelerini sağlamalıdır. Isıl konfor, vücut ile çevre arasındaki ısı ve kütle transferlerine bağlı olup, giysilerin ısı direnç ve su buharı direnci özellikleri ile ilgilidir. Vücut ısısının korunması açısından, giysilerin ısı yalıtımının yaz aylarında mümkün olduğunca düşük, kış aylarında ise yüksek olması istenirken, su buharı

direncinin ise cildin rahat nefes alabilmesi için tüm koşullarda mümkün olduğunca düşük olması istenmektedir [29, 30].

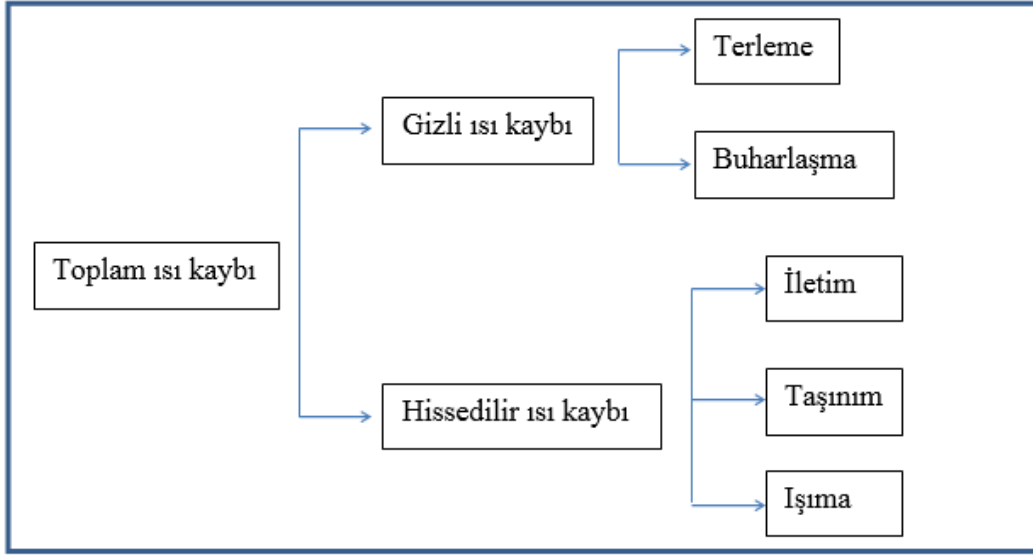
2.1.3.1. İnsan Vücudu ve Çevre Arasında Gerçekleşen Isı Transfer Mekanizmaları

Vücutta üretilen metabolik ısı ile taşınım, ışıma, iletim ve terleme gibi çeşitli yollarla vücuttan kaybedilen ısıнын dengede olduğu durumda ısıl konfora erişilmektedir. Vücuttaki ısı üretimi, kişilerin aktivite seviyesine büyük oranda bağlı olup, aktivite seviyesinin artması ile birlikte metabolik ısı artmaktadır [31].



Resim 2.3. Vücutun ısı dengesi [32]

Vücutun ısı dengesini korumak amacıyla vücut ve çevre arasındaki ısı alışverişini sağlayan mekanizmalar birbirinden çok farklı olmasına rağmen hepsinin gerçekleşebilmesi için sıcaklık farklılığının olması gerekmektedir.



Şekil 2.1. İnsan vücudunda gerçekleşen toplam ısı transferi [31]

Isı transfer mekanizmaları kısaca aşağıdaki gibi açıklanabilir:

a) İletim(Kondüksiyon):

İletim ile ısı transferinde, cisimlerin birbirlerine teması sonucunda ısı kaybı gerçekleşmektedir. Isı değişim seviyesi, iki cisim arasındaki sıcaklık farklılığına ve cisimlerin ısıl iletkenlik özelliklerine göre belirlenmektedir. Kumaşlarda iletim ile ısı kaybı, kalınlık ve malzemenin ısıl iletkenlik özelliği ile bağıntılıdır [33]. İletim ile ısı transferi Eş. 2.1'de verilen denklem ile ifade edilmektedir:

$$Q_x = -kA \frac{\partial T}{\partial X}(X) \quad (2.1)$$

Burada;

Q_x : X yönündeki ısı akış miktarı,

T ; sıcaklık,

k ise materyalin ısıl iletkenliğidir.

b) Taşınım (Konveksiyon):

Taşınım, katı yüzey ile akışkan arasında gerçekleşen bir ısı transfer mekanizması olup, vücut ve çevre hava sıcaklıkları arasında fark olduğunda meydana gelmektedir (Eş. 2.2). Isı, vücudu çevreleyen hava vasıtasıyla taşınmaktadır [8].

$$q = h(T_f - T_w) \quad (2.2)$$

Burada;

q ; taşınım ile ısı akışı,

h ; ortamın ısı transfer katsayısı,

T_w ; yüzeyin sıcaklığı,

T_f ise akışkan sıcaklığıdır [3].

c) Işıma (Radyasyon):

Işıma ile ısı transferi elektromanyetik dalgalar vasıtasıyla meydana gelmektedir. Güneş, radyan ısıtıcılar ve ateş gibi yüksek sıcaklığa sahip kaynaklardan alıcıya doğru ısı transferi gerçekleşmektedir [3].

d) Terleme:

Çevre sıcaklığı vücut sıcaklığına ulaştığında, ışıma ve taşınım ile meydana gelen ısı kaybı sonlanmaktadır. Çevre sıcaklığının vücut sıcaklığından yüksek olduğu durumlarda, ısının vücuttan uzaklaştırılması sadece vücudun terlemesi ve terin buharlaşması ile sağlanmaktadır [34].

Vücut sıcaklığını sabit tutabilmek için vücudumuzdaki ısı kaybı ile ısı üretimi arasında bir denge olması şarttır. Bu dengenin sağlanmadığı durumlarda vücut sıcaklığında artma veya azalma meydana gelmektedir. Vücudun enerji dengesi Eş. 2.3'teki gibi gösterilmektedir [35, 36, 31].

$$M - W = Q_{sk} + Q_{res} = (C + R + E_{sk}) + (C_{res} + E_{res}) \quad (2.3)$$

Burada;

M ; vücudun meftabolik enerji üretimi,

W ; yapılan iş,

Q_{sk} ; giyinik vücuttaki toplam ısı kaybı,

Q_{res} ; solunum yoluyla gerçekleşen toplam ısı kaybı,

C ; taşınım ile ısı kaybı,

R ; ışınım ile ısı kaybı,

E_{sk} ; buharlaşma ile ısı kaybı,

C_{res} ; solunumla olan hissedilir ısı kaybı,

E_{res} ; gizli ısı kaybını göstermektedir.

Çevre, vücut ve giysi faktörlerinin göz önünde bulundurulduğu, ısı transfer mekanizmaları genel olarak Çizelge 2.1’de özetlenmektedir.

Çizelge 2.1. Isı transfer yöntemleri ve etki eden faktörler [34]

Isı Transfer Mekanizması	Çevresel Faktörler	Giysi Faktörü	Vücut Faktörü
İletim	Sıcaklık farkı	Malzemenin ya da hava tabakalarının ısı direnci	Yüzey sıcaklığı
Taşınım	Hava sıcaklığı ve hava hareketi	Rüzgâr nüfuziyeti	Maruz kalan ya da örtülü oran; yüzey sıcaklığı
İşıma	Her bir yüzeyin ve havanın sıcaklığı; her bir yüzeyin kapladığı tam açı ve emme kapasitesi	Emme kapasitesi (yayıcılık), yüzey sıcaklığı	Maruz kalan ya da örtülü oran; yüzey sıcaklığı
Buharlaşma	Havanın buhar basıncı ya da sıcaklığı ve bağıl nemi	Buhar difüzyonuna karşı direnç ya da geçirgenlik indeksi; ıslak giysi alanı	Yüzey sıcaklığı ve ıslak alan

2.1.3.2. Isıl Konfor Durumuna Etki Eden Faktörler

Isıl konfor, kişilerin bulunduğu ortamda hissettiği memnuniyet duygusu olarak tanımlanmaktadır. Fanger, ısı konforuna etki eden çevresel ve kişisel faktörleri altı parametre altında toplamıştır [37]. Bunlar;

- 1- Hava sıcaklığı
- 2- Ortalama radyan sıcaklığı
- 3- Rüzgâr hızı
- 4- Hava nemi gibi çevresel faktörler ve
- 5- Aktivite seviyesi
- 6- Giysi özellikleri gibi kişisel faktörlerdir.

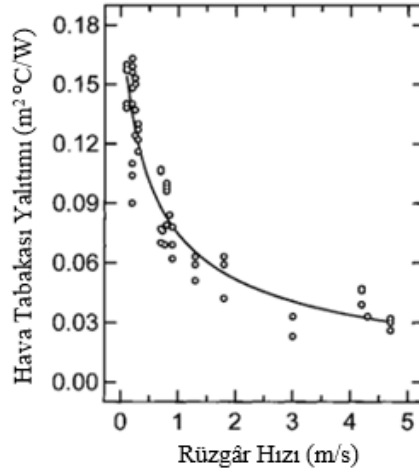
a) Sıcaklık

Sıcaklık, ısı konforu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Hava sıcaklığının artması ile vücuttan iletim, taşıma ve ışıma ile kaybedilen ısı miktarı azalmaktadır. Çevre sıcaklığının deri sıcaklığından düşük olduğu durumlarda vücut ısı kaybetmekte, tersi durumda yani çevre sıcaklığının vücut sıcaklığından yüksek olduğu durumlarda ise vücut sıcaklığının yükseltilmesi için vücut ısı kaybetmek yerine ısı almaktadır. Ortam sıcaklığının vücut sıcaklığından düşük olduğu durumlarda çıplak bir insanın kendini konforlu hissedebilmesi için hava sıcaklığının 28-29 °C olması yeterli iken, hava sıcaklığının düşmesi ile birlikte vücuttan ısı kaybı meydana gelecektir. Vücuttan ısı kaybının azaltılmasında, giysilerin yalıtım özellikleri büyük önem taşımaktadır [38, 34].

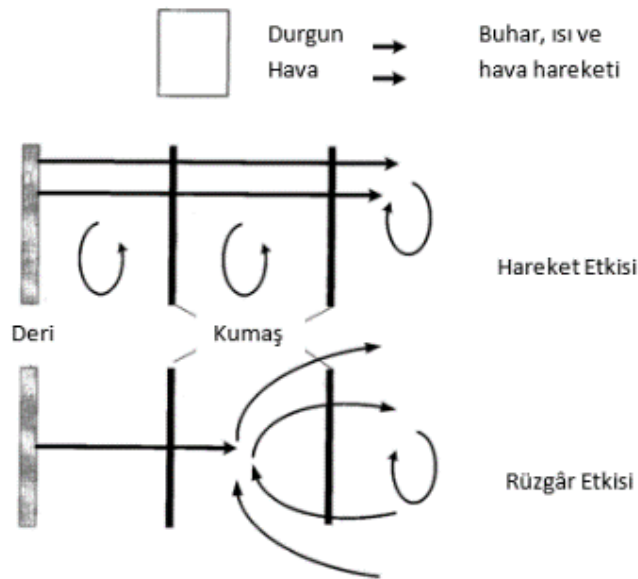
Literatürde hava sıcaklığı, radyan sıcaklık ve yüzey sıcaklığı olmak üzere üç farklı sıcaklık kavramı yer almaktadır. Hava sıcaklığı, vücut sıcaklığının çevreden yüksek olduğu durumlarda konvektif ısı kaybını veya tam tersi durumda çevreden alınan ısı miktarını belirlemektedir. Cisimlerin veya duvarların ortalama sıcaklığı olarak kabul edilen radyan sıcaklık ise vücut ile çevre arasında yer değiştirecek ısının miktarını belirtmektedir [36].

b) Rüzgâr Hızı

Rüzgâr hızı ısı değişimi üzerinde etkili olup, rüzgâr hızının artması ile ısı değişimi artmaktadır. Rüzgâr, soğuk havalarda vücudun daha çabuk soğumasını, sıcak havalarda ise vücudun daha çabuk ısınmasını etkilemektedir. Rüzgâr hızı 0,10- 0,45 m/s değerleri arasında olduğunda konfor açısından ideal olarak değerlendirilmektedir. Ancak bu değerler sıcaklık, nem ve giysi faktörlerinden etkilenmekte ve değişebilmektedir. Rüzgâr hızının artması ile rüzgârın giysilere yaptığı basınç miktarı da artmakta ve giysilerin kalınlığı azalmaktadır. Bu durum kumaş katmanları arasındaki hava ile çevredeki havanın yer değiştirmesine etki ederek giysi yalıtımının azalmasına sebep olur (Şekil 2.2 ve Resim 2.4) [36, 31].



Şekil 2.2. Rüzgâr hızının dış hava katmanına etkisi [36]



Resim 2.4. Rüzgâr ve kişi hareketinin katmanlar arasındaki hava tabakasına etkileri [36]

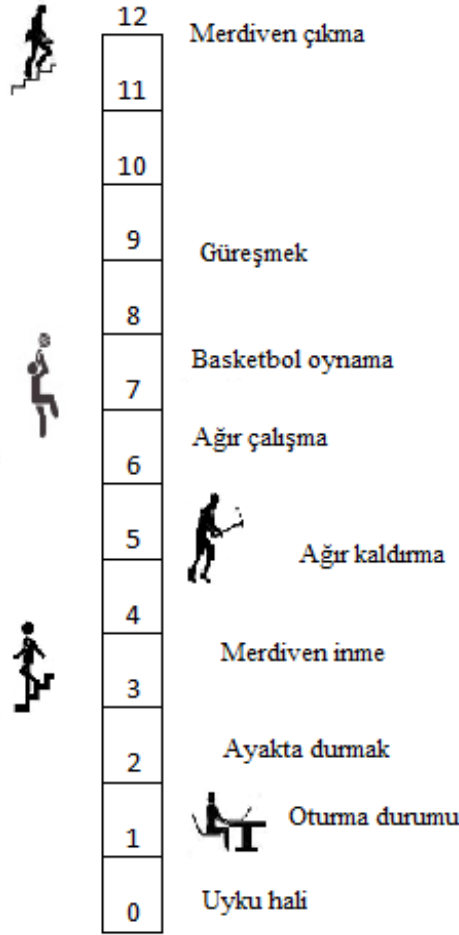
c) Hava Nemi

Hem insan sağlığına hem de ısıl konfora etki eden bir diğer çevresel parametre de hava nemidir. İnsan konforu için bağıl nemin %30 ile %60 arasında olması uygundur. Havadaki nem miktarının düşük olması durumunda mukozada kuruma ve gözlerde sulanma meydana gelebilmektedir. Bağıl nem miktarının yüksek olması durumunda ise küf ve diğer mantarların büyümesi hızlanabilmektedir [39]. Havadaki nem miktarı buhar halindeki nemin deriden çevreye akışını belirlemektedir. Genellikle cildin nem içeriği havadan fazladır ve bu sebepten dolayı ciltten buharlaşma yolu ile ısı kaybı gerçekleşir, tersi durum ise vücut için büyük stres oluşturur. İdeal ortamlarda, hava sıcaklığının konfor sınırları içerisinde olduğu durumlarda bağıl nemin ısıl konfora etkisi göz ardı edilebilmektedir. Ancak hava sıcaklığının ve bağıl nemin yüksek olduğu durumlarda cilt üzerindeki fazla nemin buharlaşması zorlaşmakta ve konforsuzluk hissi oluşmaktadır [40, 41, 36].

d) Aktivite Seviyesi

Birçok araştırmacı kasların çalışma düzeyini tanımlamakta metabolik hızı kullanmaktadır. Metabolik aktivitedeki artış kasların oksijen ve besin ihtiyacını arttırmaktadır. Vücuttaki ısı üretimi metabolik aktivite tarafından belirlenmektedir. Metabolizma düzeyi aktivite seviyesi ile doğrudan ilişkilidir. Fiziksel aktiviteler metabolik hızı arttırmakta ve ısı üretimi artmaktadır. Vücuttaki ısı üretimi arttıkça fazla ısının dışarıya atılması ve ısı dengesi terleme yolu ile gerçekleşmekte ve cilt ıslaklığı artmaktadır. Cilt üzerinden buharlaşan ter serinlik hissi verirken, bu terin (buharın) hemen uzaklaştırılmaması durumunda nemli kalan vücutta konforsuzluk hissi oluşmaktadır [42, 8, 29].

Metabolik enerji üretiminin ifade edildiği birim “met” olup, 1 met; dinlenme halindeki bir kişinin metabolik hızı olarak tanımlanmakta ve SI birim sistemindeki karşılığı 58,2 W/m² dir.



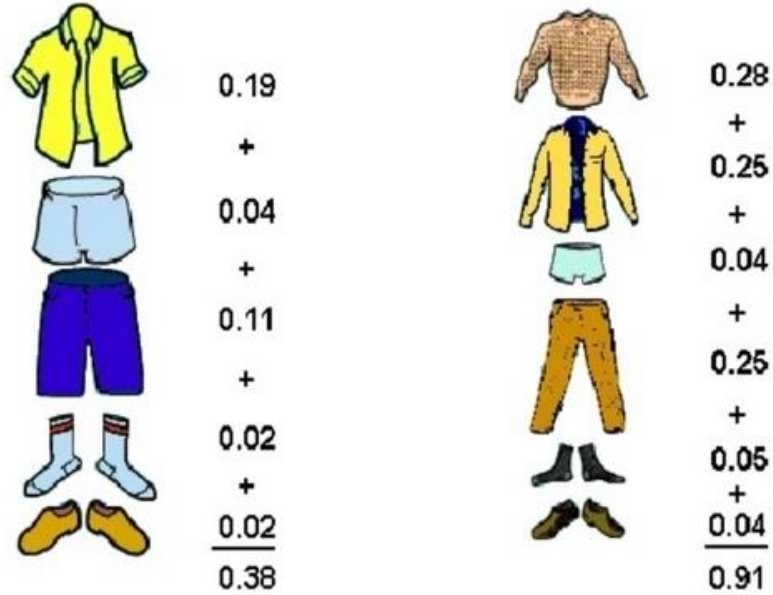
Resim 2.5. Met birimi cinsinden aktivite seviyesi skalası [32]

e) Giysi Özellikleri

Konfora etki eden bir diğer faktör giysi faktörüdür. Çevresel parametreler ve kişisel parametrelerden aktivite seviyesine herhangi bir müdahale edilemediği için giysi faktörü konforun iyileştirilmesinde belirleyici bir unsurdur. Konforun sağlanmasında giysi özellikleri ön plana çıkmakta ve giysiler, farklı çevre koşullarında konforun sürdürülebilmesi için tampon görevi görmektedir. Giysilerin yalıtım ve su buharı geçirgenlik özellikleri vücut ısısının korunması ve konforun devamlılığı açısından istenen seviyelerde olmalıdır. Aksi takdirde konforsuzluk meydana gelmektedir [43].

Genel olarak giysi yalıtımı *clo* birimi ile ifade edilmektedir ($1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$). Mevsimlere göre seçilen giysilerin ısı yalıtım değerleri birbirinden farklı olup, yaz aylarında giyilen giysilerin yalıtımları genellikle 0,35- 0,6 *clo* arasında, kış aylarında giyilen

kıyafetlerin yalıtım değerleri ise 0,8- 1,2 clo arasında değişmektedir [32]. Resim 2.6' da yaz ve kış aylarında giyilen bazı giysilerin toplam *clo* değerleri verilmektedir.



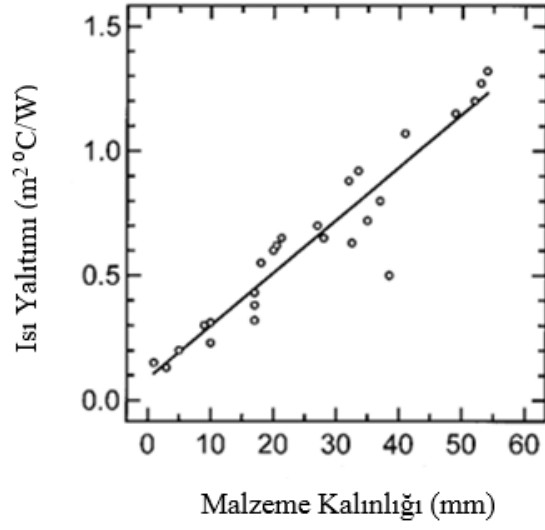
Resim 2.6. Yaz ve kış aylarında giyilen giysilerin *clo* değerleri [44]

Giysiler, vücut ve çevre arasındaki ısı akışını destekleyici özellikte olmalı ve aynı zamanda terin vücuttan geçişine de izin vermelidir. Bir giysiden farklı ortam şartlarında, ısı konfor açısından beklenen özellikler aşağıda belirtilmektedir:

- Soğuk havalarda vücut ısısının düşmesini engellemek amacıyla yüksek ısı direnç,
- Ilımlı ısı ortam şartlarında etkin ısı transferi için düşük su buharı geçirgenliği ve
- Sıcak havalarda terin vücuttan atılmasına yardımcı olabilmek ve etkin bir ısı transferi sağlamak için yüksek su buharı geçirgenliği [8].

Bir giysi sistemi bir ortam için uygun iken başka bir ortam için uygun olamayabilir. Bu yüzden giysi yalıtımı, kişilerin ısı yalıtımı için önem taşımaktadır. İyi bir ısı yalıtımı, giysiler için aranan bir özelliktir ve bu giysiler soğuk iklimler için idealdir. Isıl direnç; kalınlık, tabaka sayısı, dökümlülük, tabaka esnekliği gibi pek çok giysi faktörüne bağlıdır. Giysilerin ısı direnç değeri, sadece giyilen her bir kıyafetin yalıtım değerlerine bağlı

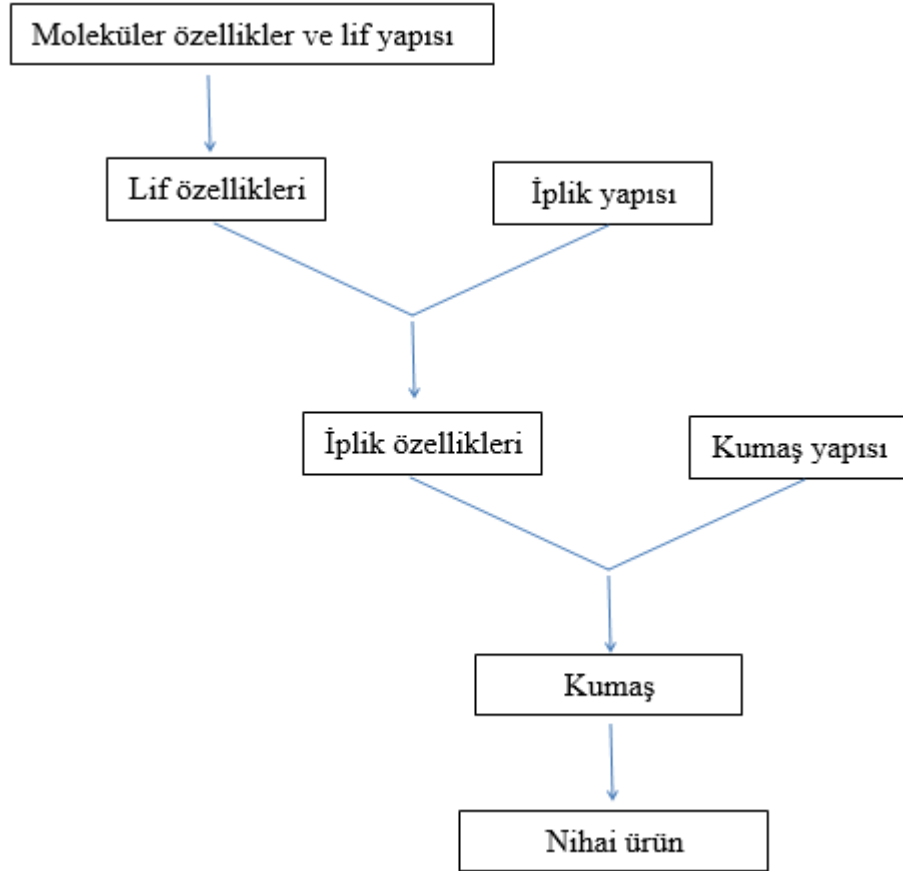
olmayıp, tabakalar arasındaki hava boşlukları da toplam ısı yalıtım değerini etkilemektedir [45, 36].



Şekil 2.3. Giysi yalıtımı ile materyal kalınlığı arasındaki ilişki [36]

3. İÇİ BOŞ İPLİKLER VE ÖZELLİKLERİ

Ürün çeşitliliği ve fonksiyonellik hem üreticiler hem de tüketiciler açısından önem taşımaktadır. Farklı tipte lif kullanımı, iplik ve kumaş yapılarının geliştirilmesi ile yeni ürünler elde edilebilmektedir. Yeni ürünlerin ortaya konulması üretici ve araştırmacıların ürün çeşitliliği açısından birincil hedefleri arasında yer almaktadır. Nihai bir ürünün özelliklerini geliştirmek veya yeni bir ürün ortaya koymak için öncelikle o ürünün hangi amaca hizmet edeceği ve hangi alanlarda kullanılabileceği tespit edilmelidir. Bu tespitler yapıldıktan sonra başta lif özellikleri olmak üzere birçok parametrenin incelenmesi gerekmektedir. Tekstil ürünlerinin özellikleri büyük ölçüde lif, iplik ve kumaş özelliklerinden etkilenmektedir [46].

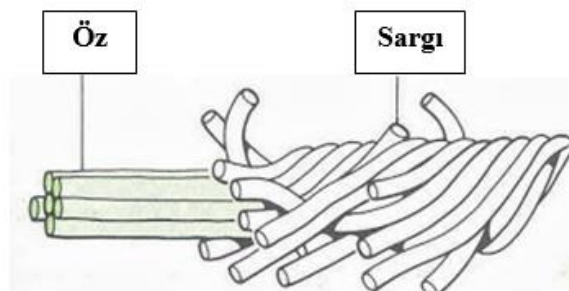


Şekil 3.1. Lif, iplik ve kumaş yapı ve özellikleri arasındaki ilişkiler [46]

Günümüzde ring ve open-end iplik eğirme sistemleri dışında birçok modern iplik eğirme yöntemi mevcut olup, bu yöntemler ile farklı yapı ve özelliklerde iplikler üretilmektedir. Modern iplik eğirme yöntemleri ile farklı yapılarda iplikler üretilbildiği gibi, mevcut sistemler üzerinde yapılan modifikasyonlar ile de iplik yapıları değiştirilebilmektedir. İçi boş iplikler de, özlü ipliklerin üretilbildiği bütün eğirme sistemlerinde üretilabilen farklı yapı ve özelliğe sahip, yeni geliştirilen bir iplik türüdür.

3.1. İçi Boş İplik Yapısı

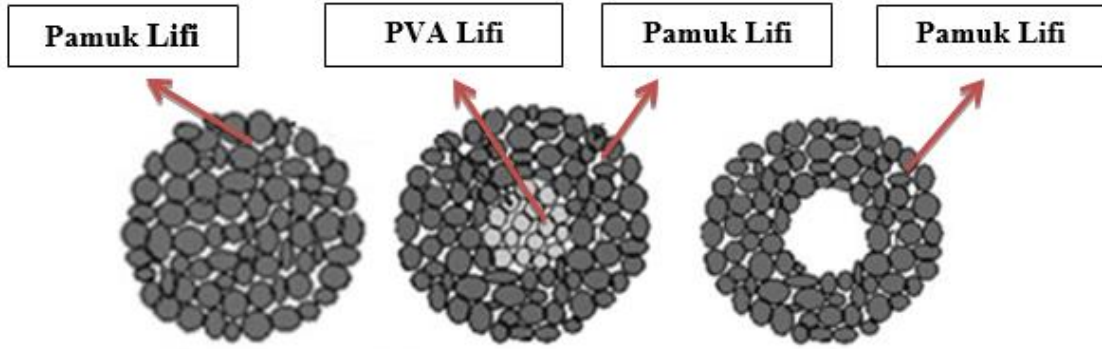
İçi boş iplikler, özlü iplik yapısına çeşitli işlemlerin uygulanması ile oluşturulan hassas yapıya sahip ipliklerdir. Özlü iplikler ise farklı bileşenlerden oluşan ve bu bileşenlerin pozitif özelliklerini bir arada sunan iplik yapısıdır. Özlü iplikler, öz ve sargı olmak üzere iki yapıdan oluşmaktadır. Aynı merkezli sargı ve öz lifleri, iplik oluşum bölgesinde bir araya gelmekte ve öz liflerinin etrafına sargı lifleri sarılmaktadır. Öz lifleri, ipliğe boyutsal stabilite, mukavemet ve fonksiyonel özellik katmak amacıyla kullanılmaktadır. Sargı lifleri ise dış tabakada yer aldıkları ve cilt ile daha çok temas ettikleri için genellikle doğal liflerden seçilmekte olup, konfor ve tutum özelliklerinden dolayı kullanılmaktadır [47, 48].



Resim 3.1. Özlü iplik yapısı[49]

İçi boş iplik eğirmede iplik merkezinde (özde) polivinil alkol (PVA) lifleri kullanılmakta ve sargı lifleri ile etrafı kaplanmaktadır. PVA özlü iplik yapısı elde edildikten sonra suda kolayca çözünebilen PVA liflerinin iplik yapısından uzaklaştırılması ile birlikte içi boş iplik yapısı elde edilmektedir [48, 50, 51].

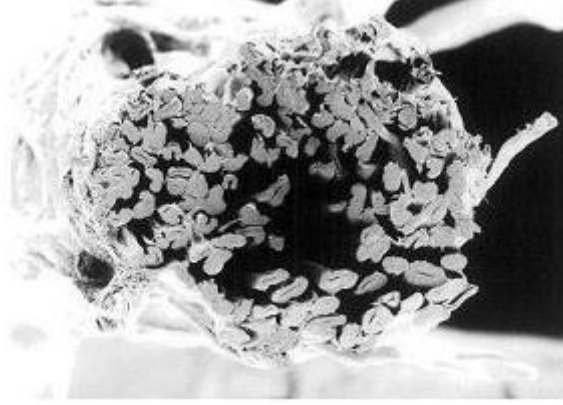
İçi boş iplik üretiminde iplik merkezinde genellikle PVA lifleri kullanılmaktadır. Sargı liflerinin yapısına zarar vermeden PVA liflerinin iplik yapısından uzaklaştırılabilmesi bu liflerin tercih edilmesinde önemli rol oynamaktadır. PVA lifleri hiçbir kimyasala ihtiyaç duymadan sadece sıcak suda çözünebilmektedir. İçi boş iplik üretiminde PVA lifine alternatif olarak iplik özünde poliamid liflerinin kullanıldığı çalışmada mevcuttur. Poliamid liflerinin mukavemet özelliğinin, iplik eğirme ve örme işlemlerinin verimliliğine olumlu yönde katkı sağlaması ve poliamid lifinin formik asitte pamuğa fazla zarar vermeden çözünmesi bu liflerinde içi boş iplik yapımında kullanılabilirliğini sağlamaktadır [52].



Resim 3.2. Konvansiyonel, özlü ve içi boş iplik yapılarının şematik gösterimi [53]

İplik paket yoğunluğu, iplik yapısı üzerinde etkili bir parametredir. İplik paket yoğunluğunun değiştirilmesi ile hava geçirgenliği, ısı iletkenlik ve su buharı geçirgenliği gibi kumaşların konfor özelliklerine etki eden parametreler geliştirilebilmektedir [54]

İçi boş iplik eğirmede amaç iplik merkezindeki lif paket yoğunluğunu azaltmak ve daha hacimli, yumuşak bir iplik yapısı elde etmektir. İplik yapısından PVA liflerinin uzaklaşması ile birlikte PVA lifleri ve sargı lifleri arasındaki iç kuvvetler kalkmakta ve sargı lifleri iplik merkezine doğru bir miktar yayılmaktadır. Böylece içi boş ipliklerin iplik paket yoğunluğu azalmaktadır. İçi boş ipliklerde PVA oranının artması ile iplik paket yoğunluğu daha da azalmaktadır [55].



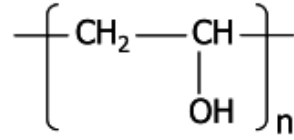
Resim 3.3. İçi boş iplik enine kesit görüntüsü [56]

İçi boş ipliklerin boşluklu ve hacimli yapılarının ipliklerin kopma uzaması değeri üzerinde olumlu etkisi bulunmaktadır. İçi boş iplikler konvansiyonel ipliklere göre daha yüksek kopma uzaması değerlerine sahiptirler [48, 51, 57].

Konvansiyonel ipliklere göre iplik içerisinde daha fazla hava boşluğuna sahip içi boş iplikler özellikle kumaşların konfor ve tutum özelliklerini geliştirip iyileştirmektedir. Konvansiyonel ipliklerden üretilen kumaşlara göre içi boş ipliklerden üretilen kumaşların su emicilik değerleri daha yüksektir ve daha yumuşak bir tutuma sahiptir. Bu özellikleri açısından havlu kumaşlar için ideal yapıdadırlar [58]. Kumaşların ısı konfor özelliklerinin belirlenmesinde değerlendirilen ısı iletkenlik, ısı direnç ve su buharı geçirgenliği gibi önemli parametreler, kumaş yapısında içi boş iplik kullanılması ile büyük ölçüde değişmektedir. İçi boş iplik bünyesinde tutulan hava sayesinde bu ipliklerden üretilen kumaşların ısı dirençleri konvansiyonel ipliklerden üretilen kumaşlara göre daha yüksek değerlere sahiptir [59].

3.2. İçi Boş İplik Üretiminde Kullanılan PVA Lifleri ve Özellikleri

Polivinil alkol, suda çözünebilen bir polimer olup, oldukça basit bir kimyasal yapıya sahiptir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Polivinil alkolün kimyasal yapısı [60]

Polivinil alkol lifleri, vinil asetatın polivinil asetata polimerizasyonu ve sonrasında polivinil asetatın hidrolizi ile elde edilmektedir [60].

Kısaca PVA olarak gösterilen polivinil alkol, yapısında bulunan hidrofilik gruplar sayesinde suda çözünebilme özelliğine sahiptir. Geniş bir sıcaklık aralığında suda çözünebilme yeteneğine sahip olan polivinil alkolün suda çözünebilirliği molekül ağırlığına ve hidroliz derecesine bağlıdır [61].

1931 yılında W.O. Hermann ve arkadaşları tarafından polivinil alkol lifinin üretimi ile ilgili ilk patent alınmış olup, polivinil alkol polimerinden lif üretiminin yaş ve kuru lif çekim yöntemleri ile yapılabileceği belirtilmiştir. Günümüzde ise polivinil alkol üretiminde en çok uygulanan yöntem yaş çekim yöntemidir [62]. Polivinil alkolden lif üretimi ile ilgili çalışmalar Japonya'da 1938 yılında başlamış olup, ticari olarak üretime ise 1950 yılında başlamıştır ve halen Çin ve Japonya için önemli bir ticari liftir [63].

3.2.1. PVA Liflerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

PVA lifleri beyaz renkte olup ipek lifleri gibi parlak ve pürüzsüz bir yüzeye sahiptir. Bu liflerin özgül ağırlığı 1,26 g/cm³'dür. Kuru haldeki mukavemetleri 17 cN/tex, yaş halde ise 11,9 cN/tex' dir [64].

PVA lifleri diğer sentetik liflere göre daha higroskopik olup asit ve alkalilere karşı yüksek dayanım göstermektedir [63]. Güneş ışığına karşı dayanıklı olan bu lifler, uzun süre güneş ışığı altında kaldığında kopma dayanımlarında çok az bir düşme gerçekleşir. Erime derecesi 220-230 ° C arasında olup, geç tutuşan bir yapıya sahiptirler [62].

3.2.2. PVA'nın Kullanım Alanları

Polivinil alkol lifleri suda kolayca çözünme özelliklerinden dolayı özellikle giysi üretiminde tek başına kullanılamamaktadır. Ancak yine bu özellikleri sayesinde perde, çorap üretimi gibi birçok tekstil alanında ürüne dayanıklılık, yumuşaklık vb. sağlamak amacıyla tercih edilmektedir [65]. PVA liflerinin direk olarak tekstilde kullanımını arttırmak için suda çözünmez hale getirilmesi mümkün olup, bu durum PVA'nın kullanımını oldukça arttırmaktadır.

PVA liflerinin suda çözünmez hale getirme işleminde öncelikle lifler 210-230 °C'de 20 saniye sıcak işleme tabi tutulmakta ve sonrasında da formaldehit içeren sertleştirme banyolarından geçirilmektedir. Bu işlemler sonrasında PVA'nın yapısından suda çözünmeyi sağlayan hidrosil grupları uzaklaşmakta ve makromoleküllerin arasında köprü bağları oluşmaktadır [62].

PVA yaklaşık 1965 yılından beri haşıl ve apre maddesi olarak kullanılmaktadır. PVA, yapıştırıcılık özelliği fazla olduğu için önemli ve çok yönlü bir haşıl maddesidir. Tek başına veya diğer haşıl maddeleri ile birlikte kullanılabilir. Çizelge 3.1' de PVA haşıl maddesinin kullanılabilmesi için bazı ürünler verilmektedir [66].

Çizelge 3.1. PVA haşıl maddesinin kullanım alanları [66]

%100 PVA	PVA karışımları
Kadife kumaşlar	Dimi kumaşlar
Sık dokunmuş çarşaflar	Muslin kumaşlar
Poplin kumaş	Baskılı kumaşlar
Poliester/pamuk karışımı kumaşlar	Ağır giysilik kumaşlar
Cam filamentleri	Denim kumaşlar
Poliester/rayon karışımı kumaşlar	İnce pamuklu kumaşlar

PVA filamentleri, çorap üretiminde iki çorabın zarar görmeden birbirinden ayrılması amacıyla ayırma ipliği olarak kullanılmakta ve kesme işlemi ortadan kaldırılmaktadır.

Gelinlik ve güpür alanında ise ürün aralarında kısmi boşluklar oluşturmak amacıyla tercih edilmektedir [67].

PVA lifleri farklı ve özel iplik yapılarının üretilmesinde yardımcı eleman olarak kullanılmakta ve ürün çeşitliliğinin arttırılmasına olanak sağlamaktadır. PVA ipliği düşük bükümlü pamuk ve yün iplikleri için destekleyici ve yardımcı eleman olarak kullanılmaktadır [68]. PVA lifleri mikro gözenekli iplik yapılarının elde edilmesinde kullanılmaktadır. Harmandan karışımı pamuk-PVA karışım ipliklerine yıkama işlemi yapıldıktan sonra PVA lifleri iplik yapısından uzaklaşmakta ve mikro gözenekli iplik yapısı elde edilebilmektedir. Bu ipliklerden üretilen kumaşlar daha hafif ve ince özellikte olmaktadır.

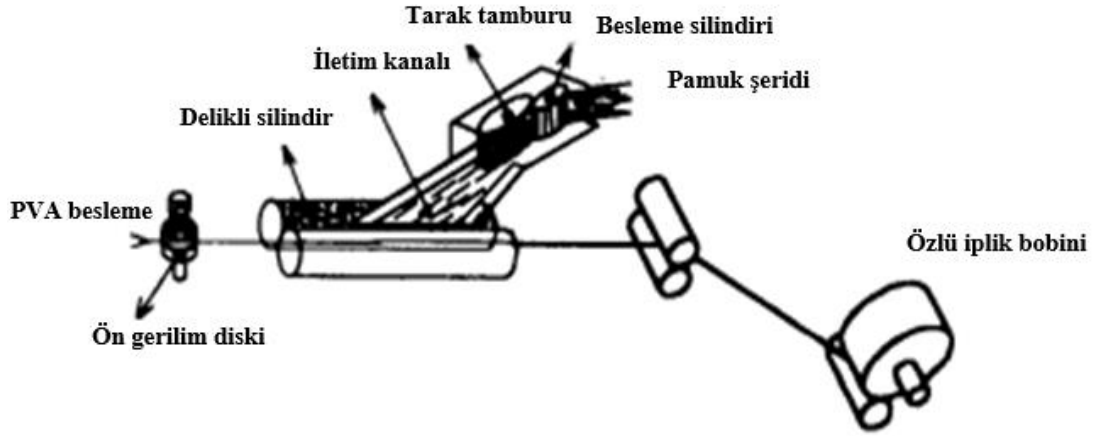
Oldukça popüler hale gelen PVA lifleri inşaat sektöründe de kullanım alanına sahiptir. İyileştirilmiş beton (lifli beton) içerisinde kullanılan PVA lifleri ile betonların sünekliği ve kırılma özelliği iyileştirilmekte ve normal betonlara göre daha hafif yapılar elde edilmektedir [69].

3.3. Yaygın Olarak Kullanılan İçi Boş İplik Eğirme Teknikleri

Özlü iplik üretim teknikleri, içi boş iplik üretimi için en uygun yöntemdir. İçi boş iplik yapısının elde edilmesi için öncelikli olarak iplik merkezine PVA filament veya ipliğinin yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu yüzden özlü iplik üretim tekniklerinin hepsi içi boş iplik üretimi için kullanılabilir. Literatür çalışmaları incelendiğinde içi boş iplik eğirmede en çok kullanılan yöntemlerin friksiyon, ring ve open end iplik eğirme olduğu görülmektedir.

a) Friksiyon İplik Eğirme Makinasında Özlü İplik Üretimi

İplik içerisindeki lif paket yoğunluğundaki varyasyonlar iplik kalite ve özelliklerini büyük ölçüde etkilemektedir. Friksiyon ipliklerin en önemli yapısal özelliği iplik merkezinde lif paket yoğunluğunun yüksek, iplik yüzeyinde ise lif paket yoğunluğunun düşük olmasıdır. İçi boş iplik eğirme tekniği, iplik merkezindeki lif paket yoğunluğunu azaltan bir tekniktir ve friksiyon iplik eğirme makinasında içi boş iplik üretimi ile friksiyon ipliklerinin hacimlilik ve yumuşaklık özellikleri iyileştirilebilmektedir [51, 70] .



Resim 3.4. Friksiyon iplik eğirme makinasında PVA özlü pamuk sargılı iplik üretimi [51]

Resim 3.4’te verildiği üzere friksiyon iplik eğirme makinasında içi boş iplik üretiminde herhangi bir modifikasyon işlemi gerekmemektedir. Friksiyon iplik eğirme makinasında iplik merkezine PVA ipliğinin beslenmesi ve pamuk gibi stapel lifler ile etrafının kaplanması sonucu PVA özlü friksiyon iplik üretimi gerçekleşmektedir. İpliklere veya bu ipliklerden üretilen kumaşlara yıkama işleminin uygulanması sonucunda içi boş friksiyon iplik yapısı elde edilmiş olur [58].



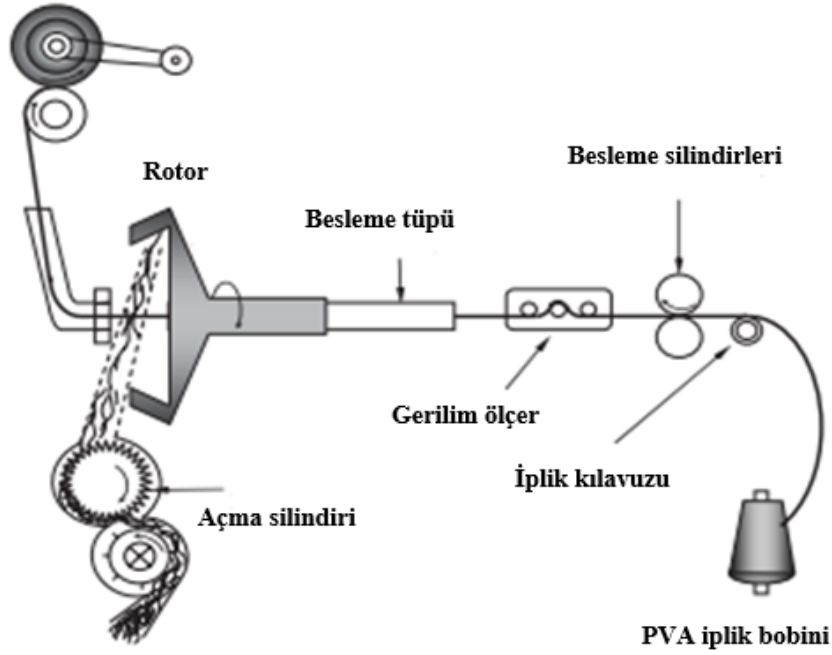
(a)

(b)

Resim 3.5. Özlü friksiyon iplik yapısı; (a) İplik yüzey görüntüsü, (b) İplik enine kesit görüntüsü [71]

b) Open End Rotor İplik Eğirme Makinasında Özlü İplik Üretimi

Open end rotor iplik eğirme makinası, üretim hızı açısından ring iplik makinasından daha üstün performans gösterse de, iplik kalitesi ring ipliklere göre daha zayıftır. Bu yüzden iplik özelliklerinin geliştirilmesi ve farklı yapılarda iplikler elde etmek open end iplikçiliği için önem taşımaktadır [57, 72].



Resim 3.6. Open end rotor iplik makinasında PVA özlü iplik üretimi [57]

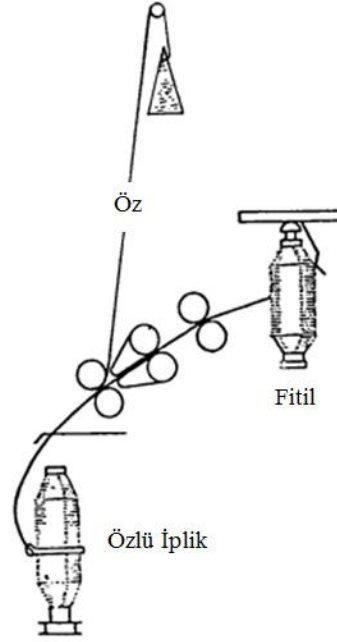
Open end rotor iplik eğirme makinasında PVA özlü iplik üretebilmek için stapel liflerin beslendiği rotora küçük bir modifikasyon yapılması gerekmektedir. Resim 3.6’ da gösterildiği gibi rotorun ortası PVA ipliğinin besleneceği biçimde oyuk olmalıdır. Rotorun arka tarafından beslenen PVA ipliği, bu oyuk içerisinden geçerek, rotor içerisine beslenen stapel lifler tarafından sarılmakta ve PVA özlü open end rotor ipliği elde edilmektedir.

c) Ring İplik Eğirme Makinasında Özlü İplik Üretimi

Diğer iplik üretim sistemlerinde olduğu gibi ring iplik eğirme sisteminde de farklı iplik yapılarının elde edilmesi ve iplik kalitesinin iyileştirilmesi önem teşkil etmektedir. İçi boş ring iplikleri, konvansiyonel ring ipliklerine farklı özellikler kazandırmak amacıyla geliştirilen özel yapıda bir iplik türüdür.

Ring iplik makinasında özlü iplik ve dolayısı ile içi boş iplik üretimi, ring iplik makinasına yapılacak modifikasyon ile gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemde fitil, inceltmek üzere ring iplik makinasının çekim sisteminden geçerken, özde kullanılacak olan PVA ipliği, çekim sisteminin çıkış silindirlerine bir kılavuz yardımı ile beslenmektedir. Çekim

silindirlerinin terk edildiği nokta iplik oluşum bölgesidir. Çekim silindiri çıkışında bir araya gelen PVA ipliği ve sargı lifleri için dönüşü ile büküm alır ve sargı lifleri PVA ipliği üzerine sarılır (Resim 3.7).



Resim 3.7. Ring iplik makinasında özlü iplik üretimi [73]

Ring iplik eğirme makinesinde özlü iplik üretiminde, öz ipliğinin sürekli olarak iplik merkezine doğru beslenmesi önem taşımakta ve bu işlem için genellikle bir kılavuz elemanı kullanılmaktadır [58].

4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

4.1. Kumaşların Konfor Özelliklerine Etki Eden Parametreler

4.1.1. Lif Parametresi

Giysilik kumaşlar mekanik, fiziksel, termal ve estetik özellikleri açısından tüketicileri memnun etmesi gereken önemli bir tekstil ürünüdür. Tekstil kumaşlarının ıslanma, kuruma, iletkenlik, mukavemet gibi birçok özelliğinde kullanılan lif tipinin etkisi büyüktür [74, 75]. Lif tipinin seçimi kumaşların konforunu etkileyen birinci basamaktır. Doğal ve sentetik olmak üzere tüm tekstil liflerinin kendine has bir özelliği vardır ve bu özelliklerini iplik ve kumaş yapısına yansıtabilmektedirler. Tekstil liflerindeki çeşitliliğin artması ile birlikte başta konfor olmak üzere kumaşların çeşitli özellikleri geliştirilebilmektedir.

Doğal liflere nazaran sentetik liflerin tüketiciler tarafından başta ön yargı ile karşılanmasına rağmen, günümüzde sentetik lifler, teknik tekstiller, sportif amaçlı giysiler ve ev tekstili gibi pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu liflerin en büyük avantajı kullanım amacına uygun olarak özelliklerinin değiştirilebilmesidir [76, 77]. Sentetik liflerin günlük giysilerden ziyade özellikle sportif amaçlı giysilerde tercih edilmesinin başlıca nedenleri arasında bu liflerden elde edilen kumaşların çabuk kuruyabilmeleri ve cilt üzerindeki nemi hızlı bir şekilde uzaklaştırabilmeleridir [78]. Bununla beraber sentetik lifler her ne kadar amaca yönelik üretilseler de, doğal liflerin ileri konfor özellikleri ve sahip oldukları fiziksel ve kimyasal yapıları bu lifleri tekstil endüstrisinde değerli ve vazgeçilmez kılmaktadır. Bu nedenle tekstilde konfor söz konusu olduğunda doğal liflerin, sentetik liflere veya sentetik liflerin, doğal liflere karşı üstün olma durumundan ziyade nihai üründen beklenen özellikler önem taşımaktadır. Arzu edilen kumaş veya giysi özelliklerine göre sentetik lifleri, bazen doğal lifleri, bazen ise bu liflerin karışımını kullanmak en doğru tercih olabilmektedir. Bunun için tekstilde kullanılan çeşitli liflerin yapı ve özelliklerinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Bir kumaştan veya giysiden beklenen konforu sağlamak üzere kullanılan liflerde aranan pek çok özellik bulunmaktadır. Bunların başında liflerin nem

absorblama kapasitesi ve içlerinde bulduklarını hava, liflerin ısı iletkenlikleri ve özgül ısıları gelmektedir [43]. Çizelge 4.1’de bazı liflerin özgül ısı değeri, Çizelge 4.2 ‘de ise bazı polimerlerin nem alma değeri verilmektedir.

Çizelge 4.1. Bazı liflerin özgül ısı değeri [79, 80]

Lif Tipi	Özgül Isı Değeri (J/g.K)
Pamuk	1,21
Rayon	1,26
Yün	1,36
İpek	1,38
Poliamid 6	1,43
Cam	0,80
Poliester	1,03

Çizelge 4.2. Çeşitli liflerin nem alma değeri [81, 64, 82]

Lif	Nem Alma Miktarı (%)
Kauçuk	0,8
Spandeks	1,3
Rayon	11,5-12,5
Asetat	6,3-6,5
Yün	13-18
Modakrilik	0,4-4
Akrilik	1-2,5
Poliester	0,4
Pamuk	8
Keten	12
Poliamid	2,8-5
İpek	11
Cam	0-0,3
Jüt	12
Viskon	12
Polipropilen	0,01

Kumaşların ısı, hava ve nem transfer özellikleri üzerinde etkili olan elyaf, iplik ve kumaş parametrelerinin incelendiği birçok çalışma mevcuttur. Hammaddelerin, kumaşların

konfor özellikleri üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar temel olarak kullanılan lifin doğal veya sentetik oluşu, enine kesit şekilleri, inceliği ve nem alma yetenekleri üzerine odaklanmaktadır.

Schacler ve arkadaşları (2000), mikrolif kullanımının kumaşların konfor özellikleri üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında, mikropoliesterden üretilen kumaşın normal poliesterden üretilen kumaşa göre daha iyi ısı yalıtım özelliği gösterdiğini ve mikropoliester kumaşın, ilk temas anında daha sıcak his verdiğini tespit etmişlerdir [83]. Srinivasan ve arkadaşları da benzer şekilde mikro denye ve klasik poliester liflerinden üretilen örme kumaşların mekanik, fiziksel ve konfor özelliklerini inceleyip, mikro denye kumaşların daha hızlı kuruma ve daha iyi nem iletim özelliği gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Mikro denye ipliklerin enine kesitindeki lif sayısının fazla olmasının, bu kumaşların ıslanma özelliklerine ve su tutma kapasitelerine olumlu etkide bulunduğu belirtilmiştir [84].

Cimilli ve arkadaşları (2010), giysilerin konfor özellikleri üzerine lif tipinin etkisini araştırmak için farklı liflerden üretilen çorapların ısı direnç, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, ıslanma ve kuruma davranışlarını incelemişlerdir. Çalışmada, hammadde olarak modal, mikro modal, soya lifi, bambu, kitosan gibi yeni liflerin yanı sıra pamuk ve viskon gibi klasik lifleri de kullanmışlardır. Kumaşların ısı iletkenlik özelliklerinde, liflerin nem kazanımlarının önemli bir parametre olduğu vurgulanarak, pamuklu kumaşların düşük ısı dirence sahip olmasının nem kazanımlarının diğer liflere göre daha yüksek olmasından kaynaklandığı belirtilmektedir. En yüksek ısı direnç değerinin kitosan liflerinden üretilmiş çoraplarda gözlenmesinin kitosanın düşük nem alım özelliği ve lif inceliği ile ilgili olduğu ifade edilmektedir. Hava geçirgenliği değerleri ise yüksekten düşüğe doğru mikro modal, modal, soya lifi, bambu, viskon, kitosan ve pamuk şeklinde sıralanmaktadır. Kumaşların su buharı geçirgenliği için elde edilen sonuçlara göre lifler kitosan, bambu, soya lifi, modal, viskon, mikro modal olarak sıralanmaktadır. Sonuçlar su buharı geçirgenliğinin; hava geçirgenliği ve kumaşların nem kazanımları olmak üzere başlıca iki faktörden etkilendiğini göstermektedir. Buna göre kitosan kumaşların yüksek oranda su buharı geçirgenliğine sahip olması düşük nem kazanımı ve yüksek hava geçirgenlik özelliğinden kaynaklanmaktadır [85].

Farklı özellikteki liflerin bir arada kullanılmasının kumaşların ısı özelliğine etkisini araştıran Oğlakçioğlu ve arkadaşları, pamuk liflerinin yüksek konfor özellikleri ile angora

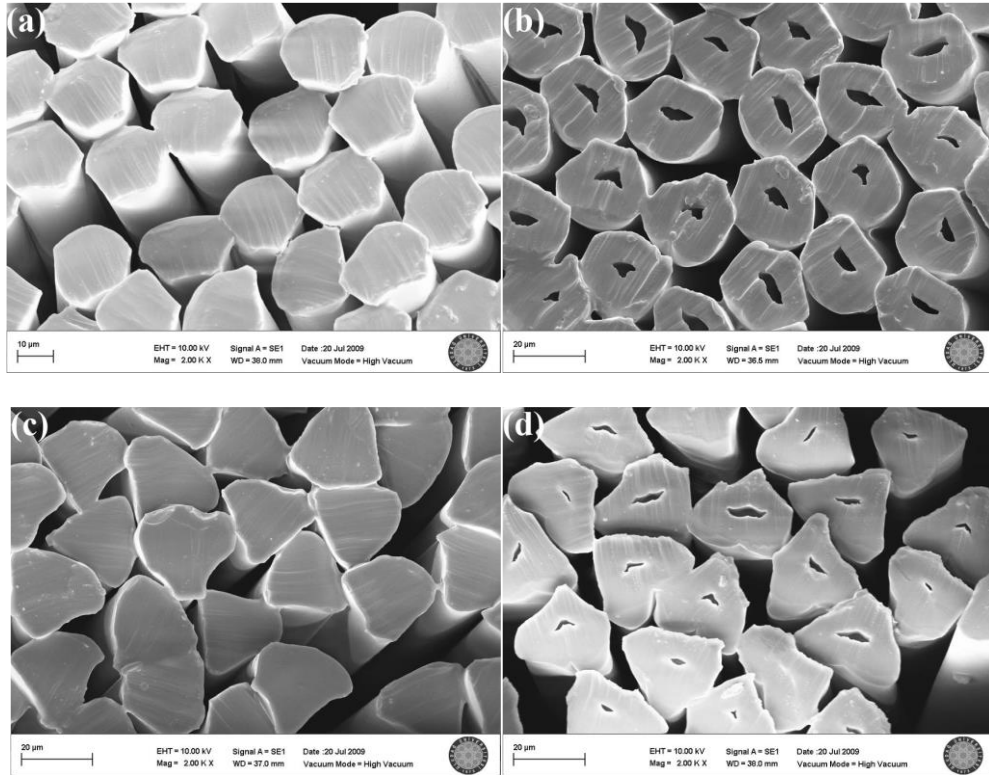
tavşanı lifinin yüksek yalıtım özelliğini birleştirmek amacıyla bu lifleri farklı oranlarda karıştırarak iplikler üretmişlerdir. Bu ipliklerden elde edilen 1x1 rib kumaşların ısı konfor özellikleri incelenmiştir. Angora tavşanı lif oranındaki artışın ve iplik eğirme sisteminin tekstil materyallerinin konfor özelliği üzerinde etkili olduğu belirtilerek, angora lif miktarının artışının kumaşın ısı direnç değerini artırdığı, su buharı geçirgenliği ve ısı soğurganlık değerlerini ise düşürdüğü görülmüştür [86].

Mehrtens ve arkadaşları ise orlon, poliamid, pamuk ve rayon gibi farklı özelliklerdeki liflerden üretilen giysilerin konfor özelliklerini subjektif ve objektif testlerle incelemişlerdir. Kaşınma hissinin önemli bir konforsuzluk belirtisi olduğu vurgulanan çalışmada, eğilme rijitliği ve sürtünme katsayısı düşük olan liflerin daha az kaşınma hissi yarattığı belirtilmiştir [87]. Subjektif denemelerle kumaşların ıslaklık hislerini inceleyen Plante ve arkadaşları, ıslaklık hissinin liflerin hidrofilik özelliklerine ve çevre şartlarına bağlı olduğuna dikkat çekmişlerdir. Buna göre, ortam bağıl nemi %25 iken poliestere göre oldukça yüksek higroskopik karakterli bir lif olan yünün daha kuru bir his verdiği gözlenmiş ve bu farkın ortam rutubetinin artması ile birlikte azaldığı da vurgulanmıştır [88].

Son yıllarda özellikle hazır giyim ve ev tekstilinde bambu lifleri, doğal antibakteriyel ve hidrofilik özellikleri sebebiyle geniş kullanım alanı bulmuştur. Bambu, pamuk ve pamuk/bambu karışımlarından elde edilen kumaşların konfor özellikleri ile ilgili çalışmalar mevcut olup, bu çalışmalarda, kumaştaki bambu lif oranının artmasıyla kumaşların ısı iletkenlik değerinin düştüğü, su buharı ve hava geçirgenlik değerlerinin arttığı gözlenmiştir [89, 90]. Alay ve Yılmaz yaptıkları çalışmada pamuk, yün ve bambu lifinin yanı sıra Coolmax® ve Thermolite® liflerinden üretilen örme kumaşların performans özelliklerini karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre kumaşların hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği ve kuruma davranışları üzerinde liflerin fiziksel yapılarının etkili olduğu belirtilmiştir. İçi boşluklu yapıdaki Thermolite® lifinden ve mikro gözenekli bambu lifinden üretilen kumaşların hava geçirgenlik değerlerinin daha iyi olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca Coolmax® lifinin de kanallı yapısının kumaşların su buharı geçirgenliğini olumlu yönde etkilediği gözlenmiştir [91].

Sentetik liflere fonksiyonellik kazandırmak amacıyla liflerin enine kesitinde değişikliklerin yapılması ve bu değişikliklerin giysi konforu üzerindeki etkilerinin incelenmesi, araştırmacılar tarafından oldukça ilgi gören konulardandır. Karaca ve

arkadaşları, farklı kesit şekillerindeki poliester ipliklerinden üretilen bez ayağı ve dimi dokuma kumaşların ısı konfor özelliklerini araştırmışlardır. Kumaşların ısı iletkenlik değerlerinin istatistiksel açıdan sadece liflerin enine kesit şekline, ısı direnç değerlerinin ise sadece dokuma türünden etkilendiği vurgulanmıştır. İçi boşluklu liflerden oluşan kumaşların daha yüksek ısı iletkenlik ve ısı soğurganlık değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir.



Resim 4.1. Karaca ve arkadaşlarının çalışmalarında kullandıkları liflerin enine kesit şekilleri (a)Yuvarlak, (b)İçi boşluklu yuvarlak, (c)Üçgen, (d)İçi boşluklu üçgen [92]

İçi boşluklu liflerden beklenen yalıtım özelliğinin gözlenemediği çalışmada bu durum, aynı lif inceliğinde içi boş liflerin içi dolu liflere oranla daha büyük dış çapa sahip olması ve bu liflerden üretilen kumaşların toplam porozite ve örtme özelliklerinin iplik içerisindeki lifler arası boşluklardan daha etkili olması ile açıklanmıştır. Çalışmada tespit edilen bir diğer sonuç ise, üçgen kesitli liflerden üretilen dokuma kumaşların ısı iletkenlik ve ısı soğurganlık değerlerinin yuvarlak kesitli liflerden elde edilen kumaşlara göre daha düşük olduğudur. İçi boş liflerden elde edilen kumaşların su buharı ve hava geçirgenliklerinin diğer

kumaşlara göre daha yüksek bulunması ise, bu kumaşların daha kalın, daha az gözenekli ve kapalı yapılarından kaynaklandığı belirtilmektedir [92].

Liflerin enine kesit şekillerinin kumaşların ısı özellikleri üzerindeki etkilerini inceleyen başka bir çalışma sonucunda boşluklu liflerin içerisinde hava boşluklarının bulunması sebebiyle bu liflerden üretilen örme kumaşların ısı iletkenlik ve ısı soğurganlık değerlerinin daha düşük olduğu gösterilmiştir [93].

Cubric ve arkadaşları yüksek nem alma yeteneğine sahip liflerden üretilen kumaşların su buharı direnci değerinin daha düşük olduğunu altını çizmişlerdir. Viskon liflerinden üretilen kumaşların su buharı direncinin pamuk, poliester ve pamuk/modal karışım liflerinden üretilen kumaşlara göre daha düşük olduğunu ortaya koymuşlardır [94].

4.1.2. İplik Parametresi

İplikçilik sektörü sürekli olarak kendini yenileme ve kaliteden ödün vermeden üretim hızını artırma çabasıdadır. Günümüzde ring ve open end rotor gibi iplik eğirme sistemlerinin dışında pek çok eğirme sistemi mevcuttur. Bunlar arasında en çok bilinenler ve yaygın olarak kullanılanlar hava jetli, friksiyon ve kompakt iplik eğirme sistemleridir. Yeni iplik eğirme sistemleri genellikle mevcut sistemlerin üretim hızını artırma düşüncesiyle ortaya çıkmış olup, konvansiyonel eğirme sistemlerine göre birçok avantaj ve dezavantaja sahiptirler. Fakat ring iplikçiliği, iplik sektöründe bir kalite kriteri olarak yerini korumaktadır [95].

Çeşitli eğirme sistemlerinde üretilen ipliklerin yapısal, fiziksel ve mekanik özelliklerinde farklılık olmakla beraber, hepsi de kendine has özelliğe sahiptir. Her bir eğirme sisteminde, liflerin iplik içinde farklı şekillerde düzenlenmesi, iplik yapılarında farklılığa sebep olmaktadır. Ring ipliği düzgün bir merkez lif yapısına sahip olup, lifler helisel bir şekilde iplik yapısına katılmaktadır. Open end rotor ipliklerinde lifler daha karmaşık bir yapıda iplik yapısına dâhil olurlar. Vortex iplik eğirme sisteminde büküm almamış merkez lifleri sargı lifleri ile kaplanır, elde edilen ipliğin yüzeyinin düzenli olarak

sargı lifleri ile kaplanması, bu ipliklerin tüylülük özelliklerine olumlu yönde katkı sağlamaktadır [96, 97].

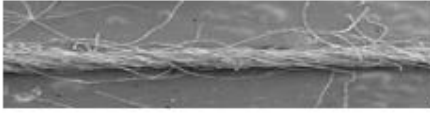
Çizelge 4.3'ten de görüldüğü gibi iplik tüylülüğü açısından farklı eğirme sistemlerinde üretilen iplikler karşılaştırıldığında en iyi değeri vortex ipliği göstermektedir. Open end rotor iplikleri genel olarak ring ipliklerine göre daha az tüylü olup, daha hacimli bir iplik yapısına sahiptir. Düzgünsüzlük ve mukavemet açısından bir karşılaştırma yapıldığında ise kompakt ipliklerinin en iyi değerlere sahip olduğu görülmektedir [98].

Çizelge 4.3. Farklı iplik eğirme sistemlerinde elde edilmiş ipliklerin karşılaştırmalı özellikleri [98]

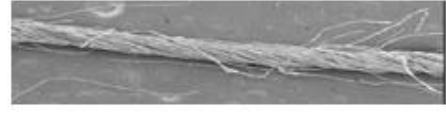
	Ring	Kompakt	Rotor	Air Jet	Friksiyon	Vortex
Tüylülük	++	+++	++++	++++	+++	+++++
Düzgünsüzlük	++++	+++++	++++	++	+	+++
Mukavemet	++++	+++++	++	++	+	+++
Uzama	++	+++	++++	+++	+++++	++

(+++++; En iyi değeri, +; En kötü değeri ifade etmektedir)

Aynı numarada, farklı sistemlerde üretilen ipliklerin çapları da, iplik içerisindeki lif yerleşimi ve kullanılan materyal tipine göre farklılık göstermektedir [99, 100]. Aynı numara ve büküm değerlerinde open end rotor ipliklerinin çapı, ring ipliklerine göre, ring ipliklerinin çapı ise kompakt ipliklere göre daha fazladır. İplik çapındaki farklılıklar, kumaş içerisindeki iplik geometrisini etkilemektedir [101, 102]. Resim 4.2'de ring, kompakt, open end rotor ve vortex iplik yapıları verilmiştir.



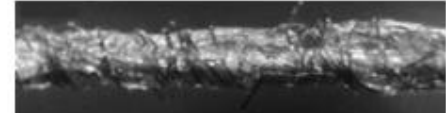
Ring iplik



Kompakt İplik



Open End Rotor İplik



Vortex İplik

Resim 4.2. Çeşitli iplik eğirme sistemlerinde üretilmiş iplik yapıları [103, 104]

İplik eğirme sistemlerinin dışında, ipliklere verilen büküm miktarı ve iplik inceliği de ipliklerin karakterini belirleyen en önemli parametrelerdir. Aynı eğirme sisteminde elde edilmiş, farklı numaralardaki ipliklerin fiziksel ve mekanik özellikleri de farklılık göstermektedir. İpliğe verilen büküm miktarı, başta mukavemet olmak üzere tüylülük, iplik çapı, aşınma direnci ve parlaklık gibi ipliğin pek çok özelliğini etkilemektedir. Stapel ipliklerde, bükümün belli bir seviyeye kadar artması iplik mukavemeti ve tüylülük özelliğine olumlu yönde katkı sağlamaktadır [105].

İplik yapı ve özellikleri, bu ipliklerden elde edilen kumaşların fiziksel, mekanik ve konfor özelliklerine de yansımaktadır. Kompakt iplikler ring ipliklere göre daha yüksek mukavemete sahiptirler. Bu sebeple bu ipliklerden üretilen örme kumaşların patlama mukavemetlerinin ring ipliklerinden örülen kumaşlara göre daha yüksek olması beklenen bir sonuçtur ve pek çok araştırma tarafından desteklenmektedir. Üstün mukavemet özelliklerinin yanı sıra, kompakt ipliklerden üretilen kumaşlar düşük boncuklanma eğilimi göstermektedir [106-109] Bununla beraber aynı eğirme sisteminde üretilen, farklı inceliklerdeki ipliklerden üretilen kumaşlarında boncuklanma eğilimleri farklıdır. Aynı örgü tipinde kullanılan iplikler inceldikçe kumaşların boncuklanma özelliklerinin azaldığı ve hava geçirgenlik değerlerinin ise arttığı gözlenmiştir [110].

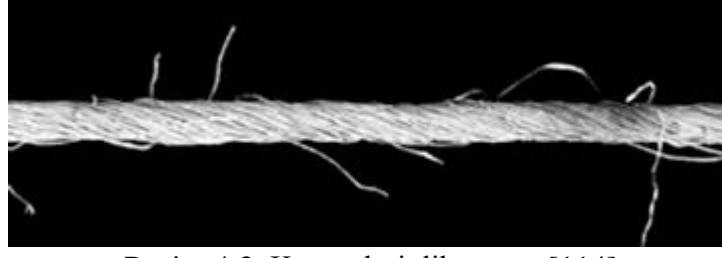
Kumaşların konfor ve tutum özellikleri üzerinde iplik yapı ve özelliklerinin etkisi büyüktür. Tenle direk temas halinde olan giysilerin yüksek geçirgenlik özelliğine sahip olması, vücut üzerindeki nem ve terin uzaklaştırılmasında ve cildin nefes almasında önemli rol oynamaktadır. Tekstil materyallerinden istenen geçirgenlik özelliği kullanım alanına

göre değişiklik gösterebilmektedir. Hava geçirgenliği paraşüt kumaşları, çadır kumaşları ve spor giysileri için büyük önem taşımakla beraber, su buharı geçirgenliği ise genellikle askeri kıyafetler, spor ve aktif giyimde aranan bir özelliktir. Çevresel parametrelerin dışında kumaşların hava geçirgenliği hammadde, iplik özelliği, kumaş yapı ve konstrüksiyonu gibi pek çok parametreden etkilenmektedir. Geçirgenlik özelliği üzerinde etkili olan iplik yapısı ile ilgili parametreler iplik eğirme sistemi, iplik numara ve bükümü, lif inceliği ve liflerin iplik içerisinde yerleşimi olarak sıralanabilir [111]. Özellikle ring ipliklerinde büküm artışı kumaşların hava geçirgenliklerine olumlu yönde etki ederek kumaşların hava geçirgenliklerini arttırmaktadır [112].

Giysi konforu üzerinde önemli bir etkisi olduğu için tekstil materyallerinin ısı özellikleri ve tutumları ile ilgili araştırmalar büyük önem taşımaktadır. İplik özelliklerinin, kumaşların ısı direnç, hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği gibi önemli konfor özellikleri üzerine etkileri pek çok araştırmaya konu olmuştur. Radhakrishnaiah ve arkadaşları (1993) harmandan karışımı pamuk-poliester ipliklerden ve poliester özlü, pamuk sargılı özlü ipliklerden üretilen kumaşları tutum ve konfor özellikleri yönünden incelemiştir. Çalışma sonucunda poliester özlü, pamuk sargılı ipliklerden üretilen kumaşların daha iyi tutum ve ısı konfor özelliği sergilediği ortaya konmuştur [113].

Ring, rotor ve friksiyon ipliklerinden dokunmuş kumaşların ısı ve duyuşal konfor özelliklerini karşılaştıran Behera ve arkadaşları (1997), duyuşal konfor açısından en iyi özellikleri ring ipliklerinin sergilediğini, ısı konfor açısından ise friksiyon ipliklerin en uygun iplik yapısı olduğunu belirtmişlerdir. Burada friksiyon ipliklerinden üretilen kumaşların yüksek hava geçirgenliği ve düşük su buharı direncine sahip olması büyük önem taşımaktadır. Terlemenin olmadığı normal giyim şartlarında ise kumaşlarda rotor iplik kullanımının ring iplik kullanımına göre daha avantajlı olduğu da çalışmada ortaya konulan sonuçlar arasında yer almaktadır [25].

Ring iplik eğirme makinasında farklı üretim şartlarında ve farklı teknikler ile üretilen karde, penye ve kompakt iplikler bir birinden çok farklı özellikler sergilemekte ve bu ipliklerden üretilen kumaşların kalite ve konfor değerleri farklılık göstermektedir. Kompakt iplikçilikte lifler arasındaki boşluklar daraltılmakta ve ipliğin kompakt bir yapıya kavuşması sağlanmaktadır. Bu durum kumaşların geçirgenlik özelliklerini etkilemektedir.



Resim 4.3. Kompakt iplik yapısı [114]

Karde, penye ve kompakt ipliklerden üretilen kumaşların ısı özelliklerini karşılaştıran Singh ve Nigam kompakt ipliklerden üretilen kumaşların ısı iletkenlik değerlerini büyükten küçüğe kompakt, penye ve karde şeklinde sıralamıştır. Çalışmada iplik kompaktlığı kumaş kalınlığı üzerinde de etkili bir faktör olarak belirtilmiştir. Karde ipliklerden üretilen kumaşların kalınlığının kompakt ve penye kumaşlara göre daha fazla olduğu ve dolayısıyla karde ipliklerden üretilen kumaşların ısı dirençlerinin diğer ipliklerden üretilen kumaşlara göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir [115].

Tyagi ve ark. (2010) ring ve kompakt iplik yapılarının ve iplik eğirme parametrelerinin kumaşların termal konfor performanslarına etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda bu konuyla ilgili diğer çalışmalarda da olduğu gibi ring ipliklerinden üretilen kumaşların kompakt ipliklerden üretilen kumaşlara göre yüksek ısı direnç, düşük su buharı ve hava geçirgenlik özelliği sergilediği ortaya konmuştur. Bu durumun ring ipliklerinin kompakt ipliklere göre daha düşük paket yoğunluğu, büyük iplik çapı ve daha fazla tüylülüğe sahip olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. İplik yapısının yanı sıra iplik büküm faktörü ve iğ hızı da kumaşların konfor özellikleri üzerinde etkili parametreler arasındadır. Düşük iğ devirlerinde eğirme sırasında ipliğe uygulanan gerilim azalacağı için iplik yapısı daha gevşek olmakta yani iplik kompaktlığı azalmaktadır. Büküm faktörü ise kumaşların ısı direnci üzerinde baskın bir etkiye sahiptir. Büküm miktarının artması ile iplik daha sıkı bir yapı haline gelmekte ve iplik çapı da düşmektedir. Dolayısıyla yüksek iğ devrinde ve yüksek büküm faktöründe üretilen ipliklerden elde edilen kumaşların su buharı ve hava geçirgenlikleri yüksek olup, ısı dirençleri ise daha düşüktür [116, 117]. Asayes ve Maroufi (2007), iplik büküm miktarının örme kumaşların ıslanma özelliği üzerindeki etkisini araştırmışlardır. İplik bükümündeki artışın pamuklu interlok örme kumaşların emiciliğini düşürdüğünü ortaya koymuşlardır. Bu durumun esas sebebinin iplik

bükümündeki artış ile lifler arasındaki kapiler kanal boyutlarındaki azalmadan kaynaklanabileceği belirtilmiştir [118].

Tyagi ve arkadaşları (2011) başka bir çalışmalarında ise iplik yapısı ve karışım oranının dokuma kumaşların konfor özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada farklı numara ve karışım oranlarında, ring ve MJS (Murata Jet Spinner) eğirme sistemlerinde üretilmiş iplikler kullanılmıştır. MJS ipliklerinden dokunan kumaşların daha yüksek hava geçirgenliği, ısı direnç ve su buharı geçirgenliğine sahip olduğu belirtilip, iplik yapısına bakılmaksızın iplik lineer yoğunluğunun artması ile kumaşların hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliğinin azaldığı gözlenmiştir [119].

Elastik iplik içeren kumaşların yüksek esneklik, konfor ve hoş bir görünüm sağlamasından dolayı bu ipliklere olan talep hızla artmaktadır. Bu amaçla elastik iplik içeren kumaşların fiziksel ve konfor özellikleri de araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Marmaralı ve arkadaşları örme kumaşlarda elastik iplik kullanımının kumaşların ısı konfor özelliğine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, iki sırada bir ve her sırada elastik iplik kullanarak ördükleri kumaşları elastiksiz pamuklu örme kumaşlar ile karşılaştırmışlardır. Yapılan incelemeler elastik iplik kullanımının kumaşların ısı direnç ve ısı soğurganlığını önemli oranda etkilediğini göstermiştir. Kumaşlardaki elastik iplik oranının artmasıyla birlikte örme kumaşların ısı direnç ve ısı soğurganlık değerlerinde artış, ısı iletkenlik ve bağıl su buharı geçirgenliğinde ise azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Elastik iplik kullanımının kumaşların sıklığını arttırdığı ve bu durumda kumaşların ısı direnç ve bağıl su buharı geçirgenliğine etki ettiği vurgulanmıştır [120]. Gorjanc ve arkadaşları (2012), pamuklu dokuma kumaşlara elastan ilavesinin kumaşların ısı direnç ve su buharı direncini %20 oranında arttırdığını ortaya koymuşlardır. Dime kumaşların ise bezayağı kumaşlara göre daha yüksek su buharı ve ısı direnç özelliğine sahip olduğunu belirtmişlerdir [121].

Renk, yapı vb. açılardan planlı düzensizlikler içeren fantezi iplikler kumaşlarda özel efektler oluşturabilmekte ve bu nedenle tasarımcılar tarafından sıklıkla tercih edilmektedirler. Görsel özelliklerinin yanı sıra fantezi ipliklerin giysilik kumaşlarda kullanılması durumunda konfor özellikleri de ön plana çıkmaktadır. Fantezi iplikler kendi içerisinde çok farklı yapılara sahip oldukları gibi bu ipliklerden üretilen kumaşlar da farklı özellikler göstermektedir. Fantezi iplik yapısı kumaşların ısı konfor özellikleri üzerinde etkili bir parametredir [122]. Balıklı ipliklerden üretilen kumaşların ısı iletkenlik ve ısı

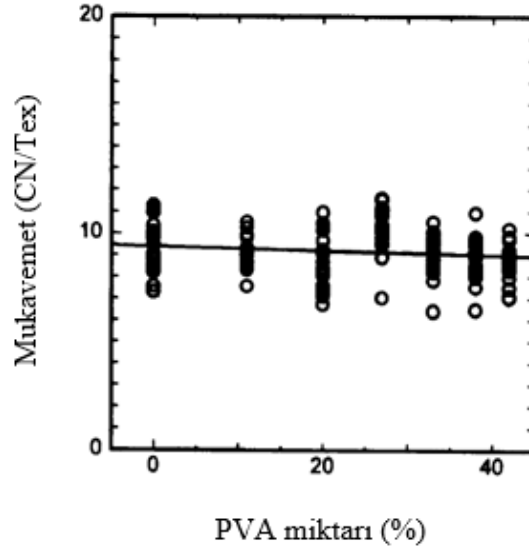
soğurganlık değerleri halkalı ipliklerden üretilen kumaşlara göre daha yüksek olmakla beraber ısıl dirençleri daha düşüktür. Bu amaçla balıklı ipliklerin genellikle yazlık giysilerde, halkalı ipliklerin ise kışlık giysilerde kullanılması önerilmektedir [123].

Kullanılan hammadde, iplik özelliği ve kumaş yapısı kumaşların sıvı transfer davranışlarını önemli derecede etkilemektedir. Liflerin iplik formuna getirilmesi ile pek çok parametre devreye gireceğinden dolayı sıvı transfer hareketinin incelenmesi biraz daha kompleks bir hale dönüşmektedir [124].

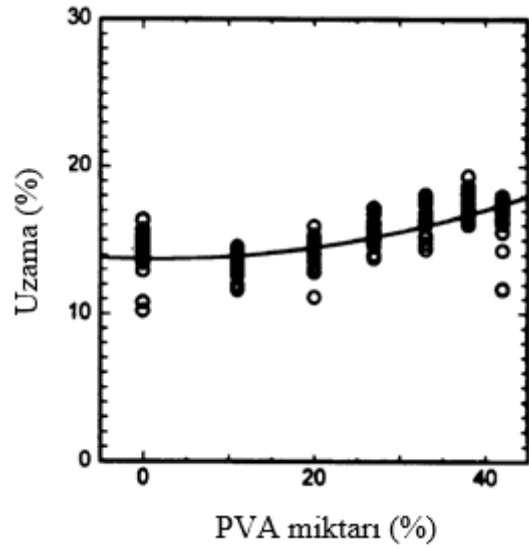
4.2. İçi Boş İplikler ile İlgili Yapılan Araştırmalar

Merati ve Okamura, friksiyon iplik eğirme sisteminde içi boş iplik üretimi ile ilgili çalışmalarının birinci kısmında, PVA oranının içi boş ipliklerin mekanik özellikleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Friksiyon iplik eğirme makinasında farklı oranlarda PVA içeren pamuk sargılı özlü iplikler ve %100 pamuk friksiyon ipliği üretmişlerdir. Yıkama öncesi ipliklerin mukavemet özellikleri incelendiğinde, özlü ipliklerde PVA oranının artması ile iplik mukavemetinin arttığı ve özlü ipliklerin mukavemet değerlerinin, %100 pamuk friksiyon ipliğinden daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Yıkama sonrası ipliklerin mukavemet değerleri incelendiğinde ise içi boş ipliklerin mukavemetlerinin %100 pamuk friksiyon ipliği ile aynı olduğu ve yıkama sonrası içi boş ipliklerde PVA oranının iplik mukavemetine etkisinin olmadığını altı çizilmiştir (Şekil 4.1).

İçi boş iplikler ile %100 pamuk friksiyon ipliğinin uzama değerleri karşılaştırıldığında ise içi boş ipliklerin uzama değerlerinin %100 pamuk friksiyon ipliğinden daha iyi olduğu ve yıkama sonrası içi boş ipliklerde PVA oranının artması ile ipliklerin uzaması değerlerinin arttığı gözlenmiştir (Şekil 4.2). Bu durum içi boş ipliklerin, iplik merkezinde bulunan boşluğun bu iplikleri yana doğru sıkıştırılabilir yapmasından kaynaklanmaktadır [51].



Şekil 4.1. Yıkama işlemi sonrasında içi boş iplik mukavemetinin PVA oranına göre değişimi [51]



Şekil 4.2. Yıkama sonrası içi boş ipliklerin uzama değerlerinin PVA oranına bağlı olarak değişimi [51]

Merati ve Okamura çalışmalarının ikinci kısmında ise, aksenal ve yanal kuvvetlerin içi boş iplik çapına, eliptikliğine, hacim ve sıkıştırılabilirlik özelliğine etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda aksenal kuvvetin artması ile iplik çapının azaldığı ancak sıkıştırma sonrasında bile içi boş ipliklerin hacimliliğinin, konvansiyonel pamuk ipliklerinden daha fazla olduğu görülmüştür [70].

Friksiyon iplik eğirme sisteminde eğrilebilecek iplik numarası sınırlıdır ve bu iplik eğirme makinasında ince iplikler üretilememektedir. Friksiyon iplik eğirme makinasında özlü iplik üretiminde iplik merkezinde kullanılan PVA miktarı arttıkça iplik çapı artmakta ve iplik eğirme işlemi kolaylaşmaktadır. Yıkama işlemi sonrasında ise iplik yapısından PVA liflerinin ayrılması ile birlikte içi boş iplik yapısı elde edilmekte ve böylece bu makinalarda ince numaralarda iplik üretimi de gerçekleştirilebilmektedir. Merati ve Okamura 2003 yılında yapmış oldukları çalışmalarında friksiyon iplik eğirme makinasında içi boş iplik eğirme limitlerini incelemişlerdir. İçi boş iplik eğirme tekniği ile 20 tex ve daha ince ipliklerin friksiyon iplik eğirme makinasında rahatlıkla üretilebileceğini göstermişlerdir. PVA iplik oranı % 40'ı geçmediğinde daha kaliteli ve optimum özellikte iplik yapısının elde edilebileceği ortaya konulmuştur [55].

Ma ve Xia, öz ve sargı liflerinin büküm yönünün, PVA oranının ve yıkama süresinin içi boş iplik yapısı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla, modifiye edilmiş ring iplik makinasında PVA özlü, pamuk sargılı özlü iplikler üretmişler ve mukavemet özelliklerini incelemişlerdir. Üretilen ipliklere ait özellikler Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Ma ve Xia'nın çalışmalarında kullandıkları iplik özellikleri[50]

Numune	Büküm yönü	Özlü iplik numarası (tex)	İçi boş iplik numarası (tex)	PVA oranı (%)
1	ZZ*	50	36	28
2	ZZ*	54	36	33,3
3	SZ*	57	42	26,3
4	ZZ*	57	42	26,3

* İlk harf öz ipliğinin, ikinci harf ise içi boş ipliğin (sargı liflerinin) büküm yönünü ifade etmektedir.

Elde edilen sonuçlar şu şekildedir;

- İçi boş iplik yapısının oluşturulmasında, yıkama işlemi önem taşımaktadır. Üretim maliyetinin düşürülmesi amacıyla içi boş iplik üretimi için yıkama işleminin 30 dk. gibi kısa bir sürede tutulması gerekmektedir.

- Optimum kalitede ve maliyette içi boş iplik üretimi için, kullanılan PVA oranının %25 değerinde olması, sargı ve öz liflerinin büküm miktarlarının aynı, büküm yönlerinin ise farklı olması gerekmektedir [50].

Das ve Ishtiaque, DREF 3 iplik eğirme makinesinde PVA ve viskon liflerini farklı kombinasyonlarda bir araya getirmişlerdir. Çalışmada; viskon özlü-viskon sargılı, viskon özlü-PVA sargılı, PVA özlü-viskon sargılı DREF 3 ipliklerini atkıda kullanarak dokuma kumaşlar üretilmiş ve bu kumaşların konfor özellikleri araştırılmıştır. Atkıda içi boş ipliklerin kullanıldığı dokuma kumaşların su emicilik, su buharı geçirgenliği ve ısı direnç değerlerinin, düşük bükümlü ipliklerin kullanıldığı kumaşların ise hava geçirgenliği ve atkı yönündeki ıslanabilirliğinin daha yüksek olduğu çalışma sonucunda ortaya konmuştur [125].

Ishtiaque ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir diğer çalışmada ise ring iplik makinasında üretilen PVA-pamuk karışımı iplikler, yıkama işleminden geçirilerek mikro gözenekli iplik yapıları oluşturulmuştur. PVA oranı, iplik büküm katsayısı ve iğ hızı gibi parametrelerin mikro gözenekli iplik yapısına etkisi incelenen çalışmada bu değişkenlerin her birinin mikro gözenekli iplik yapı ve özelliği üzerinde önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir [126].

Kanesan, yüksek performanslı ipliklerin dizaynı ve geliştirilmesi konulu tez çalışmasında, poliamid özlü, pamuk sargılı özlü iplikler ile içi boş pamuk ipliklerden üretilen örme kumaşların mekanik ve ısı konfor özelliklerini karşılaştırmıştır. Çalışmada, içi boş iplik üretiminde iplik merkezinde PVA lifleri yerine, %85'lik formik asitte çözünebilen poliamid lifleri kullanılmıştır. İçi boş iplikli kumaşların; ısı soğurganlık, ısı iletkenlik ve ısı direnç değerlerinin poliamid özlü, pamuk sargılı ipliklerden üretilen kumaşlara göre daha düşük olduğu bulunmuştur. İçi boş ipliklere nazaran özlü ipliklerden üretilen kumaşların hava geçirgenliği değerleri daha düşüktür. Kumaşlar mekanik özellikler açısından karşılaştırıldığında ise özlü ipliklerden üretilen kumaşların patlama mukavemetinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Örgü yapısının kumaşların ısı özellikleri üzerindeki etkisinin de araştırıldığı çalışmada interlok kumaşların diğer kumaşlara göre daha yüksek ısı iletkenliğe sahip olduğu araştırma bulguları arasındadır [52].

Moghassem ve Gharehaghaji lif izleme tekniği ile içi boş iplik yapısını inceleyerek, konvansiyonel ring iplik yapısı ile karşılaştırmışlardır. İçi boş iplik ve konvansiyonel ring

ipliklerin iplik eğrilebilme katsayısı değerlerinin bir birine çok yakın olduğu fakat konvansiyonel ring ipliklerinde lif oryantasyonunun daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. İplik mukavemetleri her iki iplik içinde aynı değerlerde olup, içi boş ipliklerin kopma uzaması daha yüksek bulunmuştur. Çalışmada, ipliklerin ince yer ve neps değerlerinde önemli bir fark çıkmazken, içi boş ipliklerin kalın yer, düzgünsüzlük ve tüylülük değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu ipliklerden üretilen dokuma kumaşların eğilme rijitliği ve hava geçirgenliği özellikleri karşılaştırıldığında ise atkısında içi boş iplik kullanılan dokuma kumaşların hem atkı hem de çözgü yönündeki eğilme rijitliğinin daha düşük olduğu ve hava geçirgenliği değerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir [48].

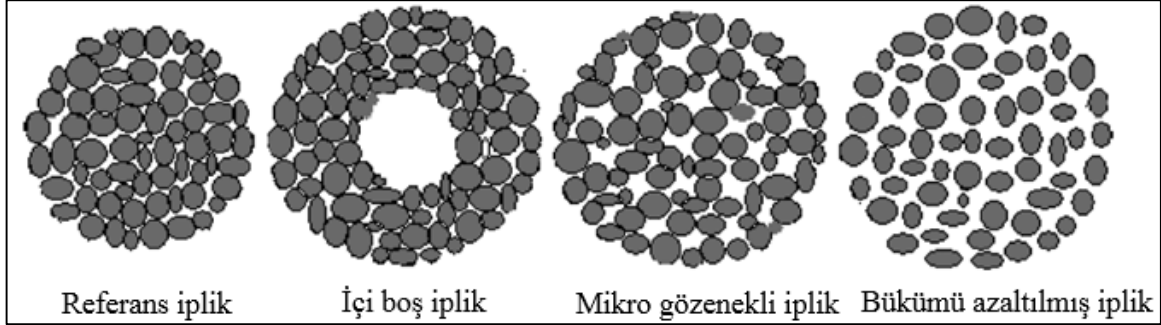
Konu ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada, Andrysiak ve arkadaşları (2014) atkıda içi boş iplik ve open end rotor ipliklerin kullanılması ile dokunan kumaşların ısı direnç, ısı iletkenlik ve ısı soğurganlık özelliklerini karşılaştırmalı olarak incelemiştir [127].

Farklı iplik yapılarının kumaşların ısı ve nem transfer özelliklerine etkisini inceleyen Mukhapadyay ve arkadaşları çalışmalarında, içlerinde içi boş iplik ve mikro gözenekli iplik yapılarının da bulunduğu farklı iplik yapılarını kullanmışlardır. Ring iplik makinesinde üretilen iplikler Çizelge 4.5’ de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Üretilen ipliklere ait detaylar [59]

Hammadde Tipi	Kullanılan Materyal	Fitil Sayısı	İplik Yapısal Özelliği
1	%100 pamuk ipliği	Tek fitil	Referans iplik
2	%100 pamuk ipliği	Çift fitil	Referans iplik
3	Pamuk sargılı, PVA özlü iplik (%80 pamuk/ %20 PVA)	Tek fitil	Özlü iplik
4	Pamuk sargılı, PVA özlü iplik (%80 pamuk/ %20 PVA)	Çift fitil	Özlü iplik
5	Harmandan karışımı iplik (%80 pamuk/ %20 PVA lifi)	Tek fitil	Mikro gözenekli iplik
6	Harmandan karışımı iplik (%80 pamuk/ %20 PVA lifi)	Çift fitil	Mikro gözenekli iplik
7	%80 pamuk/ %20 PVA filament ipliği	Tek fitil	Katlı iplik (Bükümü azaltılmış iplik)
8	%80 pamuk/ %20 PVA filament ipliği	Çift fitil	Katlı iplik (Bükümü azaltılmış iplik)

Çizelge 4.5’ de verilen iplik yapılarından PVA’ nın çıkartılması ile elde edilen iplikler Resim 4.4’ de şematize edilmiştir.



Resim 4.4. Üretilen ipliklerin şematik diyagramı [59]

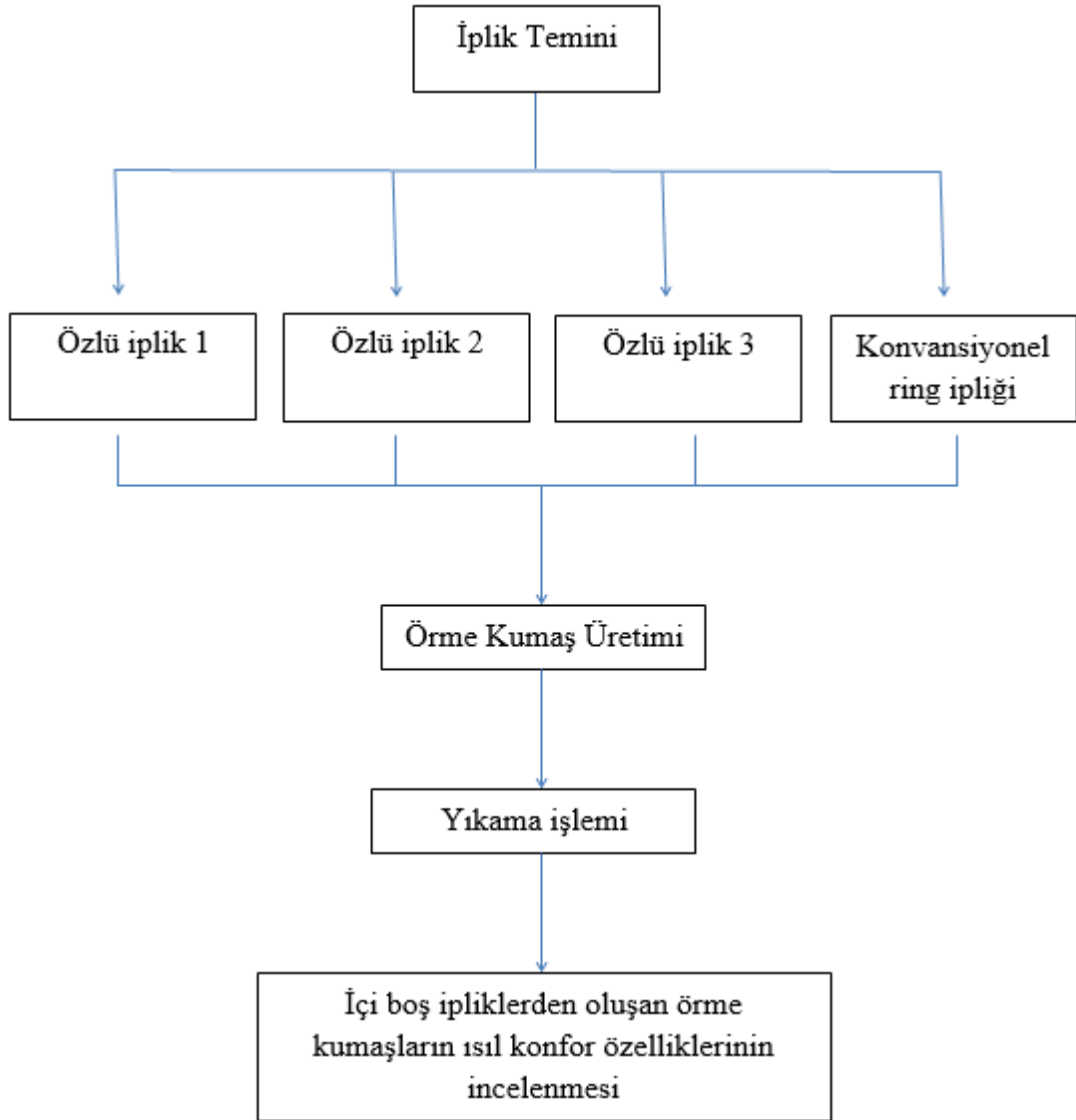
Termofizyolojik konfor açısından bükümü azaltılmış iplikten oluşan kumaşın diğer kumaş tiplerine göre daha üstün olduğu, en kötü değerlere ise konvansiyonel ring ipliklerinden üretilen kumaşların sahip olduğu belirtilmiştir. Çalışmada tekrarlı yıkamaların kumaşların termofizyolojik özelliklerine etkisi de incelenmiştir. Genel olarak; içi boş iplik, mikro gözenekli iplik ve bükümü azaltılmış ipliklerden üretilen kumaşların tekrarlı yıkamalar sonucunda ısı soğurganlık, ıslanma ve kuruma değerlerinde artma gözlemlenmiştir. Çift fitil ile üretilen ipliklerden oluşan kumaşların ise sadece su buharı geçirgenlik özelliği açısından tek fitil ile üretilen kumaşlardan üstün olduğu belirlenen çalışmada, üretim maliyeti açısından tek fitil kullanmanın daha avantajlı olabileceği belirtilmektedir [59].

Uttam ve arkadaşları, mikro gözenekli ve içi boş ipliklerden üretilen kumaşların termofizyolojik özelliklerini tahmin etmek amacıyla modeller geliştirmişlerdir. İçi boş ve mikro gözenekli ipliklerden üretilen kumaşların standart çoklu lineer regresyon modellerine göre; iplik paket katsayısı, iplikler arası gözeneklilik ve kumaş kalınlığı kumaşların ısı ve nem geçirgenlik özellikleri ile iyi bir korelasyona sahiptir. Modeller, kumaşların hava geçirgenliği ve ısı direnç özelliklerinin iplik paket katsayısının azaltılması ve iplikler arası gözenekliliğin artırılması ile geliştirilebileceğini göstermektedir [53].

Chandrasekaran ve arkadaşları içi boş DREF ipliklerinin enine kesit görüntülerinin alınmasında yaşanan zorluklardan bahsederek, numune hazırlama tekniklerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalarda bulunmuşlardır [128].

5. MATERYAL VE YÖNTEM

Farklı merkez boşluğuna sahip içi boş ipliklerden ve konvansiyonel ring ipliklerinden üretilen örme kumaşların ısı konfor özelliklerinin incelendiği bu tez çalışmasında içi boş iplik yapısı, örme işlemi sırasında iplik yapısının bozulabileceğinden dolayı kumaş üretimi sonrasında gerçekleştirilen yıkama işlemi aşamasında elde edilmiştir. İşlem basamakları detaylı olarak Şekil 5.1’ de verilmiştir.



Şekil 5.1. İşlem akış şeması

5.1. Materyal

5.1.1. Özlü İplikler

Çalışmada öncelikli olarak farklı PVA oranlarında ve farklı numaralarda, PVA özlü pamuk sargılı iplikler ve Ne 15/1 numara karde pamuk ipliği temin edilmiştir. PVA stapel iplikleri, piyasada mevcut olan Ne 40, Ne 60 ve Ne 80 numara inceliğinde seçilmiştir.

Çalışmada kullanılan PVA iplikleri, Türkiye'nin ilk yerli Solvron® ipliği (suda eriyen iplik) olup, Karacasu Tekstil firmasından temin edilmiştir. Özlü iplik üretimi de yine Karacasu Tekstil firmasında gerçekleştirilmiştir.



Resim 5.1. PVA özlü iplik

5.1.2. Süprem Örme Kumaşlar

Çalışmada kullandığımız yuvarlak örme makinasına ait özellikler Çizelge 5.1' de verilmektedir. Resim 5.2'de özlü iplikler ve konvansiyonel ring ipliği ile süprem kumaş üretiminin gerçekleştiği yuvarlak örme makinasının resmi verilmektedir.

Çizelge 5.1. Yuvarlak örme makinesine ait özellikler

Makine Çapı (inç)	4
Makine İnceliği (E)	8
Makine Çevresindeki İğne Sayısı	108



Resim 5.2. Yuvarlak örme makinesi

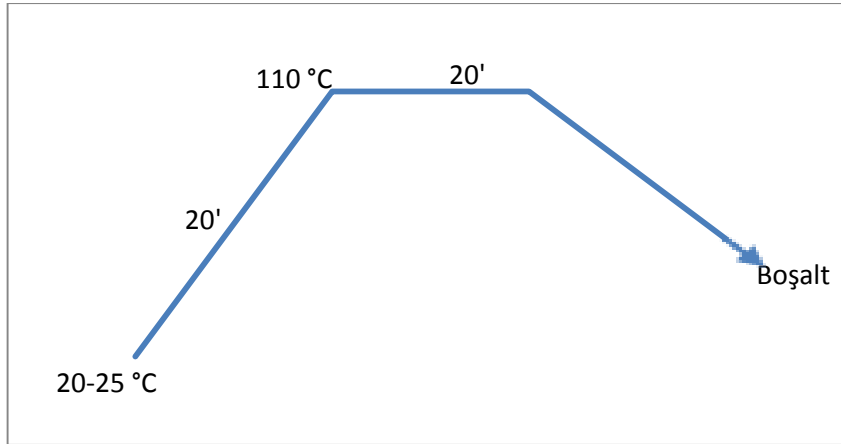
5.1.3. Örme Kumaşlara Uygulanan Yıkama İşlemi

İçi boş ipliklerden oluşan kumaş yapısının elde edilmesinde yaygın olarak kullanılan teknik, PVA özlü ipliklerden öncelikle örme veya dokuma yüzeylerin elde edilmesi ve sonrasında bu kumaşlara yıkama işleminin yapılarak, kumaş yapısından PVA ipliğinin uzaklaştırılması olarak bilinmektedir. PVA özlü ipliklerin, iplik formunda yıkanması iplik özelliklerinin incelenmesi dışında çok tercih edilmemektedir. Burada, dokuma ve örme gibi yüzey oluşturma tekniklerinde ipliğin çeşitli kuvvetlere maruz kalarak yapısının kolayca deforme olması önemli bir faktördür. İçi boş ipliklerden oluşan örme kumaş yapısının elde edilmesinde önemli bir prosedür olan yıkama işlemi ile ilgili literatür çalışmaları incelendiğinde, bu işlemin her bir çalışmada farklı olduğu ve özellikle kullanılan PVA

ipliğinin cinsine göre değiştiği belirlenmiştir. Bu amaçla tez çalışmasında, iplikler ve kumaşlar üzerinde çeşitli yıkama işlemleri uygulanmıştır. Bu işlemler şunlardır:

- Özlü iplik yapısından pamuk lifleri elle sıyrılarak PVA ipliği çıkarılmış ve 80 °C'deki suya batırılmıştır. Bu işlem sonucunda PVA ipliğinin önce büzülüp küçüldüğü daha sonrada eriyerek kaybolduğu gözlemlenmiştir.
- 80 °C'deki suda yalın haldeki PVA ipliklerinin hızlı bir şekilde özündüğünün gözlenmesinin ardından PVA zlü, pamuk sargılı ipliklerden rölmüş kumaşlar Termal marka laboratuvar tipi HT numune boyama makinasında farklı sıcaklıklarda ve sürelerde yıkanmıştır.

Yıkama işlemi öncesi ve sonrasında kumaşların ağırlık kaybı oranları, ipliklere elle yapılan kontroller ve iplik yapısının mikroskop ile incelenmesinin ardından yıkama işleminin 110°C'de 20 dakika yapılmasının, kumaş yapısından PVA ipliğinin etkin bir şekilde uzaklaştırılması için uygun olduğu tespit edilmiştir. PVA zlü ipliklerden ve konvansiyonel ring ipliğinden rölmüş kumaşlara ait yıkama grafiği şekil 5.2' de ayrıntılı olarak verilmiştir.



Yıkama işlemi laboratuvar tipi HT numune boyama makinasında, 300 ml'lik tüplerde saf su ile gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar tipi HT numune boyama makinası ve yıkama tüpleri ise Resim 5.3'te verilmiştir.



Resim 5.3. HT numune boyama makinası ve yıkama tüpleri

5.2. Yöntem

5.2.1. İpliklere Uygulanan Testler

İçi boş ipliklerin çok hassas bir yapıya sahip olması sebebiyle bu yapılar genellikle kumaş üretimi sonrasında oluşturulmaktadır. Kumaş içerisinden çıkarılan ipliklere iplik düzgünsüzlüğü ve mukavemet gibi çeşitli testlerin yapılamamasından dolayı sadece konvansiyonel ring ipliğinin ve özlü ipliklerin özellikleri incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Testler, Uşak Kaynak İplik İşletmesi fiziksel test laboratuvarında standart atmosfer şartlarında ($20\pm 2^{\circ}$ C sıcaklık, $\%65\pm 2$ bağıl nem) yapılmıştır.

5.2.1.1. İplik Numarası Testi

Teorik olarak içi boş ipliklerin numarası Eş. 5.1, özlü ipliklerdeki PVA oranı ise Eş. 5.2 yardımı ile hesaplanmaktadır:

Hesaplamalar:

C28 kodlu iplik için;

Özlü iplik numarası: Ne11 (53,7 Tex)

PVA iplik numarası: Ne 40 (14,8 Tex)

Özlü iplik numarası(Tex) = Öz bileşenin numarası + sargı bileşenin numarası (5.1)

İçi boş iplik numarası(Sargı bileşenin numarası) = 53,7 - 14,8

= 38,9 Tex(≈Ne 15)

$$PVA \text{ oranı (\%)} = \frac{PVA \text{ iplik numarası(Tex)}}{\text{Özlü iplik numarası(Tex)}} \times 100 \quad (5.2)$$

$$PVA \text{ oranı (\%)} = \frac{14,8}{53,7} \times 100$$

$$PVA \text{ oranı (\%)} = 27,6(\sim 28)$$

C20 kodlu iplik için;

Özlü iplik numarası: Ne12 (49,2Tex)

PVA iplik numarası: Ne 60 (9,84Tex)

İçi boş iplik numarası(Sargı bileşenin numarası) = 49,2 - 9,8

= 39,4 Tex(Ne 15)

$$PVA \text{ oranı (\%)} = \frac{9,8}{49,2} \times 100$$

$$PVA \text{ oranı (\%)} = 20$$

C16 kodlu iplik için;

Özlü iplik numarası: Ne12,5 (47,2Tex)

PVA iplik numarası: Ne 80 (7,4Tex)

İçi boş iplik numarası(Sargı bileşenin numarası) = 47,2 - 7,4

= 39,8 Tex(Ne 15)

$$PVA \text{ oranı (\%)} = \frac{7,38}{47,25} \times 100$$

$$PVA \text{ oranı (\%)} = 16$$

5.2.1.2. İplik Düzensüzlüğü ve Tüylülük Testi

Çalışmada kullanılan özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliğinin düzensüzlük ve tüylülük testleri Resim 5.4'te görülen UsterTester 4 cihazında yapılmıştır. Standart atmosfer koşullarına (%65±2 bağıl nem, 20±2°C sıcaklık) sahip laboratuvarında, numuneler 24 saat kondüsyonlandıktan sonra UsterTester 4 cihazında 400 m/dk. hızda, 1 dakika süre ile teste tabi tutulmuştur.

UsterTester 4; şerit, fitil veya ipliklerin düzensüzlük ve hatalarını ölçebilen ve kapasitif yönteme göre çalışan bir cihazdır. Test edilecek numuneler iki paralel plakadan oluşan kondansatörler arasından geçirilmekte ve birim uzunluk boyunca kütleli değişim ölçülmektedir. İplik tüylülüğü ise UsterTester 4 cihazında OH sensörü tarafından ölçülmektedir.



Resim 5.4. UsterTester 4 test cihazı

% U ve % CV olmak üzere iki şekilde ifade edilebilen iplik düzgünsüzlüğü (Eş. 5.3), iplik uzunluğu boyunca görülen kütleli değişim olarak tanımlanmaktadır.

$$\% CV = 1,25 \times \% U \quad (5.3)$$

Burada;

% CV değişim katsayısı,

% U ise ortalama sapma yüzdesidir.

İplik hataları ise ince yer, kalın yer ve neps olarak sınıflandırılmaktadır. İnce yer hatası “-50%” şeklinde gösterilmekte ve ortalama iplik kalınlığının %50’ si kadar ya da daha azı kadar olan yer ince yer hatası olarak ifade edilmektedir. Kalın yer hatası “+50%” şeklinde gösterilmektedir. Bu ifade, ortalama iplik kalınlığının %150’si kadar olan yerin kalın yer hatası olduğunu belirtmektedir. Neps hatası ring ipliklerinde +200% olarak gösterilmekte ve ortalama iplik kalınlığının %300’ ü kadar bir kalın yer hatası olarak ifade edilmektedir.

Uster cihazında tüylülük ölçümü, sisteme entegre edilmiş OH sensörü ile yapılmaktadır. H olarak ifade edilen iplik tüylülüğü, 1cm ölçüm uzunluğu boyunca iplik yüzeyinden dışarıya çıkan liflerin toplam uzunluğudur. OH sensörü ile H tüylülük değerinin yanı sıra “sh” standart sapma değeri de ölçülmektedir. Bu değer bobin içerisindeki tüylülük varyasyonunu ifade etmektedir [129].

5.2.1.3. İplik Mukavemeti Testi

İpliklerin mukavemet testleri; TS EN ISO 2062 standardına uygun olarak UsterTensorapid 3 mukavemet ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Resim 5.5) [130]. Testler 5000 mm/dk. hızda gerçekleştirilmiş ve 500 mm numune uzunluğu kullanılmıştır.



Resim 5.5. Uster Tensorapid 3 test cihazı

Uster Tensorapid cihazında kopma kuvveti, kopma uzaması, Rkm ve kopma işi değerleri elde edilmektedir.

Rkm ifadesi iplik mukavemeti değeri için yaygın olarak kullanılmakta olup, bu değer düşey olarak asılan ipliğin kendi ağırlığı ile koptuğu uzunluğun kilometre cinsinden ifadesidir (Eş. 5.4).

$$Rkm = kgf * Nm \quad (5.4)$$

Burada,

kgf; ipliğin kopma kuvveti

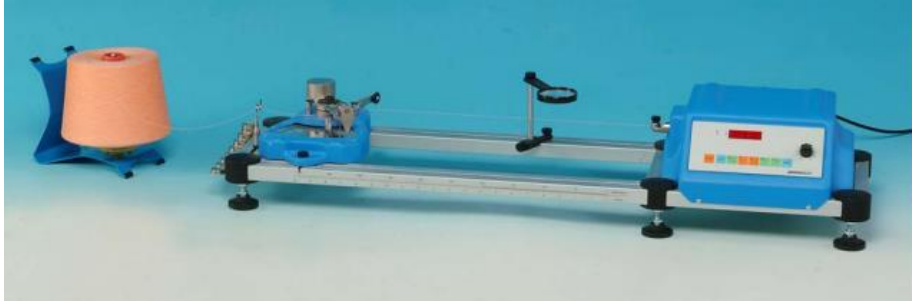
Nm; metrik sistemde iplik numarasıdır.

İplik mukavemeti değeri için yaygın olarak kullanılan diğer bir birim ise cN/tex olup, Rkm ile cN/tex arasındaki ilişki Eş. 5.5'deki gibi ifade edilmektedir;

$$cN/tex = 0,9806 Rkm \quad (5.5)$$

5.2.1.4. İplik Büküm Tayini

İpliklerin büküm miktarı, tek kat ve katlı ipliklerin büküm ölçümü için kullanılabilen ve 3 farklı test metodu ile çalışabilen MesdanLab marka elektronik büküm test cihazında, TS EN ISO 2061 standardına uygun olarak ölçülmüştür [131]. Elektronik büküm ölçme cihazı Resim 5.6’da verilmiştir.



Resim 5.6. MesdanLab elektronik büküm ölçer [132]

5.2.1.5. İpliklerin Mikroskop Altında İncelenmesi

Yıkama öncesi kumaşlardan çıkarılan ipliklerin enine kesit görüntüleri mikroskop altında incelenmiştir. Yıkama sonrasında kumaşlardan çıkarılan ipliklerin yani içi boş ipliklerin enine kesit görüntüleri ise mikroskop ve LEO 1430 VP model taramalı elektron mikroskopu (SEM) yardımıyla incelenmiştir. Numunelerin SEM görüntüleri Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi’ndeki SEM görüntüleme cihazı kullanılarak elde edilmiştir (Resim 5.7).

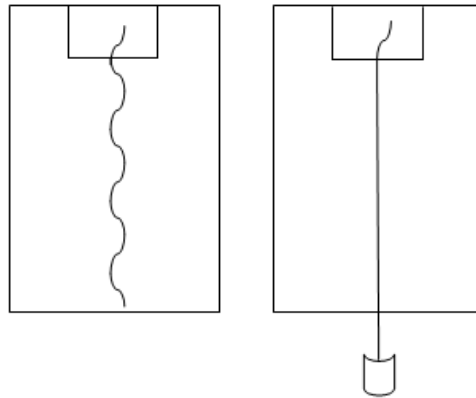


Resim 5.7. Taramalı elektron mikroskobu [133]

5.2.1.6. İplik Çapı Ölçümü

İplik çapı; örtü faktörü, gözeneklilik, kumaş kalınlığı, hava geçirgenliği vb. gibi pek çok kumaş özelliğinin belirlenmesinde önemli bir faktördür.

Çalışmada içi boş iplikler, örme kumaşlara uygulanan yıkama işlemi sonrasında elde edildiği için iplik çapı, kumaş içerisinden çıkarılan iplikler üzerinden hesaplanmıştır. Bu amaçla, yıkama öncesinde ve sonrasında kumaşlardan çıkarılan ipliklerin boyuna görüntüleri parmak kamera yardımıyla çekilmiş ve görüntüler üzerinden iplik çapı ölçümü gerçekleştirilmiştir. Kumaş içerisinden çıkarılan iplikler siyah bir yüzey üzerine yerleştirilmiş ve ipliklerin bir ucu sabitlenirken diğer ucuna da sabit bir ağırlık asılarak tüm ipliklere eşit bir gerginlik verilmiştir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. İplik çapı ölçümü için numune hazırlanışının şematik görüntüsü

5.2.1.7. İplik Paketlenme Katsayısının Hesaplanması

Çalışmada iplik içi gözenekliliği ifade eden iplik paketlenme katsayısı değerleri Uttam ve arkadaşlarının kullandığı eşitlik esas alınarak hesaplanmıştır [53].

$$\text{İplik Paketlenme Katsayısı} = 1,27449 * 10^{-5} \frac{\text{tex}}{\text{İplik çapı}^2 * \text{Lif Yoğunluğu}} \quad (5.6)$$

5.2.2. Kumaşlara Uygulanan Testler

Konvansiyonel ring ipliği, özlü iplikler ve içi boş ipliklerden üretilen örme kumaşların ısı konfor özellikleri incelenmiştir. Söz konusu testler; Uşak Üniversitesi Bilimsel Analiz ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde ve Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Fiziksel Tekstil Laboratuvarı'nda standart atmosfer koşullarında (20±2° C sıcaklık, %65±2 bağıl nem) yapılmıştır.

5.2.2.1. Yıkama Öncesinde ve Sonrasında Kumaş Yüzeyinin Görüntülenmesi

Özlü ipliklerden, %100 pamuk ring ipliğinden ve içi boş ipliklerden üretilen örme kumaşların yüzey görüntüleri parmak kamera yardımı ile alınmıştır. 67x büyütme oranı ile alınan görüntüler bilgisayara aktarıldıktan sonra incelenmiştir.

5.2.2.2. Gramaj Tayini

Kumaşların gramaj değerleri TS 251 standardına uygun olarak tespit edilmiştir [134]. Gramaj tayininde, 100 cm²'lik dairesel numune kesme aparatı ile numuneler hazırlanmış ve ağırlıkları hassas terazi ile tartılmıştır. Bu ölçüm kumaşların 10 farklı yerinde tekrarlanarak ortalaması alınmıştır.



Resim 5.8. Dairesel numune kesme aparatı

5.2.2.3. Yıkama İşlemi Sonrasında Kumaşların Ağırlık Kaybının Tespit Edilmesi

Örme kumaş yapısından yıkama işlemi sonrasında PVA ipliğinin uzaklaştırılıp uzaklaştırılmadığını gözlemlemek amacıyla ısı konfor özellikleri incelenecek olan kumaşlar yıkama öncesinde ve sonrasında Shimadzu AUX 320 marka hassas terazi ile tartılmıştır.



Resim 5.9. Hassas terazi [135]

Kumaşların yıkama sonrasında yüzde ağırlık kayıplarının hesaplanmasında kumaşlara uygulanacak testler için yeterli boyutlarda numuneler alınarak ağırlıkları ölçülmüştür. Gerçekleştirilen yıkama işlemi sonrasında numunelerin ağırlıkları tekrar ölçülerek yüzde cinsinden ağırlık kayıpları hesaplanmıştır.

5.2.2.4. Sıklık Ölçümü

Kumaşların sıklık tayini TS EN 14971 standardına uygun olarak yapılmış olup, yıkama işlemi öncesinde ve sonrasında kumaşların sıra/cm, çubuk/cm değerleri bir lup yardımı ile sayılmıştır [136]. Her numune üzerinde 10 farklı yerden ölçüm yapılarak, ortalaması alınmıştır. İlmek çubuk sıklığı, 1 cm uzunluktaki ilmek çubuk sayısı, ilmek sıra sıklığı ise 1cm'deki ilmek sıra sayısıdır.

5.2.2.5. İlmek İplik Uzunluğu Ölçümü

Örme yüzeyler oluşturulurken, her sıradaki ilmek iplik uzunluğunun sabit olması hatasız bir üretim yapılması açısından büyük önem taşımaktadır. Kumaş içerisinde ilmek iplik uzunluğundaki değişiklikler, örme kumaşlarda enine çizgilerin oluşmasına sebep olmaktadır [137].

İlmek iplik uzunluğu ölçümünde üretilen örme kumaşların eninin dar olması sebebiyle, her kumaş numunesi üzerinde 50 çubuk işaretlenmiş ve bu işaretlenen bölgeden 10 sıra sökülerek, bunların 10 gr ağırlık altındaki uzunlukları ölçülerek ortalamaları alınmıştır. Bu ortalama değer toplam ilmek sayısına bölünerek ilmek iplik uzunluğu hesaplanmıştır [138].

5.2.2.6. İplikler Arası Gözeneklilik Değerlerinin Hesabı

Kumaş gözenekliliği, kumaşların geçirgenlik özelliklerini etkileyen önemli bir parametredir. Kumaşın toplam gözenekliliği; lif içi gözeneklilik, iplik içerisindeki lifler arasındaki boşluğu ifade eden lifler arası gözeneklilik ve kumaşı oluşturan iplikler arasındaki boşluğu ifade eden iplikler arası gözeneklilikten oluşmaktadır. İplikler ve lifler arası gözeneklilik lif şekli, inceliği, iplik numara ve bükümü, örgü türü ve sıklık gibi birçok kumaş ve iplik parametresinden etkilenmektedir [111].

Çalışmada; iplikler arası gözeneklilik Benltoufa ve ark tarafından önerilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır [139].

$$\text{Gözeneklilik}(\varepsilon)\% = \left[1 - \frac{\pi d^2 l c W}{2t} \right] \times 100 \quad (5.7)$$

Burada;

d : İplik çapı (cm),

l : ilmek iplik uzunluğu (cm),

C : cm'deki sıra sayısı,

W : cm'deki çubuk sayısı,

t : Kumaş kalınlığı (cm)'dir.

5.2.2.7. Hava Geçirgenliği Testi

Yıkama öncesinde ve sonrasında kumaş numunelerinin hava geçirgenlik testleri; TS 391 EN ISO 9237 standardına uygun olarak, Textest FX 3300 marka hava geçirgenliği cihazında 100 Pa basınç altında ve 20 cm²'lik test başlığı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Resim 5.10) [140].



Resim 5.10. Textest FX 3300 hava geçirgenlik cihazı

5.2.2.8. Isıl Özellik ve Kumaş Kalınlığı Ölçümü

Kumaşların ısıl özellikleri TS EN ISO 11092 standardı esas alınarak Alambeta cihazı ile ölçülmüştür (Resim 5.11) [141]. Her bir kumaş için 10 ölçüm yapılmış ve ortalaması alınmıştır. Alambeta cihazında yapılan ölçümler sonucunda ısıl iletkenlik, ısıl direnç, ısıl soğurganlık ve kalınlık değerleri elde edilmiştir.



Resim 5.11. Alambeta cihazı

Alambeta; kuru insan derisini simule ederek, tekstil malzemelerinin ısıl özelliklerini test eden bir cihazdır. Cihaz ölçüm başlığı ve alt plakadan oluşmakta olup, test edilecek numune 2 plaka arasına yerleştirilmektedir. Numunenin cihaza yerleştirilmesi ile birlikte ölçüm kafası aşağıya inerek kumaşa dokunmakta ve alt plaka ile ölçüm başlığı arasındaki sıcaklık farklılığından dolayı kumaş içerisinden geçen ısı akışı zamana bağlı olarak matematiksel işlemler ile belirlenmektedir. Ölçüm kafasının sıcaklığı cilt sıcaklığı olan 32 °C, alt plakanın sıcaklığı ise oda sıcaklığı olarak kabul edilen 22 °C'dir [142].

Isıl iletkenlik:

Bir materyalden, birim kalınlıkta, 1°K sıcaklık farklılığında geçen ısı miktarının ölçüsü olarak tanımlanmakta olup Eş. 5.8' de görüldüğü gibi ifade edilmektedir:

$$\lambda(W/mK) = q \cdot h/dT \quad (5.8)$$

Burada,

q = Isı akış miktarı (W/m^2)

h = Kalınlık (m)

dT = Sıcaklık farkı (K)' dir [43].

Bazı lif ve polimerlerin ısı iletkenlik değerleri izelge 5.2'de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Bazı lif ve polimerlerin ısı iletkenlik değerleri [79, 143]

Lif Cinsi	Isıl İletkenlik Katsayısı (k) (mW/m K)
Hava	25
Pamuk	71
Yün	54
İpek	50
Polivinil klorür	160
Poliamid	250
Poliester	140

Isıl Direnç:

Bir materyalin ısı akışına karşı göstermiş olduğu dirençtir. Isıl direnç, kumaş kalınlığı (h) ve ısı iletkenliğe (λ) bağlı olup Eş. 5.9 ile ifade edilmektedir [142].

$$R(m^2K/W) = h/\lambda \quad (5.9)$$

Isıl Soğurganlık:

Farklı sıcaklıklardaki iki cismin birbirine teması sırasında cisimler arasında meydana gelen ısı akışı olarak tanımlanan ısıl soğurganlık, sıcak-soğuk hissi olarak da ifade edilmektedir. Cilt ve kumaş arasındaki sıcaklık farklılığı sebebiyle, cilt ile kumaşın ani teması sonucunda ısı akışı meydana gelmektedir. Kumaşın ciltten daha düşük bir sıcaklıkta olması durumunda, ciltten kumaşa doğru ısı akışı meydana geleceğinden soğukluk hissi, tersi durumda ise sıcaklık hissi oluşmaktadır. Bu nedenle ısıl soğurganlık değeri yüksek olan bir cisim ilk temas anında fazla ısı soğurmakta ve soğukluk hissi vermektedir.

Isıl soğurganlık Eş. 5.10 ile ifade edilmektedir:

$$b(Ws^{1/2}/m^2K) = (\lambda\rho c)^{1/2} \quad (5.10)$$

Burada;

λ : Isıl iletkenlik(W/mK),

ρ : Yoğunluk (kg/m³),

c : Özgül ısı (J/kgK)'dir [43].

Sıcaklık soğukluk hissi kumaşların ıslaklık durumundan önemli bir şekilde etkilenmektedir. Isı akışı malzemenin ısıl iletkenliği ile artmaktadır. Suyun ısıl iletkenliği hava ve tekstil liflerinin ısıl iletkenliğinden çok daha fazla olduğu için ıslak malzemelerin ısıl soğurganlık değerleri daha yüksek olup kuru malzemelere göre daha fazla soğukluk hissi vermektedirler.

Kuru haldeki tekstil kumaşlarının ısıl soğurganlık değerleri 20-300 $Ws^{1/2}/m^2K$ arasında değişmektedir. Çizelge 5.3'te çeşitli kumaşların ısıl soğurganlık değerleri verilmiştir.

Çizelge 5.3. Alambeta cihazında ölçülmüş bazı kumaşların ısıı soğurganlık değeri [9]

Isıl Soğurganlık ($Ws^{1/2}/m^2K$)	Kumaş Tipi
20 – 40	Mikrolif veya ince liflerden mamul dokusuz yüzeyler
30 – 50	Düşük yoğunluklu şardonlu poliester örmeler, iğnelenmiş hafif poliester tülbentler
40 – 90	Sentetik (PAN) veya tekstüre filament ince örmeler
70 – 120	İnce pamuklu örmeler, şardonlu ince yün veya yün/poliester dokumalar
100 – 150	İnce pamuk veya viskon örmeler, pamuklu bez dokumalar
130 – 180	Bitim işlemleri görmüş ince pamuklu örmeler, şardonlu ince pamuklu dokumalar
150 – 200	Pürüzlü yüzeyli yün veya yün/poliester bez dokumalar
180 – 250	Kalın mikrolif örmeler
250 – 350	Reçine apreli gömleklik kuru pamuklu kumaşlar, yüzeyi düzgün kalın yün dokumalar
300 – 400	Kuru viskon veya ipek kumaşlar, yüzeyi düzgün ham denim kumaşlar
330 – 500	Nemli pamuk/PP veya pamuk/özel poliester, vücuda yakın kullanılan kumaşlar
450 – 650	Islak haldeki ağır dokumalar (denim) veya ıslak Coolmax® örmeler
600 – 750	Tamamen ıslak pamuk veya poliester/pamuk veya mikrolif örmeler
>750	Islak haldeki diğer dokuma veya örme kumaşlar
1600	Su

Kalınlık:

Bir materyalin ön ve arka yüzü arasındaki en üst ve en alt noktalar arası mesafe olarak tanımlanmaktadır (mm).

Alambeta cihazında ölçülen özelliklerin ölçüm aralıkları şu şekildedir;

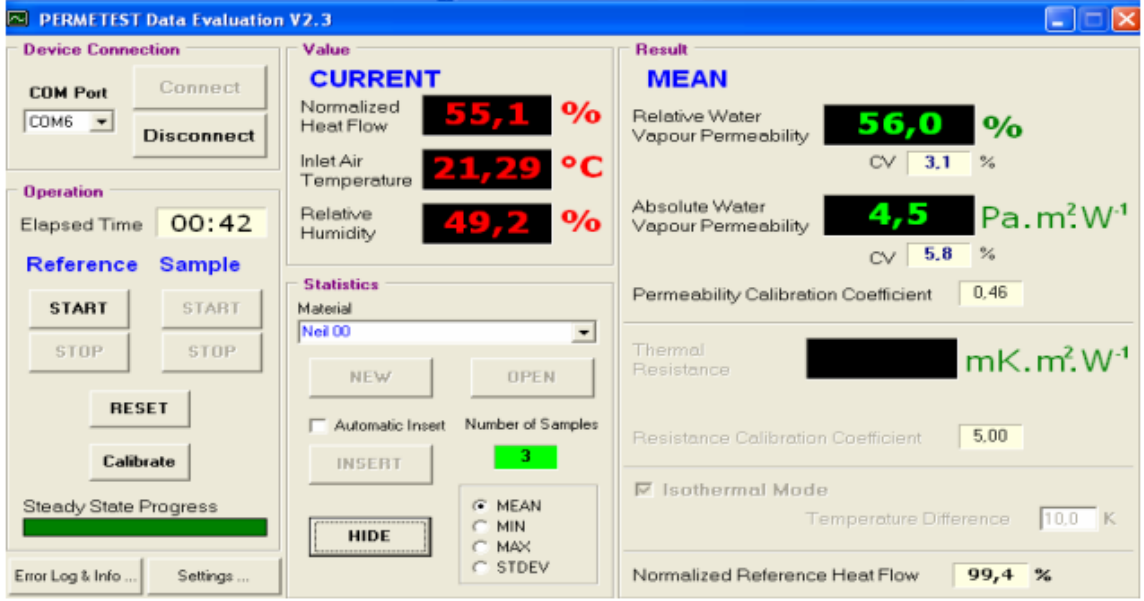
- Isıl direnç (R): 0,005-1 m²K/W
- Isıl iletkenlik (λ): 0,01- 2 W/mK
- Kalınlık (h): 0,15-25 mm
- Isıl soğurganlık (b): 10-500 W s^{1/2}/m²K'dir [144].

5.2.2.9. Su Buharı Geçirgenlik Testi

Kumaşların su buharı geçirgenlik özellikleri TS EN ISO 11092 standardına göre Permetest cihazında test edilmiştir. Permetest cihazı, kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği (%) ve su buharı direnci (m²Pa/W) özelliklerinin hızlı bir şekilde ölçülmesini sağlamaktadır [141]. Cihazın ölçüm ünitesinde bulunan ısıtılmış gözenekli membran terleyen deriyi simule etmektedir. Permetest cihazında öncelikle test edilecek numune olmadan sadece membran üzerinden ölçüm yapılarak ortamın ısı akış değeri (q_0) kaydedilir, sonrasında ise test edilecek numune membran üzerine kaplandıktan sonra suyun buharlaşması için gerekli ısı miktarı (q_s) ölçülmektedir. Numune ile ölçülen ısı kaybının, numunesiz ölçülen ısı kaybına oranı bağıl su buharı geçirgenliği olarak tanımlanmaktadır. Elde edilen ölçüm sonuçları cihaza bağlı bir bilgisayar tarafından istatistiksel olarak değerlendirilmektedir.



Resim 5.12. Permetest cihazı



Resim 5.13. Permetest data programı ekranı [145]

Bağıl su buharı geçirgenliği Eş. 5.11 ile ifade edilmektedir:

$$P(\%) = 100(q_s/q_0) \quad (5.11)$$

Malzemenin iki yüzeyi arasındaki su buharı basınç farkının, basınç değişimi yönünde birim alandaki buharlaşma ısı akışına oranı olarak tanımlanan su buharı direnci (Ret) ise Eş. 5.12 ile ifade edilmektedir [146].

$$Ret(m^2Pa/W) = (P_m - P_a)(q_s^{-1} - q_0^{-1}) \quad (5.12)$$

Burada;

P_m ; Çevre sıcaklığı için paskal cinsinden doymun kısmi su buharı basıncı (P_m değeri, termodinamik tablolarından ortamın sıcaklığı esas alınarak bulunmaktadır)

P_a ; Çevre sıcaklığı için paskal cinsinden laboratuvaradaki gerçek kısmi su buharı basıncı (P_a değeri, P_m ile ortamın bağıl nemi çarparak elde edilmektedir)

q_s ; Numune ile ısı akış değeri (W/m²)

q_0 ; Numunesiz ısı akış değeri (W/m²)

Permetest cihazında ölçülen özelliklerin ölçüm aralıkları şu şekildedir;

- Su buharı direnci (R_{et}): 1-200 m²Pa/W

- Bağıl su buharı geçirgenliği (p_{wv}): % 0,5-100' dür [145].

6. ARAŞTIRMA BULGULARI

İçi boş ipliklerde, iplik merkezindeki boşluk oranının örme kumaşların ısı konfor özelliği üzerindeki etkisini incelemek ve tahminlemek amacıyla, kullanılan ipliklere ve bu ipliklerden üretilen örme kumaşlara yıkama işlemi öncesinde ve sonrasında uygulanan testlerin sonuçları aşağıda belirtilmiştir.

6.1. İplik Test Sonuçları

İpliklere uygulanan test sonuçlarının sunulmasında kolaylık sağlaması açısından, tez kapsamında incelenen iplikler Çizelge 6.1’de belirtilen numara ve harfler ile kodlanmıştır.

Çizelge 6.1. Kullanılan iplik özellikleri ve kodları

Numune Kodu	Yıkama Öncesi	Yıkama Sonrası	Yıkama Öncesi	Yıkama Sonrası	Yıkama Öncesi	Yıkama Sonrası	Yıkama Öncesi	Yıkama Sonrası
	C28	H28	C20	H20	C16	H16	Ref0	Ref
İplik Yapısı	Özlu İplik	İçi Boş İplik	Özlu İplik	İçi Boş İplik	Özlu İplik	İçi Boş İplik	Ring İplik (Referans ipliği)	Ring İplik (Referans ipliği)
İplik Numarası (Ne)	11	15	12	15	12,5	15	15	15
PVA İplik Numarası (Ne)	40	-	60	-	80	-	-	-
PVA/Pamuk Oranı (%)	28/72	0/100	20/80	0/100	16/84	0/100	0/100	0/100

Çizelge 6,1’de verilen C28, C20, C16 kodlu ipliklerde C harfi core spun (özlu iplik)’nin baş harfinden gelmekte olup, harflerin yanında bulunan rakamlar ise özlu

ipliklerde kullanılan PVA miktarını belirtmektedir. Yıkama sonrası meydana gelen içi boş ipliklerin kodlanmasında ise hollow yarn (içi boş iplik)'nin baş harfi olan H seçilmiştir. Ref0 kodu ile belirtilen konvansiyonel ring ipliği için yıkama sonrasında Ref kodu seçilmiştir.

Çalışmada, içi boş iplik yapısı özlü ipliklerden örülen kumaşların yıkama işlemi sonrasında elde edildiği için içi boş iplikler çeşitli iplik testleri için yeterli uzunluğu sağlayamamaktadır. Bu yüzden iplik düzgünsüzlüğü, tüylülük ve mukavemet testleri sadece özlü ipliklere ve % 100 pamuklu referans ipliğine yapılmıştır.

6.1.1. İplik Düzgünsüzlük ve Tüylülüğü Test Sonuçları

Farklı oranlarda PVA içeren özlü ipliklere ve %100 pamuklu konvansiyonel ring ipliğine ait düzgünsüzlük ve tüylülük değerleri Çizelge 6.2'de sıralanmış olup, ölçümlerin ortalama değerleri verilmiştir.

Çizelge 6.2. Yıkama öncesi ipliklere ait düzgünsüzlük ve tüylülük testi sonuçları

Numune Kodu	Düzgünsüzlük (%U)	CVm (%)	Tüylülük (H)	İnce Yer (-50%/km)	Kalın Yer (+50%/km)	Neps (+200%/km)
C28	8,87	11,30	10,11	0	28	22,50
C20	8,99	11,42	9,08	0	33,25	32,50
C16	9,47	12,04	8,83	0	31,25	42,75
Ref0	10,92	13,89	8,50	0	66	39,25

Çizelge 6.2 incelendiğinde en yüksek tüylülük değerinin Ne 11 numara, %28 oranında PVA içeren özlü ipliğe ait olduğu görülmektedir. İplikler incelidikçe ve özlü ipliklerde PVA oranının azalması ile iplik tüylülüğünde bir azalma meydana gelmiştir. Bu durumun iplik bükümünden kaynaklandığı düşünülmektedir. İplikte büküm değeri azaldıkça açıkta kalan elyaf oranı artmakta ve iplik tüylülüğünde bir artış meydana gelmektedir. İplik düzgünsüzlüğü sonuçları incelendiğinde, iplik numarasının artması ile birlikte (ipliğin incilmesi) iplik düzgünsüzlüğünün de arttığı görülmektedir. En yüksek düzgünsüzlük değerine %100 pamuk ipliği sahiptir. %100 pamuk referans ipliğini, %16 oranında PVA içeren özlü iplik takip etmekte ve PVA oranının artması ile düzgünsüzlük değerinin azaldığı

görülmektedir. Pamuk liflerine göre daha düzgün bir lif yapısına sahip olan PVA liflerinin iplik yapısına katılmasının bu durumu etkilediği düşünülmektedir. İpliklerin kalın yer ve neps değerlerinde farklı numaralarda ve farklı PVA oranlarında düzensiz değişimler görülmüştür. Bu farklılıkların üretim esnasındaki işletme şartları ve üretim parametrelerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

6.1.2. İplik Mukavemeti Test Sonuçları

Özlü ipliklere ve konvansiyonel ring ipliğine ait mukavemet ve kopma uzaması değerleri Çizelge 6.3'te verilmiştir.

Çizelge 6.3. Yıkama öncesi ipliklere ait mukavemet testi sonuçları

Numune Kodu	Rkm (kgf*Nm)	Kopma Uzaması (%)
C28	13,28	9,94
C20	13,73	7,71
C16	14,28	8,60
Ref0	17,36	6,26

İpliklerin mukavemet değerleri karşılaştırıldığında en sağlam ipliğin %100 pamuk referans ipliği olduğu görülmektedir. Referans ipliğin büküm değerinin diğer ipliklerden daha fazla olmasının bu durumu etkilediği düşünülmektedir. Özlü iplikler kendi arasında karşılaştırıldığında ise en yüksek mukavemete %16 oranında PVA içeren özlü ipliğin yani C16 kodlu ipliğin sahip olduğu görülmektedir. Burada, C16 kodlu özlü ipliklerde kullanılan PVA ipliğinin özelliği, özlü iplik numarası ve büküm miktarının, özlü ipliklerin mukavemet özelliği üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

6.1.3. İplik Bükümü Test Sonuçları

Deneysel çalışmalarımızda elde etmiş olduğumuz sonuçlar Çizelge 6.4'te özlü ipliklere ve konvansiyonel ring ipliğine ait büküm değerleri verilmiştir.

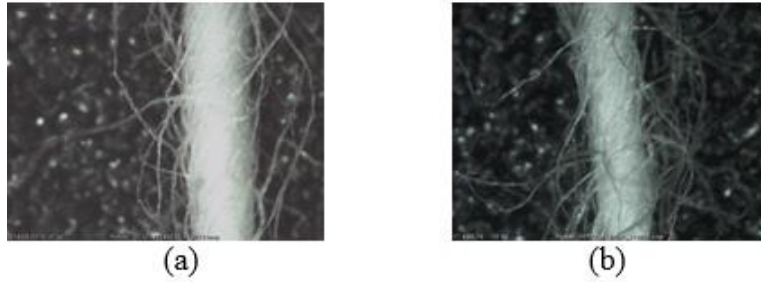
Çizelge 6.4. Yıkama öncesi ipliklere ait büküm değerleri

Numune Kodu	T/m	α_e
C28	486	3,73
C20	508	3,72
C16	547	3,97
Ref0	645	4,1

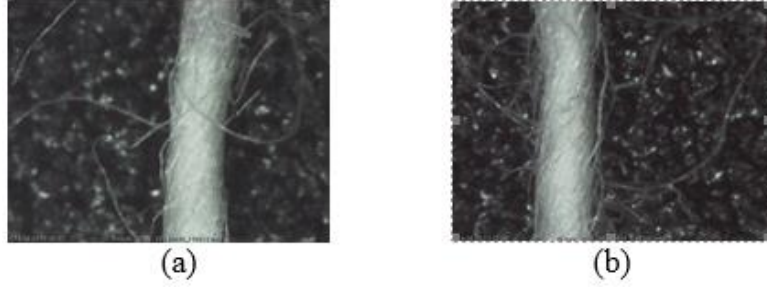
Çizelge 6.4'te görüldüğü üzere konvansiyonel ring ipliğinin (Ref0) büküm değeri özlü ipliklere göre daha fazladır. Özlü ipliklerin büküm katsayısı değerleri ise birbirlerine oldukça yakındır. Referans iplik numarası özlü iplikten daha ince olduğu için büküm değeri özlü ipliğe nazaran daha yüksek çıkmıştır.

6.1.4. İpliklere Ait Mikroskop Görüntüleri

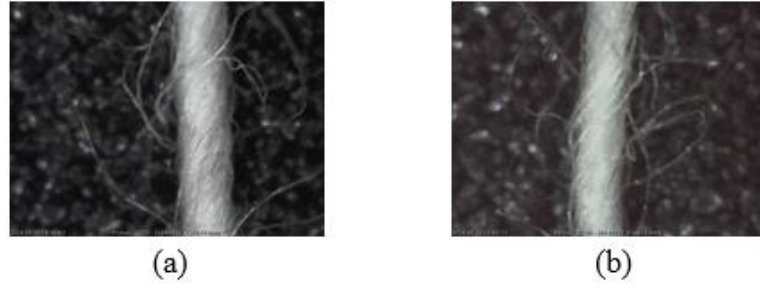
Çalışmada kullanılan ipliklerin görüntüleri yıkama öncesinde ve sonrasında parmak kamera ile 197X büyütme ile alınmıştır.



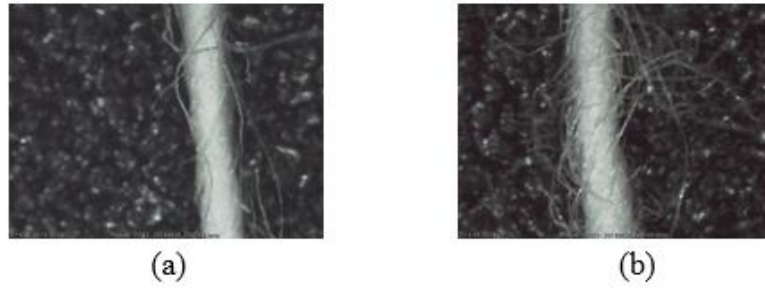
Resim 6.1. (a) C28 kodlu ipliğe ait görüntü (b) H28 kodlu ipliğe ait görüntü



Resim 6.2. (a) C20 kodlu ipliğe ait görüntü (b) H20 kodlu ipliğe ait görüntü



Resim 6.3. (a) C16 kodlu ipliğe ait görüntü (b) H16 kodlu ipliğe ait görüntü

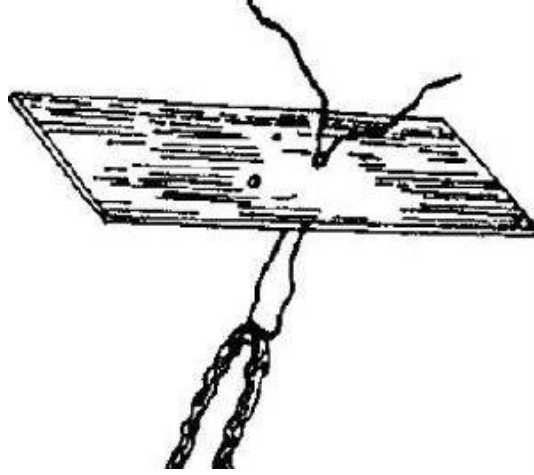


Resim 6.4. (a) Ref0 kodlu ipliğe ait görüntü, (b) Ref kodlu ipliğe ait görüntü

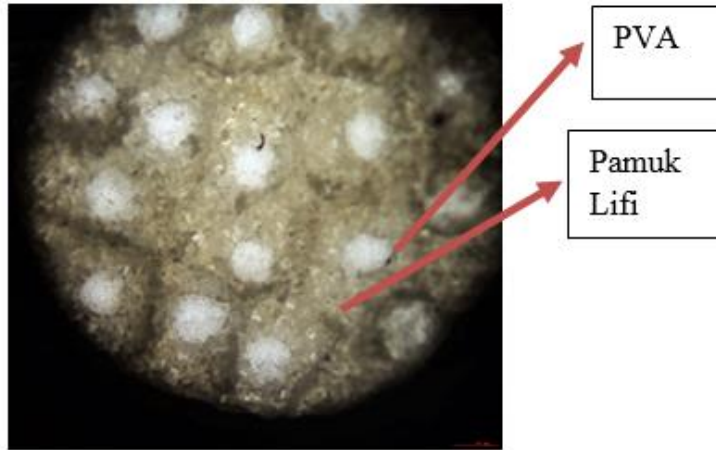
Resim 6.1, Resim 6.2, Resim 6.3 ve Resim 6.4'ten de görüldüğü gibi kumaştan çıkarılan özlü ipliklerin çapında yıkama işlemi sonrasında bir miktar azalma meydana gelmiştir. İplik yapısından PVA'nın uzaklaştırılmasının bu durumu etkilediği düşünülmektedir. Yıkama işlemi sonrasında %100 pamuklu referans ipliğinin çapı ise bir miktar artmış olup, bu durumun %100 pamuklu referans ipliğinin yıkama işlemi sonrasında boyuna çekmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

İçi boş iplikler çok hassas bir yapıya sahip oldukları için mantar, metal plaka vb. yöntemler ile enine kesit görüntüsünün alınması çok zordur. Metal plaka içerisinden

ipliklerin geçirilmesi sırasında içi boş ipliklere uygulanan kuvvetler sebebiyle iplik yapısındaki boşluklar kapanmakta ve istenilen görüntüler elde edilememektedir. Bu amaçla bu yöntem ile sadece özlü iplik enine kesit görüntüsü alınabilmektedir.



Resim 6.5. Metal plaka içerisinden iplik geçirme yöntemi [147]



Resim 6.6. Metal plaka yöntemi ile alınmış özlü iplik enine kesit görüntüsü

İçi boş ipliklerin iplik yapısına zarar vermeden enine kesit görüntüsünü alabilmek için denenen bir başka yöntemde ise içi boş iplikler küçük bir hortum içerisinden geçirilerek, ipliğin alt ve üst ucu sabitlenmiştir. Sabitleme işlemi sonrasında hortum içerisine poliester reçine dökülmüştür. Reçinenin donmasından sonra hortumlar enine kesilmiş ve kalıplar elde edilmiştir.



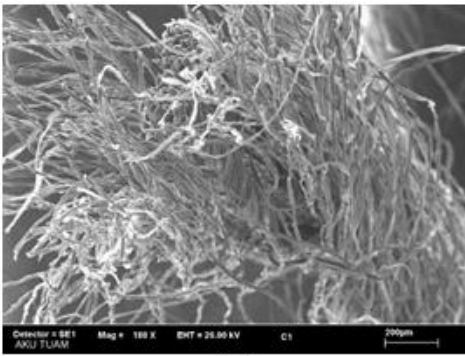
(a)



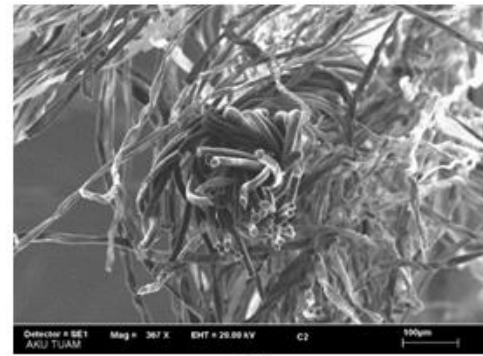
(b)

Resim 6.7. Enine kesit almak için yapılan çalışmalar (a) İçi boş ipliğin hortum içerisinde konumlandırılması, (b) Hortum içerisinde reçine ile dondurulmuş iplik görüntüleri

Ancak bu yöntem ile numunelerin enine kesitleri efektif bir şekilde hazırlanamadığından dolayı içi boş ipliklerin SEM ve mikroskop altında arzu edilen görüntüleri alınamamıştır.

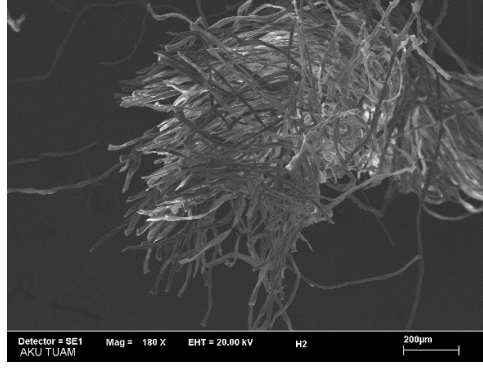


(a)



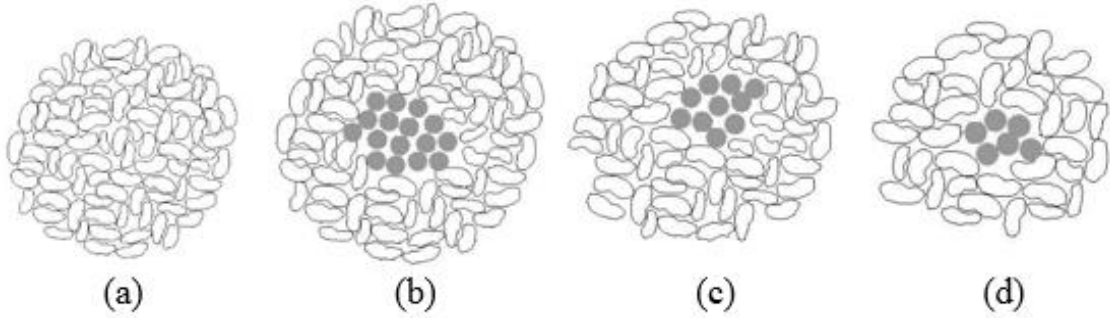
(b)

Resim 6.8. Özlü ipliklerin SEM görüntüleri; (a) 180x büyütme oranı, (b) 367x büyütme oranı

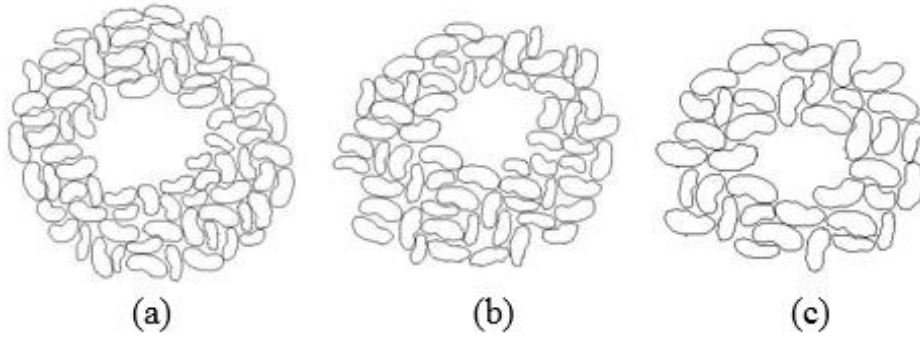


Resim 6.9. Özlü ipliğin yıkama sonrası SEM görüntüsü (180x büyütme oranı)

İçi boş ipliklere ait efektif bir görüntü alınamadığı için, tez çalışmasında kullanılan ipliklerin enine kesit görüntüleri şematik olarak verilmiştir (Resim 6.10 ve Resim 6.11).



Resim 6.10. Yıkama öncesi iplik enine kesitlerinin şematik gösterimi; (a) Ref0 kodlu iplik (b) C28 kodlu iplik (c) C20 kodlu iplik (d) C16 kodlu iplik



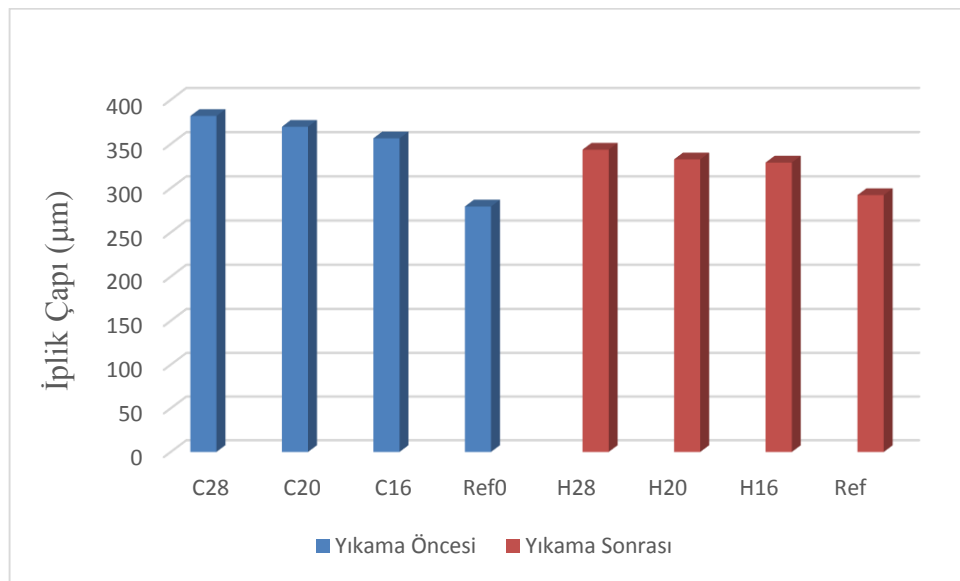
Resim 6.11. Yıkama işlemi sonrasında elde edilen içi boş ipliklerin enine kesitlerinin şematik gösterimi; (a) H28 kodlu iplik, (b) H20 kodlu iplik, (c) H16 kodlu iplik

6.1.5. İplik Çapı Ölçüm Sonuçları

İplik çapı ölçümünde, her bir numuneden yüz adet ölçüm alınmıştır. Kumaştan çıkarılan ipliklerin çapına ait ölçüm sonuçlarının ortalamaları Çizelge 6.5'te verilmiş olup, Şekil 6.1'de sunulmuştur.

Çizelge 6.5. Kumaşlardan çıkarılan ipliklerin çap değerleri

Numune Kodu	İplik Numarası (Ne)	İplik Türü	PVA/Pamuk Oranı (%)	İplik Çapı (µm)
C28	11	Özlü iplik	28/72	381,7
C20	12	Özlü iplik	20/80	369,5
C16	12,5	Özlü iplik	16/84	356,4
Ref0	15	Konvansiyonel iplik	0/100	279,3
H28	15	İçi boş iplik	0/100	343,6
H20	15	İçi boş iplik	0/100	332,6
H16	15	İçi boş iplik	0/100	329,0
Ref	15	Konvansiyonel iplik	0/100	292,2



Şekil 6.1. İplik çapı değerleri

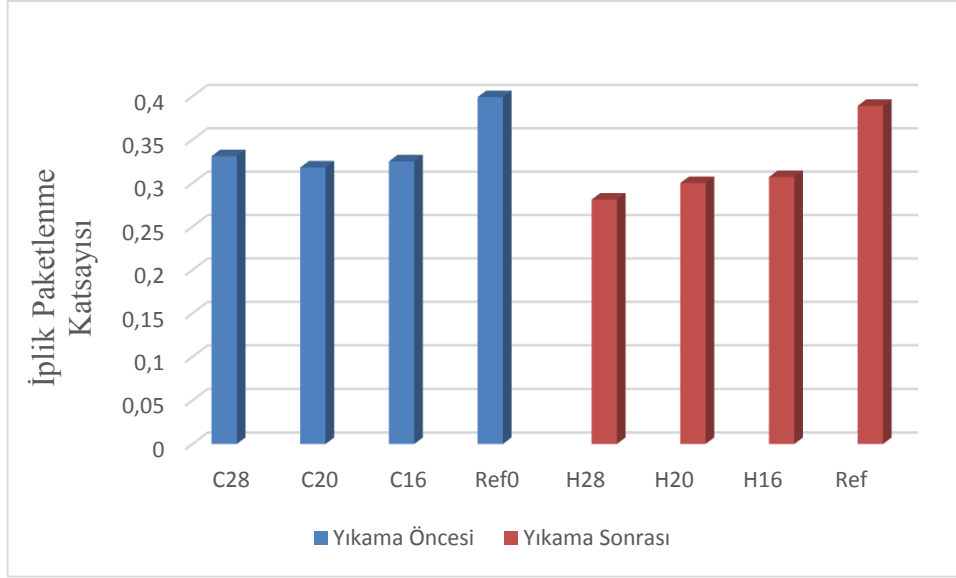
Şekil 6.1 incelendiğinde, iplik içerisinde PVA oranının artması ile iplik çapının arttığı görülmektedir. Bu durumda en yüksek iplik çap değerine %28 oranında PVA içeren iplik, en düşük iplik çapına ise referans iplik sahiptir. Yıkama işlemi sonrasında elde edilen içi boş iplikler de ise en yüksek çap değerine %28 oranında PVA içeren iplikten elde edilen içi boş iplik sahiptir. İçi boş ipliklerde iplik merkezindeki boşluğun artması ile iplik çapında bir artış gözlemlenmiştir. %28 oranında PVA içeren ipliğin diğer ipliklere göre daha kalın olması ve çapının daha fazla olması, yıkama sonrasında da bu iplikten oluşan içi boş ipliğin çapının diğer ipliklere göre daha fazla olmasında etkilidir. İçi boş ipliklerde kullanılan PVA oranının artması ile iplik hacimliliği ve iplik çapı artmaktadır. Yıkama işlemi sonrasında referans ipliğinin çapında da bir miktar artış meydana gelmiştir. Bu durumun yıkama işlemi sonrasında iplik boyundaki çekmeden kaynaklandığı düşünülmektedir.

6.1.6. İplik Paketlenme Katsayısı ile İlgili Sonuçlar

Çalışmada kullanılan ipliklere ait iplik paketlenme katsayısı değerleri Çizelge 6.6'da verilmiş olup, Şekil 6.2'de ise grafik olarak sunulmuştur.

Çizelge 6.6. İplik paketlenme katsayısı değerleri

Numune Kodu	İplik Numarası (Ne)	İplik Türü	PVA/Pamuk Oranı (%)	İplik Paketlenme Katsayısı
C28	11	Özlü iplik	28/72	0,331
C20	12	Özlü iplik	20/80	0,318
C16	12,5	Özlü iplik	16/84	0,325
Ref0	15	Konvansiyonel iplik	0/100	0,399
H28	15	İçi boş iplik	0/100	0,281
H20	15	İçi boş iplik	0/100	0,300
H16	15	İçi boş iplik	0/100	0,307
Ref	15	Konvansiyonel iplik	0/100	0,389



Şekil 6.2. İplik paketlenme katsayısı değerleri

Çizelge 6.6 ve Şekil 6.2 incelendiğinde yıkama öncesinde ve sonrasında en yüksek iplik paketlenme katsayısı değerine konvansiyonel ring ipliğinin sahip olduğu görülmektedir. İplik içi gözenekliliğin bir ifadesi olarak kullanılan iplik paketlenme katsayısı içi boş ipliklerde merkez boşluğunun artması ile azalmaktadır. Aynı numarada fakat farklı iplik çapına sahip ipliklerde iplik çapının artması ile iplik paketlenme katsayısı değeri azalmaktadır. En düşük iplik paketlenme katsayısına sahip olan H28 kodlu iplik en fazla iplik içi gözenekliliğine sahiptir.

6.2. Kumaş Test Sonuçları

Bu bölümde yıkama öncesinde ve sonrasında kumaşlara uygulanan testlerin sonuçlarına ait ortalama değerlere yer verilmiştir. Deneysel çalışma sonuçlarının sunulmasında kolaylık sağlaması açısından tez kapsamında incelenen kumaşlar kodlanırken daha önce Çizelge 6.1’de belirtilmiş olan iplik kodlarından yararlanılmıştır(Çizelge 6.7).

Çizelge 6.7. Kullanılan kumaşlar ve kodları

Numune Kodu		İplik Türü		PVA/Pamuk Oranı (%)	
Yıkama Öncesi	Yıkama Sonrası	Yıkama Öncesi	Yıkama Sonrası	Yıkama Öncesi	Yıkama Sonrası
C28	H28	Özlü iplik	İçi Boş iplik	28/72	0/100
C20	H20	Özlü iplik	İçi Boş iplik	20/80	0/100
C16	H16	Özlü iplik	İçi Boş iplik	16/84	0/100
Ref0	Ref	Konvansiyonel iplik	Konvansiyonel iplik	0/100	0/100

6.2.1 Kumaşlara Ait Mikroskop Görüntüleri

Tez çalışmamız için üretmiş olduğumuz kumaşlara ait görüntüler kamera yardımı ile tespit edilmiştir. Her kumaşa ait görüntü kumaşın yıkama öncesi ve sonrası için ayrı olarak Resim 6.12, 6.13, 6.14 ve 6.15'te verilmiştir. Resimler parmak kamera ile 67X büyütme oranında çekilmiştir.



(a)



(b)

Resim 6.12. (a) C28 kodlu kumaşa ait görüntü (b) H28 kodlu kumaşa ait görüntü



(a)



(b)

Resim 6.13. (a) C20 kodlu kumaşa ait görüntü (b) H20 kodlu kumaşa ait görüntü



Resim 6. 14. (a) C16 kodlu kumaşa ait görüntü (b) H16 kodlu kumaşa ait görüntü



Resim 6. 15. (a) Ref0 kodlu kumaşa ait görüntü, (b) Ref kodlu kumaşa ait görüntü

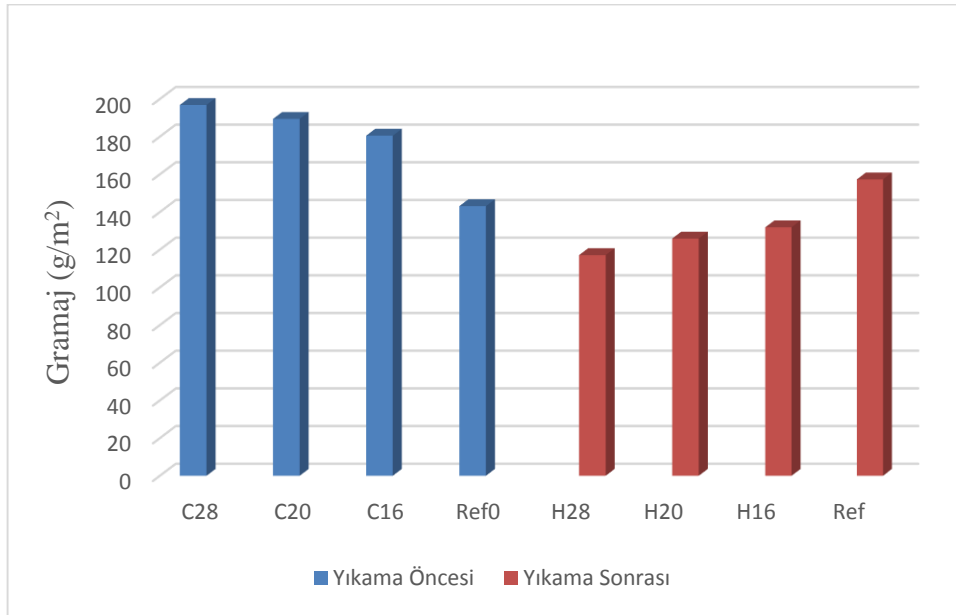
Resim 6.12, Resim 6.13 ve Resim 6.14’de görüldüğü gibi yıkama işlemi sonrasında kumaş yapısındaki gözeneklerde küçük bir miktar büyüme meydana gelmiştir. Bu büyümenin iplik yapısından PVA’nın uzaklaşması ile iplik çaplarında meydana gelen azalmaya ve dolayısı ile iplikler arası gözeneklilikteki artışa bağlı olduğu düşünülmektedir. Konvansiyonel ring ipliğinden üretilen kumaşa ait görüntüler incelendiğinde yıkama sonrasında kumaş yapısındaki gözeneklerin boyutunda bir miktar azalma meydana geldiği görülmektedir(Resim 6.15). Konvansiyonel ring ipliğinden üretilen kumaşın yıkama işlemi sonrasında çekmesi ve böylece kumaş yapısının sıkılaşması sonucu kumaş yapısındaki gözenekler küçülmüştür.

6.2.2 Gramaj Ölçümü Test Sonuçları

Tez çalışmamız için üretmiş olduğumuz kumaşların gramaj ölçümlerine ait sonuçlar Çizelge 6.8’de verilmiş olup, Şekil 6.3’te grafik olarak sunulmuştur.

Çizelge 6.8. Kumaşların gramaj testi sonuçları

Numune Kodu	İplik Numarası (Ne)	İplik Türü	PVA/Pamuk Oranı (%)	Gramaj (g/m ²)
C28	11	Özlü iplik	28/72	196,8
C20	12	Özlü iplik	20/80	189,4
C16	12,5	Özlü iplik	16/84	180,5
Ref0	15	Konvansiyonel iplik	0/100	143,1
H28	15	İçi boş iplik	0/100	117,1
H20	15	İçi boş iplik	0/100	125,9
H16	15	İçi boş iplik	0/100	131,9
Ref	15	Konvansiyonel iplik	0/100	157,3



Şekil 6.3. Kumaşların gramaj değerleri

Şekil 6.3 incelendiğinde PVA özlü ipliklerden üretilen kumaşların yıkama işlemi sonucunda gramaj değerlerinde bir azalma meydana geldiği görülmektedir. Yıkama işlemi ile birlikte iplik yapısından PVA'nın uzaklaşması sonucu kumaşların gramaj değerleri düşmüştür. Gramaj değerlerindeki bu azalma iplik yapısındaki PVA miktarı ile doğru orantılı olup, en yüksek azalma %28 oranında PVA içeren ipliklerden üretilen kumaşa, en

düşük azalma ise %16 oranında PVA içeren ipliklerden üretilen kumaşta görülmektedir. Referans ipliğinden üretilen kumaşın yıkama işlemi sonrasında gramaj değerinde ise bir miktar artış meydana gelmiştir. Yıkama işlemi ile kumaş yapısı sıklaşmakta (~ %5 çekme), ilmekler birbirine yaklaşmakta ve kumaş gramajı artmaktadır.

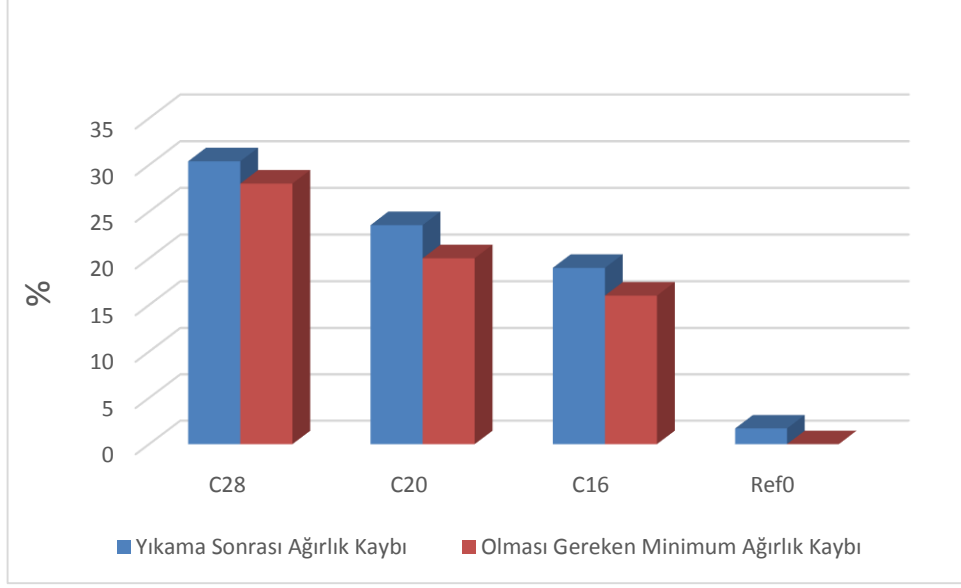
Yıkama sonrası oluşan içi boş ipliklerden üretilen kumaşlar ile referans kumaşın gramaj değerleri karşılaştırıldığında ise referans kumaşın gramaj değerinin içi boş ipliklerden üretilen kumaşlardan daha fazla olduğu görülmektedir. İçi boş ipliklerde iplik merkezindeki boşluk oranının artması ile kumaş gramajı azalmaktadır. Bu durumun içi boş ipliklerin iplik paketlenme katsayısının konvansiyonel ipliklere göre daha düşük olması ve içi boş ipliklerin çaplarının daha büyük olması sebebiyle birim alanda daha az iplik yer almasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

6.2.3 Yıkama İşlemi Sonrasında Kumaşların Ağırlık Kaybı Sonuçları

Kumaşlarda gözlemlenen ve olması gereken minimum ağırlık kayıpları Çizelge 6.9'da verilmiş olup, Şekil 6.4'te grafik olarak sunulmuştur. Kumaşlarda olması gereken minimum ağırlık kaybı, özlü iplikler içerisindeki PVA oranlarına göre düzenlenmiştir.

Çizelge 6.9. Yıkama öncesi ve sonrası kumaş ağırlık ölçümü test sonuçları

Numune	Yıkama Öncesi Ağırlık (Gram)	Yıkama Sonrası Ağırlık (Gram)	Ağırlık Kaybı (%)	Olması Gereken Minimum Ağırlık Kaybı (%)
C28	8,29	5,77	30,39	28
C20	7,26	5,55	23,55	20
C16	7,22	5,85	18,97	16
Ref0	5,87	5,77	1,70	-



Şekil 6.4. Yıkama sonucu gözlemlenen ve olması gereken minimum ağırlık kayıpları

Değerler incelendiğinde yıkama işlemi ile kumaş yapısından PVA ipliğinin düzgün bir şekilde uzaklaştırıldığı görülmektedir. Yıkama işlemi sonrasında referans ipliğinden üretilmiş kumaşın ağırlığında %1,7'lik bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu azalmanın kumaş üzerinde olabilecek yabancı madde ve iplik uçuntularının yıkama işlemi sonrasında kumaş üzerinden uzaklaştırılmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Yıkama işlemi sonrasında referans kumaşta meydana gelen ağırlık kaybını göz önünde bulundurarak, kumaşlarda yabancı madde ve iplik uçuntularından kaynaklanan ağırlık azalması yaklaşık %2 olarak kabul edilebilir. Özlü ipliklerden üretilen kumaşlara ait sonuçlar yıkama işlemi ile PVA'nın kumaş yapısından olması gereken miktarlarda uzaklaştırıldığı hakkında bir fikir vermektedir (Çizelge 6.9).

6.2.4. Kumaşların Sıra-Çubuk Sıklığı Test Sonuçları

Tez çalışmamız için üretmiş olduğumuz kumaşların sıra ve çubuk sıklığı test sonuçları Çizelge 6.10'da verilmiştir.

Çizelge 6.10. Kumaşların sıra-çubuk sıklığı test sonuçları

Numune Kodu	İplik Numarası (Ne)	İplik Türü	PVA/Pamuk Oranı (%)	Çubuk Sıklığı (Çubuk/cm)	Sıra Sıklığı (İlmek/cm)
C28	11	Özlü iplik	28/72	8,66	7,33
C20	12	Özlü iplik	20/80	8,66	7,33
C16	12,5	Özlü iplik	16/84	8,66	7,33
Ref0	15	Konvansiyonel	0/100	8,66	8,39
H28	15	İçi boş iplik	0/100	7,33	7,99
H20	15	İçi boş iplik	0/100	7,33	7,99
H16	15	İçi boş iplik	0/100	7,33	7,99
Ref	15	Konvansiyonel	0/100	7,86	9,11

Sonuçlar incelendiğinde, yıkama işlemi sonrasında kumaşların sıra sıklığı değerlerinde artış, çubuk sıklığı değerlerinde ise bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Yani kumaşlar yıkama işlemi sonrasında enine uzamış, boyuna yönde ise çekmiştir.

6.2.5. İlmek İplik Uzunluğu Testi Sonuçları

Ürettiğimiz kumaşlara ait ilmek iplik uzunluğu değerleri Çizelge 6.11’de verilmiştir.

Çizelge 6.11. Numunelerin ilmek iplik uzunluğu değerleri

Numune Kodu	İplik Numarası (Ne)	İplik Türü	PVA/Pamuk Oranı (%)	İlmek İplik Uzunluğu (cm)
C28	11	Özlü iplik	28/72	0,688
C20	12	Özlü iplik	20/80	0,698
C16	12,5	Özlü iplik	16/84	0,698
Ref0	15	Konvansiyonel iplik	0/100	0,676
H28	15	İçi boş iplik	0/100	0,721
H20	15	İçi boş iplik	0/100	0,719
H16	15	İçi boş iplik	0/100	0,719
Ref	15	Konvansiyonel iplik	0/100	0,652

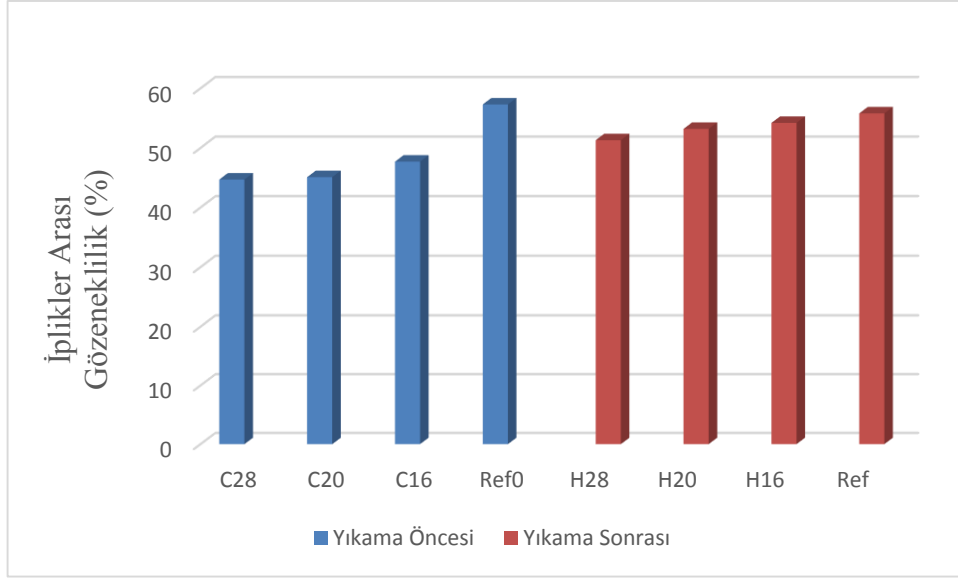
Çizelge 6.11 incelendiğinde yıkama öncesinde ve sonrasında en düşük ilmek iplik uzunluğu değerine konvansiyonel ring ipliğinden üretilen kumaşın sahip olduğu görülmektedir. İçi boş ipliklerden üretilen kumaşlar en yüksek ilmek iplik uzunluğu değerine sahiptir. İçi boş ipliklerin hacimli yapılarının bu durumu etkilediği düşünülmektedir.

6.2.6. İplikler Arası Gözeneklilik Hesabı Sonuçları

Tez çalışmamız için üretmiş olduğumuz kumaşların iplikler arası gözeneklilik değerleri Çizelge 6.12’de verilmiş olup, Şekil 6.5’te grafik olarak sunulmuştur.

Çizelge 6.12. Kumaş içerisindeki iplikler arası gözeneklilik değerleri

Numune Kodu	İplik Numarası (Ne)	İplik Türü	PVA/Pamuk Oranı (%)	İplikler Arası Gözeneklilik (%)
C28	11	Özlü iplik	28/72	44,7
C20	12	Özlü İplik	20/80	45,1
C16	12,5	Özlü iplik	16/84	47,7
Ref0	15	Konvansiyonel iplik	0/100	57,3
H28	15	İçi boş iplik	0/100	51,3
H20	15	İçi boş iplik	0/100	53,2
H16	15	İçi boş iplik	0/100	54,2
Ref	15	Konvansiyonel iplik	0/100	55,8



Şekil 6.5. Kumaş içerisindeki iplikler arası gözeneklilik değerleri

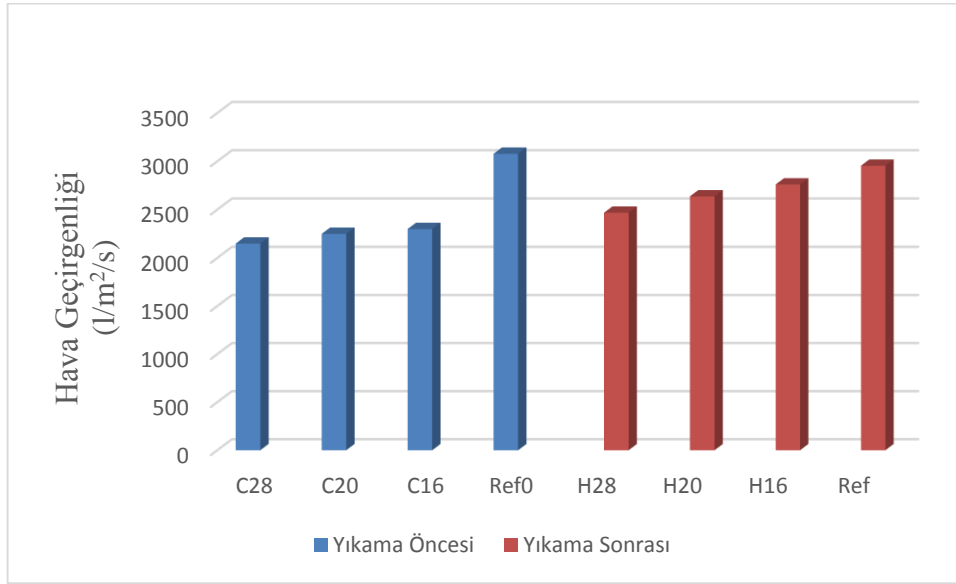
Çizelge 6.12 ve Şekil 6.5 incelendiğinde yıkama öncesinde Ref0 kodlu kumaşa iplikler arası gözenekliliğin en fazla olduğu görülmektedir. Bu kumaşa kullanılan ipliğin ince olması ve iplik çapının daha az olması bu durumu etkilemektedir. Yıkama sonrasında kumaşlara ait iplikler arası gözeneklilik değerleri incelendiğinde H28 kodlu kumaşın en düşük değere sahip olduğu görülmektedir. İçi boş ipliklerde merkez boşluğunun azalması ile bu ipliklerden örülen kumaşlarda iplikler arası gözeneklilik değeri artmaktadır. İçi boş ipliklerde merkez boşluğunun azalması ile iplik çapının azalması iplikler arası gözeneklilik değerinin artmasını etkilemektedir.

6.2.7. Hava Geçirgenliği Test Sonuçları

Tez çalışmamız için üretmiş olduğumuz kumaşların hava geçirgenlik değerlerinin ortalamaları Çizelge 6.13’de verilmiş olup, Şekil 6.6’da grafik olarak sunulmuştur.

Çizelge 6.13. Kumaşların hava geçirgenliği test sonuçları

Numune Kodu	İplik Numarası (Ne)	İplik Türü	PVA/Pamuk Oranı (%)	Hava Geçirgenliği (l/m ² /s)
C28	11	Özlü iplik	28/72	2148
C20	12	Özlü iplik	20/80	2249
C16	12,5	Özlü iplik	16/84	2299
Ref0	15	Konvansiyonel iplik	0/100	3078
H28	15	İçi boş iplik	0/100	2467
H20	15	İçi boş iplik	0/100	2637
H16	15	İçi boş iplik	0/100	2760
Ref	15	Konvansiyonel iplik	0/100	2954



Şekil 6.6. Kumaşların hava geçirgenliği değerleri

Sonuçlar incelendiğinde; yıkama öncesi kumaşlar arasında en yüksek hava geçirgenliği değerine konvansiyonel ring ipliğinden yani referans ipliğinden üretilen kumaşın (Ref0) sahip olduğu görülmektedir. Özlü ipliklerden üretilen kumaşlar, referans ipliğinden üretilmiş Ref0 kodlu kumaşa göre daha düşük hava geçirgenliğine sahiptir. Bu durum referans ipliğinden üretilen kumaşta iplikler arası gözenekliliğin daha fazla olması ile

açıklanabilmektedir. Özlü ipliklerin yapısında PVA ipliğinin olması ve dolayısı ile referans ipliğine göre bünyesinde daha fazla materyal bulundurması, özlü ipliklerde iplik- iplik temas alanının artmasına sebep olmaktadır. Yapısında %28 oranında PVA bulunan iplikten üretilmiş C28 kodlu kumaş en düşük hava geçirgenlik değerine sahiptir. İplik yapısında PVA oranının artması ile iplik çapının artmasının ve iplikler arası gözenekliliğin azalmasının bu durumda etkili olduğu düşünülmektedir.

Yıkama işlemi kumaş yapısını sıkılaştırdığı için referans ipliğinden üretilen kumaşın yıkama işlemi sonrasında hava geçirgenliği değeri azalmıştır. Bu durum beklenen bir durum olup, kumaş yapısının sıkılaşması ile havanın geçebileceği boşluklar azalmakta ve kumaşların hava geçirgenliği değerleri de düşmektedir. Yıkama işlemi sonrasında elde edilen içi boşluklu kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin, yıkanmış referans ipliğinden üretilmiş kumaştan (Ref) daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun; aynı numaradaki içi boş ipliklerin, konvansiyonel ring ipliğine göre daha hacimli bir yapıya sahip olması, iplik çaplarının daha büyük olması ve içi boş ipliklerdeki iplik yassılaşması sonucu iplikler arası gözenekliliğin daha az olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Aynı numarada fakat farklı oranlarda merkez boşluğuna sahip içi boş ipliklerden üretilen kumaşlar kendi aralarında karşılaştırıldığında ise iplik merkez boşluğunun artması ile (PVA oranının artması) kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin azaldığı görülmektedir. İplik yapısında PVA oranının artması ile yıkama işlemi sonrasında iplik yassılaşmasının artması ve iplik- iplik temas alanının artmasından dolayı hava geçirgenliği değerinin azaldığı düşünülmektedir.

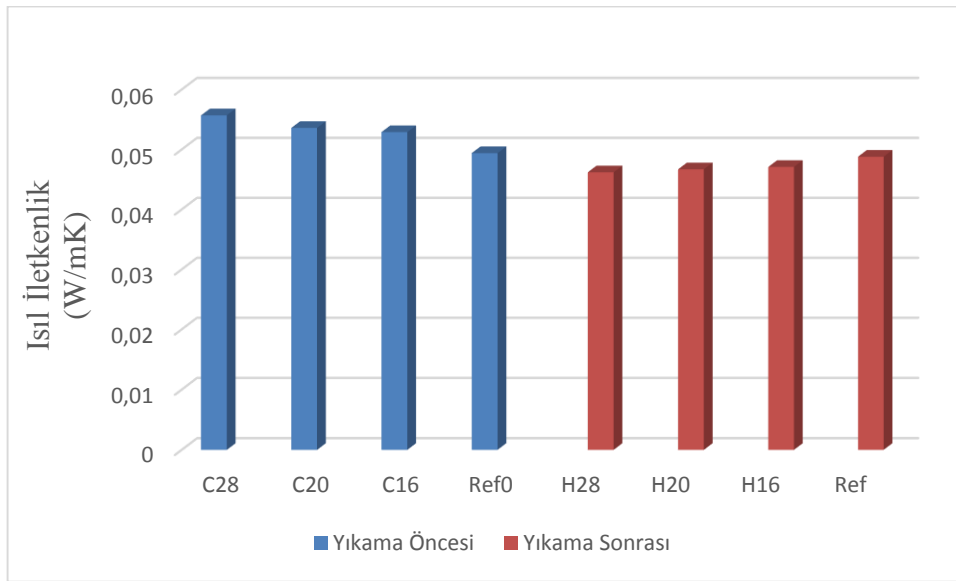
6.2.8. Isıl Özellik ve Kumaş Kalınlığı Test Sonuçları

6.2.8.1. Isıl İletkenlik Test Sonuçları

Tez çalışmamız için üretmiş olduğumuz kumaşların ısı iletkenlik değerlerinin ortalamaları Çizelge 6.14’te verilmiş olup, Şekil 6.7’de grafik olarak sunulmuştur.

Çizelge 6.14. Kumaşların ısı iletkenlik test sonuçları

Numune Kodu	İplik Numarası (Ne)	İplik Türü	PVA/Pamuk Oranı (%)	Isıl İletkenlik (W/mK)
C28	11	Öz lü iplik	28/72	0,0557
C20	12	Öz lü iplik	20/80	0,0536
C16	12,5	Öz lü iplik	16/84	0,0529
Ref0	15	Konvansiyonel iplik	0/100	0,0494
H28	15	İçi boş iplik	0/100	0,0462
H20	15	İçi boş iplik	0/100	0,0467
H16	15	İçi boş iplik	0/100	0,0471
Ref	15	Konvansiyonel iplik	0/100	0,0488



Şekil 6.7. Kumaşların ısı iletkenlik değ erleri

Test sonuçları incelendiğinde; en yüksek ısı iletkenlik değ erine en yüksek oranda PVA içeren öz lü ipliklerden üretilen kumaşın (C28) sahip olduğu, öz lü ipliklerden üretilen kumaşların ısı iletkenlik değ erlerinin referans ipliğ inden üretilen kumaşa göre ise daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum PVA liflerinin pamuk liflerine göre daha yüksek ısı iletkenlik değ erine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. İplik iç erisinde ısı iletkenliğı yüksek olan lif oranının artması kumaşların ısı iletkenliğini arttırmaktadır.

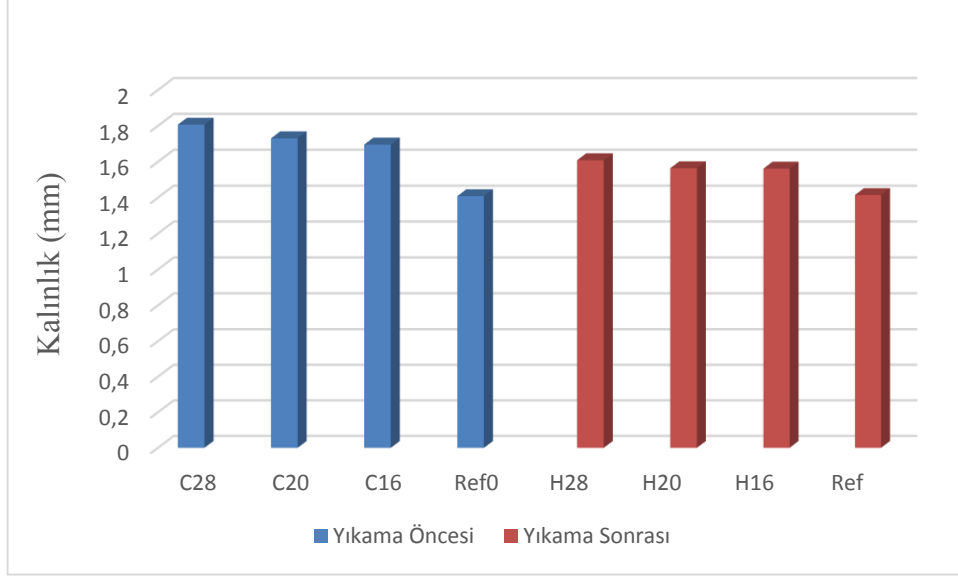
Yıkama sonrasında içi boş iplikli kumaşların ısı iletkenlik değerlerinde azalma meydana gelmiştir. İplik yapısından yüksek iletkenlik değerine sahip bir lifin uzaklaşması burada etkili olmaktadır. En düşük ısı iletkenlik değerine, merkez boşluğu en fazla olan içi boş iplikli kumaş sahiptir. İçi boş ipliklerde merkez boşluğunun artması kumaşların ısı iletkenlik değerlerinde bir düşüş meydana getirmektedir. Bu durum, içi boş iplik yapısında merkez boşluğunun artması ile iplik yapısında tutulan hava miktarının artması ve havanın ısı iletkenlik değerinin tekstil liflerine göre daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

6.2.8.2. Kalınlık Testi Sonuçları

Özlü iplik, konvansiyonel ring ipliği ve içi boş ipliklerden üretilen kumaşlara ait ölçülen kalınlık değerlerinin ortalamaları Çizelge 6.15'te verilmiş olup Şekil 6.8'de grafik olarak sunulmuştur.

Çizelge 6.15. Kumaşların kalınlık testi sonuçları

Numune Kodu	İplik Numarası (Ne)	İplik Türü	PVA/Pamuk Oranı (%)	Kumaş Kalınlığı (mm)
C28	11	Özlü iplik	28/72	1,807
C20	12	Özlü iplik	20/80	1,731
C16	12,5	Özlü iplik	16/84	1,696
Ref0	15	Konvansiyonel iplik	0/100	1,409
H28	15	İçi boş iplik	0/100	1,609
H20	15	İçi boş iplik	0/100	1,564
H16	15	İçi boş iplik	0/100	1,562
Ref	15	Konvansiyonel iplik	0/100	1,415



Şekil 6.8. Kumaşların kalınlık değerleri

Sonuçlar incelendiğinde; yıkama öncesi kumaşlarda iplikler incelidikçe, kumaş kalınlığı azalmaktadır. En yüksek kalınlık değeri %28 oranında PVA içeren, Ne 11 numara özlü iplikten örülen kumaşa tespit edilmiştir. İplik içerisinde PVA oranının artması ile iplikler kalınlaşmakta ve buna paralel olarak kumaş kalınlığı da artmaktadır. Özlü ipliklerden üretilen kumaşların yıkanması sonucu elde edilen içi boş iplikli kumaşların yıkama sonrasında kalınlık değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Bu durum, iplik yapısından PVA'nın uzaklaştırılması ile iplik çapındaki azalmadan kaynaklanmaktadır. %100 pamuklu referans ipliğinden örülen kumaşın yıkama işlemi sonucunda ise kalınlık değerinde bir artış meydana gelmiştir. Yıkama işlemi sonrasında kumaş yapısının sıkılaşmasının kumaş kalınlığında bir artışa sebep olduğu düşünülmektedir.

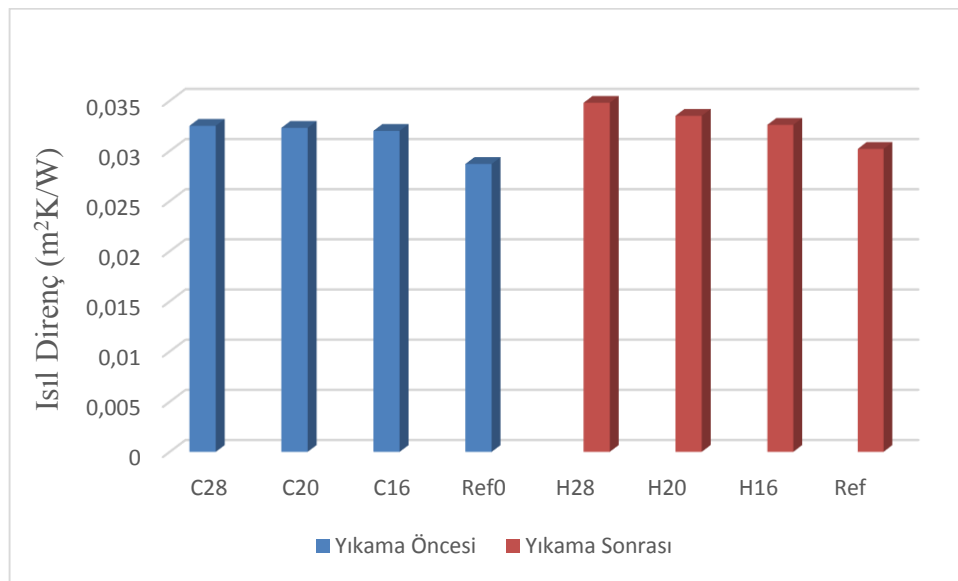
İçi boş ipliklerden üretilen kumaşlar kendi arasında incelendiğinde ise aynı incelikte (Ne 15) fakat farklı merkez boşluğuna sahip ipliklerde, merkez boşluğunun artması ile birlikte kumaş kalınlığında bir artış meydana geldiği görülmektedir. İplik merkezindeki boşluk miktarının artması ile iplik çapının artması bu ipliklerden örülen kumaşların kalınlıklarında bir artışa sebep olmaktadır. Yıkama sonrası referans ipliğinden üretilen kumaşın içi boş ipliklerden üretilen kumaşlara göre kalınlığının daha düşük olması da bu durum ile açıklanabilmektedir.

6.2.8.3. Isıl Direnç Test Sonuçları

Özlü iplik, konvansiyonel ring ipliği ve içi boş ipliklerden üretilen kumaşlara ait ölçülen ısıl direnç değerlerinin ortalamaları Çizelge 6.16’da verilmiş olup Şekil 6.9’da grafik olarak sunulmuştur.

Çizelge 6.16. Kumaşların ısıl direnç test sonuçları

Numune Kodu	İplik Numarası (Ne)	İplik Türü	PVA/Pamuk Oranı (%)	Isıl Direnç (m ² K/W)
C28	11	Özlü iplik	28/72	0,0325
C20	12	Özlü iplik	20/80	0,0323
C16	12,5	Özlü iplik	16/84	0,0320
Ref0	15	Konvansiyonel iplik	0/100	0,0287
H28	15	İçi boş iplik	0/100	0,0348
H20	15	İçi boş iplik	0/100	0,0335
H16	15	İçi boş iplik	0/100	0,0326
Ref	15	Konvansiyonel iplik	0/100	0,0302



Şekil 6.9. Kumaşların ısıl direnç değerleri

Yıkama öncesi kumaşlara ait test sonuçları incelendiğinde özlü ipliklerden örülen kumaşların ısı direnç değerlerinin referans kumaşa göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Kumaşların ısı direnç özellikleri kumaş kalınlığı ile doğru orantılı, ısı iletkenlik özelliği ile ters orantılıdır. Özlü ipliklerden üretilen kumaşların kalınlık değerlerinin konvansiyonel ring ipliğinden üretilen kumaşa göre daha yüksek olması bu kumaşların ısı direnç değerlerinin daha yüksek çıkmasını etkilemektedir. Özlü ipliklerden üretilen kumaşların ısı iletkenlik değerlerinin Ref0 kodlu kumaşa göre daha yüksek olmasına rağmen ısı dirençlerinin daha yüksek çıkması kumaş kalınlığındaki artışın ısı iletkenlikteki artıştan daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır.

Yıkama sonrası kumaşlara ait ısı direnç değerleri incelendiğinde ise içi boşluklu ipliklerden üretilen kumaşların referans kumaşa göre daha yüksek ısı direnç değerine sahip olduğu görülmektedir. Durgun havanın ısı direnç özelliğinin liflere göre daha yüksek olması ve içi boş ipliklerde iplik yapısında bulunan boşluklardaki hava miktarının fazla olması ile bu durum açıklanabilmektedir. Ayrıca içi boş ipliklerden üretilen kumaşların kalınlığının referans kumaşa göre daha fazla olması bu durumu büyük oranda etkilemektedir. İçi boş ipliklerden üretilen kumaşların ısı direnç özelliğinin içi boş ipliklerde boşluk oranının artması ile artması ise bu durumu desteklemektedir.

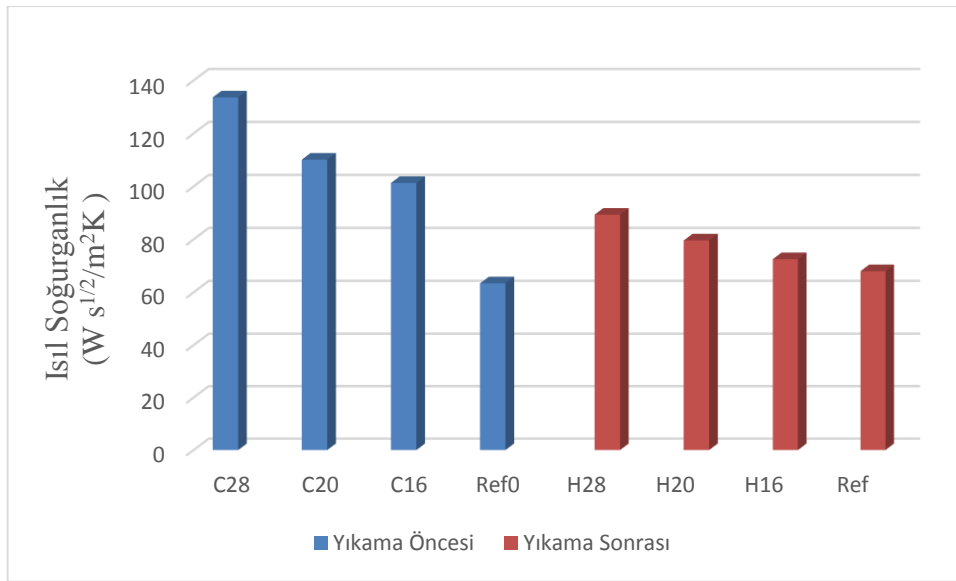
6.2.8.4. Isıl Soğurganlık Test Sonuçları

Özlü iplik, konvansiyonel ring ipliği ve içi boş ipliklerden üretilen kumaşlara ait ölçülen ısı soğurganlık değerlerinin ortalamaları Çizelge 6.17’de verilmiş olup Şekil 6.10’da grafik olarak sunulmuştur.

Çizelge 6.17 ve Şekil 6.10 incelendiğinde iplik yapısında PVA miktarının artması ile kumaşların ısı soğurganlık değerlerinde bir artışın meydana geldiği görülmektedir. Yıkama işlemi sonrasında iplik yapısından PVA’nın uzaklaşması ile kumaşların ısı soğurganlık değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Kumaşların ısı soğurganlık değerleri kumaşların ısı iletkenliklerinden etkilenmektedir. Kumaş yapısından ısı iletkenliği yüksek olan PVA’nın uzaklaştırılması ile kumaşların ısı soğurganlık değerlerinde azalma meydana gelmiştir.

Çizelge 6.17. Kumaşların ısıı sođurđanlık test sonuçları

Numune Kodu	İplik Numarası (Ne)	İplik Türü	PVA/Pamuk Oranı (%)	Isıl Sođurđanlık ($W s^{1/2}/m^2K$)
C28	11	Özlu İplik	28/72	133,6
C20	12	Özlu İplik	20/80	110,1
C16	12,5	Özlu İplik	16/84	101,3
Ref0	15	Konvansiyonel İplik	0/100	63,4
H28	15	İçi Boş İplik	0/100	89,31
H20	15	İçi Boş İplik	0/100	79,59
H16	15	İçi Boş İplik	0/100	72,51
Ref	15	Konvansiyonel İplik	0/100	67,97



Şekil 6.10. Kumaşların ısıı sođurđanlık değerleri

Yıkama sonrasında daha düşük ısıı sođurđanlık değerine sahip olan içi boş iplikli kumaşlar ilk temasta özlu ipliklerden üretilen kumaşlara göre daha sıcak bir his vermektedirler. İçi boş ipliklerde ise merkez boşluğunun artması ile ısıı sođurđanlık değeri artmaktadır. Referans ipliğinden üretilen kumaş içi boş iplikli kumaşlara göre daha düşük ısıı sođurđanlık değerine sahip olup, ilk temasta daha sıcak his vermektedir. Bu durumun içi boş ipliklerdeki iplik

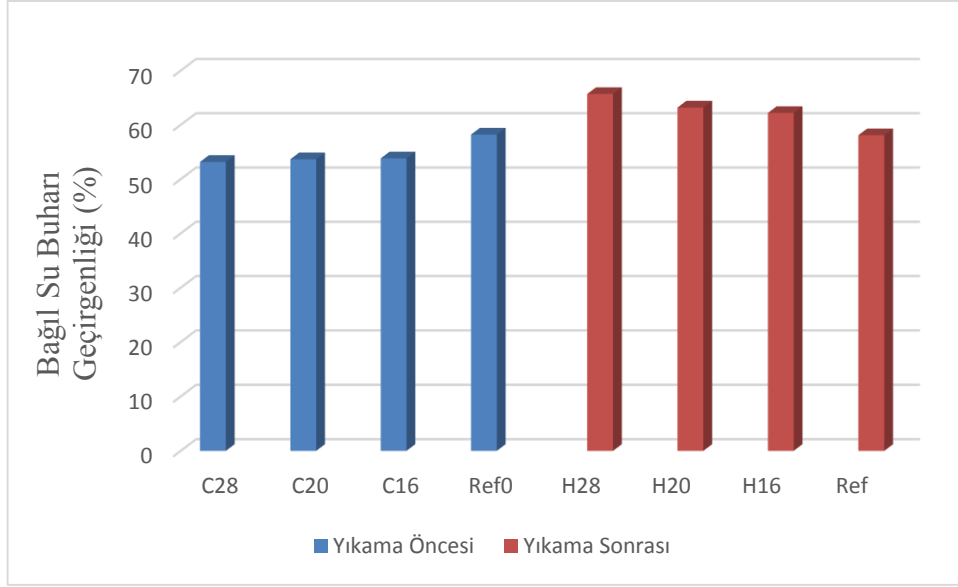
yassılaşmasından ve bu ipliklerden örölen kumaşlarda iplikler arası gözenekliliğin daha az olmasından kaynaklanabileceği düşünölmektedir.

6.2.9. Su Buharı Geçirgenlik Test Sonuçları

Özlü iplik, konvansiyonel ring ipliği ve içi boş ipliklerden üretilen kumaşlara ait su buharı geçirgenliği değerlerinin ortalamaları Çizelge 6.18’de verilmiş olup Şekil 6.11’de grafik olarak sunulmuştur.

Çizelge 6.18. Kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği test sonuçları

Numune Kodu	İplik Numarası (Ne)	İplik Türü	PVA/Pamuk Oranı (%)	Bağıl Su Buharı Geçirgenliği (%)
C28	11	Özlü iplik	28/72	53,18
C20	12	Özlü iplik	20/80	53,67
C16	12,5	Özlü iplik	16/84	53,84
Ref0	15	Konvansiyonel iplik	0/100	58,22
H28	15	İçi boş iplik	0/100	65,7
H20	15	İçi boş iplik	0/100	63,2
H16	15	İçi boş iplik	0/100	62,2
Ref	15	Konvansiyonel iplik	0/100	58,1



Şekil 6.11. Kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği değerleri

Yıkama öncesinde kumaşların su buharı geçirgenlik değerleri incelendiğinde özlü ipliklerden üretilen kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerinin referans ipliğinden üretilen kumaşa göre çok daha düşük olduğu görülmektedir. Özlü ipliklerde PVA oranının artması ile kumaşların su buharı geçirgenlik değerleri de azalmaktadır. Özlü ipliklerden üretilen kumaşların daha sıkı bir yapıda olup, hava boşluklarının daha az olmasının bu durumu etkilediği düşünülmektedir. Ayrıca özlü ipliklerin tüylülük değerlerinin referans ipliğine göre daha fazla olması da bu durumu etkileyebilmektedir.

Yıkama işlemi sonrasında referans kumaş dışında tüm kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerinde önemli bir artış meydana gelmiştir. Bu durum iplik yapısından PVA'nın uzaklaşması ve iplik merkezinde hava boşluğunun oluşması ile ilgilidir. Şekil 6.11 incelendiğinde içi boş ipliklerden üretilen kumaşların su buharı geçirgenliğinin yıkanmış referans kumaştan daha yüksek olduğu ve içi boş ipliklerden üretilen kumaşlarda, iplik içerisindeki boşluk miktarının artması ile kumaşların su buharı geçirgenliği değerlerinde bir miktar artış meydana geldiği görülmektedir. Bu durumda, içi boş ipliklerdeki boşluk miktarının su buharı geçirgenliğine etkisinin iplik yassılaşmasının etkisinden daha fazla olduğu düşünülmektedir [59].

7. İSTATİSTİKSEL ÇALIŞMA VE DEĞERLENDİRME

Tez kapsamında iplik merkezinde farklı oranlarda boşluğa sahip içi boş iplikler ve konvansiyonel ring ipliği ile örülen kumaşların ısı konfor özellikleri belirlenerek, iplik merkezindeki boşluk miktarına göre kumaşların ısı konfor özelliklerinin önceden tahminlenmesine yönelik eşitlikler oluşturulmuştur. İçi boş ipliklerdeki boşluk oranının kumaşların ısı konfor özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir.

7.1. İpliklerin İstatistiksel Değerlendirmesi

Farklı oranlarda PVA içeren özlü iplikler ile konvansiyonel ring ipliklerine ait test sonuçları IBM SPSS statistics 19 programında değerlendirilmiş ve değerlendirme yöntemi olarak tek yönlü ANOVA ve çoklu karşılaştırma (Post-Hoc) testleri uygulanmıştır. Analiz sonucunda elde edilen önem dereceleri $\alpha=0,05$ önem seviyesi ile karşılaştırılmıştır. Önem seviyeleri 0,05'ten küçük olan gruplar arasındaki farklılık, istatistiksel açıdan önemli olarak değerlendirilmiştir.

Değişkenlerin varyanslarının homojenliği Levene testi ile incelenmiş olup, varyansların homojen olmadığı durumlarda ($p<0,05$) Tamhane, homojen olduğu durumlarda ise Tukey testi ile değerlendirilmiştir.

Çizelge 7.1. Yıkama öncesi ipliklere ait özelliklerin varyanslarının homojenliği test sonuçları

	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p
Düzensüzlük	3,669	3	36	,021
Neps	1,236	3	36	,311
Kalın yer	3,146	3	36	,037
Tüylülük	2,303	3	36	,093
Kopma uzaması	4,693	3	36	,007
Mukavemet	,470	3	36	,705

sd: Serbestlik derecesi

p: Önem Seviyesi

Levene testi sonuçları incelendiğinde tüylülük, neps ve mukavemet değerlerinin varyanslarının homojen olduğu ($p>0,05$), iplik düzgünsüzlüğü, kalın yer ve kopma uzaması değerlerinin varyanslarının homojen olmadığı ($p<0,05$) görülmektedir. Bu durumda tüylülük, neps ve mukavemet değerleri için Tukey testi sonuçları, diğer değişkenler için ise Tamhane testi sonuçları değerlendirilmiştir.

Çizelge 7.2. Yıkama öncesi ipliklere ait neps, tüylülük ve mukavemet değerlerinin ANOVA testi sonuçları

		Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Neps	Gruplar Arası	23,84 ^a	3	794,58	7,118	,001
	Gruplar İçi	40,19 ^a	36	111,63		
	Toplam	64,02 ^a	39			
Tüylülük	Gruplar Arası	14,35	3	4,78	77,018	,000
	Gruplar İçi	2,23	36	,06		
	Toplam	16,58	39			
Mukavemet	Gruplar Arası	101,72	3	33,91	47,646	,000
	Gruplar İçi	25,62	36	,71		
	Toplam	127,34	39			

^a. Bu indis ile verilen tüm değerler 10^{-2} katsayısı ile çarpılarak verilmiştir.

Çizelge 7.3. Yıkama öncesi ipliklere ait özelliklerin Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Çoklu Karşılaştırma

Tukey HSD

Bağımlı Değişken	(I) yıkamaöncesi	(J) yıkamaöncesi	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	Standart Hata	p	%95 Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
Neps	C28	C20	-10,00	4,72	,167	-22,72	2,72
		C16	-20,25*	4,72	,001	-32,97	-7,52
		Ref0	-16,75*	4,72	,006	-29,47	-4,02
	C20	C28	10,00	4,72	,167	-2,72	22,72
		C16	-10,25	4,72	,151	-22,97	2,47
		Ref0	-6,75	4,72	,490	-19,47	5,97
	C16	C28	20,25*	4,72	,001	7,52	32,97
		C20	10,25	4,72	,151	-2,47	22,97
		Ref0	3,50	4,72	,880	-9,22	16,22

Çizelge 7.3 (Devam) Yıkama öncesi ipliklere ait özelliklerin Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Çoklu Karşılaştırma

Tukey HSD

Bağımlı Değişken	(I) yıkamaöncesi	(J) yıkamaöncesi	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	Standart Hata	p	%95 Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
Neps	Ref0	C28	16,75*	4,72	,006	4,02	29,47
		C20	6,75	4,72	,490	-5,97	19,47
		C16	-3,50	4,72	,880	-16,22	9,22
Tüylülük	C28	C20	1,03*	,11	,000	,73	1,33
		C16	1,27*	,11	,000	,97	1,57
		Ref0	1,60*	,11	,000	1,30	1,90
	C20	C28	-1,03*	,11	,000	-1,33	-,73
		C16	,24	,11	,143	-,05	,54
		Ref0	,57*	,11	,000	,27	,87
	C16	C28	-1,27*	,11	,000	-1,57	-,97
		C20	-,24	,11	,143	-,54	,05
		Ref0	,33*	,11	,026	,03	,63
	Ref0	C28	-1,60*	,11	,000	-1,90	-1,30
		C20	-,57*	,11	,000	-,87	-,27
		C16	-,33*	,11	,026	-,63	-,03
Mukavemet	C28	C20	-,45	,38	,635	-1,47	,57
		C16	-1,01	,38	,053	-2,02	,01
		Ref0	-4,07*	,38	,000	-5,09	-3,06
	C20	C28	,45	,38	,635	-,57	1,47
		C16	-,56	,38	,463	-1,57	,46
		Ref0	-3,62*	,38	,000	-4,64	-2,61
	C16	C28	1,01	,38	,053	-,01	2,02
		C20	,56	,38	,463	-,46	1,57
		Ref0	-3,07*	,38	,000	-4,08	-2,05
	Ref0	C28	4,07*	,38	,000	3,06	5,09
		C20	3,62*	,38	,000	2,61	4,64
		C16	3,07*	,38	,000	2,05	4,08

*. Ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde anlamlıdır.

İplik içerisindeki PVA oranlarına göre değerlendirilmiş Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde (Çizelge 7.3); iplik tüylülüğü açısından özlü iplikler ve konvansiyonel ring ipliği arasında anlamlı farklılığın olduğu ve özlü ipliklerde ise sadece

%20 ve %16 oranında PVA içeren özlü iplikler arasındaki farkın anlamsız olduğu gözlenmiştir. Neps değeri açısından, %28 oranında PVA içeren özlü iplik ile %16 oranında PVA içeren özlü iplik ve referans ipliği arasındaki farkın anlamlı olduğu, diğer karşılaştırmaların ise anlamsız olduğu tespit edilmiştir. İplik mukavemeti açısından özlü iplikler ile konvansiyonel ring ipliği arasında anlamlı farklılık bulunurken, özlü iplikler kendi aralarında anlamlı bir fark sergilememektedir.

Çizelge 7.4. Yıkama öncesi ipliklere ait kalın yer, kopma uzaması ve düzgünsüzlük değerlerinin ANOVA testi sonuçları

		ANOVA				
		Kareler	sd	Kareler	F	p
		Toplamı		Ortalaması		
Kalın yer	Gruplar Arası	9415,62	3	3138,54	5,73	,003
	Gruplar İçi	19703,75	36	547,33		
	Toplam	29119,37	39			
Kopma uzaması	Gruplar Arası	72,05	3	24,018	39,355	,000
	Gruplar İçi	21,97	36	,610		
	Toplam	94,02	39			
Düzgünsüzlük	Gruplar Arası	42,72	3	14,239	34,589	,000
	Gruplar İçi	14,82	36	,412		
	Toplam	57,54	39			

Çizelge 7.5. Yıkama öncesi ipliklere ait özelliklerin Tamhane çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Çoklu Karşılaştırma

Tamhane

Bağımlı Değişken	(I) yıkama öncesi	(J) yıkama öncesi	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	Standart Hata	p	%95 Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
Kalın yer	C28	C20	-5,25	11,68	,999	-42,73	32,23
		C16	-3,25	5,31	,992	-18,95	12,45
		Ref0	-38,00*	8,91	,006	-65,88	-10,12
	C20	C28	5,25	11,68	,999	-32,23	42,73
		C16	2,00	11,81	1,000	-35,59	39,59
		Ref0	-32,75	13,81	,168	-73,98	8,48

Çizelge 7.5 (Devam) Yıkama öncesi ipliklere ait özelliklerin Tamhane çoklu karşılaştırma testi sonuçları
Çoklu Karşılaştırma

Tamhane

Bağımlı Değişken	(I) yıkama öncesi	(J) yıkama öncesi	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	Standart Hata	p	%95 Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
Kalın yer	C16	C28	3,25	5,31	,992	-12,45	18,95
		C20	-2,00	11,81	1,000	-39,59	35,59
		Ref0	-34,75*	9,08	,013	-62,86	-6,63
	Ref0	C28	38,00*	8,91	,006	10,12	65,88
		C20	32,75	13,81	,168	-8,48	73,98
		C16	34,75*	9,08	,013	6,63	62,86
Kopma uzaması	C28	C20	2,23*	,41	,000	,99	3,48
		C16	1,34*	,32	,003	,39	2,29
		Ref0	3,69*	,27	,000	2,86	4,52
	C20	C28	-2,23*	,41	,000	-3,48	-,99
		C16	-,90	,41	,240	-2,13	,34
		Ref0	1,45*	,37	,013	,28	2,63
	C16	C28	-1,34*	,32	,003	-2,29	-,39
		C20	,90	,41	,240	-,34	2,13
		Ref0	2,35*	,27	,000	1,54	3,16
	Ref0	C28	-3,69*	,27	,000	-4,52	-2,86
		C20	-1,45*	,37	,013	-2,63	-,28
		C16	-2,35*	,27	,000	-3,16	-1,54
Düzensüzlük	C28	C20	-,12	,28	,999	-,99	,75
		C16	-,73*	,13	,000	-1,14	-,33
		Ref0	-2,58*	,31	,000	-3,55	-1,61
	C20	C28	,12	,28	,999	-,75	,99
		C16	-,61	,26	,227	-1,47	,24
		Ref0	-2,46*	,38	,000	-3,60	-1,33
	C16	C28	,73*	,13	,000	,33	1,14
		C20	,61	,26	,227	-,24	1,47
		Ref0	-1,85*	,29	,001	-2,81	-,89
	Ref0	C28	2,58*	,31	,000	1,61	3,55
		C20	2,46*	,38	,000	1,33	3,60
		C16	1,85*	,29	,001	,89	2,81

*. Ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde anlamlıdır.

Tamhane çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde (Çizelge 7.5); düzgünsüzlük değeri açısından konvansiyonel ring ipliği ile özlü iplikler arasındaki fark anlamlı iken, özlü iplikler arasında ise sadece %20 oranında PVA içeren özlü iplik ile %16 ve %28 oranında PVA içeren özlü iplikler arasındaki fark anlamlı değildir. İpliklerin kalın yer değerleri incelendiğinde konvansiyonel ring ipliği ile %28 oranında PVA içeren özlü iplik ve %16 oranında PVA içeren özlü iplik arasındaki farkın anlamlı, diğer karşılaştırmaların ise anlamsız olduğu görülmektedir. Kopma uzaması değeri açısından sadece %20 PVA içeren özlü iplik ile %16 PVA içeren özlü iplik arasındaki farkın anlamsız olduğu tespit edilmiştir.

Yıkama işlemi öncesinde kumaşlardan çıkarılan iplikler ile yıkama işlemi sonrasında kumaşlardan çıkarılan içi boş ipliklerin çap değerleri istatistiksel açıdan değerlendirilmiş olup sonuçlar Çizelge 7.6 – 7.11’ de verilmiştir.

Çizelge 7.6. Yıkama öncesi iplik çaplarının varyanslarının homojenliği testi

Varyansların Homojenliği Testi

Yıkama öncesi iplik çapı

Levene İstatistiği	sd1	sd2	p
1,317	3	36	,284

Çizelge 7.7. Yıkama öncesi ipliklere ait çap değerlerinin ANOVA testi sonuçları

ANOVA

Yıkama öncesi iplik çapı

	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar Arası	63816,87	3	21272,29	42,570	,000
Gruplar İçi	17989,10	36	499,70		
Toplam	81805,97	39			

Çizelge 7.8. Yıkama öncesi iplik çaplarının Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları
Çoklu Karşılaştırma

Bağımlı Değişken: Yıkama öncesi iplik çapı

Tukey HSD

(I) yıkamaöncesi	(J) yıkamaöncesi	Ortalamar Arası Fark (I-J)	Standart Hata	p	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
C28	C20	12,20	9,99	,618	-14,72	39,12
	C16	25,30	9,99	,072	-1,62	52,22
	Ref0	102,40*	9,99	,000	75,48	129,32
C20	C28	-12,20	9,99	,618	-39,12	14,72
	C16	13,10	9,99	,562	-13,82	40,02
	Ref0	90,20*	9,99	,000	63,28	117,12
C16	C28	-25,30	9,99	,072	-52,22	1,62
	C20	-13,10	9,99	,562	-40,02	13,82
	Ref0	77,10*	9,99	,000	50,18	104,02
Ref0	C28	-102,40*	9,99	,000	-129,32	-75,48
	C20	-90,20*	9,99	,000	-117,12	-63,28
	C16	-77,10*	9,99	,000	-104,02	-50,18

*. Ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde anlamlıdır.

Çizelge 7.8’de verilen Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre özlü iplikler ile %100 pamuklu referans ipliğin çapları arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlıdır.

Çizelge 7.9. Yıkama sonrası iplik çaplarının varyanslarının homojenliği testi

Varyansların Homojenliği Testi

Yıkama sonrası iplik çapı

Levene İstatistiği	sd1	sd2	p
,236	3	36	,871

Çizelge 7.10. Yıkama sonrası ipliklere ait çap değerlerinin ANOVA testi sonuçları

ANOVA

Yıkama sonrası iplik çapı

	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar Arası	14938,70	3	4979,57	7,575	,000
Gruplar İçi	23664,40	36	657,34		
Toplam	38603,10	39			

Çizelge 7.11. Yıkama sonrası iplik çaplarının Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Çoklu Karşılaştırma

Bağımlı Değişken: Yıkama sonrası iplik çapı

Tukey HSD

(I) yıkamasonrası	(J) yıkamasonrası	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	Standart Hata	p	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
H28	H20	11,00	11,47	,773	-19,88	41,88
	H16	14,60	11,47	,585	-16,28	45,48
	Ref	51,40*	11,47	,000	20,52	82,28
H20	H28	-11,00	11,47	,773	-41,88	19,88
	H16	3,60	11,47	,989	-27,28	34,48
	Ref	40,40*	11,47	,006	9,52	71,28
H16	H28	-14,60	11,47	,585	-45,48	16,28
	H20	-3,60	11,47	,989	-34,48	27,28
	Ref	36,80*	11,47	,014	5,92	67,68
Ref	H28	-51,40*	11,47	,000	-82,28	-20,52
	H20	-40,40*	11,47	,006	-71,28	-9,52
	H16	-36,80*	11,47	,014	-67,68	-5,92

*. Ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde anlamlıdır.

Yıkama işlemi sonrasında kumaşlardan çıkarılan ipliklerin çap değerlerinin Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde, yıkama işlemi öncesinde olduğu gibi özlü iplikler ile referans iplik çapının istatistiksel açıdan birbirinden farklı olduğu görülmektedir (Çizelge 7.11).

Yıkama işlemi öncesinde kumaşlardan çıkarılan ipliklerin iplik paketlenme katsayısına ait istatistiksel değerlendirmeler Çizelge 7.12 - 7.14'de sunulmuştur.

Çizelge 7.12. Yıkama öncesinde kumaşlardan çıkarılan ipliklerin iplik paketlenme katsayısının varyanslarının homojenliği testi

Varyansların Homojenliği Testi

İplik paket katsayısı

Levene İstatistiği	sd1	sd2	p
,221	3	36	,881

Çizelge 7.13. Yıkama öncesinde kumaşlardan çıkarılan ipliklerin iplik paketlenme katsayısına ait ANOVA testi sonuçları

ANOVA

İplik paket katsayısı

	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar Arası	,05	3	,015	7,669	,000
Gruplar İçi	,07	36	,002		
Toplam	,12	39			

Çizelge 7.14. Yıkama öncesinde kumaşlardan çıkarılan ipliklerin iplik paketlenme katsayısına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Çoklu Karşılaştırma

Bağımlı Değişken: İplik paket katsayısı

Tukey HSD

(I) yıkama öncesi	(J) yıkama öncesi	Ortalamalar Arası Fark*10 ² (I-J)	Standart Hata*10 ²	p	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır*10 ²	Üst Sınır*10 ²
C28	C20	0,86	1,99	,973	-4,5	6,22
	C16	0,12	1,99	1,000	-5,24	5,48
	Ref0	-7,43*	1,99	,003	-12,79	-2,07
C20	C28	-0,86	1,99	,973	-62,22	4,50
	C16	-0,74	1,99	,982	-6,10	4,62
	Ref0	-8,29*	1,99	,001	-13,65	-2,93
C16	C28	-0,12	1,99	1,000	-5,48	5,24
	C20	0,74	1,99	,982	-4,62	6,10
	Ref0	-7,55*	1,99	,003	-12,91	-2,19
Ref0	C28	7,43*	1,99	,003	2,07	12,79
	C20	8,29*	1,99	,001	2,93	13,65
	C16	7,55*	1,99	,003	2,19	12,91

*. Ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde anlamlıdır.

Yıkama öncesinde kumaşlardan çıkarılan ipliklerin iplik paketlenme katsayısı değerlerine ait Tukey testi sonuçları incelendiğinde (Çizelge 7.14) %100 pamuklu referans ipliğinin iplik paketlenme katsayısının özlü ipliklerin iplik paketlenme katsayısı değerlerinden anlamlı farklılık sergilediği görülmektedir.

Yıkama işlemi sonrasında kumaşlardan çıkarılan ipliklerin iplik paketlenme katsayısına ait istatistiksel değerlendirmeler Çizelge 7.15 – 7.17’de sunulmuştur.

Çizelge 7.15. Yıkama sonrasında kumaşlardan çıkarılan ipliklerin iplik paketlenme katsayısının varyanslarının homojenliği testi

Varyansların Homojenliği Testi

İPK

Levene İstatistiği	sd1	sd2	p
,074	3	36	,974

Çizelge 7.16. Yıkama sonrasında kumaşlardan çıkarılan ipliklerin iplik paketlenme katsayısına ait ANOVA testi sonuçları

ANOVA

İPK

	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar Arası	,07	3	,02	36560,147	,000
Gruplar İçi	,00	36	,00		
Toplam	,07	39			

Çizelge 7.17. Yıkama sonrasında kumaşlardan çıkarılan ipliklerin iplik paketlenme katsayısına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Çoklu Karşılaştırma

Bağımlı Değişken: İPK

Tukey HSD

(I) yıkamasonrası	(J) yıkamasonrası	Ortalamar Arası Fark (I-J)	Standart Hata*10 ³	p	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
H28	H20	-,02*	,35	,000	-,02	-,02
	H16	-,03*	,35	,000	-,03	-,02
	Ref	-,11*	,35	,000	-,11	-,11
H20	H28	,02*	,35	,000	,02	,02
	H16	-,01*	,35	,000	-,01	-,00
	Ref	-,09*	,35	,000	-,09	-,09
H16	H28	,03*	,35	,000	,02	,03
	H20	,01*	,35	,000	,00	,01
	Ref	-,08*	,35	,000	-,08	-,08
Ref	H28	,11*	,35	,000	,11	,11
	H20	,09*	,35	,000	,09	,09
	H16	,08*	,35	,000	,08	,08

*. Ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde anlamlıdır.

Yıkama sonrasında kumaşlardan çıkarılan ipliklerin iplik paketlenme katsayısı değerlerine ait Tukey testi sonuçları incelendiğinde (Çizelge 7.17) tüm ipliklerin iplik paketlenme katsayısının birbirlerinden anlamlı derecede farklı olduğu görülmektedir.

7.2. Örme Kumaşların İstatistiksel Değerlendirmesi

Özlü iplikler, içi boş iplikler ve konvansiyonel ring ipliklerinden örülmüş kumaşları ısı konfor özellikleri açısından karşılaştırmak amacıyla tek yönlü ANOVA ve çoklu karşılaştırma (Post-Hoc) testleri yapılmıştır.

Değişkenlerin varyanslarının homojenliği Levene testi ile incelenmiş olup, varyanslarının homojen olmadığı durumlarda ($p < 0,05$) Tamhane, homojen olduğu durumlarda ise Tukey testi ile değerlendirilmiştir.

Çizelge 7.18. Yıkama öncesi kumaşlara ait özelliklerin varyanslarının homojenliği testi
Varyansların Homojenliği Testi

	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p
Soğurganlık	1,240	3	36	,310
İletkenlik	,379	3	36	,769
Hava Geçirgenliği	2,507	3	36	,074
Isıl Direnç	4,137	3	36	,013
Kalınlık	2,297	3	36	,094
Su Buharı Geçirgenliği	13,014	3	36	,000
İlmeç İplik Uzunluğu	2,134	3	36	,113
Gramaj	,479	3	36	,699
İplikler Arası Gözeneklilik	,000	3	36	1,000
Çubuk Sıklığı	,378	3	36	,770
Sıra Sıklığı	1,234	3	36	,312

Yıkama öncesi kumaşlara ait Levene testi sonuçları incelendiğinde kumaşların ısı direnç ve su buharı geçirgenliği değerlerinin varyanslarının homojen olmadığı ($p < 0,05$) görülmektedir. Bu durumda ısı direnç ve su buharı geçirgenliği değerleri için Tamhane testi sonuçları, diğer değişkenler için ise Tukey testi sonuçları değerlendirilmiştir.

Çizelge 7.19. Yıkama öncesi kumaşlara ait özelliklerin ANOVA testi sonuçları
ANOVA

		Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Soğurganlık	Gruplar Arası	2,55 ^a	3	,85 ^a	52,666	,000
	Gruplar İçi	,58 ^a	36	,02 ^a		
	Toplam	3,14 ^a	39			
İletkenlik	Gruplar Arası	,00	3	,00	74,509	,000
	Gruplar İçi	,00	36	,00		
	Toplam	,00	39			
Hava Geçirgenliği	Gruplar Arası	548,97 ^a	3	182,99 ^a	70,525	,000
	Gruplar İçi	93,41 ^a	36	2,59 ^a		
	Toplam	642,38 ^a	39			
Kalınlık	Gruplar Arası	,91	3	,30	35,708	,000
	Gruplar İçi	,31	36	,01		
	Toplam	1,21	39			
İmek İplik Uzunluğu	Gruplar Arası	,00	3	,00	37,405	,000
	Gruplar İçi	,00	36	,00		
	Toplam	,00	39			
Gramaj	Gruplar Arası	1,71 ^a	3	5692,53	8694,947	,000
	Gruplar İçi	,00 ^a	36	,65		
	Toplam	1,71 ^a	39			
İplikler Arası Gözeneklilik	Gruplar Arası	,10 ^a	3	346,40	51960,000	,000
	Gruplar İçi	,00 ^a	36	,01		
	Toplam	,10 ^a	39			
Çubuk Sıklığı	Gruplar Arası	,00	3	,00	,000	1,000
	Gruplar İçi	7,96	36	,22		
	Toplam	7,96	39			
Sıra Sıklığı	Gruplar Arası	8,52	3	2,84	22,057	,000
	Gruplar İçi	4,64	36	,13		
	Toplam	13,16	39			

^a Bu indis ile verilen tüm değerler 10⁻⁴ katsayısı ile çarpılarak verilmiştir.

Çizelge 7.19’da verilen ANOVA tablosuna göre sadece kumaşların çubuk sıklığı değerlerinde p>0,05’dir. Bu sebeple çubuk sıklığı değişkenine ait çoklu karşılaştırma testi yapılmamıştır.

Çizelge 7.20. Yıkama öncesi kumaş özelliklerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları
Çoklu Karşılaştırma

Tukey HSD

Bağımlı Değişken	(I) yıkamaöncesi	(J) yıkamaöncesi	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	Standart Hata	p	%95 Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
Soğurganlık	C28	C20	23,52*	5,69	,001	8,20	38,84
		C16	32,30*	5,69	,000	16,98	47,62
		Ref0	70,21*	5,69	,000	54,89	85,53
	C20	C28	-23,52*	5,69	,001	-38,84	-8,20
		C16	8,78	5,69	,423	-6,54	24,10
		Ref0	46,69*	5,69	,000	31,37	62,01
	C16	C28	-32,30*	5,69	,000	-47,62	-16,98
		C20	-8,78	5,69	,423	-24,10	6,54
		Ref0	37,91*	5,69	,000	22,59	53,23
	Ref0	C28	-70,21*	5,69	,000	-85,53	-54,8934
		C20	-46,69*	5,69	,000	-62,01	-31,37
		C16	-37,91*	5,69	,000	-53,23	-22,59
İletkenlik	C28	C20	2,10 ^a	,43 ^a	,000	,95 ^a	3,25 ^a
		C16	2,7 ^a	,43 ^a	,000	1,58 ^a	3,88 ^a
		Ref0	6,28 ^a	,43 ^a	,000	5,13 ^a	7,43 ^a
	C20	C28	-2,10 ^a	,43 ^a	,000	-3,25 ^a	-,95 ^a
		C16	,63 ^a	,43 ^a	,464	-,52 ^a	1,78 ^a
		Ref0	4,18 ^a	,43 ^a	,000	3,03 ^a	5,33 ^a
	C16	C28	-2,73 ^a	,43 ^a	,000	-3,88 ^a	-1,58 ^a
		C20	-,63 ^a	,43 ^a	,464	-1,78 ^a	,52 ^a
		Ref0	3,55 ^a	,43 ^a	,000	2,40 ^a	4,70 ^a
	Ref0	C28	-6,28 ^a	,43 ^a	,000	-7,43 ^a	-5,13 ^a
		C20	-4,18 ^a	,43 ^a	,000	-5,33 ^a	-3,03 ^a
		C16	-3,55 ^a	,43 ^a	,000	-4,70 ^a	-2,40 ^a
Hava Geçirgenliği	C28	C20	-101,50	72,04	,502	-295,51	92,51
		C16	-151,30	72,04	,172	-345,31	42,71
		Ref0	-930,50*	72,04	,000	-1124,51	-736,49
	C20	C28	101,50	72,04	,502	-92,51	295,51
		C16	-49,80	72,04	,900	-243,81	144,21
		Ref0	-829,00*	72,04	,000	-1023,01	-634,99
	C16	C28	151,30	72,04	,172	-42,71	345,31
		C20	49,80	72,04	,900	-144,21	243,81
		Ref0	-779,20*	72,04	,000	-973,21	-585,19

Çizelge 7.20 (Devam) Yıkama öncesi kumaş özelliklerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları
Çoklu Karşılaştırma

Tukey HSD

Bağımlı Değişken	(I)	(J)	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	Standart Hata	P	%95 Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
Hava Geçirgenliği	Ref0	C28	930,50*	72,04	,000	736,49	1124,51
		C20	829,00*	72,04	,000	634,99	1023,01
		C16	779,20*	72,04	,000	585,19	973,21
Kalınlık	C28	C20	,08	,04	,270	-,03	,19
		C16	,11*	,04	,050	,00	,22
		Ref0	,40*	,04	,000	,29	,51
	C20	C28	-,08	,04	,270	-,19	,03
		C16	,03	,04	,830	-,08	,15
		Ref0	,32*	,04	,000	,21	,43
	C16	C28	-,11*	,04	,050	-,22	,00
		C20	-,03	,04	,830	-,15	,08
		Ref0	,29*	,04	,000	,18	,40
	Ref0	C28	-,40*	,04	,000	-,51	-,29
		C20	-,32*	,04	,000	-,43	-,21
		C16	-,29*	,04	,000	-,40	-,18
İlmeç İplik Uzunluğu	C28	C20	-,01*	2,44 ^a	,001	-,02	-,00
		C16	-,01*	2,44 ^a	,001	-,02	-,00
		Ref0	,01*	2,44 ^a	,000	,00	,02
	C20	C28	,01*	2,44 ^a	,001	,00	,02
		C16	-,00	2,44 ^a	1,000	-,01	,01
		Ref0	,02*	2,44 ^a	,000	,01	,03
	C16	C28	,01*	2,44 ^a	,001	,00	,02
		C20	,00	2,44 ^a	1,000	-,01	,01
		Ref0	,02*	2,44 ^a	,000	,01	,03
	Ref0	C28	-,01*	2,44 ^a	,000	-,02	-,00
		C20	-,02*	2,44 ^a	,000	-,03	-,01
		C16	-,02*	2,44 ^a	,000	-,03	-,02
Gramaj	C28	C20	7,40*	,36	,000	6,41	8,36
		C16	16,35*	,36	,000	15,37	17,32
		Ref0	53,72*	,36	,000	52,74	54,69
	C20	C28	-7,39*	,36	,000	-8,36	-6,41
		C16	8,96*	,36	,000	7,98	9,93
		Ref0	46,33*	,36	,000	45,35	47,30

Çizelge 7.20 (Devam) Yıkama öncesi kumaş özelliklerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları
Çoklu Karşılaştırma

Tukey HSD

Bağımlı Değişken	(I)	(J)	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	Standart Hata	p	%95 Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
Gramaj	C16	C28	-16,35*	,36	,000	-17,32	-15,37
		C20	-8,96*	,36	,000	-9,93	-7,98
		Ref0	37,37*	,36	,000	36,39	38,34
	Ref0	C28	-53,72*	,36	,000	-54,69	-52,74
		C20	-46,33*	,36	,000	-47,30	-45,35
		C16	-37,37*	,36	,000	-38,34	-36,39
İplikler Arası Gözeneklilik	C28	C20	-,40*	,04	,000	-,50	-,30
		C16	-3,00*	,04	,000	-3,10	-2,90
		Ref0	-12,60*	,04	,000	-12,70	-12,50
	C20	C28	,40*	,04	,000	,30	,50
		C16	-2,60*	,04	,000	-2,70	-2,50
		Ref0	-12,20*	,04	,000	-12,30	-12,10
	C16	C28	3,00*	,04	,000	2,90	3,10
		C20	2,60*	,04	,000	2,50	2,70
		Ref0	-9,60*	,04	,000	-9,70	-9,50
	Ref0	C28	12,60*	,04	,000	12,50	12,70
		C20	12,20*	,04	,000	12,10	12,30
		C16	9,60*	,04	,000	9,50	9,70
Sıra Sıklığı	C28	C20	,00	,16	1,000	-,43	,43
		C16	,00	,16	1,000	-,43	,43
		Ref0	-1,07*	,16	,000	-1,50	-,63
	C20	C28	,00	,16	1,000	-,43	,43
		C16	,00	,16	1,000	-,43	,43
		Ref0	-1,07*	,16	,000	-1,50	-,63
	C16	C28	,00	,16	1,000	-,43	,43
		C20	,00	,16	1,000	-,43	,43
		Ref0	-1,07*	,16	,000	-1,50	-,63
	Ref0	C28	1,07*	,16	,000	,637	1,50
		C20	1,07*	,16	,000	,63	1,50
		C16	1,07*	,16	,000	,63	1,50

*. Ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde anlamlıdır.

^a. Bu indis ile verilen tüm değerler 10³ katsayısı ile çarpılarak verilmiştir.

Yıkama öncesinde kumaşların ısıl soğurganlık ve ısıl iletkenlik değerleri karşılaştırıldığında %20 ve %16 oranında PVA içeren iplikler arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı değilken diğerleri anlamlıdır. Kumaşların hava geçirgenliği ve kalınlık değerleri değerlendirildiğinde sadece referans ipliğinin özlü ipliklerden anlamlı farklılık sergilediği görülmektedir. Yıkama öncesi kumaşlardan çıkarılan ipliklerin ilmek iplik uzunlukları değerlendirildiğinde sadece %20 ve %16 oranında PVA içeren ipliklerden üretilen kumaşlar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Yıkama öncesi tüm kumaşların gramaj ve iplikler arası gözeneklilik değerleri birbirlerinden istatistiksel açıdan farklıdır. Sıra sıklığı değerleri ise sadece referans ipliğinden üretilen kumaşta özlü ipliklerden üretilen kumaşlara göre önemli bir fark sergilemektedir.

Çizelge 7.21. Yıkama öncesi kumaşlara ait ısıl direnç ve su buharı geçirgenliğinin ANOVA testi sonuçları

		ANOVA				
		Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Su Buharı Geçirgenliği	Gruplar Arası	164,98	3	54,99	71,896	,000
	Gruplar İçi	27,54	36	,76		
	Toplam	192,52	39			
Isıl Direnç	Gruplar Arası	,00	3	,00	14,163	,000
	Gruplar İçi	,00	36	,00		
	Toplam	,00	39			

Yıkama öncesi kumaşların gerek su buharı geçirgenlikleri gerekse ısıl direnç değerleri göz önünde bulundurulduğunda referans ipliğinden elde edilen kumaşın özlü ipliklerden elde edilen kumaşlara göre istatistiksel açıdan anlamlı bir fark sergilediği gözlenmiştir.

Çizelge 7.22. Yıkama öncesi kumaşlara ait ısıl direnç ve su buharı geçirgenliğinin Tamhane çoklu karşılaştırma testi sonuçları
Çoklu Karşılaştırma

Tamhane

Bağımlı Değişken	(I) yıkamaöncesi	(J) yıkamaöncesi	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	Standart Hata	p	%95 Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
Su Buharı Geçirgenliği	C28	C20	-,49	,48	,910	-2,02	1,04
		C16	-,66	,24	,074	-1,36	,04
		Ref0	-5,04*	,27	,000	-5,84	-4,23
	C20	C28	,49	,48	,910	-1,04	2,02
		C16	-,17	,48	1,000	-1,70	1,36
		Ref0	-4,55*	,50	,000	-6,10	-3,00
	C16	C28	,66	,24	,074	-,04	1,36
		C20	,17	,48	1,000	-1,36	1,70
		Ref0	-4,38*	,27	,000	-5,19	-3,57
	Ref0	C28	5,04*	,27	,000	4,23	5,84
		C20	4,55*	,50	,000	3,00	6,10
		C16	4,38*	,27	,000	3,57	5,19
Isıl Direnç	C28	C20	1,87 ^a	5,72 ^a	1,000	-15,91 ^a	19,65 ^a
		C16	4,43 ^a	6,46 ^a	,985	-14,83 ^a	23,70 ^a
		Ref0	38,13 ^{a*}	8,49	,002	12,87 ^a	63,39 ^a
	C20	C28	-1,87 ^a	5,72 ^a	1,000	-19,65 ^a	15,91 ^a
		C16	2,56 ^a	4,53 ^a	,995	-11,13 ^a	16,26 ^a
		Ref0	36,25 ^{a*}	7,13 ^a	,002	13,57 ^a	58,95 ^a
	C16	C28	-4,43 ^a	6,46 ^a	,985	-23,70 ^a	14,83 ^a
		C20	-2,56 ^a	4,53 ^a	,995	-16,26 ^a	11,13 ^a
		Ref0	33,69 ^a	7,74 ^a	,004	10,11 ^a	57,28 ^a
	Ref0	C28	-38,13 ^{a*}	8,49 ^a	,002	-63,39 ^a	-12,87 ^a
		C20	-36,26 ^a	7,13 ^a	,002	-58,95 ^a	-13,57 ^a
		C16	-33,69 ^{a*}	7,74 ^a	,004	-57,28 ^a	-10,11 ^a

*. Ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde anlamlıdır.

^a. Bu indis ile girilmiş tüm değerler 10⁴ katsayısı ile çarpılarak verilmiştir.

Çizelge 7.23. Yıkama sonrası kumaşlara ait özelliklerin varyanslarının homojenliği testi
Varyansların Homojenliği Testi

	Levene İstatistiği	sd1	sd2	p
HG	1,365	3	36	,269
B	3,957	3	36	,015
İ	,556	3	36	,647
R	2,363	3	36	,087
K	,509	3	36	,679
SBG	2,424	3	36	,082
G	,848	3	36	,477
İİU	2,972	3	36	,045
İAG	,000	3	36	1,000
ÇS	,560	3	36	,645
SS	,728	3	36	,542

Yıkama sonrası kumaşlara ait Levene testi sonuçları incelendiğinde sadece ilmek iplik uzunluğu (İİU) ve ısıl soğurganlık (B) değerlerinin varyanslarının homojen olmadığı ($p < 0,05$) görülmektedir. Bu durumda kumaşların ilmek iplik uzunluğu ve ısıl soğurganlık değerleri için Tamhane testi sonuçları değerlendirilmiştir. Hava geçirgenliği (HG), ısıl iletkenlik (İ), ısıl direnç (R), kalınlık (K), su buharı geçirgenliği (SBG), gramaj (G), iplikler arası gözeneklilik (İAG), çubuk sıklığı (ÇS) ve sıra sıklığı (SS) değişkenlerinin varyansları homojen olduğu için Tukey testi sonuçları değerlendirilmiştir.

Çizelge 7.24. Yıkama sonrası kumaş özelliklerine ait ANOVA testi sonuçları

ANOVA						
		Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
HG	Gruplar Arası	126,29 ^a	3	42,10 ^a	74,929	,000
	Grup İçi	20,22 ^a	36	,56 ^a		
	Toplam	146,52 ^a	39			
İ	Gruplar Arası	,00	3	,00	14,660	,000
	Grup İçi	,00	36	,00		
	Toplam	,00	39			
R	Gruplar Arası	,00	3	,00	34,956	,000
	Grup İçi	,00	36	,00		
	Toplam	,00	39			

Çizelge 7.24 (Devam) Yıkama sonrası kumaş özelliklerine ait ANOVA testi sonuçları

ANOVA						
		Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
K	Gruplar Arası	,21	3	,07	35,931	,000
	Grup İçi	,07	36	,00		
	Toplam	,29	39			
SBG	Gruplar Arası	299,36	3	99,79	85,148	,000
	Grup İçi	42,19	36	1,17		
	Toplam	341,55	39			
G	Gruplar Arası	,89 ^a	3	,30 ^a	136,604	,000
	Grup İçi	,08 ^a	36	,00 ^a		
	Toplam	,97 ^a	39			
İAG	Gruplar Arası	106,47	3	35,49	5323,750	,000
	Grup İçi	,24	36	,01		
	Toplam	106,71	39			
ÇS	Gruplar Arası	2,15	3	,72	6,000	,002
	Grup İçi	4,31	36	,12		
	Toplam	6,46	39			
SS	Gruplar Arası	9,22	3	3,07	31,503	,000
	Grup İçi	3,51	36	,10		
	Toplam	12,74	39			

^a Bu indis ile verilen tüm değerler 10⁻⁴ katsayısı ile çarpılarak verilmiştir.

Çizelge 7.25. Yıkama sonrası kumaş özelliklerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Çoklu Karşılaştırma

Tukey HSD

Bağımlı Değişken	(I) yıkamasonrası	(J) yıkamasonrası	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	Standart Hata	p	%95 Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
HG	H28	H20	-170,00*	33,52	,000	-260,28	-79,72
		H16	-293,00*	33,52	,000	-383,28	-202,72
		Ref	-487,00*	33,52	,000	-577,28	-396,72
	H20	H28	170,00*	33,52	,000	79,72	260,28
		H16	-123,00*	33,52	,004	-213,28	-32,72
		Ref	-317,00*	33,52	,000	-407,28	-226,72
	H16	H28	293,00*	33,52	,000	202,72	383,28
		H20	123,00*	33,52	,004	32,72	213,28
		Ref	-194,00*	33,52	,000	-284,28	-103,72

Çizelge 7.25 (Devam). Yıkama sonrası kumaş özelliklerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları
Çoklu Karşılaştırma

Tukey HSD

Bağımlı Değişken	(I)	(J)	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	Standart Hata	p	%95 Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
HG	Ref	H28	487,00*	33,52	,000	396,72	577,28
		H20	317,00*	33,52	,000	226,72	407,28
		H16	194,00*	33,52	,000	103,72	284,28
İ	H28	H20	-5,50 ^a	4,10 ^a	,544	-16,55 ^a	5,55 ^a
		H16	-9,30 ^a	4,10 ^a	,125	-20,35 ^a	1,75 ^a
		Ref	-25,80 ^{a*}	4,10 ^a	,000	-36,85 ^a	-14,75 ^a
	H20	H28	5,50 ^a	4,10 ^a	,544	-5,55 ^a	16,55 ^a
		H16	-3,80 ^a	4,10 ^a	,791	-14,85 ^a	7,25 ^a
		Ref	-20,30 ^{a*}	4,10 ^a	,000	-31,35 ^a	-9,25 ^a
	H16	H28	9,30 ^a	4,10 ^a	,125	-1,75 ^a	20,35 ^a
		H20	3,80 ^a	4,10 ^a	,791	-7,25 ^a	14,85 ^a
		Ref	-16,50 ^{a*}	4,10 ^a	,002	-27,55 ^a	-5,45 ^a
	Ref	H28	25,80 ^{a*}	4,10 ^a	,000	14,75 ^a	36,85 ^a
		H20	20,30 ^{a*}	4,10 ^a	,000	9,25 ^a	31,35 ^a
		H16	16,50 ^{a*}	4,10 ^a	,002	5,45 ^a	27,55 ^a
R	H28	H20	13,56 ^{a*}	4,71 ^a	,032	0,88 ^a	26,24 ^a
		H16	22,72 ^{a*}	4,71 ^a	,000	10,04 ^a	35,40 ^a
		Ref	46,76 ^{a*}	4,71 ^a	,000	34,08 ^a	59,44 ^a
	H20	H28	-13,56 ^{a*}	4,71 ^a	,032	-26,24 ^a	-,88 ^a
		H16	09,16 ^a	4,71 ^a	,228	-3,52 ^a	21,84 ^a
		Ref	33,20 ^{a*}	4,71 ^a	,000	20,51 ^a	45,88 ^a
	H16	H28	-22,72 ^{a*}	4,71 ^a	,000	-35,40 ^a	-10,04 ^a
		H20	-9,16 ^a	4,71 ^a	,228	-21,84 ^a	3,52 ^a
		Ref	24,04 ^{a*}	4,71 ^a	,000	11,36 ^a	36,72 ^a
	Ref	H28	-46,76 ^{a*}	4,71 ^a	,000	-59,44 ^a	-34,08 ^a
		H20	-33,20 ^{a*}	4,71 ^a	,000	-45,88 ^a	-20,51 ^a
		H16	-24,04 ^{a*}	4,71 ^a	,000	-36,72 ^a	-11,36 ^a
K	H28	H20	,04	,02	,127	-,01	,10
		H16	,05	,02	,104	-,01	,10
		Ref	,19*	,02	,000	,14	,25
	H20	H28	-,04	,02	,127	-,10	,01
		H16	,00	,02	1,000	-,05	,05
		Ref	,15*	,02	,000	,09	,20

Çizelge 7.25 (Devam) Yıkama sonrası kumaş özelliklerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları
Çoklu Karşılaştırma

Tukey HSD

Bağımlı Değişken	(I)	(J)	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	Standart Hata	p	%95 Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
K	H16	H28	-,05	,02	,104	-,10	,01
		H20	-,00	,02	1,000	-,05	,05
		Ref	,15*	,02	,000	,09	,20
	Ref	H28	-,19*	,02	,000	-,25	-,14
		H20	-,15*	,02	,000	-,20	-,09
		H16	-,15*	,02	,000	-,20	-,09
SBG	H28	H20	2,50*	,48	,000	1,1961	3,80
		H16	3,50*	,48	,000	2,1961	4,80
		Ref	7,59*	,48	,000	6,2861	8,89
	H20	H28	-2,50*	,48	,000	-3,8039	-1,20
		H16	1,00	,48	,184	-,3039	2,30
		Ref	5,09*	,48	,000	3,7861	6,39
	H16	H28	-3,50*	,48	,000	-4,8039	-2,20
		H20	-1,00	,48	,184	-2,3039	,30
		Ref	4,09*	,48	,000	2,7861	5,39
	Ref	H28	-7,59*	,48	,000	-8,8939	-6,29
		H20	-5,09*	,48	,000	-6,3939	-3,79
		H16	-4,09*	,48	,000	-5,3939	-2,79
G	H28	H20	-8,77*	2,09	,001	-14,40	-3,14
		H16	-14,79*	2,09	,000	-20,42	-9,16
		Ref	-40,20*	2,09	,000	-45,84	-34,57
	H20	H28	8,77*	2,09	,001	3,14	14,40
		H16	-6,01*	2,09	,033	-11,64	-,38
		Ref	-31,43*	2,09	,000	-37,06	-25,80
	H16	H28	14,79*	2,09	,000	9,16	20,42
		H20	6,01*	2,09	,033	,38	11,64
		Ref	-25,42*	2,09	,000	-31,05	-19,79
	Ref	H28	40,20*	2,09	,000	34,57	45,84
		H20	31,43*	2,09	,000	25,80	37,06
		H16	25,42*	2,09	,000	19,79	31,05
İAG	H28	H20	-1,90*	,04	,000	-2,00	-1,80
		H16	-2,90*	,04	,000	-3,00	-2,80
		Ref	-4,50*	,04	,000	-4,60	-4,40

Çizelge 7.25 (Devam) Yıkama sonrası kumaş özelliklerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları
Çoklu Karşılaştırma

Tukey HSD

Bağımlı Değişken	(I) yıkamasonrası	(J) yıkamasonrası	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	Standart Hata	p	%95 Güven Aralığı		
						Alt Sınır	Üst Sınır	
İAG	H20	H28	1,90 ^a	,04	,000	1,80	2,00	
		H16	-1,00 ^a	,04	,000	-1,10	-,90	
		Ref	-2,60 ^a	,04	,000	-2,70	-2,50	
	H16	H28	2,90 ^a	,04	,000	2,80	3,00	
		H20	1,00 ^a	,04	,000	,90	1,10	
		Ref	-1,60 ^a	,04	,000	-1,70	-1,50	
	Ref	H28	4,50 ^a	,04	,000	4,40	4,60	
		H20	2,60 ^a	,04	,000	2,50	2,70	
		H16	1,60 ^a	,04	,000	1,50	1,70	
ÇS	H28	H20	,00	,15	1,000	-,42	,42	
		H16	,00	,15	1,000	-,42	,42	
		Ref	-,54 ^a	,15	,007	-,95	-,12	
	H20	H28	,00	,15	1,000	-,42	,42	
		H16	,00	,15	1,000	-,42	,42	
		Ref	-,54 ^a	,15	,007	-,95	-,12	
	H16	H28	,00	,15	1,000	-,42	,42	
		H20	,00	,15	1,000	-,42	,42	
		Ref	-,54 ^a	,15	,007	-,95	-,12	
	Ref	H28	,54 ^a	,15	,007	,12	,95	
		H20	,54 ^a	,15	,007	,12	,95	
		H16	,54 ^a	,15	,007	,12	,95	
	SS	H28	H20	,00	,14	1,000	-,38	,38
			H16	,00	,14	1,000	-,38	,38
			Ref	-1,11 ^a	,14	,000	-1,48	-,73
H20		H28	,00	,14	1,000	-,38	,38	
		H16	,00	,14	1,000	-,38	,38	
		Ref	-1,11 ^a	,14	,000	-1,48	-,73	
H16		H28	,00	,14	1,000	-,38	,38	
		H20	,00	,14	1,000	-,38	,38	
		Ref	-1,11 ^a	,14	,000	-1,48	-,73	
Ref		H28	1,11 ^a	,14	,000	,73	1,48	
		H20	1,11 ^a	,14	,000	,73	1,48	
		H16	1,11 ^a	,14	,000	,73	1,48	

*. Ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde anlamlıdır. ^a. Bu indis ile verilen tüm değerler 10⁴ ile çarpılarak verilmiştir

Yıkama sonrasında tüm kumaşların hava geçirgenliği, gramaj ve iplikler arası gözeneklilik değerleri birbirinden istatistiksel açıdan anlamlı bir fark sergilememektedir. Kumaşların ısı iletkenlik, kalınlık, çubuk sıklığı ve sıra sıklığı değerleri göz önünde bulundurulduğunda, sadece referans kumaşın içi boş ipliklerden elde edilen kumaşlardan istatistiksel açıdan anlamlı farklılık sergilediği görülmektedir. Kumaşların ısı direnç ve su buharı geçirgenliği özellikleri değerlendirildiğinde sadece H20 ve H16 kodlu kumaşların birbirlerinden istatistiksel açıdan anlamlı bir fark sergilemedikleri, diğer kumaşların ısı dirençlerinin ise birbirinden farklı olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 7.26. Yıkama sonrası kumaşların ilmek iplik uzunlukları ve ısı soğurganlıklarına ait ANOVA testi sonuçları

ANOVA						
		Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
B	Gruplar Arası	2594,70	3	864,90	34,481	,000
	Gruplar İçi	903,01	36	25,08		
	Toplam	3497,70	39			
İİU	Gruplar Arası	,03	3	,01	326,338	,000
	Gruplar İçi	,00	36	,00		
	Toplam	,04	39			

Çizelge 7.27. Yıkama sonrası kumaşların Tamhane çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Çoklu Karşılaştırma

Tamhane

Bağımlı Değişken	(I)	(J)	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	Standart Hata	p	%95 Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
B	H28	H20	9,72*	2,57	,010	2,01	17,43
		H16	16,80*	2,36	,000	9,51	24,09
		Ref	21,34*	2,61	,000	13,55	29,13
	H20	H28	-9,72*	2,57	,010	-17,43	-2,01
		H16	7,08*	1,80	,007	1,70	12,46
		Ref	11,62*	2,11	,000	5,38	17,86
	H16	H28	-16,80*	2,36	,000	-24,09	-9,51
		H20	-7,08*	1,80	,007	-12,46	-1,70
		Ref	4,54	1,85	,146	-1,01	10,09

Çizelge 7.27 (Devam) Yıkama sonrası kumaşların Tamhane çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Çoklu Karşılaştırma

Tamhane

Bağımlı Değişken	(I) yıkamasonrası	(J) yıkamasonrası	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	Standart Hata	p	%95 Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
B	Ref	H28	-21,34*	2,61	,000	-29,13	-13,55
		H20	-11,62*	2,11	,000	-17,86	-5,38
		H16	-4,54	1,85	,146	-10,09	1,01
İİU	H28	H20	,20 ^a	,27 ^a	,979	-,61 ^a	1,01 ^a
		H16	,25 ^a	,31 ^a	,968	-,68 ^a	1,18 ^a
		Ref	6,92 ^{a*}	,23 ^a	,000	6,21 ^a	7,63 ^a
	H20	H28	-,20 ^a	,27 ^a	,979	-1,01 ^a	,61 ^a
		H16	,05 ^a	,30 ^a	1,000	-,83 ^a	,93 ^a
		Ref	6,72 ^{a*}	,20 ^a	,000	6,09 ^a	7,34 ^a
	H16	H28	-,25 ^a	,31 ^a	,968	-1,18 ^a	,68 ^a
		H20	-,05 ^a	,30 ^a	1,000	-,93 ^a	,83 ^a
		Ref	6,67 ^{a*}	,25 ^a	,000	5,87 ^a	7,47 ^a
	Ref	H28	-6,92 ^{a*}	,23 ^a	,000	-7,63 ^a	-6,21 ^a
		H20	-6,72 ^{a*}	,20 ^a	,000	-7,35 ^a	-6,09 ^a
		H16	-6,67 ^{a*}	,25 ^a	,000	-7,47 ^a	-5,87 ^a

*. Ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde anlamlıdır.

^a. Bu indis ile verilen tüm değerler 10² katsayısı ile çarpılarak verilmiştir.

Yıkama sonrasında kumaşların ilmek iplik uzunluğu değerleri göz önünde bulundurulduğunda, sadece referans kumaşın içi boş ipliklerden elde edilen kumaşlardan istatistiksel açıdan anlamlı farklılık sergilediği görülmektedir. İlmek iplik uzunluğu açısından içi boş ipliklerden elde edilen kumaşlar kendi aralarında anlamlı bir fark sergilememektedir. Yıkama sonrası kumaşların ısıl soğurganlık değerleri incelendiğinde referans kumaşı ile H16 kodlu kumaş arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir. İçi boş ipliklerden üretilen kumaşlar kendi arasında değerlendirildiğinde tüm kumaşların ısıl soğurganlık değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu görülmektedir.

7.3. Regresyon Analizi ve Sonuçları

Değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde en çok tercih edilen istatistik yöntemlerden biri olan regresyon analizi, bağımlı değişken ile bir veya daha fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkinin incelenmesine olanak sağlamaktadır. Regresyon analizinde genellikle bağımlı değişkenler (Y) ile gösterilmekte ve açıklanan değişken olarak tanımlanmakta, bağımsız değişkenler ise (X) ile gösterilmekte olup açıklayıcı değişken olarak tanımlanmaktadır.

Regresyon analizi bağımsız değişken sayısına göre ikiye ayrılmakta olup, tek bağımsız değişken varsa basit regresyon, birden fazla değişken olması durumunda ise çoklu regresyon olarak adlandırılmaktadır. Fonksiyon tipine göre ise doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon analizi olarak ikiye ayrılmaktadır.

Linear bir regresyon modelinin genel ifadesi şu şekildedir:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_kX_k \quad (7.1)$$

Burada;

Y; bağımlı değişkeni,

X_1, X_2, \dots, X_k ; bağımsız değişkenleri,

b_0, b_1, b_2, b_k ise regresyon katsayılarını ifade etmektedir [148].

Parametrik testler içerisinde yer alan regresyon analizinin yapılabilmesi için verilerin normal dağılım göstermesi ya da normale yakın bir dağılıma sahip olması gerekmektedir. Verilerin normal dağılım sergileyip sergilemedikleri ya da normale yakın bir dağılıma sahip olup olmadıklarını test etmek için çeşitli yöntemler mevcuttur. Kolmogorov- Smirnov veya Shapiro- Wilks testleri, verilerin Kurtosis (Basıklık) ve Skewness (Çarpıklık) değerlerini inceleme veya grafiksel metotlar (frekans dağılımı ile histogram çizdirme gibi) ile verilerin normal dağılıma uygunluğu ya da yakınlığı test edilebilmektedir [149]. Bütün bunların yanı sıra merkezi limit teoremine göre veri sayısındaki artış ile tüm verilerin normal dağılım göstereceği beklenmektedir [150].

Çalışmada içi boş iplikli kumaş yapısı yıkama işlemi sonrasında elde edilmektedir. Tezin temel amacı içi boş ipliklerden elde edilen kumaşların ısı konfor özelliklerinin modellenmesine dayandığı için yapılan regresyon analizlerinde sadece yıkama sonrası kumaşlara ait değişkenler ele alınmıştır. Yıkama sonrası içi boş ipliklerden ve referans ipliğinden üretilen kumaşlara ait tüm özelliklerin Kolmogorov- Smirnov (K-S) testi sonuçları Çizelge 7.28’de verilmiştir.

Çizelge 7.28. Yıkama sonrası kumaşlara ait özelliklerin K-S testi sonuçları

	N	Ortalama	Standart Sapma	Kolmogorov-Smirnov Z	Asimptotik Anlamlılık (2-Uçlu)
HG	40	2704,50	193,82	0,45	0,986
B	40	71,24	5,83	0,47	0,979
İ	40	0,05	0,00	0,88	0,996
R	40	0,03	0,00	0,41	0,659
K	40	1,54	0,08	0,73	0,522
SBG	40	62,30	2,96	0,81	0,262
G	40	133,05	15,80	1,01	0,164
Yıkama Sonrası İplik Çapı	40	324,35	31,46	1,12	0,359
İPK	40	0,32	0,04	0,93	0,000
İAG	40	53,63	1,65	2,25	0,253
ÇS	40	7,46	0,41	1,02	0,000
SS	40	8,28	0,57	2,08	0,000
İİU	40	0,70	0,03	2,28	0,000

Çizelge 7.28’de görüldüğü gibi iplik paketlenme katsayısı (İPK), çubuk sıklığı (ÇS), sıra sıklığı (SS), ilmek iplik uzunluğu (İİU), kumaş yoğunluğu (KY) dışındaki tüm özellikler önem seviyesi 0,05’ten büyük olduğu için normal dağılım sergilemektedir. Fakat K-S testine göre önem seviyeleri 0,05’ten küçük olan özelliklerin kesin olarak normal dağılım göstermediğini söylemek her zaman doğru olmamaktadır [151]. Daha önce de belirtildiği gibi K-S testinin yanı sıra Kurtosis ve Skewness değerleri ile verilerin normal dağılımı hakkında karar verilebilir. Skewness (çarpıklık) veri dağılımının normalden uzaklaşmasını

ifade eden $+\infty$ ile $-\infty$ arasında değerler alabilen bir kavramdır. Çarpıklık katsayısının negatif olması dağılımın sola çarpık olduğunu, pozitif olması ise sağa çarpık olduğunu göstermektedir. $\pm 1,96$ değerleri arasında yer alan çarpıklık değerleri dağılımın normal olduğunun bir göstergesidir. Kurtosis (basıklık) ise dağılımın dikey yönde değişimini gösteren bir kavram olup, verilerin dağılım eğrilerinin ne kadar dik veya basık olduğu hakkında bilgi vermektedir. Pozitif basıklık katsayısı verilerin dağılım eğrisinin normale göre daha sivri olduğunu göstermektedir. Normal dağılımın basıklık katsayısı 0 kabul edilirken, $\pm 1,96$ arasında değişen basıklık katsayısı değerleri dağılımın normal olduğu hakkında bilgi vermektedir [152].

K-S testine göre normal dağılım sergilemeyen sıra sıklığı (SS), çubuk sıklığı (ÇS), ilmek iplik uzunluğu (İİU) ve iplik paketlenme katsayısı (İPK) verilerinin Kurtosis ve Skewness değerleri hesaplatılmış ve bu analiz sonrasında $\pm 1,96$ arasında değişen basıklık ve çarpıklık katsayısı değerlerine sahip verilerin de dağılımının normal olduğu kabul edilmiştir.

Çizelge 7.29. Verilerin Kurtosis ve Skewness değerleri

Tanımlayıcı İstatistikler						
	N	Ortalama	Skewness (Çarpıklık)		Kurtosis (Basıklık)	
	İstatistik	İstatistik	İstatistik	Standart Hata	İstatistik	Standart Hata
İPK	40	,32	1,005	,374	-,726	,733
ÇS	40	7,46	-,115	,374	-,339	,733
SS	40	8,28	,694	,374	-,340	,733
İİU	40	,70	-1,088	,374	-,655	,733

Çizelge 7.29 incelendiğinde verilere ait Skewness ve Kurtosis değerlerinin $\pm 1,96$ değeri arasında olduğu görülmektedir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu ile ilgili yapılan analizler sonucunda regresyon analizinde kullanılması düşünülen değişkenlerin hepsinin normal veya normale yakın bir dağılım gösterdiği söylenebilmektedir.

Regresyon analizinde bağımlı değişkenleri etkileyeceği düşünülen bağımsız değişkenler seçilerek regresyon eşitlikleri oluşturulmuştur. Sonrasında bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve şeklinin belirlenmesi amacıyla serpmme grafikleri oluşturulmuştur. Serpmme grafiklerinde dikey eksen hata terimleri, yatay eksen ise

tahmin edilen değerler verilmektedir. Çalışma kapsamında serpmme grafiklerinin yanı sıra bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenlerin tek tek aralarındaki ilişkiyi gösteren kısmi regresyon serpmme grafikleri de oluşturulmuştur. Bu grafiklere göre aralarında doğrusal ilişki görülmeyen değişkenler arasındaki en uygun ilişkinin belirlenmesi amacıyla eğri tahmini (Curve Estimation) seçeneğinden yararlanılmıştır.

7.3.1. Yıkama Sonrası Kumaşların Hava Geçirgenliği Değerinin Tahmin Edilmesi

Bu analizde kumaşların hava geçirgenlik özelliği bağımlı değişken olarak seçilmiş olup, kumaşların hava geçirgenliği üzerinde önemli etkiye sahip olduğu düşünülen iplikler arası gözeneklilik (İAG) ve kumaş kalınlığı (K) değerleri ise bağımsız değişken olarak seçilerek analiz yapılmıştır.

Çizelge 7.30. Hava geçirgenlik değerinin tahminlenmesine yönelik yapılan analiz sonuçları

Analize giren/çıkan değişkenler^a

Model	Giren Değişkenler	Çıkan Değişkenler	Metot
1	İAG, K ^b	.	Enter

a. Bağımlı Değişken: HG

b. İstenecek tüm değişkenler girdi

Modelin Özeti^b

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Tahminin Standart Hatası
1	,942 ^a	,887	,881	66,87

a. Tahminleyiciler: (Sabit), İAG, K

b. Bağımlı Değişken: HG

ANOVA^a

Model	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
1 Regresyon	1299757,19	2	649878,59	145,349	,000 ^b
Artık	165432,81	37	4471,16		
Toplam	1465190,00	39			

a. Bağımlı Değişken: HG

b. Tahminleyiciler (Sabit), İAG, K

Çizelge 7.30 (Devam) Hava geçirgenlik değerinin tahminlenmesine yönelik yapılan analiz sonuçları
Katsayılar^a

Model	Standartlaştırılmamış Katsayılar		Standartlaştırılmış Katsayılar	t	p
	B	Standart Hata	Beta		
1 (Sabit)	-863,817	815,182		-1,060	,296
K	-609,425	199,407	-,269	-3,056	,004
İAG	84,015	10,319	,717	8,142	,000

a. Bağımlı Değişken: HG

Artıkların İstatistiği^a

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	N
Tahminlenen Değer	2430,72	3009,90	2704,50	182,56	40
Artık	-135,43	83,68	,00	65,13	40
Standart Tahmin Değeri	-1,50	1,67	,00	1,00	40
Standart Artık	-2,02	1,25	,00	,97	40

a. Bağımlı Değişken: HG

Çizelge 7.30'da "Modelin Özeti" alt başlığı altında verilen R² değeri bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki değişimin ne kadarını (%) açıklayabildiğini ifade etmektedir. Buna göre yıkama sonrasında kumaşların hava geçirgenliği değerindeki %88,7'lik değişimin modelde yer alan kumaş kalınlığı ve iplikler arası gözeneklilik değişkenleri tarafından açıklandığı söylenebilmektedir. Çizelge 7.30'da ANOVA alt başlığı altında verilen p değerinin 0,05'ten küçük olması bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin anlamlı olduğunu ifade etmektedir

Bu kapsamda elde edilen modelimiz aşağıda verilmiştir:

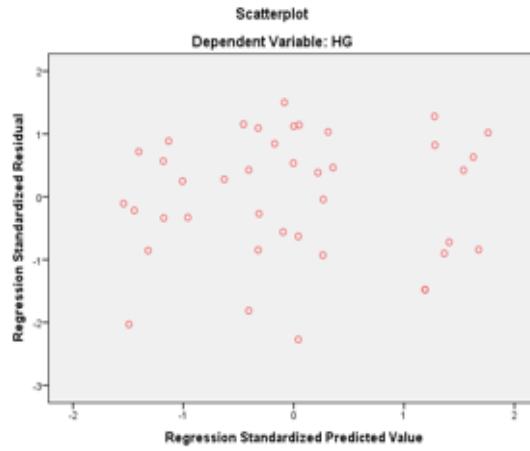
$$HG = -863,82 + 84,015 * İAG - 609,425 * K \quad (7.2)$$

Fakat "Katsayılar" alt başlığı altında verilen p değerleri arasında sabit değer p değerinin 0,05'ten büyük olması buradaki sabit değer bağımlı değişken olan hava geçirgenliğine olan etkisinin önemli olmadığını göstermektedir. Bu yüzden sabit değeri içermeyecek şekilde yeniden regresyon analizi yapılmıştır. Sabit değeri içermeyecek şekilde yapılan analiz sonucunda R² değeri 0,99 olarak belirlenmiştir. Elde edilen R² 0,99 değeri, içi boş iplikli kumaşların hava geçirgenliği değerindeki %99'luk değişimin modelde yer alan

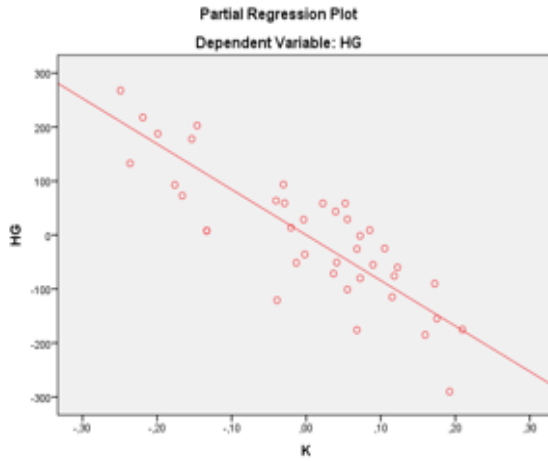
kumaş kalınlığı ve iplikler arası gözeneklilik değişkenleri tarafından açıklandığını göstermektedir.

Elde edilen sonuçlara göre içi boş ipliklerden örülmüş kumaşların hava geçirgenliği değerinin tahmin edilmesinde kullanılacak eşitlik aşağıda verilmiştir.

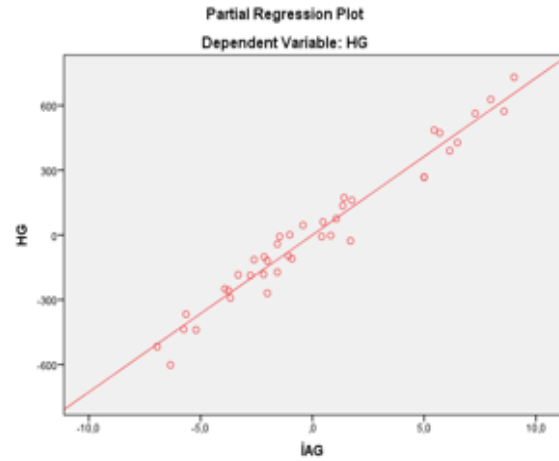
$$HG = 73,390 * \dot{I}AG - 800,597 * K \quad (7.3)$$



(a)



(b)



(c)

Şekil 7.1. Hava geçirgenliği için (a) Hata terimleri ile standartlaştırılmış tahmin değerlerinin serpme grafiği, (b) K değişkenine bağlı kısmi regresyon serpme grafiği, (c) İAG değişkenine bağlı kısmi regresyon serpme grafiği

Analiz sonucu elde edilen kısmi regresyon serpmme grafiklerine göre İAG ile HG arasında doğrusal, K ile HG arasında ise doğrusala yakın bir ilişki olduğu görülmektedir. Oluşturulan lineer modelden ve kısmi regresyon serpmme grafiklerinden görüldüğü üzere kumaşların hava geçirgenlik değerleri, iplikler arası gözeneklilikten ve kumaş kalınlığından etkilenmekte olup, iplikler arası gözeneklilikteki artışla artmakta, kalınlıktaki artışla azalmaktadır.

Kumaşların hava geçirgenlik özellikleri ile ilgili gözlenen değerler ile tahmin edilen değerleri karşılaştırmak amacıyla bağımsız değişken olarak seçilen iplikler arası gözeneklilik ve kumaş kalınlık değerleri oluşturulan denklemde yerine konulmuştur. Hesaplanan ve test sonucunda elde edilen hava geçirgenliği değerleri Çizelge 7.31’de verilmiştir.

Çizelge 7. 31. Hava geçirgenliği özelliğine ait gözlenen ve tahminlenen değerler

Numune Kodu	Hava Geçirgenlik Değeri (Gözlenen)	Hava Geçirgenlik Değeri (Tahminlenen)	Mutlak Bağlı Fark (%)
H28	2467	2452,75	0,6
H20	2637	2652,21	0,6
H16	2760	2727,21	1,2
Ref	2954	2962,32	0,3

Çizelge 7.31’de görüldüğü üzere tahminlenen ve gözlenen değerler arasındaki farklar tüm numunler için oldukça düşük olup istatistiksel açıdan anlamsızdır.

7.3.2. Yıkama Sonrası Kumaşların Isıl Direnç Değerinin Tahmin Edilmesi

Yıkama sonrası kumaşların ısı direnç değerinin tahminlenmesi amacıyla yapılan analizde kumaşların ısı direnç özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olan kumaş kalınlığı ve kumaş içerisinde bulunan durgun havanın rolü dikkate alınmış ve bağımsız değişken olarak kumaş kalınlığı (K) ve iplik paketlenme katsayısı (İPK) seçilmiştir.

Çizelge 7. 32. Isıl Direnç değerinin tahminlenmesine yönelik yapılan analiz sonuçlar

Analize giren/çıkan değişkenler^a

Model	Giren Değişkenler	Çıkan Değişkenler	Metot
1	İPK, K ^b	.	Enter

a. Bağımlı Değişken: R

b. İstenen tüm değişkenler girdi.

Modelin Özeti^b

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Tahminin Standart Hatası
1	,874 ^a	,763	,751	,00

a. Tahminleyiciler (Sabit), İPK, K

b. Bağımlı Değişken: R

ANOVA^a

Model	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
1 Regresyon	,00	2	,00	59,680	,000 ^b
Artık	,00	37	,00		
Toplam	,00	39			

a. Bağımlı Değişken: R

b. Tahminleyiciler (Sabit), İPK, K

Katsayılar^a

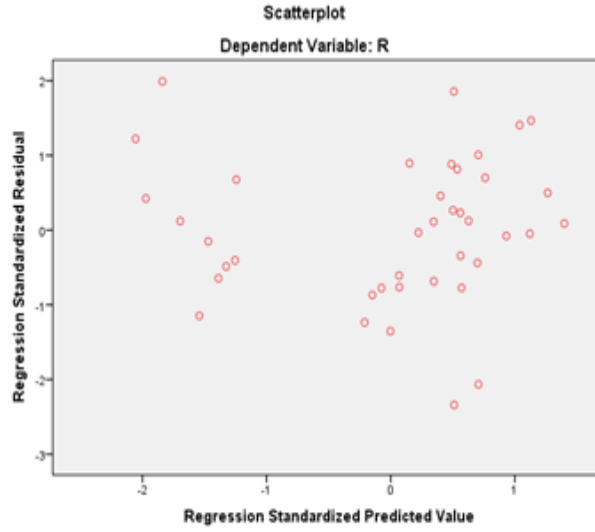
Model		Standartlaştırılmamış Katsayılar		Standartlaştırılmış Katsayılar	t	p
		B	Standart Hata	Beta		
1	(Sabit)	,019	,008		2,417	,021
	K	,013	,004	,538	3,397	,002
	İPK	-,017	,008	-,366	-2,314	,026

a. Bağımlı Değişken: R

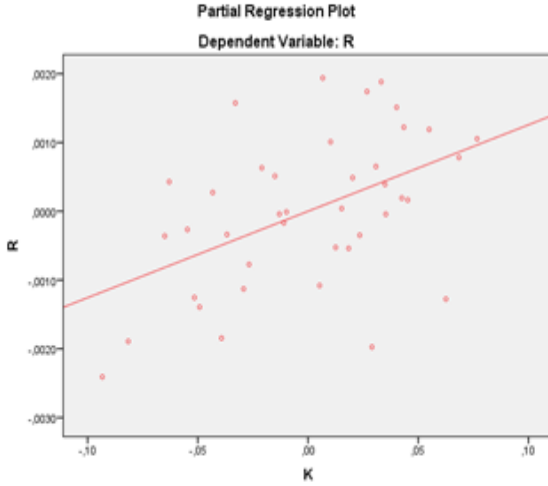
Artıkların İstatistiği^a

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	N
Tahminlenen Değer	,03	,03	,03	,00	40
Artık	-,00	,00	,00	,00	40
Standart Tahmin Değeri	-2,05	1,40	,00	1,00	40
Standart Artık	-2,34	1,99	,00	,97	40

a. Bağımlı Değişken: R



(a)



(b)



(c)

Şekil 7.2. Isıl direnç için (a) Hata terimleri ile standartlaştırılmış tahmin değerlerinin serpmme grafiği, (b) K değişkenine bağlı kısmi regresyon serpmme grafiği, (c) İPK değişkenine bağlı kısmi regresyon serpmme grafiği

Elde edilen veriler incelendiğinde yıkama sonrasında kumaşların ısıl direnç değerindeki %76,3'lük değişimin modelde yer alan kumaş kalınlığı ve iplik paketlenme katsayısı değişkenleri tarafından açıklandığı söylenebilmektedir. ANOVA test sonuçlarına göre $p < 0,05$ olduğu için bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki anlamlıdır. Katsayılar alt başlıklı tabloya göre sabit değer ve bağımsız değişkenlerin katsayılarının bağımlı değişkene olan etkisinin önemli olduğu söylenebilmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre içi boş ipliklerden örülmüş kumaşların ısı direnç değerinin tahmin edilmesinde kullanılabilir eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$R = 0,019 + 0,013 * K - 0,017 * İPK \quad (7.4)$$

Analiz sonucu elde edilen kısmi regresyon serpm grafiklerine göre K ile R ve İPK ile R arasında doğrusala yakın bir ilişki olduğu söylenebilmektedir. Oluşturulan lineer modelden ve kısmi regresyon serpm grafiklerinden görüldüğü üzere kumaşların ısı direnç değerleri, iplik paketlenme katsayısı ve kumaş kalınlığından etkilenmekte olup, iplik paketlenme katsayısındaki artışla azalmakta, kalınlıktaki artışla artmaktadır.

Kumaşların ısı direnç özellikleri ile ilgili gözlenen değerler ile tahmin edilen değerleri karşılaştırmak amacıyla bağımsız değişken olarak seçilen iplik paketlenme katsayısı ve kumaş kalınlık değerleri elde edilen denklemde yerine konulmuştur. Hesaplanan ve ısı direnç testi sonucunda elde edilen değerler Çizelge 7.33’de verilmiştir.

Çizelge 7. 33. Isı direnç özelliğine ait gözlenen ve tahminlenen değerler

Numune Kodu	Isı Direnç Değeri (Gözlenen)	Isı Direnç Değeri (Tahminlenen)	Mutlak Bağlı Fark (%)
H28	0,0348	0,0351	0,9
H20	0,0335	0,0342	2,1
H16	0,0326	0,0341	4,6
Ref	0,0302	0,0308	2,0

Çizelge 7.33’de görüldüğü üzere kumaşların ısı direnç özelliklerine ait tahminlenen ve gözlenen değerler birbirlerine oldukça yakındır.

7.3.3. Yıkama Sonrası Kumaşların Bağlı Su Buharı Geçirgenlik Değerinin Tahmin Edilmesi

Bağlı su buharı geçirgenlik özelliği materyallerin mikro gözenekli yapısına büyük oranda bağlı olduğu için kumaşların bağlı su buharı geçirgenlik değerlerinin önceden tahmin

edilmesi amacıyla yapılan analizde bağımsız değişken olarak iplik paketlenme katsayısı seçilmiştir.

Çizelge 7. 34. Bağlı su buharı geçirgenliği değerinin tahminlenmesine yönelik yapılan analiz sonuçları

Analize giren/çıkan değişkenler^a

Model	Giren Değişkenler	Çıkan Değişkenler	Metot
1	İPK ^b	.	Enter

a. Bağımlı Değişken: SBG

b. İstenen tüm değişkenler girdi.

Modelin Özeti^b

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Tahminin Standart Hatası
1	,905 ^a	,818	,814	1,28

a. Tahminleyiciler (Sabit), İPK

b. Bağımlı Değişken: SBG

ANOVA^a

Model	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
1 Regresyon	279,54	1	279,54	171,308	,000 ^b
Artık	62,01	38	1,63		
Toplam	341,55	39			

a. Bağımlı Değişken: SBG

b. Tahminleyiciler (Sabit), İPK

Katsayılar^a

Model	Standartlaştırılmamış Katsayılar		Standartlaştırılmış Katsayılar	t	p
	B	Standart Hata	Beta		
1 (Sabit)	82,691	1,571		52,644	,000
İPK	-63,848	4,878	-,905	-13,088	,000

a. Bağımlı Değişken: SBG

Artıkların İstatistiği^a

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	N
Tahminlenen Değer	57,79	64,81	62,30	2,68	40
Artık	-3,09	2,314	,00	1,26	40
Standart Tahmin Değeri	-1,68	,94	,00	1,00	40
Standart Artık	-2,42	1,81	,00	,99	40

a. Bağımlı Değişken: SBG

Kumaşların su buharı geçirgenlik özelliği ile iplik paketlenme katsayısı arasındaki ilişkinin doğrusal olup olmadığını hakkında bir karar vermek amacıyla eğri tahmini (Curve Estimation) işlemi uygulanmış ve elde edilen modellerin R² değerleri değerlendirilmiştir. Su buharı geçirgenliği ile iplik paketlenme katsayısı arasında oluşturulan lineer modelde R² değeri %81,8 olarak elde edilmiştir. Eğri tahminine göre ise kuadratik ve kübik eşitliklerin her ikisinde de R² değerleri %86,9 olarak hesaplanmış olup, daha az terim içerdiği için kuadratik model tercih edilmiştir.

Çizelge 7. 35. Bağlı su buharı geçirgenliği ile iplik paketlenme katsayısı arasındaki kuadratik ilişkiyi gösteren analiz sonuçları

Modelin Özeti			
R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Tahminin Standart Hatası
,932	,869	,862	1,10

Bağımsız Değişken İPK.

ANOVA

	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Regresyon	296,94	2	148,47	123,157	,000
Artık	44,60	37	1,21		
Toplam	341,55	39			

Bağımsız Değişken İPK.

Katsayılar

	Standartlaştırılmamış Katsayılar		Standartlaştırılmış Katsayılar	t	p
	B	Standart Hata	Beta		
İPK	-557,257	129,931	-7,896	-4,289	,000
İPK ** 2	727,009	191,346	6,995	3,799	,001
(Sabit)	164,870	21,671		7,608	,000

Elde edilen sonuçlara göre su buharı geçirgenliği ile iplik paketlenme katsayısı arasındaki ilişkiyi veren regresyon denklemi şu şekildedir:

$$SBG = 164,87 - 557,257 * İPK + 727,009 * İPK^2 \quad (7.5)$$

Kumaşların su buharı geçirgenlik özellikleri iplik numarası, iplik çapı, kumaş kalınlığı gibi birçok değişkenden etkilenmektedir. İplik paketlenme katsayısı ise iplik çapı ve iplik numarası değerleri ile hesaplanmaktadır. Oluşturulan regresyon denkleminde kumaşların su buharı geçirgenlik özelliklerinin yalnızca iplik paketlenme katsayısı ile yüksek bir oranda açıklanması bu durumdan kaynaklanmaktadır.

Kumaşların su buharı geçirgenlik özellikleri ile ilgili gözlenen değerler ile tahmin edilen değerleri karşılaştırmak amacıyla bağımsız değişken olarak seçilen iplik paketlenme katsayısı değeri oluşturulan denklemde yerine konulmuştur. Hesaplanan ve su buharı geçirgenliği testi sonucunda elde edilen değerler Çizelge 7.36'da verilmiştir.

Çizelge 7. 36. Su buharı geçirgenliği özelliğine ait gözlenen ve tahminlenen değerler

Numune Kodu	Su Buharı Geçirgenlik Değeri (Gözlenen)	Su Buharı Geçirgenlik Değeri (Tahminlenen)	Mutlak Bağıl Fark (%)
H28	65,7	65,68	0,03
H20	63,2	63,12	0,13
H16	62,2	62,31	0,18
Ref	58,1	58,11	0,02

Çizelge 7.36'da görüldüğü üzere tahminlenen ve gözlenen değerler arasındaki farklar tüm numunler için oldukça düşük olup istatistiksel açıdan anlamsızdır.

7.3.4. Yıkama Sonrası Kumaşların Isıl İletkenlik Değerinin Tahmin Edilmesi

Yıkama sonrası kumaşların ısıl iletkenlik özelliklerinin tahmin edilmesine yönelik yapılan analizde sadece iplik paketlenme katsayısının istatistiksel açıdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 7. 37. Isıl iletkenlik değerin tahminlenmesine yönelik yapılan analiz sonuçları

Analize giren/çıkan değişkenler^a

Model	Giren Değişkenler	Çıkan Değişkenler	Metot
1	İPK ^b	.	Enter

a. Bağımlı Değişken: İ

b. İstlenen tüm değişkenler girdi.

Modelin Özeti^b

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Tahminin Standart Hatası
1	,736 ^a	,541	,529	,00

a. Tahminleyici (Sabit) İPK

b. Bağımlı Değişken: İ

ANOVA^a

Model	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
1 Regresyon	,00	1	,00	44,812	,000 ^b
Artık	,00	38	,00		
Toplam	,00	39			

a. Bağımlı Değişken: İ

b. Tahminleyiciler (Sabit), İPK

Katsayılar^a

Model	Standartlaştırılmamış Katsayılar		Standartlaştırılmış Katsayılar	t	p
	B	Standart Hata	Beta		
1 (Sabit)	,040	,001		35,933	,000
İPK	,023	,003	,736	6,694	,000

a. Bağımlı Değişken: İ

Artıkların İstatistiği^a

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	N
Tahminlenen Değer	,05	,05	,05	,00	40
Artık	-,00	,00	,00	,00	40
Standart Tahmin Değeri	-,94	1,68	,00	1,00	40
Standart Artık	-2,48	1,64	,00	,99	40

a. Bağımlı Değişken: İ

Kumaşların ısıl iletkenlik özelliği ile iplik paketlenme katsayısı arasındaki ilişkinin doğrusal olup olmadığını hakkında bir karar vermek amacıyla eğri tahmini (Curve

Estimation) işlemi uygulanmış ve elde edilen modellerin R^2 değerleri değerlendirilmiştir. Isıl iletkenlik ile iplik paketlenme katsayısı arasında oluşturulan lineer modelde R^2 değeri %54,1 olarak elde edilmiştir. Eğri tahminine göre ise en yüksek R^2 değerlerine kuadratik ve kübik modellerde (R^2 %54,8) ulaşılmasına rağmen açıklayıcı değişkenlerin p değerleri 0,05'ten büyük olduğu için R^2 değeri %54,5 olan logaritmik model tercih edilmiştir.

Çizelge 7. 38. Isıl iletkenlik ile iplik paketlenme katsayısı arasındaki logaritmik ilişkiyi gösteren analiz sonuçları

Modelin Özeti			
R	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahminin Standart Hatası
,738	,545	,533	,001

Bağımsız Değişken İPK.

ANOVA					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Regresyon	,00	1	,00	45,464	,000
Artık	,00	38	,00		
Toplam	,00	39			

Bağımsız Değişken İPK.

	Standartlaştırılmamış Katsayılar		Standartlaştırılmış Katsayılar	t	p
	B	Standart Hata	Beta		
	ln(İPK)	,008	,001		
(Sabit)	,056	,001		42,080	,000

Elde edilen sonuçlara göre ısıl iletkenlik ile iplik paketlenme katsayısı arasındaki logaritmik ilişkiyi veren regresyon denklemi şu şekildedir:

$$\dot{I} = 0,056 + 0,008 * \ln(\dot{I}PK) \quad (7.6)$$

Oluşturulan logaritmik modele göre kumaşların ısı iletkenlik değeri, iplik paketlenme katsayısından etkilenmekte olup, iplik paketlenme katsayısındaki artışla artmaktadır.

Kumaşların ısı iletkenlik özellikleri ile ilgili gözlenen değeri ile tahmin edilen değeri karşılaştırmak amacıyla bağımsız değişken olarak seçilen iplik paketlenme katsayısı değeri denklemde yerine konulmuştur. Hesaplanan ve ısı iletkenlik testi sonucunda elde edilen değeri Çizelge 7.39’da verilmiştir.

Çizelge 7. 39. Isı iletkenlik özelliğine ait gözlenen ve tahminlenen değeri

Numune Kodu	Isı İletkenlik Değeri (Gözlenen)	Isı İletkenlik Değeri (Tahminlenen)	Mutlak Bağlı Fark (%)
H28	0,0462	0,0458	0,87
H20	0,0467	0,0463	0,86
H16	0,0471	0,0465	1,27
Ref	0,0488	0,0484	0,82

Çizelge 7.39’da görüldüğü üzere kumaşların ısı iletkenlik değeri için tahminlenen ve gözlenen değeri arasındaki farklar tüm numunler için oldukça düşük olup istatistiksel açıdan anlamsızdır.

7.3.5. Yıkama Sonrası Kumaşların Isı Soğurganlık Değeri için Tahmin Edilmesi

Yıkama sonrası kumaşların ısı soğurganlık değeri için modellenmesinde kumaşların ısı soğurganlıkları üzerinde önemli bir etkisi olduğu düşünülen iplikler arası gözeneklilik değeri bağımsız değişken olarak seçilmiştir.

Çizelge 7. 40. Isıl soğurganlık değerinin tahminlenmesine yönelik yapılan analiz sonuçları

Analize giren/çıkan değişkenler^a

Model	Giren Değişkenler	Çıkan Değişkenler	Metot
1	İAG ^b	.	Enter

a. Bağımlı Değişken: B

b. İstenecek tüm değişkenler girdi.

Modelin Özeti

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Tahminin Standart Hatası
1	,848 ^a	,719	,712	5,08

a. Tahminleyiciler(Sabit), İAG

ANOVA^a

Model	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
1 Regresyon	2515,13	1	2515,13	97,270	,000 ^b
Artık	982,57	38	25,86		
Toplam	3497,70	39			

a. Bağımlı Değişken: B

b. Tahminleyiciler (Sabit) İAG

Katsayılar^a

Model	Standartlaştırılmamış Katsayılar		Standartlaştırılmış Katsayılar	t	p.
	B	Standart Hata	Beta		
1 (Sabit)	337,681	26,409		12,787	,000
İAG	-4,855	,492	-,848	-9,863	,000

a. Bağımlı Değişken: B

Artıkların İstatistiği^a

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	N
Tahminlenen Değer	66,30	89,12	77,34	8,03	40
Artık	-9,42	8,35	,00	5,02	40
Standart Tahmin Değeri	-1,37	1,47	,00	1,00	40
Standart Artık	-1,85	1,64	,00	,99	40

a. Bağımlı Değişken: B

Kumaşların ısı soğurganlık özelliği ile iplikler arası gözeneklilik arasındaki ilişkinin doğrusal olup olmadığını hakkında bir karar vermek amacıyla eğri tahmini (Curve

Estimation) işlemi uygulanmış ve elde edilen modellerin R^2 değerleri değerlendirilmiştir. Isıl soğurganlık ile iplikler arası gözeneklilik arasında oluşturulan lineer modelde R^2 değeri %71,9 olarak elde edilmiştir. Eğri tahminine göre ise en yüksek R^2 değerlerine kuadratik ve kübik modellerde (R^2 %73,1) ulaşılmasına rağmen açıklayıcı değişkenlerin p değerleri 0,05'ten büyük olduğu için R^2 değeri %72,1 olan logaritmik model tercih edilmiştir.

Çizelge 7. 41. Isıl soğurganlık ile iplikler arası gözeneklilik arasındaki logaritmik ilişkiyi gösteren analiz sonuçları

Modelin Özeti

R	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahminin Standart Hatası
,849	,721	,714	5,06

Bağımsız Değişken İAG.

ANOVA

	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Regresyon	2523,36	1	2523,36	98,413	,000
Artık	974,34	38	25,64		
Toplam	3497,70	39			

Bağımsız Değişken İAG.

Katsayılar

	Standartlaştırılmamış Katsayılar		Standartlaştırılmış Katsayılar	t	p.
	B	Standart Hata	Beta		
ln(İAG)	-260,097	26,219	-,849	-9,920	,000
(Sabit)	1112,933	104,394		10,661	,000

Elde edilen sonuçlara göre ısıl soğurganlık ile iplikler arası gözeneklilik arasındaki ilişkiyi veren regresyon denklemi şu şekildedir:

$$B = 1112,933 - 260,097 * \ln(\text{İAG}) \quad (7.7)$$

Oluşturulan logaritmik modele göre kumaşların ısıt soğurganlık değeri, iplikler arası gözeneklilikten etkilenmekte olup, iplikler arası gözeneklilikteki artışla azalmaktadır.

Kumaşların ısıt soğurganlık özelliği kumaş yapısından ve yüzey özelliklerinden büyük oranda etkilenmektedir. İplikler arası gözeneklilik değeri kumaş kalınlığı, sıra ve çubuk sıklığı, ilmek iplik uzunluğu ve iplik çapı değeri yardımıyla hesaplanmaktadır. Oluşturulan regresyon denkleminde kumaşların ısıt soğurganlık özelliklerinin yalnızca iplikler arası gözeneklilik değeri ile yüksek bir oranda açıklanması bu durumdan kaynaklanmaktadır.

Kumaşların ısıt soğurganlık özellikleri ile ilgili gözlenen değeri ile tahmin edilen değeri karşılaştırmak amacıyla bağımsız değişken olarak seçilen iplikler arası gözeneklilik değeri denkleminde yerine konulmuştur. Hesaplanan ve ısıt soğurganlık testi sonucunda elde edilen değeri Çizelge 7.42’de verilmiştir.

Çizelge 7. 42. Isıt soğurganlık özelliğine ait gözlenen ve tahminlenen değeri

Numune Kodu	Isıt Soğurganlık Değeri (Gözlenen)	Isıt Soğurganlık Değeri (Tahminlenen)	Mutlak Bağlı Fark (%)
H28	89,31	88,75	0,63
H20	79,59	79,29	0,38
H16	72,51	74,45	2,68
Ref	67,97	66,88	1,60

Çizelge 7.42’de görüldüğü üzere tahminlenen ve gözlenen değeri arasındaki farklar tüm numunler için oldukça düşük olup istatistiksel açıdan anlamsızdır.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

8.1. Sonuç

Giysi konforu kişilerin tercihlerini etkileyen önemli bir kalite unsurudur. Tüketiciler günümüzde hem sağlıklı hem de konforlu ürünleri tercih etmektedirler. Tüketicilerin artan bu taleplerine karşılık yeni ürünlerin geliştirilmesi ve konfor özelliklerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. İçi boş iplikler, konvansiyonel ipliklerin ve bu ipliklerden üretilen kumaşların başta konfor olmak üzere birçok özelliğini geliştirmek amacıyla ortaya çıkmış hassas yapıda ipliklerdir.

Bu çalışmada, içi boş ipliklerde merkez boşluk oranının değişmesinin örme kumaşların ısı konfor özellikleri üzerindeki etkisinin üretim öncesinde tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla öncelikle %28, %20 ve %16 oranlarında PVA içeren özlü iplikler ve konvansiyonel ring ipliği temin edilmiştir. Temin edilen iplikler ile süprem kumaşların üretimi gerçekleştirilmiştir. Süprem kumaşların 110°C'de yıkanmasının ardından iplik yapısından PVA uzaklaştırılmış ve farklı merkez boşluklarına sahip içi boş ipliklerden ve konvansiyonel ring ipliğinden oluşan kumaşlar elde edilmiştir. Nihai kumaşların ısı konfor özellikleri ile bir takım fiziksel özelliklerinin ölçümünden sonra elde edilen tüm veriler ile istatistiksel analiz ve tahminleme çalışmaları yapılmıştır.

Tüm çalışmalarda elde edilen başlıca sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

- Farklı oranlarda boşluk içeren içi boş ipliklerden üretilen kumaşların gramajları iplikteki boşluk oranının artması ile azalmaktadır. %28 oranında PVA içeren özlü iplikten elde edilmiş içi boş iplikli kumaş en düşük gramaj değerine sahip iken konvansiyonel ring ipliğinden üretilen kumaş en yüksek gramaja sahiptir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda kumaş gramajları arasındaki fark 0,05 anlamlılık seviyesinde önemli bulunmuştur.
- İçi boş ipliklerin hacimli yapıları ve daha büyük dış çapa sahip olmaları bu ipliklerden üretilen kumaşların kalınlıklarını etkilemektedir. İçi boş ipliklerde boşluk

oranın artması ile kumaş kalınlığı artmaktadır. En yüksek kumaş kalınlığı değeri %28 oranında PVA içeren özlü iplikten elde edilmiş içi boş iplikli kumaşta ölçülmüştür. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, sadece konvansiyonel ring ipliğinden üretilen kumaş ile içi boş iplikli kumaşların kalınlıkları arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur.

- Farklı oranlarda boşluk içeren içi boş ipliklerden üretilen kumaşlarda iplikler arası gözeneklilik değeri de farklılık göstermekte olup, %28 oranında PVA içeren özlü iplikten elde edilmiş içi boş iplikli kumaş en düşük iplikler arası gözeneklilik değerine sahiptir. Bunu sırasıyla %20, %16 oranında PVA içeren özlü ipliklerden üretilen kumaşlar ve konvansiyonel ring ipliğinden üretilen kumaş takip etmektedir. İplikler arası gözeneklilik değeri iplik çapı, ilmek iplik uzunluğu, kumaş sıklığı ve kumaş kalınlığından etkilenmektedir. İçi boş ipliklerde merkez boşluğunun artması ile iplik yassılaşması artmakta ve iplikler arası gözeneklilik değeri azalmaktadır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, kumaşların iplikler arası gözeneklilik değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur.
- İçi boş iplikli kumaşların hava geçirgenliği değerleri konvansiyonel ring ipliğinden üretilen kumaştan daha düşüktür. İçi boş ipliklerin konvansiyonel ring ipliğinden daha hacimli bir yapıya sahip olmaları ve iplikler arası gözeneklilik değerlerinin daha düşük olması bu durumu etkilemektedir. İçi boş ipliklerde merkez boşluğunun artması ile kumaşların hava geçirgenlik değeri azalmaktadır. %28 oranında PVA içeren özlü iplikten elde edilmiş içi boş iplikli kumaşın hava geçirgenlik değeri en düşüktür. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda kumaşların hava geçirgenlik değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. İçi boş ipliklerden üretilen kumaşların hava geçirgenlik değerlerinin tahminlenmesine yönelik oluşturulan modelde öncelikle kumaşların hava geçirgenlik özelliğini etkilemesi beklenen değişkenler modele alınmış ve daha sonra etkisi zayıf olan değişkenler modelden çıkartılmıştır. Sonuç olarak kumaş kalınlığı ve iplikler arası gözeneklilik değerlerinin kumaşların hava geçirgenlik özelliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Bu iki bağımsız değişken ile önerilen lineer model kumaşların

hava geçirgenliği değerini %99 oranında açıklamakta olup aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir:

$$HG = 73,390 * \dot{I}AG - 800,597 * K$$

- İçi boş ipliklerden örülen kumaşların ısı direnç değerleri konvansiyonel ring ipliğinden örülen kumaşa göre daha yüksektir. İçi boş iplik yapısında tutulan havanın kumaşların ısı dirençleri üzerindeki etkisi büyüktür. Ayrıca içi boş iplikli kumaşların konvansiyonel ring ipliğinden üretilen kumaşa göre daha kalın olmaları da bu durumu etkilemektedir. %28 oranında PVA içeren özlü iplikten elde edilmiş içi boş iplikli kumaş en yüksek ısı dirence sahiptir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda sadece %20 ve %16 oranında PVA içeren ipliklerden elde edilmiş içi boşluklu kumaşların ısı direnç değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamsız bulunmuş olup diğer kumaşlar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur. Kumaşların ısı dirençleri üzerinde en büyük etkiye iplik paketlenme katsayısının ve kumaş kalınlığının sahip olduğu bulunmuş olup bu değişkenler ile önerilen lineer model kumaşların ısı direnç değerini %76,3 oranında açıklamaktadır. İçi boş iplikli kumaşların ısı direnç değerinin belirlenmesine yönelik oluşturulan lineer model şu şekildedir;

$$R = 0,019 + 0,013 * K - 0,017 * \dot{I}PK$$

- İçi boş ipliklerden üretilmiş kumaşların ısı iletkenlik değerleri konvansiyonel ring ipliğinden üretilen kumaşa göre daha düşüktür. İçi boş ipliklerde merkez boşluğunun artması ile iplik yapısında tutulan hava miktarı artmakta ve kumaşların ısı iletkenlikleri düşmektedir. En düşük ısı iletkenlik değerine %28 oranında PVA içeren özlü iplikten elde edilmiş içi boş iplikli kumaş sahiptir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda sadece konvansiyonel ring ipliğinden üretilen kumaş ile içi boş ipliklerden üretilen kumaşların ısı iletkenlikleri arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. İçi boş iplikli kumaşlar kendi aralarında karşılaştırıldığında bu farkın anlamsız olduğu görülmektedir. Kumaşların ısı iletkenlikleri üzerinde en büyük etkiye iplik paketlenme katsayısının sahip olduğu bulunmuştur. İplik

paketlenme katsayısı değişkeni ile önerilen logaritmik model kumaşların ısı iletkenlik değerini %54,5 oranında açıklamaktadır. İçi boş iplikli kumaşların ısı iletkenlik değerinin belirlenmesine yönelik oluşturulan logaritmik model şu şekildedir;

$$\dot{I} = 0,056 + 0,008 * \ln(\dot{I}PK)$$

- İçi boş iplikli kumaşların ısı soğurganlık değerleri konvansiyonel ring iplikli kumaşa göre daha yüksek olup bu kumaşlar ilk temas halinde daha soğuk bir his vermektedirler. İçi boş ipliklerde merkez boşluğunun artması ile bu ipliklerden üretilen kumaşlarda iplikler arası gözeneklilik değeri azalmaktadır. Bu durum yüzey ile deri arasındaki temas alanını arttırmakta ve daha fazla ısı soğurganlığına sebep olmaktadır. En yüksek ısı soğurganlık değerine %28 oranında PVA içeren özlü iplikten elde edilmiş içi boş iplikli kumaş sahiptir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda sadece %16 oranında PVA içeren özlü iplikten üretilen içi boş iplikli kumaş ile konvansiyonel ring ipliğinden üretilen kumaşların ısı soğurganlık değerleri arasındaki fark anlamsız bulunmuştur. Kumaşların ısı soğurganlıkları, sadece iplikler arası gözenekliliğin dâhil edildiği logaritmik model ile en iyi şekilde açıklanmakta olup, bu oran %72,1'dir. İçi boş iplikli kumaşların ısı soğurganlık değerinin belirlenmesine yönelik oluşturulan logaritmik model şu şekildedir;

$$B = 1112,933 - 260,097 * \ln(\dot{I}AG)$$

- İçi boş iplikli kumaşların su buharı geçirgenlik değerleri konvansiyonel ring ipliğinden üretilen kumaşa göre daha yüksek olup içi boş ipliklerde merkez boşluğunun artması ile kumaşların su buharı geçirgenlik değerlerinde bir artış meydana gelmektedir. En yüksek su buharı geçirgenlik değerine % 28 oranında PVA içeren özlü iplikten elde edilen içi boş iplikli kumaş sahiptir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda sadece %20 ve %16 oranında PVA içeren özlü ipliklerden elde edilmiş içi boş iplikli kumaşların su buharı geçirgenlikleri arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamsız bulunmuş olup diğer kumaşlar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur. İplik içerisindeki kapiler kanalların dağılımı ve boyutları kumaşların su buharı

geçirgenlik özelliğini etkilemektedir. Bu yüzden iplik içi gözenekliliğin bir ifadesi olarak kullanılan iplik paketlenme katsayısı kumaşların su buharı geçirgenliklerinin tahminlenmesinde önemli bir parametre olarak bulunmuştur. Kumaşların su buharı geçirgenlikleri sadece iplik paketlenme katsayısının dâhil edildiği kuadratik model ile en iyi şekilde açıklanmakta olup, bu oran %86,9'dur. İçi boş iplikli kumaşların su buharı geçirgenlik değerinin belirlenmesine yönelik oluşturulan kuadratik model şu şekildedir;

$$SBG = 164,87 - 557,257 * İPK + 727,009 * İPK^2$$

Tüm bu sonuçlar, içi boş iplikli kumaşların konvansiyonel iplikli kumaşlara göre daha iyi konfor özelliğine sahip olduklarını göstermektedir. İçi boş iplikli kumaşların ısı dirençlerinin yüksek, ısı iletkenlik değerlerinin ise düşük olması bu kumaşların hem yazlık giysilerde hem de kışlık giysilerde kullanılmasına olanak sağlamaktadır.

8.2. Öneriler

Bu çalışma kapsamında %28, %20 ve %16 oranında PVA içeren özlü iplikler ile çalışılmıştır. Özlü ipliklerde kullanılan PVA oranlarının çeşitlendirilmesi ile incelenecek numune sayısının artırılmasının, elde edilecek olan içi boşluklu örme kumaşların ısı konfor özellikleri ile ilgili kurulacak olan modellerin daha iyi açıklanabilmesine olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

Aynı PVA oranında ve farklı numaralarda özlü ipliklerin kullanılması ile elde edilecek olan içi boş iplikli kumaşların ısı konfor özelliklerinin incelenmesi önerilmektedir.

Bu çalışmaya tekrarlı yıkamaların dâhil edilmesi, aynı iplikler ile farklı örgü türlerinin denenmesi ileriki çalışmalar kapsamında değerlendirilebilir.

İçi boş ipliklerden üretilen kumaşların ısı konfor özelliklerinin subjektif değerlendirme yöntemleri ile incelenmesi ileriki çalışmalarda gerçekleştirilebilir.

Bu çalışma kapsamında hassas bir iplik yapısına sahip olan içi boş ipliklerin enine kesit görüntülerinin alınmasında efektif bir sonuç elde edilememiş olup alternatif yöntemlerin denenmesi veya geliştirilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Mangat, M.M., “Clothing Comfort A Combination of Objective and Subjective Evaluation”, *Technical University Liberec*, 1-75 (2010).
- [2] Hatch, K.L., “Textile Science”, *Minneapolis, MN: West Publishing Co.* 1993.
- [3] Okur, A., Küçüka, S. ve Kaplan, S., “Giysi Termal Konforunun Belirlenmesine Yönelik Bir Yöntem Geliştirilmesi”, *TÜBİTAK Hızlı Destek Projesi, Proje No: 107M200*, 1-74 (2008).
- [4] Hosseini, Ravandi, S.A., Valizadeh, M., “Properties of Fibers and Fabrics That Contribute to Human Comfort”, Improving Comfort in Clothing, *Woodhead Publishing Limited*, 61-78 (2011).
- [5] Kamalha, E., Zeng, Y., Mwasiagi, J.I., Kyatuheire, S., “The Comfort Dimension; A Review of Perception in Clothing”, *Journal of Sensory Studies*, 28: 423-44 (2013).
- [6] Fourt, L., Hollies, N.R.S., “Clothing Comfort and Function”, *Marcel Dekker Inc*, New York, N.Y. (1970).
- [7] Sontag, M.S., “Comfort Dimensions of Actual and Ideal Insulative Clothing For Older Women”, *Clothing and Textile Research Journal* 4(1): 9-17 (1985).
- [8] Marmaralı, A., Dönmez, Kretzschmar, S., Özdil, N., “Örme Kumaşların Isıl Özellikleri Üzerine Bir Araştırma”, *TÜBİTAK Projesi, Proje No: MİSAG-218*, 1-100 (2006).
- [9] Güneşoğlu, S., “Sportif Amaçlı Giysilerin Konfor Özelliklerinin Araştırılması”, Doktora Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, 1-208 (2005).
- [10] Sarı, S., “Giysi Tasarımında Model-Kalıp ve Dikim Özelliklerinin Basınç Konforu Açısından İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi”, *Şurup Dergisi*, 15: 28-29 (2013).
- [11] Wages, T.B., “The Design and Development of A Measure for Comfort in Clothing”, Master Thesis, *Texas Tech University*, Lubbock, 1-82 (1974).
- [12] Li, Y., “The Science of Clothing Comfort, 31”, *The Textile Institute, Woodhead Publishing*, Textile Progress, 1-135 (2001).
- [13] Kaplan, S., “Kumaşların Mekanik Özelliklerinden ve Geçirgenlik Özelliklerinden Yararlanılarak Giysi Konforunun Tahminlenmesi”, Doktora Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 1-231 (2009).
- [14] Çavdaroğlu, P., “Dikişsiz Yuvarlak Örme Makinelerinde Üretilen Kumaşların Konfor Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-129 (2013).

- [15] Komijo, M., Uemae, T., Kwon, E., Horiba, Y., Yoshida, H., Shimizu, Y., “Comfort Evaluation of T-Shirt Type Underwear Made of Spun Silk Yarn”, *International Conference on Biometrics and Kansei Engineering*, Cieszyn, Poland, 100-105 (2009).
- [16] Bartels, V.T., “Improving Comfort in Sports and Leisure Wear”, *Improving Comfort in Clothing*, 106, Guowen Song, *The Textile Institute, Woodhead Publishing*, 385-411 (2011).
- [17] Milenković, L., Skundrić, P., Sokolović, R., Nikolić, T., “Comfort Properties of Defense Protective Clothings”, *The Scientific Journal Facta Universitatis*, Working and Living Environmental Protection Series, 1(4): 101-106 (1999).
- [18] Pan, N., “Quantification and Evaluation of Human Tactile Sense Towards Fabrics”, *Int. Journal of Design&Nature*, 1(1): 48-60 (2007).
- [19] Özçelik, G., Süpüren, G., Gülümser, T., Tarakçıoğlu, I., “A Study on Subjective and Objective Evaluation of The Handle Properties of Shirt Fabrics”, *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, 16(3): 56-62 (2008).
- [20] Jeong, W.Y., Jeon, Y.H., An, S.K., Kamijo, M., Shimizu, Y., “Tactile Comfort Properties of Thermal Protective Clothing in Static State”, *Sen’i Gakkaishi Journal*, 64(4): 102-107 (2008).
- [21] Das, A., Alagirusamy, R., 2010, “Science in Clothing Comfort”, *Woodhead Publishing*, New Delhi, India.
- [22] Özgüney, A.T., Taşkın, C., Gürkan, Ünal, P., Özçelik, G., Özerdem, A., “Handle Properties of The Woven Fabrics Made of Compact Yarns”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 19(2): 108-113 (2009).
- [23] Moody, W., Morgan, R., Dillon, P., Baber, C., Wing, A., “Factors Underlying Fabric Perception”, *1st Eurohaptics Conference Proceedings*, Birmingham, (2001).
- [24] Raj, S., Sreenivasan, S., “Total Wear Comfort Index as an Objective Parameter for Characterization of Overall Wearability of Cotton Fabrics”, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 4(4): 29-41 (2009).
- [25] Behera, B. K., Ishtiaque, S. M., and Chand, S., “Comfort Properties of Fabrics Woven from Ring-, Rotor, and Friction-Spun Yarns”, *J. Text. Inst.*, 88(3): Part I: 255-264 (1997).
- [26] Havenith, G., “The Interaction of Clothing and Thermoregulation”, *Exog Dermatol*, 1(5): 221-230 (2002).
- [27] Wang, Z., “Heat and Moisture Transfer and Clothing Thermal Comfort”, Doctor of Philosophy, *The Hong Kong Polytechnic University, Institute of Textiles and Clothing*, Hong Kong, 1-234 (2002).
- [28] <https://diamondenv.wordpress.com/2010/12/13/heat-stress-indices/> (Erişim Tarihi 25.07.2014).

- [29] Qian, X., "Prediction of Clothing Thermal Insulation and Moisture Vapour Resistance", Doctor of Philosophy, *The Hong Kong Polytechnic University, Institute of Textiles and Clothing*, Hong Kong, 1-237 (2005).
- [30] Huang, J., "Thermal Parameters for Assessing Thermal Properties of Clothing", *Journal of Thermal Biology*, 31: 461-466 (2006).
- [31] Al-Mogbel, A.M., "Analysis of Human Thermal Comfort Using a Coupled Model for Predicting Human Body-Environment Heat and Mass Exchange", Doctor of Philosophy, *Old Dominion University, Mechanical Engineering*, Virginia, 1-128 (2004).
- [32] http://media.johnwiley.com.au/product_data/excerpt/53/04716896/0471689653.pdf (Erişim Tarihi 07.01.2013)
- [33] Saville, B.P., "Physical Testing of Textiles", *The Textile Institute, Woodhead Publishing*, England (1999).
- [34] Kılınç, Balcı, F.S., "A Study of The Nature of Fabric Comfort: Design-Oriented Fabric Comfort Model", Doctor of Philosophy, *Auburn University*, Auburn, Alabama, 1-348 (2004).
- [35] Kaynaklı, Ö., Yiğit, A., "İnsan Vücudu için Isı Dengesi ve Isıl Konfor Şartları", *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5(2): 9-17 (2003).
- [36] Havenith, G., "Heat Balance When Wearing Protective Clothing", *Annals of Occupational Hygiene*, 43(4): 289-296 (1999).
- [37] Fanger, P.O., "Assessment of Man's Thermal Comfort in Practice", *British Journal of Industrial Medicine*, 30: 313-324 (1973).
- [38] Song, C.Y., "The Development of A Perspiring Fabric Manikin For The Evaluation of Clothing Thermal Comfort", *The Hong Kong Polytechnic University, Institute of Textiles and Clothing*, Hong Kong, 1-135 (2003).
- [39] http://www.healthyheating.com/Newsletters/Sept2005/Geoff_McDonell.htm (Erişim Tarihi 15.04.2014)
- [40] Jing, S., Li, B., Tan, M., Liu, H., "Impact of Relative Humidity on Thermal Comfort in a Warm Environment", *Indoor and Built Environment*, 1-10, (2012).
- [41] <http://www.hse.gov.uk/temperature/thermal/factors.htm#humidity> (Erişim Tarihi 18.01.2015)
- [42] Havenith, G., Holmer, I., Parsons, K., "Personal Factors in Thermal Comfort Assessment; Clothing Properties and Metabolic Heat Production", *Energy and Buildings*, 34(6): 581-591, (2002).

- [43] Marmaralı, A., Özdil, N., Kretzschmar, Dönmez, S., Oğlakçioğlu, Gülsevin, N., “Giysilerde Isıl Konforu Etkileyen Parametreler”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4: 241-246 (2006).
- [44] www.mech.hku.hk/bse/bbse3004/bbse3004_0405-03.htm (Erişim Tarihi 24.01.2015)
- [45] Roy, Choudhury, A., K., Majumdar, P., K., Datta, C., “ Factors Affecting Comfort: Human Physiology and The Role of Clothing” *Woodhead Publishing Series in Textiles*: Number 106, 3-60, (2011).
- [46] Hearle, J.W.S., 1969, “One-Dimensional Structures; Yarn Geometry”, Structural Mechanics of Fibers, Yarns, and Fabrics, Volume 1, *Wiley-Interscience*, New York, 60-102.
- [47] Vuruşkan, D., Babaarslan, O., İlhan, İ., “Ring İplik Eğirme Makinesinin Elastan İçerikli Özlü(Kor) İplik Üretmek Üzere Modifikasyonu”, *Tekstil ve Mühendis*, 20(89):1-10 (2013).
- [48] Moghassem, A.R., Gharehaghaji, A.A., “Redistribution of Fibers in The Structure of Hollow Ring Spun Yarn”, *IJE Transactions B: Applications*, 22(2): 197-204 (2009).
- [49] <http://textilelearner.blogspot.com.tr/2013/07/types-of-yarn-characteristics-of-yarn.html> (Erişim tarihi 02.02.2014)
- [50] Ma, H.Y., Xia, Z.P., “Relationships Between Different Preparations of Cotton Hollow Yarn and Water Soluble PVA Extraction”, *Journal of Donghua University*, 23(3): 1-4 (2006).
- [51] Merati, A.A., Okamura, M., “Hollow Yarn in Friction Spinning Part I: Tensile Properties of Hollow Yarn”, *Textile Res. J.*, 70(12): 1070-1076 (2000).
- [52] Kanesan, J., “Studies in Development and Design of Hi-Performance Yarns”, Master’s Thesis, *RMIT University*, Melbourne, 1-126 (2006).
- [53] Uttam, D., Mukhopadhyay, A., Ishtiaque, S.M., “Modelling to Predict Thermophysiological Properties of Hollow/Microporous Yarn Fabrics”, *Journal of The Textile Institute*, 104(4): 407-413 (2013).
- [54] Das, A., 2010, “ Modification of Textile Yarn Structures for Functional Applications”, Technical Textile Yarns, 101, *Woodhead Publishing Limited*, United Kingdom, 91-111.
- [55] Merati, A.A., Okamura, M., “Limits of Hollow Yarn in Friction Spinning”, *Textile Res. J.*, 73(6): 496-502 (2003).
- [56] <http://www.uchino.co.jp/english/tips/cyukushi.html> (Erişim tarihi 07.04.2014).
- [57] Kimura, H., Morishima, M., Nishioka, T., Wakako, L., Matsumoto, Y., “ Stretch Properties of Cotton Hollow Yarns Made by Hybrid Open-End Rotor Spinning Frame”, *Journal of Textile Engineering*, 55(6): 187-192 (2009).

- [58] Alaşehirli, G., “Ring İplik Eğirme makinesinde İçi Boş(Hollow Yarn) eğirme Tekniklerinin Araştırılması ve İplik Özelliklerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Isparta, 1-115 (2009).
- [59] Mukhopadhyay, A., Ishtiaque, S.M., Uttam, D., “Impact of Structural Variations in Hollow Yarn on Heat and Moisture Transport Properties of Fabrics”, **Journal of The Textile Institute**, 102(8): 700-712 (2011).
- [60] Horikoshi, T., Ogawa, A., Saito, T., Hoshiro, H., 2005, “Properties of Polyvinylalcohol Fiber As Reinforcing Materials For Cementitious Composites”, **International RILEM Workshop on High Performance Fiber Reinforced Cementitious Composites in Structural Applications**, Honolulu, Hawaii, USA, 145-153.
- [61] Hassan, C.M., Trakampan, P., Peppas, N.A., 1998, “Water Solubility Characteristics of Poly(vinyl alcohol) and Gels Prepared By Freezing/ Thawing Processes”, **Water Soluble Polymers Solution Properties And Applications**, **Kluwer Academic Publishers**, 31-40.
- [62] Seventekin, N., 2001, “Kimyasal Lifler”, Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi, İzmir, 1-134.
- [63] Sakurada, I., 1985, “Polyvinyl Alcohol Fibers”, **Marcel Dekker**, New York, 1-472.
- [64] Mangut, M., Karahan, N., 2008, “Tekstil Lifleri”, **Ekin Yayınevi**, Bursa, 1-307.
- [65] http://www.turkishsocks.com/index2.php?option=com_content&task=view&id=422&pop=1&page=441&Itemid=40 (Erişim tarihi 11.05.2014).
- [66] Goswami, B.C., Anandjiwala, R.D., Hall, D.M., 2004, “Textile Sizing”, **Marcel Dekker Inc**, New York, 1-367.
- [67] http://www.sobranie.com.tr/tr/isida_ayrinti.html (Erişim tarihi 07.05.2014).
- [68] Kay, C.H.K., “Creation of New Stitch For Knitwear By Using Polyvinyl Alcohol Yarn”, **The Hong Kong Polytechnic University, Institute of Textiles and Clothing**, Hong Kong, 1-113 (2010).
- [69] Arısoy, B., “Lifli Hafif Betonların Optimum Karışım Tasarımı”, Deprem Sempozyumu, Kocaeli, 912-916, 2005.
- [70] Merati, A.A., Okamura, M., “Hollow Yarn in Friction Spinning. Part II: Yarn Structure and Deformation Under Axial Tension and Lateral Forces”, **Textile Res. J.**, 71(5): 454-458 (2001).
- [71] Merati, A.A., Okamura, M., “A Unique Method of Producing Two-Component Yarns in Friction Spinning”, **RJTA**, 9(2): 9-15 (2005).

- [72] Kimura, H., Matsumoto, M., Kanai, H., Matsumoto, Y., “Clarification of The Stretching Process of Newly-Development Open End Rotor-Spun Hollow Yarn”, *Journal of Textile Engineering*, 58(4): 43-48 (2012).
- [73] Harper, R.J., Rupphenicker, G.F., “Woven Fabrics From High Tenacity Cotton/Polyester Core Yarn”, *Textile Res. J*, 57(3): 147-154 (1987).
- [74] Coplan, M., J., “Some Moisture Relations of Wool and Several Synthetic Fibers and Blends” *Textile Res. J* 1953, 23, 897-916.
- [75] Özek, Z., “Üst Giysilik Kumaşların Kalite Faktörleri” *Tekstil ve Mühendis*, yıl:6, sayı:35, 1992, 286-291.
- [76] Erdem, N., Erdoğan, Ü., H., Akşit A.,” Nano-Kompozit Polipropilen Filamentlerin Üretimi ve Özellikleri” *Tekstil ve Mühendis*, Yıl:15, Sayı 69, 14-24.
- [77] Legerska, J., Lizak, P., Murarova, A., Mojumdar, S., C.,” Thermal analysis of the polyester profiled fiber” *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, Print ISSN 1388-6150, Online ISSN 1572-8943 (2013) DOI 10.1007/s10973-013-2971-0.
- [78] Avcı, H., “ Yeni Liflerden Mamul Çorapların Konfor Özellikleri” Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-81.
- [79] Morton, W.E., Hearle, J.W.S., “Physical Properties of Textile Fibres”, *Woodhead Publishing Limited*, Fourth Edition, 1-796, (2008).
- [80] Sun, Z., Pan, N., “Thermal Conduction and Moisture Diffusion in Fibrous Materials”, Thermal and Moisture Transport in Fibrous Materials, *Woodhead Publishing Limited*, 225-270, (2006).
- [81] Gürcüm, H., B., ”Tekstil Malzeme Bilgisi” Güncel Yayıncılık, 1-520 (2010).
- [82] Alhalabı, K., “Sentetik Lif Eğirmede Anti Statik Yağ Kullanımının Araştırılması ve İplik Kalite Parametrelerinin Optimizasyonu”, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 1-146 (2012).
- [83] Schacher, L., Adolphe, D., C., Drean, J., Y., “Comparison Between Thermal Insulation and Thermal Properties of Classical and Microfibres Polyester Fabrics” *International Journal of Clothing Science and Technology*, 12(2) 84-95 (2000).
- [84] Srinivasan, J., Ramakrishnan, G., Mukhopadhyay, S., Manoharan, S., “A Study of Knitted Fabrics from Polyester Microdenier Fibres”, *Journal of The Textile Institute*, 98(1): 31-35 (2007).
- [85] Cimilli, S., Nergis, B.,U., Candan, C., Özdemir, M., “A Comparative Study of Some Comfort-Related Properties of Socks of Different Fiber Types” *Textile Res. J*, 80: 897-916 (2010).

- [86] Oğlakçioğlu, N., Çelik, P., Üte, Bedez, T., Marmaralı, A., Kadoğlu, H., “Thermal Comfort Properties of Angora Rabbit/Cotton Fiber Blended Knitted Fabrics” *Textile Res. J.*, 79, 888-894 (2009).
- [87] Mehrtens, D., G., McAlister, K., C., “Fiber Properties Responsible for Garment Comfort” *Textile Res. J.*, 32(8): 658-665 (1962).
- [88] Plante, A., M., Holcombe, B., V., Stephens, L., G., “Fiber Hygroscopicity and Perceptions of Dampness Part I: Subjective Trials” *Textile Res. J.*, 65(5), 293-298 (1995).
- [89] Majumdar, A., Mukhopadhyay, S., Yadav, R., “Thermal Properties of Knitted Fabrics Made From Cotton and Regenerated Bamboo Cellulosic Fibres”, *International Journal of Thermal Sciences*, 49, 2042-2048 (2010).
- [90] Prakash, C., Ramakrishnan, G., Koushik, C., V., “A Study of The Thermal Properties of Single Jersey Fabrics of Cotton, Bamboo and Cotton/Bamboo Blended-Yarn Vis a Vis Bamboo Fibre Presence and Yarn Count” *Journal Thermal Anal. Calorim*, 110, 1173-1177 (2012).
- [91] Alay, S., Yılmaz, D., “An Investigation of Knitted Fabric Performances Obtained From Different Natural and Regenerated Fibres” *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, Cilt:1, Sayı:2, 91-95 (2010).
- [92] Karaca, E., Kahraman, N., Ömeroğlu, S., Becerir, B., “Effects of Fiber Cross Sectional Shape and Weave Pattern on Thermal Comfort Properties of Polyester Woven Fabrics” *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*; 20, 3(92): 67-72. (2012).
- [93] Bozdoğan, S., 2008, “Poliester Lif Özelliklerinin Örne Kumaşların Isıl konfor ve Mekanik Özelliklerine Etkisi” Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 1-122.
- [94] Cubric, I.S., Skenderi, Z., Havenith, G., “Impact of Raw Material, Yarn and Fabric Parameters, and Finishing on Water Vapor Resistance”, *Textile Res. J.*, 83(12), 1215-1228 (2013).
- [95] Cheng, K.P.S., Yu, C., “A Study of Compact Spun Yarns”, *Textile Res. J.*, 73, 345-349 (2003).
- [96] Soe, A., K., Takahashi, M., and Nakajima M., “Structure and Properties of MVS Yarns in Comparison with Ring Yarns and Open-End Rotor Spun Yarns” *Textile Res. J.*, 74, 819-826 (2004).
- [97] Erdumlu, N., Özipek, B., Öztuna, A., S., and Çetinkaya S., “Investigation of Vortex Spun Yarn Properties in Comparison with Conventional Ring and Open-end Rotor Spun Yarns” *Textile Res. J.*, 79, 585-595 (2009).
- [98] Kılıç, M., Balcı, Kılıç, G., Okur, A., “Eğirme Sisteminin İplik Özelliklerine Etkileri” *Tekstil ve Mühendis*, Yıl:18, Sayı 81, 22-34.

- [99] Sirang, Y., Dinfon, G., and Behery, H., M., “A Study of Hairiness and Diameter of Open-End Yarn Processed Through Single- and Double-Cylinder Carding Machines and Its Comparison with Ring Yarn” *Textile Res. J.*, 52, 274-279 (1982).
- [100] Lord, P., R., Mohamed, M., H., Ajgaonkar, D., B., “The Performance of Open-End, Twistless, and Ring Yarns in Weft Knitted Fabrics” *Textile Res. J.*, 44, 405-414 (1974).
- [101] Mohamed, M., H., Lord, P., R., Saleh, H., A., “A Comparison of the Hairiness and Diameter of Ring and Open-End Yarns” *Textile Res. J.*, 45, 389-395 (1975).
- [102] Ishtiaque, S., M., Subramani, P., Kumar, A., & Das, B., R., “Structural and Tensile Properties of Ring and Compact Plied Yarns” *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 34, 213-218 (2009).
- [103] Yılmaz, D., Usal, M., R., “A Comparison of Compact-Jet, Compact, and Conventional Ring-Spun Yarns” *Textile Res. J.*, 81, 459-470 (2011).
- [104] Örtlek, H., G., Tutak, M., Yolacan, G., “Assessing Colour Differences of Viscose Fabrics Knitted From Vortex-, Ring- and Open-End Rotor-Spun Yarns After Abrasion” *Journal of The Textile Institute*, 101(4), 310-314 (2010).
- [105] Ömeroğlu, S., Karaca, E., Becerir, B., Akbaş, E., B., “Farklı Kesite Sahip Filamentlerden Oluşan Poliester İpliklerde Bükümün Mukavemet Özelliklerine Etkisi” *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16:2, 45-53 (2011).
- [106] Çeken, F., Göktepe, F., “Comparison of The Properties of Knitted Fabrics Produced by Conventional and Compact Ring-Spun Yarns” *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, Vol:13, No: 1(49), 47-50 (2005).
- [107] Mavruz, S., Oğulata, R., T., “Ring ve Kompakt İplik Özellikleri ile Bu İpliklerden Üretilen Örme Kumaş Özelliklerinin İstatistiksel Olarak İncelenmesi” *Tekstil ve Konfeksiyon*, 18(3), 197-205 (2008).
- [108] Altas, S., Kadoğlu, H., “Comparison of Conventional Ring, Mechanical Compact and Pneumatic Compact Yarn Spinning Systems” *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 7(1), 87-100 (2012).
- [109] Dönmez, Kretschmar, S., Özgüney, A., T., Özçelik, G., Özerdem, A., “The Comparison of Cotton Knitted Fabric Properties Made of Compact and Conventional Ring Yarns Before and After The Dyeing Process” *Textile Research Journal*, 77, 233-241 (2007).
- [110] Akkış, B., 2009, “Farklı İplik Numaralarından Örülmüş Değişik Örgü Tiplerinin Kumaşın Fiziksel Özelliklerine Etkisi” Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 1-126.
- [111] Turan, R., B., Okur, A., “Kumaşlarda Hava Geçirgenliği” *Tekstil ve Mühendis*, Yıl 15, Sayı 72, 16-25.

- [112] Kullman, R., M., H., Graham, C., O., Ruppenicker, G., F., “Air Permeability of Fabrics Made From Unique and Conventional Yarns” *Textile Res. J*, 51, 781-786 (1981).
- [113] Radhakrishnaiah, P., Sukasem, Tejatanalert, Sawhney, A., P., S., “Handle and Comfort Properties of Woven Fabrics Made from Random Blend and Cotton-Covered/Polyester Yarns” *Textile Res. J*, 63(10), 573-579 (1993).
- [114] Rieter K46 Kompact İplik Eğirme Sistemine Ait Teknik Dokümanlar, 2014.
- [115] Singh, M.K., Nigam, A., “Effect of Various Ring Yarns on Fabric Comfort” *Journal of Industrial Engineering*, Volume 2013, 1-7 (2013).
- [116] Tyagi, G., K., Bhattacharya, S., Bhowmick, M., Narang, R., “Study of Cotton Ring- and Compact-Spun Yarn Fabrics: Part II-Effects of Spinning Variables on Comfort Characteristics” *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 35, 128-133 (2010).
- [117] Kane, C., D., Patil, U., J., Sudhakar, P., “Studies on Influence of Knit Structure and Stitch Length on Ring and Compact Yarn Single Jersey Fabric Properties” *Textile Res. J*, 77, 572-582 (2007).
- [118] Asayes, A., Maroufi, M., “Effect of Yarn Twist on Wicking of Cotton Interloc Weft Knitted Fabric” *Indian Journal of Fiber & Textile Research*, 32, 373-376 (2007).
- [119] Tyagi, G., K., Bhattacharya, S., Kherdekar, G., “ Comfort Behaviour of Woven Bamboo-Cotton Ring and MJS Yarn Fabrics” *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 36, 47-52 (2011).
- [120] Marmaralı, A., Özdil, N., Dönmez, Kretzschmar, S., “Elastik İplikli Düz Örme Kumaşların Isıl Konfor Özellikleri” *Tekstil ve Konfeksiyon*, 3, 178-182 (2007).
- [121] Gorjanc, D., S., Dimitrovski, K., Bizjak, M., “ Thermal and Water Vapor Resistance of The Elastic and Conventional Cotton Fabrics” *Textile Res. J*, 82(14), 1498-1506 (2012).
- [122] Turay, A., Özdil, N., Süpüren, G., Özçelik, G., “ Örülmüş Fantezi İpliklerde Üretim Parametrelerinin Kumaşların Termofizyolojik Özelliklerine etkisi” *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4, 280-285 (2009).
- [123] Turay, A., 2008, “ Çeşitli Fantezi İpliklerden Örülen Kumaşların Isıl Özelliklerinin İncelenmesi” Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 1-105.
- [124] Aksoy, A., Kaplan, S., “Tekstil Materyallerinde Sıvı Transfer Mekanizmaları ve Ölçüm Yöntemleri” *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(2), 51-67 (2011).
- [125] Das, A., Ishtiaque, S.M., “Comfort Characteristics of Fabrics Containing Twist-less and Hollow Fibrous Assemblies in Weft” *JTATM*, 3(4): 1-7 (2004).

- [126] Ishtiaque, S.M., Das, A., Singh, R.P., “Packing of Micro-Porous Yarns: Part I. Optimization of Yarn Characteristics” *Journal of The Textile Institute*, 99(2): 147-155 (2008).
- [127] Andrysiak, J., Sikorski, K., Wilk, E., Matusiak, M., “Investigation of an Innovative Cotton Hollow Yarn” *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 22, 5(107): 33-37 (2014).
- [128] Chandrasekaran, V., Senthilkumar, P., Senthilkumar, M., “Yarn Sample Preparation Techniques and Yarn Diameter Measurement for Analysing Cut Cross Sectional View of Hollow Core Dref Spun Yarns” *J. Inst. Eng., India*, 1-7, (2014).
- [129] Kırtay, E., Özçelik, Kayseri, G., “İplik İşletmelerinde Güncel Kalite Kontrol Teknikleri”, *TSE Standart dergisi*, 51(602): 36-43, (2012).
- [130] TS EN ISO 2062, 2010, “Tekstil-Paketlerden Alınan İplikler-Tek İpliğin Kopma Kuvvetinin ve Kopma Anındaki Uzamasının Sabit Hızlı Uzama Cihazı (CRE) Kullanılarak Tayini”.
- [131] TS EN ISO 2061, 2010 “Tekstil-İpliklerde Büküm Tayini-Doğrudan Sayma Metodu”.
- [132] http://www.mesdan.com/pdf/2531C_Leaflet_eng.pdf. (Erişim Tarihi 11.03.2014).
- [133] www.aku.edu.tr/web/Sayfa.aspx?ID=57JQM25NDAU339132AQ101 (Erişim Tarihi 12.01.2015)
- [134] TS 251, 1991 “Dokunmuş Kumaşlar-Birim Uzunluk ve Birim Alan Kütlesinin Tayini”.
- [135] <https://www.ssi.shimadzu.com/products/images/balances/qn504200000065g9.jpg>. (Erişim Tarihi 10.01.2015)
- [136] TS EN 14971, 2006 “Tekstil- Örülmüş Kumaşlar-Birim Uzunluk ve Birim Alan Başına Örgü İlmeği Sayısının Tayini”.
- [137] Bayazıt, Marmaralı, A., 2004, “Atkı Örmeciliğine Giriş” Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi, İzmir, 1-159.
- [138] Tekoğlu, O., Kavuşturan, Y., “Şenil ve Makarna İpliklerden Üretilen Düz Örgü Kumaşların Boyutsal Özellikleri”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2, 158-163 (2011).
- [139] Benltoufa, S., Fayala, F., Cheikhrouhou, M., Ben, Nasrallah, S., “Porosity Determination of Jersey Structure”, *AUTEX Research Journal*, 7(1), 63-69 (2007).
- [140] TS 391 EN ISO 9237, 1999 “Tekstil- Kumaşlarda Hava Geçirgenliğinin Tayini”.
- [141] TS EN ISO 11092, 2014 “Tekstil-Fizyolojik Özelliklerin Tayini- Kararlı Şartlarda Isıl Direncin ve Su Buharına Karşı Direncin Ölçülmesi (Buğuya Karşı Korunmuş Kızgın Plaka Deneyi)”.

- [142] Hes, L., Loghin, C., “Heat, Moisture and Air Transfer Properties of Selected Woven Fabrics in Wet State”, *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, 2(3): 141-149 (2009).
- [143] Marmaralı, A., Oğlakcioğlu, N., “Giysilerde Isıl Konfor” 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 1957-1963, 2013, İzmir.
- [144] Alambeta User’s Guide, 2012.
- [145] Permetest Manual, 2011.
- [146] Hes, L., Araujo, M., “Simulation of The Effect of Air Gaps Between The Skin and A Wet Fabric on Resulting Cooling Flow” *Textile Res. J*,80(14): 1488-1497 (2010).
- [147] Yazıcıoğlu, G., “Tekstil Mikroskopisi”, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, No:34, İzmir, 1996.
- [148] İviz, F., Püskülcü, H., Eren, Ş., “İstatistiğe Giriş”, Barış Yayınları, 7.Baskı, İzmir, 2006.
- [149] “Operasyonel risk ileri ölçüm modelleri”, *Bankacılar Dergisi*, sayı 58, 122-152 (2006).
- [150] Miran, B., “Temel İstatistik”, İzmir, 2009.
- [151] Zervent, Ünal, B., 2007, “Dokunmuş Havlu Kumaşların Üretim Parametreleri ve Performans Özelliklerinin Optimizasyonu” Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 1-232.
- [152] Kim, H.Y., “Statistical Notes for Clinical Researchers: Assessing Normal Distribution (2) Using Skewnes and Kurtosis” *Restorative Dentistry & Endodontics*, 38(1), 52-54 (2013).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : CELEP Gizem
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 21.01.1985
Medeni hali : Evli
e-mail : gizem.alasehirli@usak.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Doktora	Uşak Üniversitesi/Tekstil Mühendisliği	2015
Yüksek lisans	Süleyman Demirel Üniversitesi/Tekstil Mühendisliği	2009
Lisans	Süleyman Demirel Üniversitesi/Tekstil Mühendisliği	2006
Lise	Uşak Orhan Deniz Anadolu Lisesi	2002

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2007-	Uşak Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce