

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

DENİM KUMAŞLARIN TEKRARLI AŞINDIRMA
İŞLEMLERİYLE MEKANİK VE TERMAL ÖZELLİKLERİNDEKİ
DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ

Hazırlayan
Esra KAYAPINAR

Danışman
Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

Yüksek Lisans Tezi

Temmuz 2019
KAYSERİ

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

DENİM KUMAŞLARIN TEKRARLI AŞINDIRMA İŞLEMLERİYLE
MEKANİK VE TERMAL ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN
İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Esra KAYAPINAR

Danışman
Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

Temmuz 2019
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

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



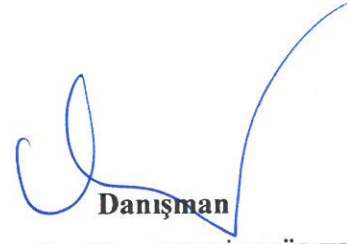
Esra KAYAPINAR

YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI

“Denim Kumaşların Tekrarlı Aşındırma İşlemleriyle Mekanik ve Termal Özelliklerindeki Değişimin İncelenmesi” adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

**Hazırlayan**

Esra KAYAPINAR

**Danışman**

Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

Tekstil Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK



Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK danışmanlığında **Esra KAYAPINAR** tarafından hazırlanan “Denim Kumaşların Tekrarlı Aşındırma İşlemleriyle Mekanik ve Termal Özelliklerindeki Değişimin İncelenmesi” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tekstil Mühendisliği** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

02/07/2019

JÜRİ:

Danışman : Doç.Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

Üye : Doç.Dr. Emel ÇİNÇİK

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Deniz VURUŞKAN

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 09/07/2019 tarih ve 2019/40-17 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Mehmet Akkurt
09 / 07 / 2019

Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR

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

Deneysel çalışmalarda kullanılan kumaş numunelerinin üretildiği Çalık Denim Tekstil Sanayi Ticaret A.Ş.' ye, numunelerin temin edilmesinde destek sağlayan Çalık Denim Tekstil İşletmesi' nden Sayın Osman Gökhan ERTAŞ' a, deneysel çalışmalarımı gerçekleştirirken laboratuvar imkanlarından faydalanmamı sağlayarak değerli zamanını ayıran Erciyes Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümünden Doç. Dr. Emel ÇİNÇİK ve Kayseri Üniversitesi Mustafa Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksek Okulundan Öğr. Gör. Mahmut KORKMAZ' a,

Bu zorlu sürecin her aşamasında yanımda olan sevgili eşim Halil İbrahim KURT' a, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili annem, babam, kardeşlerim ve babaanneme, burada ismini yazamadığım benden moral ve dualarını esirgemeyen ailemin kalan üyelerine, küçük yaşına rağmen daima ders çalışan bir anneye sabreden sevgili oğlum Kerem Bera KURT' a

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Onlarsız başaramazdım...

Esra KAYAPINAR

Temmuz 2019, KAYSERİ

DENİM KUMAŞLARIN TEKRARLI AŞINDIRMA İŞLEMLERİYLE MEKANİK VE TERMAL ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ

Esra KAYAPINAR

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2019
Danışman: Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK**

ÖZET

Hazırlanan tez kapsamında aynı iplik özelliklerine sahip olan; çözgü ipliği pamuk, atkı ipliği ise pamuk ve elastan kullanılarak 3/1 Z dimi örgüsüyle üretilen ham denim kumaş, mamul denim kumaş ve yıkanmış denim kumaş olmak üzere 3 tip denim kumaş numunesi kullanılmıştır. Denim kumaş keşfedildiği günden bugüne kadar popülaritesini korumuş bir kumaş türüdür. Zamanla denim kumaşın yapısında meydana getirilen değişikliklerle çok farklı türleri üretilmiştir. Böylece denim kumaş türünün birçok farklı alanda kullanımı mümkün olmuştur. Kullanım alanlarının ve çeşitliliğinin artmasıyla kullanıcıların denim kumaşların dayanıklılık ve konfor parametreleriyle ilgili talepleri ve beklentileri de artmıştır. Nitekim denim kumaşlar üretimleri ve kullanımları sırasında fiziksel ve konfor özelliklerini etkileyecek pek çok fiziksel ve kimyasal aşınma işlemine maruz kalırlar. Bu amaçla tez çalışmasında denim kumaş numunelerine 5 farklı aşındırma devir sayısında tekrarlı aşındırma işlemi uygulanıp fiziksel (gramaj ve kalınlık), mekanik (kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemeti) özellikleri ve termal konfor (hava geçirgenliği, termal direnç ve su buharı direnci) özelliklerindeki değişiklikler fiziksel ve termofizyolojik testler marifetiyle tespit edilmiştir. Kumaş numunelerinden aşındırma işlemi öncesi ve sonrasında yapılan testlerle elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Sonuçların değerlendirilmesinde ANOVA istatistik programından yararlanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Denim, Denim aşınma, termal konfor, kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, hava geçirgenliği, kalınlık, su buharı direnci.

INVESTIGATION OF CHANGES IN MECHANICAL AND THERMAL PROPERTIES OF DENIM FABRICS BY REPEATED ABRASION PROCESSES

Esra KAYAPINAR

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master Thesis, July 2019

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

ABSTRACT

In this study, 3 types of denim fabric samples were used such as raw denim fabric, finished denim fabric and washed denim fabric produced with 3/1 Z twill weave using cotton yarn in warp direction and cotton and elastane yarn in weft direction. Over time, many different types of denim fabric have been produced with changes in the structure. Thus, denim fabric type has been used in many different fields. With the increase in usage and variety, the demand and expectations of the people regarding the durability and comfort parameters of denim fabric have been increased. As a matter of fact, denim fabric are subjected to many physical and chemical wear processes that affect their physical and comfort properties during their production and usage. For this purpose, in this study, denim fabric sample are subjected to repeated wear process at 5 different wear cycles. The change in physical (weight, thickness), mechanical (tensile strength and tear strength) properties and thermal comfort (air permeability, thermal resistance and water vapor resistance) properties of the fabric are tested through physical and thermophysiological tests was determined. The results obtained from the tests before and after the abrasion process of the fabric samples were examined comparatively. ANOVA was used to evaluate the results.

Keywords: Denim, Denim abrasion, thermal comfort, strength, tearing strength, air permeability, thickness, water vapor resistance.

İÇİNDEKİLER

DENİM KUMAŞLARIN TEKRARLI AŞINDIRMA İŞLEMLERİYLE MEKANİK VE TERMAL ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI.....	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	ii
KABUL VE ONAY	iii
ONAY	iii
ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Denim ile İlgili Bilgiler.....	3
1.1.1. Denimin Tarihi	3
1.1.2. Denimin Gelişimi, İthalatı ve İhracatı.....	6
1.1.3. Denim Kumaş Tanımı.....	10
1.1.4. Denim Kumaşa Has Özellikler.....	11
1.1.5. Denim Kumaş Çeşitleri.....	11
1.1.6. Denim Kumaş Üretimi.....	12
1.1.6.1. Denim Kumaş Hammaddesi.....	14

1.1.6.2. İplik Üretimi.....	14
1.1.6.3. Çözü Hazırlama – Halat Sarma	15
1.1.6.4. Denim Kumaşın Çözü İpliklerinin Boyanması.....	16
1.1.6.5. Denim İpliğinin Haşıllanması.....	20
1.1.6.6. Denim Kumaşın Dokunması.....	20
1.1.6.7. Denim Kumaşa Uygulanan Terbiye İşlemleri	21
1.1.6.8. Denim Kumaşa Uygulanan Bitim İşlemleri	22
1.1.6.9. Denim Kumaşa Uygulanan Kalite Kontrol İşlemleri.....	25
1.2. Tez Kapsamında Uygulanan Testlerle İlgili Bilgiler	25
1.2.1. Aşınma.....	25
1.2.1.1. Aşınma Tipleri	26
1.2.1.2. Aşınma Dayanımı ve Aşınmanın Kumaşa Etkileri.....	29
1.2.1.3. Aşınma Testleri.....	29
1.2.2. Tekstilde Konfor.....	30
1.2.2.1. Giysi Konforu.....	31
1.2.2.2. Mikroklima	31
1.2.2.3. Konfor Çeşitleri	32
1.2.2.4. Termal Konfor	33
1.2.2.5. Su Buharı Geçirgenliği.....	38
1.2.2.6. Islanma ve Kılcallık.....	42
1.2.2.7. Hava Geçirgenliği	44
1.2.2.8. Mukavemet.....	45
1.2.2.9. Yırtılma Mukavemeti.....	47
1.3. Önceki Çalışmalar.....	47

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Gereç.....	60
2.2. Yöntem	61
2.2.1. Kumaş Numunelerine Uygulanan Fiziksel ve Mekanik Testler	62
2.2.1.1. Atkı ve Çözümlü Sıklık Testi	62
2.2.1.2. Gramaj Testi	62
2.2.1.3. Kalınlık Tayini.....	63
2.2.1.4. Aşındırma İşlemi	63
2.2.1.4. Kopma (Çekme) Mukavemeti Testi.....	65
2.2.1.5. Yırtılma Mukavemeti Testi	66
2.2.2. Kumaş Numunelerine Uygulanan Termofizyolojik Testler	68
2.2.2.1. Hava Geçirgenliği Testi.....	68
2.2.2.2. Termal Direnç Testi	69
2.2.2.3. Su Buharı (Nem) Direnci Testi.....	71
2.2.3. Test Sonuçların Değerlendirilmesinde Kullanılan İstatistiksel Analiz Yöntemi	72
2.2.3.1. Regresyon Analizi	72
2.2.3.2. Bağımlı Değişken	73
2.2.3.3. Bağımsız Değişken	73
2.2.3.4. F- Testi	74
2.2.3.5. p- Değeri	74
2.2.3.6. Varyans Analizi (ANOVA)	74
2.2.3.8. Uyum Eksikliği (Lack of Fit).....	75
2.2.3.9. Artık Analizi.....	75

3.BÖLÜM

BULGULAR

3.1 Kumaş Numunelerinin Fiziksel ve Mekanik Test Sonuçları	76
3.1.1. Atkı ve Çözümlü Sıklık Tayini Test Sonuçları.....	76
3.1.2. Gramaj Test Sonuçları.....	77
3.1.3. Kalınlık Test Sonuçları	78
3.1.4. Aşındırma İşlemi	80
3.1.5. Kopma Mukavemeti Test Sonuçları.....	80
3.1.5.1. Atkı Yönlü Kumaş Numunelerinin Kopma Mukavemeti Test Sonuçları.....	80
3.1.5.2. Çözümlü Yönlü Kumaş Numunelerinin Kopma Mukavemeti Test Sonuçları	83
3.1.6. Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları.....	86
3.2. Kumaş Numunelerinin Termal Konfor Test Sonuçları.....	86
3.2.1. Hava Geçirgenliği Test Sonuçları.....	86
3.2.2. Termal Direnç Test Sonuçları.....	89
3.2.3. Su Buharı Direnci Test Sonuçları.....	89

4.BÖLÜM

TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma.....	93
4.1.1. Kumaş Numunelerine Uygulanan Fiziksel ve Mekanik Testlerin İstatistiksel Analizi	94
4.1.1.1. Gramaj Değeri	94
4.1.1.2. Kalınlık Değeri.....	96
4.1.1.3.Kopma Uzunluğu ve Kopma Mukavemeti.....	98
4.1.1.4 Yırtılma mukavemeti	107

4.1.2.Kumaş Numunelerine Uygulanan Termofizyolojik Testlerin İstatistiksel Analizi	110
4.1.2.1. Hava Geçirgenliği	110
4.1.2.2. Termal Direnç	111
4.1.2.3. Su Buharı Direnci	114
4.2. Sonuç	116
4.3. Öneriler	118
KAYNAKÇA	119
ÖZGEÇMİŞ.....	128

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1.	Dünyada en fazla denim kumaş ihraç eden ülkeler	7
Tablo 1.2.	2016- 2017 yıllarında Türkiye’ deki denim kumaş ihracatı	8
Tablo 1.3.	Türkiye’ nin denim kumaş ithal ettiği ülkeler ve ithalat değerleri	9
Tablo 1.4.	İplikçilik sistemine göre oluşan denim kumaş yapıları	15
Tablo 1.5.	Kuru liflerin özgül ısı değerleri	36
Tablo 2.1.	Ham kumaş numunelerine ait parametreler	60
Tablo 2.2.	Kumaşlar numunelerine uygulanan işlemler.	61
Tablo 2.3.	Kumaşlara uygulanan yıkama ve kurutma prosedürü	61
Tablo 2.4.	Martindale yöntemi ile boncuklanma derecesinin değerlendirilmesi	65
Tablo 2.5.	Hava geçirgenliği test standartlarına ait parametreler.	68
Tablo 2.6.	ThermtestHFM- 100 test cihazı parametreleri.....	70
Tablo 2.7.	Permetest test cihazı parametreleri.	71
Tablo 3.1.	Kumaşların atkı ve çözgü iplik sıklığı test sonuçları.....	76
Tablo 3.2.	Kumaş numunelerinin gramaj test sonuçları.	77
Tablo 3.3.	Kumaş numunelerinin kalınlık değeri tespiti.....	78
Tablo 3.4.	Kumaş numunelerinin kalınlık test sonuçları.	79
Tablo 3.5.	Atkı yönlü kumaş numunelerinin kopma uzama sonuçları	81
Tablo 3.6.	Atkı yönlü kumaş numunelerinin kopma kuvveti sonuçları.	82
Tablo 3.7.	Çözgü yönlü kumaş numunelerinin kopma uzunluğu sonuçları.....	84
Tablo 3.8.	Çözgü yönlü kumaş numunelerinin kopma kuvveti sonuçları.....	85
Tablo 3.9.	Atkı yönlü kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti test sonuçları.....	86
Tablo 3.10.	Kumaş numunelerinin hava geçirgenliği test sonuçları (100 Pa - 20 cm ²).	87
Tablo 3.11.	Kumaş numunelerinin hava geçirgenliği test sonuçları (196 Pa - 50 cm ²).	88
Tablo 3.12.	Kumaş numunelerinin termal direnç test sonuçları.	89

Tablo 3.13.	Kumaş numunelerinin su buharı direnci test sonuçları (%).	90
Tablo 3.14.	Kumaş Numunelerinin su buharı direnci test sonuçları ($\text{m}^2\text{Pa/W}$).	91
Tablo 4.4.	Kumaş numunelerinin gramaj değerlerinin ANOVA tablosu.	94
Tablo 4.2.	Kumaş numunelerinin kalınlık değeri ANOVA tablosu.	96
Tablo 4.3.	Atkı yönlü kumaş numunelerinin kopma uzama ANOVA tablosu.	99
Tablo 4.4.	Atkı yönlü kumaş numunelerinin kopma mukavemeti (N) ANOVA tablosu.	101
Tablo 4.6.	Çözümlü yönlü kumaş numunelerinin kopma kuvveti ANOVA tablosu.	105
Tablo 4.7.	Atkı yönlü kumaş numunelerinin yırtılma kuvveti (N) ANOVA tablosu.	108
Tablo 4.8.	Kumaş numunelerinin hava geçirgenliği değerinin (mm/s) ANOVA tablosu.	110
Tablo 4.9.	Kumaş numunelerinin termal direnç değerinin ANOVA tablosu.	112
Tablo 4.10.	Kumaş numunelerinin su buharı direnci değerinin ($\text{m}^2\text{Pa/W}$) ANOVA tablosu.	114

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Denim kumaş görüntüsü	3
Şekil 1.2.	Denim işçi giysileri	4
Şekil 1.3.	Denim kumaş görüntüsü	6
Şekil 1.4.	Dünyadaki denim kumaş ihracatının yıllara göre dağılımı	7
Şekil 1.5.	Türkiye’ deki denim ihracatının yıllara göre dağılımı	8
Şekil 1.6.	Türkiye’ nin yıllara göre denim kumaş ithalatı	9
Şekil 1.7.	Denim kumaşın üretim aşamaları	13
Şekil 1.8.	İndigofera bitkisi	16
Şekil 1.9.	İndigo mavisi	17
Şekil 1.10.	Halat boyama hattı	18
Şekil 1.11.	İlmek boyama hattı	19
Şekil 1.12.	Slasher boyama hattı	19
Şekil 1.14.	Kaymadaki temas esnasında sürtünme kuvveti (F), cisim ağırlığı (W), normal kuvvet (N) ve hızın (V) cisim üzerindeki görünüşü	25
Şekil 1.15.	Mikroklimaya etki eden parametreler	32
Şekil 1.16.	İnsan- giysi- çevre arasındaki ısı durum	35
Şekil 1.17.	Mikroklima bölgesinde sıvı-buhar oluşumu	38
Şekil 1.18.	Termal ve ıslaklıkla ilgili hislerin değerlendirilmesi için kullanılan bir sınıflama skalası	39
Şekil 1.19.	Su buharının buhar geçirgen kumaştan difüzyonu	40
Şekil 1.20.	Sıvı damlalarının katı yüzeyde oluşturduğu temas açılarının gösterimi ...	43
Şekil 2.1.	Hassas terazi.	62
Şekil 2.2.	Elastocon EV 07B dijital kalınlık cihazı.....	63
Şekil 2.3.	Lissajous hareketi	64
Şekil 2.4.	Martindale aşınma ve pilling test cihazı.	64
Şekil 2.5.	EMPA (SN198525-K3) serisi standart fotoğrafları	65

Şekil 2.6.	INSTRON- 4411- H 2011 kopma mukavemeti test cihazı.....	66
Şekil 2.7.	Elemendorf test cihazı	67
Şekil 2.8.	Elemendorf yırtılma mukavemeti test cihazı.....	68
Şekil 2.9.	Proser K008 hava geçirgenliği test cihazı.....	69
Şekil 2.10.	ThermtestHFM- 100 termal dayanım test cihazı	70
Şekil 2.11.	Permetest test cihazı	72
Şekil 2.12.	Permetest su buharı geçirgenliği test cihazı.....	72
Şekil 4.1.	Kumaş numunelerinin kumaş tipi ve devir sayısına bağlı gramaj (gr/m^2) değişimi.....	95
Şekil 4.2.	Kumaş numunelerinin kumaş tipi ve devir sayısına bağlı kalınlık (mm) değişimi.....	98
Şekil 4.3.	Atkı yönlü kumaş numunelerinin kopma uzama değişimi.	100
Şekil 4.4.	Atkı yönlü kumaş numunelerinin kopma mukavemeti (N) değişimi.	102
Şekil 4.5.	Çözümlü yönlü kumaş numunelerinin kopma uzunluğu (mm) değişimi.....	104
Şekil 4.6.	Çözümlü yönlü kumaş numunelerinin kopma kuvveti (N) değişimi.....	106
Şekil 4.7.	Atkı yönlü kumaş numunelerinin yırtılma kuvveti değerinin (N) değişimi.....	109
Şekil 4.8.	Kumaş numunelerinin hava geçirgenliği değerinin (mm/s) değişimi.....	111
Şekil 4.9.	Kumaş numunelerinin termal direnç değerinin değişimi.....	113
Şekil 4.10.	Kumaş numunelerinin su buharı direnci değerinin değişimi.....	115

GİRİŞ

Geçmişten bugüne değin insanoğlunun, refah ve kültür seviyesinin artmasıyla daha iyi ve daha konforlu yaşama isteğine bağlı olarak pek çok alanda olduğu gibi tekstil ürünlerinden beklentisi de artmıştır. Önceleri sadece örtünme ve korunma amaçlı kullanılan tekstil ürünleri zamanla teknolojinin gelişmesi, bilimsel çalışmaların, yeni üretim sistemlerinin ve kullanım alanlarının artmasıyla pek çok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde sadece giyim amaçlı kullanılmayan tekstil ürünleri, inşaat sektöründe ses yalıtımı sağlayan bir ürün, medikal alanda yapay damar, ziraat alanında zararlı mikroorganizmalara karşı koruma sağlayan bir örtü, askeri alanda kurşun geçirmeyen bir koruyucu giysi vb. gibi yaşamın her alanında kullanılan ürünler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir tekstil ürünü hem farklı amaçlara hizmet edebilecek hem de kullanıcının beklentilerini karşılayacak özellikte olmalıdır. Giysinin günümüzde bir statü kavramı olarak nitelendirilmesini de göz önünde bulunduracak olursak kullanıcının özellikle giyim tekstillerinden en önemli beklentilerinden birisi dayanıklılık diğeri ise konfordur.

16. yüzyılda keşfedilen ve 18. yüzyılda ChristopherColombus tarafından yelken bezi olarak kullanılan denim kumaşlar sonraki yüzyıllarda giyim tekstillerinde önemli bir pazar payına sahip olmuştur. Denim kumaşlar moda değeri yüksek her yaştan kullanıcıya hitap edebilecek özellikte kumaşlardır. Dolayısıyla tüm tekstil ürünlerinde olduğu gibi denim kumaşların da kullanıcının taleplerini karşılar nitelikte olması gerekir. Denim kumaşlar kullanım ömürlerinin uzun olması sebebiyle uzun süre aşınmaya maruz kalırlar. Bunun yanı sıra değişen moda anlayışına uyum sağlayabilmeleri için üretimleri sırasında farklı aşındırma işlemleri kullanılarak modifiye edilirler. Dolayısıyla denim kumaş özelliklerinde aşınma etkisi sonucu meydana gelecek değişikliklerin bilinmesi önem arz etmektedir. Bu bağlamda tez çalışması kapsamında tekrarlı aşındırma işlemi uygulanan denim kumaş numunelerinin mukavemet (dayanıklılık) ve termal konfor özelliklerindeki değişiklikleri konu edinen bir araştırma yapılmıştır.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

İnsanoğlunun hayatını devam ettirebilmesi için en önemli gereksinimleri beslenme, çevrenin etkilerinden korunmak üzere barınma ve örtünmedir. Yerleşik hayata geçilmeden önceki dönemi de düşünecek olursak barınakların yapımı ve düzenlenmesi ile modern anlamda giyinme olarak adlandırılan örtünme amacıyla pek çok materyal kullanılmıştır. Bu amaçlar için kullanılan her türde kumaş ve materyalin yapıldığı hammaddeye elyaf adı verilir. Elyaf terimi; lif kelimesinin çoğulu olup, kopma mukavemeti ve gerilme ile bükülebilme (eğirme) ve birbiri üzerine yapışma kabiliyeti olan boyu enine göre çok uzun, renkli veya renksiz materyaller için kullanılan bir tekstil terimidir. Tekstil terimi ise, elyafın üretilip tüketicinin istediği özelliklere sahip bir ürün haline getirilinceye kadar geçirdiği aşamalarla ilgili bir kavramdır [1]. Tekstil temel olarak dokunmuş kumaş anlamına gelmektedir [2]. Dokunmuş kumaşın yani dokumanın dünyadaki tarihi ise çok eski dönemlere dayanmaktadır.

Dokumanın, insanlık tarihindeki önemi ilk çağlardan günümüze kadar gelen süreçte her geçen gün biraz daha artmıştır. Giyimin temelini oluşturan dokuma ve dokumacılığın ilk defa nerede ve ne zaman başladığı henüz keşfedilememiştir. Araştırmacılar tarafından günümüze kadar gelen ilk dokuma buluntularının genellikle çuvala benzeyen gevşek şal dokuması şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Dokumaların hepsi bronz devrine kadar bez ayağı örgüsü ile dokunmuş sonraki dönemlerde ise iplikler renklendirilmek amacı ile doğal boyalarla boyanmış ve farklı örgüler türetilmiştir [3].

İki veya daha fazla iplik grubunun çeşitli şekillerle birbiri arasından geçerek meydana getirdiği bir ürün olarak tanımlanan dokuma; insanoğlunun en önemli ihtiyaçlarından birisi olmasının yanı sıra zamanla yaşanan bölgenin özelliklerini, kültürünü, acılarını ve mutluluklarını yansıtan sanatsal bir ürün haline gelmiştir. Tarihsel süreçte Türklerin ana yurdu olan Orta Asya ve civarı ile Anadolu'nun kuzeydoğu ve doğu bölgeleri, dokumacılık sanatının en yaygın merkezleri olarak kabul edilmektedir[3].

Geçmiş M.Ö. 6000’li yıllara dayanan dokuma sanatı ve dokuma kumaş yapısı zamanla değişen şartlar, gelişen teknoloji ve yeni ihtiyaçların ortaya çıkmasıyla değişip gelişmiş ve böylece yeni dokuma teknikleri ve farklı yapıda oluşturulmuş kumaş çeşitleri ortaya çıkmıştır.

Denim adı verilen kumaş türü de döneminin ihtiyaçları doğrultusunda ortaya çıkmış genellikle çözgüde indigo boyalı pamuk ipliği, atkıda ise boyanmamış pamuk ipliği kullanılarak üretilen bir dokuma kumaş türüdür.



Şekil 1.1. Denim kumaş görüntüsü [4].

1.1. Denim ile İlgili Bilgiler

1.1.1. Denimin Tarihi

- 16. yüzyılda İtalya’nın Cenova Limanına gelen denizcilerin Jean adını verdikleri bir kumaş oldukça popüler olmuştur. Bu kumaş adını Cenova’nın kısaltılmışı olan ‘Genes’ kelimesinin okunuşundan almıştır. Araştırmalar, jean kumaşların pamuk, keten ve/veya yün karışımı dişi doku türünde üretildiğini göstermiştir [5].
- 17. yüzyılda Fransa’nın ‘Nimes’ isimli kasabasında ‘Serge de Nimes’ adı verilen yün karışımı kumaşlar dokunmuştur. ‘Serge de Nimes’ kelimesi Serj dö Nim olarak telaffuz edilmekte ve dayanıklı kumaş anlamına gelmektedir. Serge de Nimes tamlamasından İngilizceye Denim olarak geçmiştir ancak denim kumaş Serge de Nimes’e benzemesine karşın endüstriyel üretiminde yün lifi hiç kullanılmamıştır [5].

- 18. yüzyılda ChristopherColombus, Santa Marina adlı gemisinin yelkeninde denim kumaşı kullanmış ve bu kumaşı gemisiyle yaptığı yolculukla Amerika'yla tanıştıran ilk kişi olmuştur [6].
- 19. yüzyılda Amerika halkı için arasında madencilik ve özellikle de altın arayıcılığı önemli bir iş kolu olmuştur. 1850 yılında Baviera'lı bir göçmen olan Levi Strauss San Fransisco'ya gelip yerleşmiş ve gelirken yanında Denim olarak adlandırılan bir kumaş getirmiştir. Levi Strauss, denim kumaşın çadır bezi ve yük arabası tentesi olabileceğini düşünerek bu kumaşı altın arayıcılığında çalışan kişilere satabileceğini umuyormuş. Genç bir madencinin Strauss'a altın ararken giyinebilecekleri dayanıklı ve kolay eskitilemeyecek pantolonlara ihtiyaç duyduklarını söylemesi üzerine Strauss, denim kumaştan bir pantolon dikip bu pantolonu madencilere satmıştır. Denim kumaştan dikilen pantolonlar zamanla madenciler arasında yaygınlaşmıştır. Fakat madenciler altınları ceplerine koydukları için pantolon cepleri çabuk yıpranmaya başlamıştır. Bu sorunu ortadan kaldırmak amacıyla ceplerin çabuk yıpranmasını engellemek için cep köşelerine metal perçinler takılmıştır [7].



Şekil 1.2. Denim işçi giysileri [6].

20. yüzyılın ortalarından itibaren denim modayı şekillendiren ana noktalardan biri haline gelmiştir.

- 1930' larda, denim ürün giyen kovboylar popüler olmuştur [5].
- 1940'lı yıllarda II. Dünya Savaşı sırasında, Amerikalı askerler denim ürünlerin dünyaya tanıtılmasına katkı sağlamışlar [5].

- 1950’lerde MarlonBrando, Elvis Presley ve James Dean gibi müzik ve sinema yıldızları, gençleri denim ürünlere özendirmiştir. Aynı yıllarda Levi Strauss’ un kurduğu Levi’s firmasına rakip olarak Lee gibi denim ürün üreten firmaların da piyasaya ayak uydurmasıyla denimde çeşitlilik yavaş yavaş başlamıştır [5].
- 1960 ve 70’li yıllarda denim ürünler daha çok baskılı, delikli, aplikeli olacak şekilde daha dekoratif olarak üretilmiştir. Ayrıca ilk denim terbiyesi-yıkama işlemleri de bu yıllarda ortaya çıkmıştır. Bu sayede denim ürünler, 70’lerdeki pop konserlerinde neredeyse tek tip üniforma gibi giyilen giysiler haline gelmiştir [5].
- 80’li yıllara gelindiğinde yırtık, eskimiş ve pastel tonlara kadar renklendirilmiş denimler popüler olmuştur. Piyasaya Armani, CalvinKlein gibi tasarımcıların girmesi de denim ürünlerin artık bir moda ürünü haline gelmesini sağlamıştır [5].
- 90’lı yıllarda, insanların denim ürünlere olan ilgisi eski yıllara nazaran daha azalırken ilk defa elastan içerikli denim kumaşlar piyasaya sürülmüştür [5].
- 2000’li yılların başından itibaren denim ürünler tekrar eski popülerliğine kavuşmuştur. Bu yıllarda özellikle denim ürünler üzerine yerleştirilen boncuk, dğme ve rivet gibi aksesuarlar denim modasına yn vermiştir. Ayrıca vintagelook dediğimiz ağır, eskitilmiş görüntülü denim ürünler de pazarda önemli bir yere gelmiştir [5].

Türkiye denim kumaş ile II. Dünya Savaşının sonralarına doğru tanışmıştır. II. Dünya Savaşı’ndan sonra Avrupa’da olduğu gibi Türkiye’de de kurulan Amerikan slerindeki Amerikan askerinin üniformalarının haricinde sivil hayatta giydikleri bluejeans rağbet görmüştür. Az bulunan bir kumaş olduğu için ikinci el edinmek önemli hale gelmiştir. Bu sebeple askerlerden kullanılmış bluejeans’ ler satın alınarak temin edilmiştir. O dönemde “yıkannmış jeans” diye bir kavram olmadığı için üretimin son aşamasında yıkanma işlemi uygulanmamıştır [6].

1940’larda ve daha sonraki yıllarda ise denim kumaş pazarının önemli bir bölümü; hazır giyim üreticisi kuruluşların özellikle Silahlı Kuvvetler ile diğer büyük kamu kuruluşlarının personel giysisi ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik açtığı ihalelerden oluşmuştur [6].

Amerika’ nın denim kumaş ile tanışmasından yaklaşık yüzyıl sonra Türk bluejeans’ine soyadını vererek bir marka haline getiren Muhteşem Kot, Avrupa’ya yaptığı bir gezi sırasında bluejeans ile karşılaşmıştır. Yaptığı araştırmalar sonucunda bluejeans’in Amerika’da kovboy ve tarım işçileri tarafından kullanıldığını öğrenmiş ve Türkiye’de de köylü ve işçilerin giyebileceği dayanıklı, rahat ve bakımı kolay bir pantolon olacağını düşünerek kot pantolon üretimine başlamıştır [6].

“Kot” 1958 yılından itibaren bir marka olarak tescillenmiştir. Böylece bluejeans Muhteşem Kot’ un girişimciliği sayesinde Amerika’daki işlevini yitirmeden İstanbul’ daki tarihi sürecine adım atmıştır [6].



Şekil 1.3. Denim kumaş görüntüsü [8].

1.1.2. Denimin Gelişimi, İthalatı ve İhracatı

18. yüzyılda ilk defa çiftçi, kovboy ve işçi giysisi olarak kullanılmaya başlanmasından bugüne kadar denim kumaşın hem kullanım alanı genişlemiş hem de popülerliği artmıştır. Toplumun büyük küçük hemen hemen her kesiminde talep edilen bir ürün haline gelmiştir. Yüzyıllar zarfında değişen yaşam tarzları, gelişen üretim teknolojileri, yeni lifler, yeni iplik özellikleri, yeni kumaş gramajları ve kalınlıkları, yeni terbiye ve bitim işlemleriyle denim kumaştan beklenen özelliklerde değişip artmıştır. Fakat her ne olursa olsun her yaş grubu tarafından tercih edilen denim kumaşlar kullanıcıların gardıroplarındaki yerlerini korumaya devam etmişler ve değişen moda anlayışının izini

takip edebilmişlerdir. Popüler bir kumaş çeşidi olan denim kumaştan mamul giysilerin üretimi, ihracatı ve ithalatı küresel pazarlarda tekstil ve hazır giyim sektörünün önde gelen birçok ülkesi tarafından yapılmaktadır [4].

Denim kumaşın dünyadaki ve Türkiye’deki ithalat ve ihracat değeri aşağıdaki tablolar ve şekillerde gösterilmiştir;



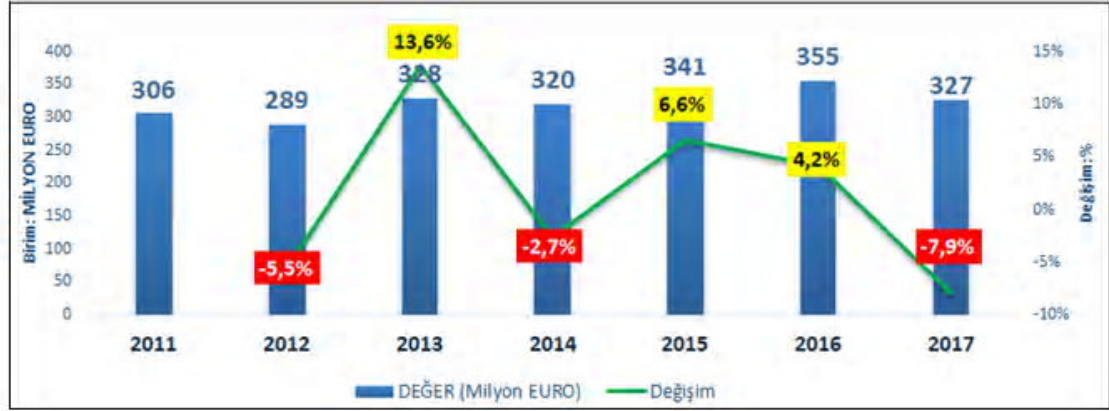
Şekil 1.4. Dünyadaki denim kumaş ihracatının yıllara göre dağılımı [9].

Dünyadaki denim kumaş ihracatı 2015 yılında 4.2 milyar Euro iken 2016 yılında % 1,4 oranında gerilemiştir. Ancak 2014 yılına göre ihracat oranlarında artış gözlemlenmektedir [9].

Tablo 1.1. Dünyada en fazla denim kumaş ihraç eden ülkeler [9].

Birim: 1000 EURO	2014	2015	2016	2015 - 2016 DEĞİŞİM	PAY
ÇİN	1.235.733	1.535.812	1.588.329	3,4%	38,3%
PAKİSTAN	404.303	461.421	443.340	-3,9%	10,7%
HONG KONG	412.909	461.874	407.021	-11,9%	9,8%
TÜRKİYE	320.157	340.787	355.701	4,4%	8,6%
HİNDİSTAN	262.800	287.421	280.649	-2,4%	6,8%
ABD	175.344	163.225	151.854	-7,0%	3,7%
İTALYA	178.252	156.500	143.286	-8,4%	3,5%
JAPONYA	104.507	123.026	104.442	-15,1%	2,5%
MISIR	62.061	77.380	98.695	27,5%	2,4%
MEKSİKA	60.019	83.500	68.394	-18,1%	1,6%
DİĞER ÜLKELER	421.506	516.136	506.693	-1,8%	12,2%
DÜNYA DENİM KUMAŞ İHRACATI	3.637.591	4.207.082	4.148.404	-1,4%	100%

Dünyada en fazla denim kumaş ihraç eden ülkeler arasında Çin % 38,3 birinci sıradayken Türkiye % 8,6 ile dördüncü sırada yer almaktadır [9].

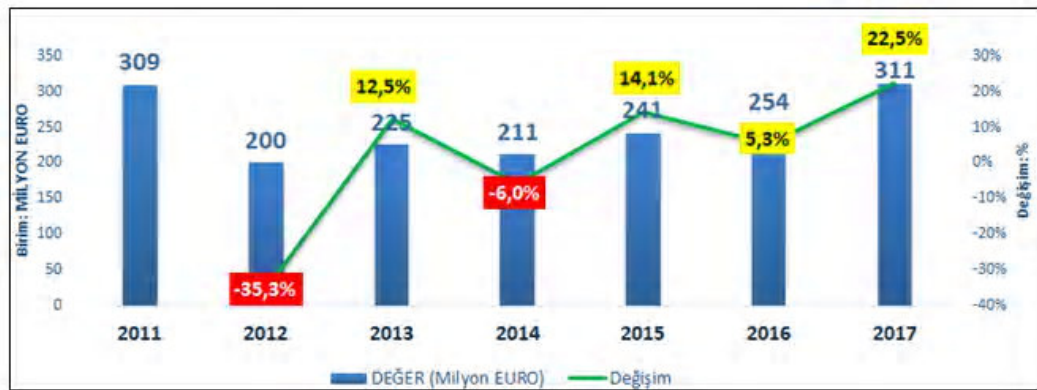


Şekil 1.5. Türkiye’ deki denim ihracatının yıllara göre dağılımı [9].

Türkiye’ nin denim kumaş ihracat değeri 2016 yılına göre 2017 yılında % 7,9 oranında düşüş göstermiştir [9].

Tablo 1.2. 2016- 2017 yıllarında Türkiye’ deki denim kumaş ihracatı [9].

Birim: Milyon EURO	2016	2017	DEĞİŞİM	PAY
TUNUS	45	46	2,1%	14,1%
MISIR	37	42	14,3%	12,8%
İTALYA	51	36	-30,7%	10,9%
FAS	19	33	68,7%	10,0%
BANGLADEŞ	25	30	18,1%	9,1%
HONG KONG	25	21	-16,6%	6,3%
ALMANYA	13	18	34,2%	5,4%
A.B.D.	12	12	2,3%	3,7%
ÇİN	11	12	5,3%	3,6%
MACARİSTAN	6	7	9,1%	2,1%
DİĞER ÜLKELER	95	71	-25,2%	21,8%
TOPLAM İHRACAT	341	327	-4,1%	100%



Şekil 1.6. Türkiye' nin yıllara göre denim kumaş ithalatı [9].

Türkiye' nin denim kumaş ithalat değeri 2017 yılında % 22,5 artmıştır [9].

Tablo 1.3. Türkiye' nin denim kumaş ithal ettiği ülkeler ve ithalat değerleri [9].

Birim: Milyon EURO	2016	2017	DEĞİŞİM	PAY
MISIR	64	85	32,9%	27,4%
PAKİSTAN	58	83	42,8%	26,6%
İTALYA	23	21	-8,9%	6,8%
TÜRKMENİSTAN	12	15	19,3%	4,7%
HİNDİSTAN	12	11	-7,8%	3,7%
ÇİN	9,1	11	21,2%	3,5%
BAHREYN	13	10	-24,1%	3,2%
MAKEDONYA	8,8	6,1	-31,0%	2,0%
TUNUS	6,2	5,2	-16,2%	1,7%
ETİYOPYA	0,3	4,5	1323,0%	1,4%
DİĞER ÜLKELER	47	60	27,1%	19,1%
TOPLAM İTHALAT	254	311	22,5%	100%

Türkiye 2016 ve 2017 yıllarında % 32,9 değişim oranıyla en çok Mısır' dan denim kumaş ithal etmiştir.

1.1.3. Denim Kumaş Tanımı

Denim kumaşın geçmişten günümüze kadar birçok farklı tanımı yapılmıştır. Hough 1949 yılında denim kumaşı “genellikle mavi veya kahverengi, inceliği 42-60 tex (Ne 10-14), sıklığı 25-40 tel/cm olan çözgü ipliği ve beyaz, inceliği 37-50 tex (Ne 12-16), sıklığı 20-22 tel/cm olan atkı ipliği ile dokunan, 3/1 dimi örgülü kumaş” olarak tanımlamıştır [10].

Watson 1956 yılında denim kumaşı; “işçiler için tulum, gömlek vb. yapımında kullanılan, genellikle 3/1 dimi örgülü, yüzeyde çözgünün hakim olduğu pamuklu kumaş” olarak tanımlayıp, dokunmasında inceliği 33 tex (Ne 18) ve sıklığı 35 tel/cm olan çözgü ipliği ile inceliği 42 tex (Ne 14) ve sıklığı 24 tel/cm atkı ipliği kullanıldığını belirtmiştir [10].

Wingate 1964 yılında denim kumaşı; “renkli çözgü ve beyaz atkıdan dokunan, dimi örgülü, ağır ve dayanıklı pamuklu kumaştır” şeklinde tanımlamıştır. Orjinalinde çözgü iplikleri mavi veya kahverengidir [10].

TheTextileInstitute 1970 yılında denim kumaşı için; “çözgü iplikleri boyalı, atkı iplikleri ham olan ve yüzeyde çözgünün hakim olduğu kumaş” şeklinde bir tanım yapmıştır. Bu konstrüksiyonun pamuk için tipik örneği; inceliği 45 tex (Ne13) ve sıklığı 32 tel/cm olan çözgü ipliği inceliği 54 tex (Ne 11) ve sıklığı 18,5 tel/cm olan atkı ipliği ile 3/1 dimi formunda dokunan ve ağırlığı 315 g/m² olan kumaştır [10].

Türk Standartları Enstitüsü (TSE), 1977 yılında denim kumaşların 2/1 dimi olması gerektiğini ancak çok ağır tiplerde 3/1 diminin kullanılabileceğini belirtmiştir. TSE tarafından denim, “dış giyimde kullanılan tek kat % 100 pamuk ipliğinden dokunmuş, çözgüsü mavi yada lacivert, atkısı ham, dimi dokulu kumaştır” diye tanımlanmakla birlikte günümüzde, piyasada denim kumaş renkleri açık maviden siyaha, kırmızıdan griye çok geniş bir aralıkta değişebilmektedir. Örgü olarak ise 2/1 ve 3/1 diminin yanında daha nadir olarak bez ayağı, saten, balıksırtı örgülü denim kumaşlar üretilmektedir [10].

1.1.4. Denim Kumaşa Has Özellikler

Denim kumaşlarda olması gereken özellikler şunlardır:

1. Denim kumaşların çözgü ipliği indigo boyalı veya sülfür boyalarla mavi, lacivert, siyah vb. renklere boyanmış pamuk ipliği olmalıdır.
2. Klasik denim kumaşlarda atkı ipliği beyaz pamuk ipliği olmalıdır. Atkı iplikleri daha sonra boyanıp kullanılabilir.
3. Çözgü iplikleri atkı ipliklerine nazaran daha sık bükümlü ve ince ipliklerdir.
4. Denim kumaş, daha çok 2/1 ve 3/1 çözgü yüzeyli dimi örgüleri kullanılarak dokunmaktadır.
5. Kumaşın, kullanılan örgü tipinden dolayı ön ve arka yüzleri farklı görümdedir. Ön yüzde boyalı çözgü iplikleri belirginken arka yüzde beyaz atkı iplikleri belirgin olarak görünür.
6. Ter haslığı en az 5, ışıık haslığı en az 4, sürtünme haslığı boyalılarda en fazla 3, bunun dışındakiler de ise en fazla 5 olmalıdır.
7. Denim kumaşlarda pH değeri 8-10 arasında olmalıdır.
8. Denim kumaşın gerilme toleransı % 1, çekmezlilik değeri ise çözgü ve atkı yönlerinde en çok % 2-3 olmalıdır.
9. Kumaş enleri kenar dokusu hariç olarak ölçülmelidir.
10. Denim kumaş üretim kolaylığı açısından dikilebilir olmalıdır [11].

1.1.5. Denim Kumaş Çeşitleri

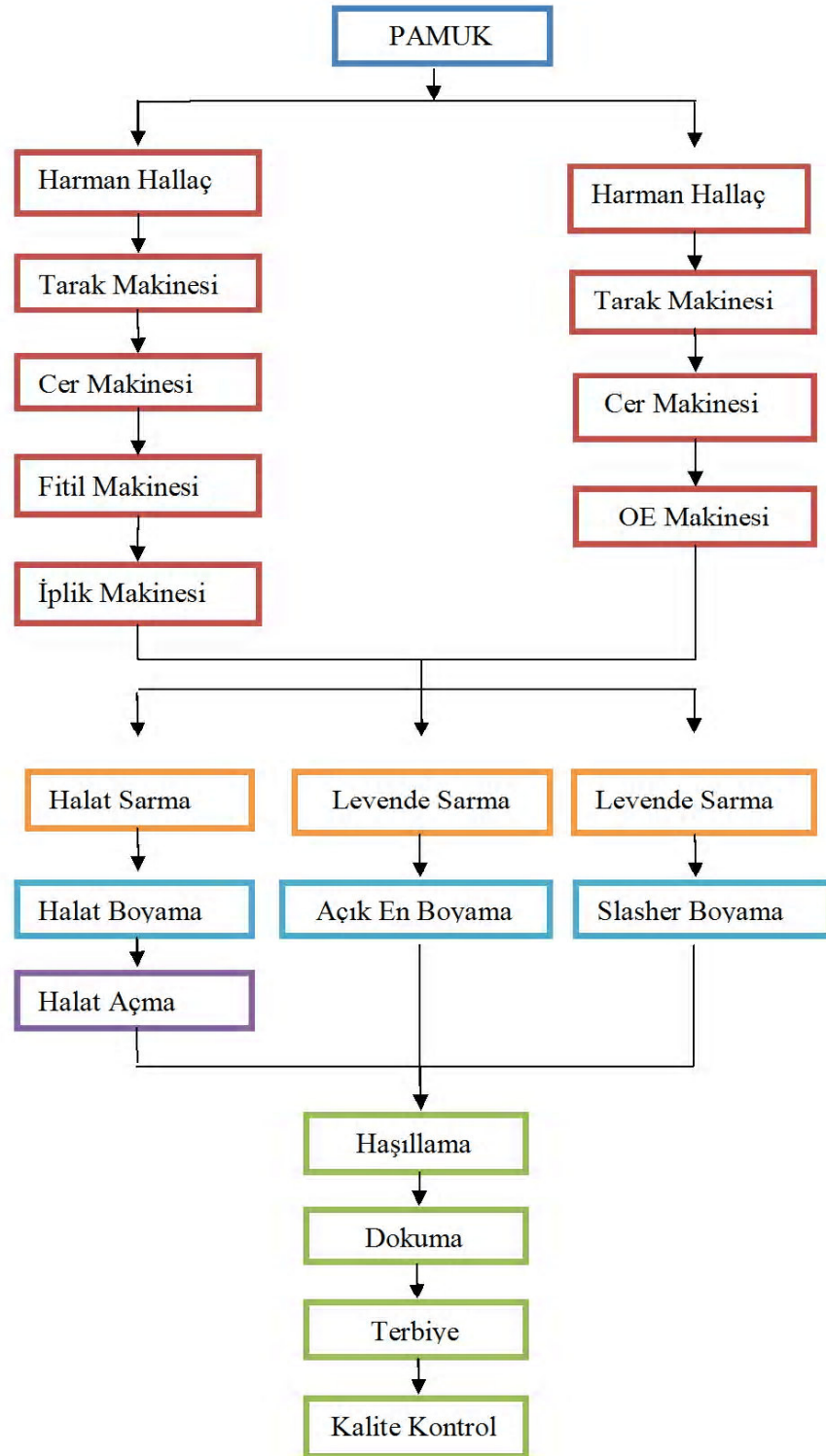
Son yıllarda farklı denim kumaşların kullanılmasıyla farklı denim çeşitleri üretilmeye başlanmıştır. Bunlar;

- Siyah Denim: Çözgüsü iplik halindeyken siyaha boyanmış veya kumaş halindeyken siyaha boyanmış denim kumaştır. Parça veya kumaş halindeki siyah boyamalar kükürt boyarmaddeleri kullanılarak yapılmaktadır [11].
- Mavi Denim: Atkı ipliği beyaz, çözgü dimisi şeklinde dokunmuş ve çözgü ipliği indigo boyarmaddesi kullanılarak maviye boyanmış denim kumaştır [11].

- **Temel Renkli Denim:** Reaktif boyarmaddeler kullanılarak temel renklerde boyanmış denim kumaşlardır. Soda kullanılarak fiske işlemi yapıldıktan sonra kumaşa durulama, asitleme ve sabunlama adımları uygulanır [11].
- **Çok Renkli Denim:** Klasik indigo ile boyanmış çözgü ipliklerinin, kükürt boyarmaddeleriyle boyanmasıyla elde edilen çözgü iplikleri kullanılarak dokunan denim kumaştır [11].
- **Çift Taraflı Denim:** Farklı iki değişik boya grubunun kullanılmasıyla ön ve arka yüzleri özel metotlarla boyanarak veya basılarak renklendirilen denim kumaştır. Kumaş atkı ve çözgü ipliklerinin farklı renklerde boyanmasıyla renklendirilebildiği gibi kumaş halindeyken de renklendirilebilmektedir [11].
- **Ring Efektli Denim:** Çözgüsü ve/veya atkısı ring iplikten dokunan denim kumaş cinsidir. Ring efektli denim kumaşın yalnızca çözgüsünün ring ipliği olması halinde yıkama sonrasında mamul üzerinde boyuna çizgili bir efekt elde edilebilmektedir. Çözgü ve atkı ipliklerinin her ikisinin de ring ipliği olması durumunda ise yıkama sonrasında mamul üzerinde hem çözgü yönünde hem de atkı yönünde çizgili bir efekt elde etmek mümkündür [11].
- **Aşındırılmış İndigo Denim:** İndigo boyalı denim kumaşın zemin boyarmaddesinin, aşındırma patı ile basılıp desene göre tahrip edilmesi ile elde edilen denim kumaş cinsidir [11].
- **Streç Denim:** Genellikle atkı iplik yapısında elastan içerikli ipliklerin kullanılmasıyla üretilen denim kumaştır. Bu sebeple streç denimler en yönünde belirli bir elastikiyete sahip olan kumaşlardır [11].

1.1.6. Denim Kumaş Üretimi

Denim kumaş üretiminde hammaddenin izlediği yol aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Pamuk elyafı önce harman hallaç dairesi ve iplikhane makinelerinden geçer. Ardından iplik indigo boyama yöntemleriyle boyanır, haşlanır ve dokunur. En son dokunan denim kumaş terbiye işlemlerinden geçirilir ve kalite kontrol işlemlerinden geçirilerek satışa hazır hale getirilir.



Şekil 1.7. Denim kumaşın üretim aşamaları [12].

1.1.6.1. Denim Kumaş Hammaddesi

Kumaş üretiminde kullanılan hammadde yani elyaf cinsinin özellikleri kumaşın tuşe, mukavemet, kullanım alanı, ekonomiklik, konfor özellikleri gibi birçok özelliğini etkiler. Denim kumaş ilk keşfedildiği günden itibaren pamuk lifi esaslı iplikler kullanılarak dokunan bir kumaş türü olarak tanımlanır.

Latince’ deki adı *GossypiumHerbaceum* olan pamuk, otsu ve odunsu özellikleri bir arada taşıyan bir bitkidir [12]. M.Ö 3000 yılına ait olduğu belirlenen Hint mezarlarında pamuklu materyal kalıntılara rastlandığı bilinmektedir. Pamuk M.S 800 yıllarında Hindistan’ dan Japonya ve Çin’ e geçip 13. yüzyılda Marko Polo tarafından Avrupa’ ya götürülmüştür [1]. Pamuk bitkisi iyi emicilik (terletmeyen ve boya tutabilen), rahat ve yumuşak, ekonomik ve doğal renginin kremi beyaz bir renkolması gibi özellikleri sebebiyle denim kumaş üretiminde tercih edilen bir lif çeşidi olmuştur [13].

Başlangıçta % 100 pamuk liflerinden üretilen denim kumaşların üretiminde günümüzde estetik ve konfor özelliklerinde iyileştirme yapabilmek, üretimde verimlilik ve ekonomiklik sağlamak ve yeni kullanım alanları oluşturmak amacıyla pamuk hammadde olarak alınıp kompozisyona ilave olarak polyester, viskon, elastan türevleri, keten, yün, tencel ve yeni nesil lifler kullanılmaktadır [12].

1.1.6.2. İplik Üretimi

Denim kumaş üretiminde kullanılacak iplikler Ring İplik Üretim sistemi ve Open End İplik Üretim sistemi olmak üzere iki ayrı şekilde üretilir. Kullanılan iplik üretim sistemleri isimlerini ipliğin üretildiği makineden alırlar.

İplikhaneye balyalar halinde gelen hammadde (pamuk veya pamuk ve karışımları) önce harman hallaç makinesinde kaba açma ve temizleme işlemine tabi tutularak düzgün bir harmanlama yapılır. Böylece elyaf içindeki yabancı maddelerden arındırılmış olur. Ardından tarak makinesine beslenen elyaf burada tarama işlemiyle liflerine ayrılır ve üzerindeki nepsler giderilir. Tarak makinesinden bantlar halinde çıkan elyaf Cer makinesine beslenir. Cer makinesinde 6-8’li dublaj olarak beslenen bantlara belli bir çekim ve paralellik uygulanarak lifler birleştirilir ve şerit formu verilir. Cer şeridi Ring iplik makinesine beslenmeden önce fitil makinesinde belli bir çekim işlemine tabi tutularak inceltir ve böylece hammadde Ring iplik makinesine fitil olarak, OE iplik

makinesine ise cer şeridi olarak beslenir. İplik makinelerinde fitil ya da şerit formundaki elyafa çekim ve büküm uygulanarak istenen numaralarda iplik üretilir.

1970' lerin öncesinde bütün denim iplikleri ring iplikçiliği sistemiyle ring iplik makineleri kullanılarak üretilmiştir [14].

İlerleyen dönemlerde 200 m/dk' ya kadar çekim hızında daha küçük rotorların kullanılabilmesi ile OE iplik üretiminde sağlanan gelişmeler sayesinde OE rotor ipliklerinin hem atkı hem de çözgü iplikleri olarak kullanımları mümkün olmuştur [7].

Günümüzde denim kumaşların dokunmasında kullanılan atkı ve çözgü ipliklerinin üretildikleri iplikçilik sistemine göre oluşan kombinasyonları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 1.4. İplikçilik sistemine göre oluşan denim kumaş yapıları [15].

Atkı İpliği / Çözgü İpliği	Oluşan Kumaş
Open End / Open End	Düz görünümlü bir kumaştır.
Ring / Open End ve Open End/ Ring	Görünümü düzgün olmayan, OE / OE kumaşa göre daha yumuşak ve daha dayanıklı olan kumaşlardır.
Ring / Ring	Görünümü, yumuşaklığı ve dayanımı en üst düzeydeki kumaştır. Ancak diğer denim kumaş tiplerine göre daha pahalıdır.

1.1.6.3. Çözgü Hazırlama – Halat Sarma

Denim kumaş üretiminde çözgü iplikleri ipliğe uygulanacak boyama yöntemine göre hazırlanır. Boyama işlemi Halat Boyama yöntemiyle yapılacaksa çözgü iplikleri halat sarma işlemiyle hazırlanır, boyama işlemi Açık En Boyama ya da Slasher Boyama yöntemiyle yapılacaksa çözgü iplikleri levende sarma başka bir deyişle çözgü hazırlama işlemiyle hazırlanır [14].

Hem halat sarma işleminde hem de çözgü hazırlama işleminde çözgü iplikleri sarılırken cağlık kullanılır. Bunlar; Hareketli bobin cağlıkları ve Magazinli cağlıklar olmak üzere iki çeşittir. Hareketli bobin cağlıkları V şeklinde cağlıklardır [14].

İplik makinesinden cağlığa gelen bobinler cağlıktan sağılarak halata sarılırlar. Her halatta ortalama 350-400 adet tel sayısında çözgü ipliği yer alır. Halatlara sarmadan önce çözgü iplikleri karışıklıkları ve hataları önlemek amacıyla taraktan geçirilirler. Halat sarma işlemi sırasında her 1000- 2000 metrede bir polyester esaslı iplik atılır. Bu işlem çapraz atma olarak adlandırılır. Halat sarma hızı genel olarak 300-400 m / dk arasındadır [5].

Çözgü hazırlama işleminde de çözgü iplikleri aynı yöntemler kullanılarak leventlere sarılırlar. Her iki işlemde de sarımdan sonra iplikler boyahaneye gönderilirler [5].

1.1.6.4. Denim Kumaşın Çözgü İpliklerinin Boyanması

İndigo Boyarmaddesi

Doğal indigo boyarmaddesi 5000 yıldır kullanılan, indigofera bitkisinden elde edilen anavatanı Hindistan olan, kimyasal yapı bakımından sınıflandırma yapıldığında karbonil grubuna, boyama özellikleri bakımından sınıflandırma yapıldığında küp(vat) grubuna giren bir boyarmaddedir. 1826 yılında Unverdarbenin ilk sentetik indigo boyarmaddesini üretmesiyle sentetik indigo boyarmaddeleri kullanılmaya başlanmıştır. 19.yy başlarında dünyada indigo boyarmadde talebinin artması ve doğal indigo boyarmaddesiyle elde edilen boyadaki renk farklılıklarının fazla olması sebebiyle 1883 yılında Adolf Von Bayer (BASF) firmasında, ilk sentetik ve fabrikasyon üretimleri yapılmıştır [16].



Şekil 1.8. İndigofera bitkisi [17].

İndigo Boyarmaddesiyle Boyama

İndigo boyar maddeleri, halka elektronları ile konjuge olan ve halkaya bağlı en az iki oksijen atomu içeren suda çözünmeyen renkli bileşiklerden oluşurlar. İndirgen bir madde (NaOH ve Na₂S₂O₄ gibi maddeler) ile alkali ortamda muamele edilerek suda çözünür hale getirilirler. Bu olaya küpleme oluşan ürüne de sodyum leuko bileşiği denir [18].

Mavi renkteki indigo bileşiğinin, sodyum leuko bileşiğine indirgenmesiyle sarı renkli bir çözelti oluşur. Sarı renkli ve suda çözünen bu bileşik, pamuk lifleri tarafından emilir ve lif içindeki bu indirgeme ürünü daha sonra havayla temas ettirilir. Sarı renkli sodyum leuko bileşiği; lif içindeyken hava oksijeni ile önce yeşil renge daha sonra da mavi renkli indigoya yükseltgenir ve lif içinde suda çözünmeyen bir hale gelerek indigo formuna dönüşür [16].

Yükseltgenmeyle beraber tekrar suda çözünmez forma gelen indigo boyarmaddesinin yıkama haslıkları yüksek olmasına rağmen pamuk liflerine karşı afinitesi zayıf olduğu için sürtünme haslığı düşük çıkmaktadır. Bu durum denim kumaşa esas karakterini kazandıran “kolay aşındırılabilme” özelliğini sağlamaktadır [19].



Şekil 1.9.İndigo mavisi [20].

Çözü İplikleri Boyama Yöntemleri

Denim çözgü ipliği boyamada iki farklı metot uygulanmaktadır;

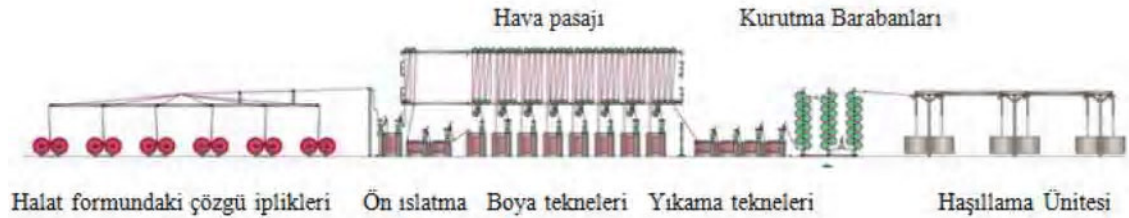
- Klasik metot: Çözgü ipliklerinin çekilmesi, çözgü halatlarının boyanıp halat halindeki ipliklerin açılarak levende sarılmasıdır.
- Açık en çalışma metodu: Doğrudan çözgü ipliklerinin boyandığı yöntemdir.

Denim çözgü boyamada bu boyama metotlarının uygulandığı 3 tip makine mevcuttur;

- Halat Boyama (Rope boyama veya Ball- Warp Boyama)
- İlmek Boyama (Loop Boyama)
- Açık en Boyama (Slasher ya da Open- Width veya Continuous Beam Dyeing Range Yöntemi) [21].

Halat Boyama (Ball- Warp Boyama veya Rope Boyama)

Halat boyama çok tekneli halat halinde boyama tekniğidir. Halat boyama tekniğinde 350- 500 adet çözgü ipliği halat formunda boyanmaktadır. İndigo boyama tekniklerinden en yaygın olarak kullanılan boyama yöntemidir [21].



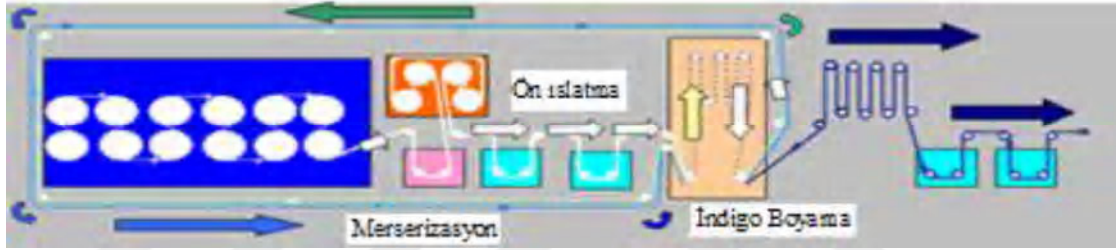
Şekil 1.10.Halat boyama hattı [22].

Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi halat boyamada çözgü iplikleri önce 2 ön ısılatma teknesinden geçirilir. Bu kısımda çözgü ipliklerinin üzerindeki yağ, pektin, kir vb. maddeler deterjanla temizlenir. Ardından çözgü iplikleri bir veya çok tekneli boyamaya tabi tutulur. Her boya teknesinin çıkışında iplikler hava pasajından geçirilir. Hava pasajından geçerken ipliğe muamele edilen hidrosülfid ve indigo boya oksijenle reaksiyona girer. Boyama sonrası çözgü iplikleri tekrar yıkama teknelerine alınarak üzerlerindeki fazla boyadan arındırılırlar, kurutma barabanlarında belirli bir sıcaklık uygulanarak kurutulur ve haşılama ünitesine sevk edilirler. Boyama işleminin

tamamında iplikler teknelerden kontinü olarak geçirilir. Dolayısıyla boyama sırasında duruşların meydana gelmemesiyle randımanı yüksek bir boyama yapılmış olur [22].

İlmek Boyama (Loop Boyama)

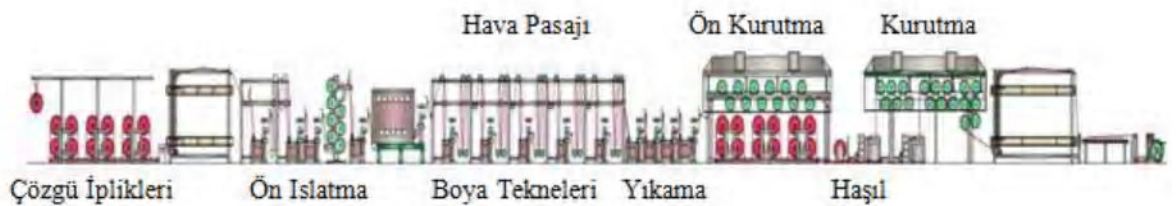
İlmek boyama tekniği halat boyamadan farklı olarak tek tekneli bir yöntemdir ve açık haldeki çözgü iplikleri boyanır. Çözgü iplikleri 2 ayrı ön ıslatma teknesinden ve ardından tek bir boyama teknesinden birçok defa geçirilerek boyanır. Çözgü iplikleri boya teknesine daldırılır, sıkılır uzun bir hava pasajından geçirilir ve sonra tekrar aynı boyama teknesine daldırılır. Bu işlem 1- 6 kez tekrar edilir. 6 defalık geçişin ardından 2 ayrı yıkama teknesinden kontinü olarak geçirilen ipliklere kurutma ve haşılama yapılır [21].



Şekil 1.11. İlmek boyama hattı [23].

Açık en Boyama (Slasher Boyama)

Açık en boyama tekniğinde İlmek boyama tekniğindeki gibi boyanacak olan çözgü iplikleri açık halde bulunur. Ancak ilmek boyamadan farklı olarak bu teknikte birden fazla boyama teknesi mevcuttur. Sistemde bulunan 350- 500 adet yaklaşık 50000 m uzunluğundaki çözgü iplikleri çözgü leventlerine sarıldıktan sonra bu çözgü leventlerinden 12-16 tanesi hattın önüne yerleştirilirler. Çözgü iplikleri 1veya 2 ön ıslatma teknesinden geçirilip sıkılır. Ardından 4-6 boya teknesine daldırılarak bütün çözgü iplikleri birbirine paralel olarak tek tek boyanır. Boyanan çözgü iplikleri sırasıyla yıkama, ön kurutma, haşılama, kurutma ve çöz çekme işlemlerine tabi tutulurlar [24].



Şekil 1.12. Slasher boyama hattı [22].

1.1.6.5. Denim İpliğinin Haşıllanması

Haşıl işlemi denim dokumacılıkta önemli bir yere sahiptir. Dokumanın öncesinde yapılan haşılama üretilen kumaş kalitesinin yanı sıra üretim randımanını ve maliyetini de etkiler. Haşıl işleminde ipliklerin üzeri kuvvetlendirici bir film tabakasıyla kaplanır. Denim üretiminde kullanılan haşıl maddesi sıcak suda çözünebilen indigo haşıl maddesidir. İstenen verimliliğin sağlanabilmesi için kullanılan haşıl maddesinin belirli özelliklere sahip olması gerekir [25].

Kullanılan haşıl maddesi dokumada maruz kalacağı gerilmelere karşı iyi bir elastikiyet, bükülme durumlarına karşı iyi bir bükülme özelliği göstermeli ve mekanik etkilere karşıda iyi bir film tabakası oluşturmalıdır [25].

Ayrıca alkaliden etkilenmemeli, reçeteye uygun bir viskozite değerine sahip olmalı, enzim gerektirmeden yıkanabilmeli, maliyet açısından uygun olmalı ve çevreyi kirletmemelidir [25].

Bu özelliklerin tamamı klasik denim üretimi için uygulanan proses için geçerlidir. Uygulanan prosesin değişmesi durumunda kullanılan haşıl maddesi de değişebilir [25].

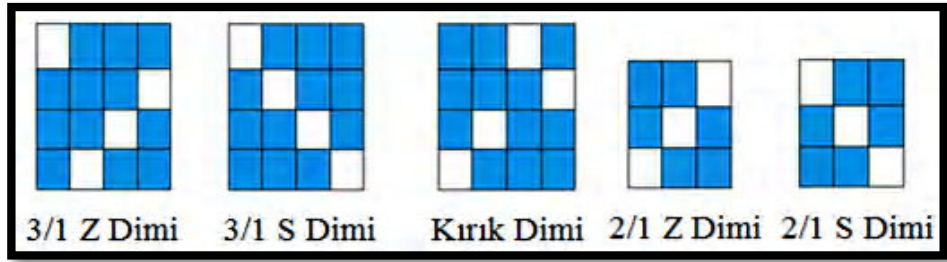
1.1.6.6. Denim Kumaşın Dokunması

Denim kumaşlar hammaddesi pamuk elyafı olan kumaşlar olmaları itibariyle teorik olarak pamuklu dokumaya uygun olan makinelerde üretilbilirler.

- Denim dokumada en çok mekikçikli ve hava jetli atkı atma sistemleri kullanılmaktadır [26].

Dimi örgülerinde; atlamalar birbirleri üzerinden kayarak yığılma yaptıkları için, hem kumaş kalınlaşmakta hem de kumaşın gramajı artmaktadır. Bu nedenle dimi örgüler sağlam ve gramajı yüksek kumaşların yapımında kullanılmaktadır. Bununla birlikte dimi örgülü kumaşlar, dimi çizgisi yönünde esneklik gösteren kumaşlardır. Esneklik, kumaşın ani gerilmeler karşısındaki direncini arttıran bir özellik olduğu için dayanıklı yapıda kumaşların elde edilmesinde dimi örgüsü tercih edilmektedir [26].

- Dimi 2/1, Dimi 3/1 ve Kırık dimi 3/1 konstrüksiyonları denim üretiminde yaygın olarak kullanılan doku konstrüksiyonlarıdır [26].



■ Çözü ipliklerinin atkı ipliklerinin üzerinden geçtiği noktalar

□ Atkı ipliklerinin çözgü ipliklerinin üzerinden geçtiği noktalar

Şekil 1.13. Denim kumaş dokumasında kullanılan örgü çeşitleri [26].

- Denim kumaşlar tek en veya çift en şeklinde dokunan kumaşlardır. Mamul enlerinin 150–155 cm olmasından dolayı tarak enleri 160 - 170 cm'dir. Bu nedenle denim kumaşlar çift en halinde, 360–390 cm enindeki makinelerde rahatlıkla üretilebilirler [26].
- Atkısında elastomerli iplikler kullanılarak üretilen denim kumaşlarda tarak enleri 200–220 cm'e kadar çıktığı için bu kumaşlar tek en halinde dokunabilirler[26].
- Denim kumaş dokumasında basit dokuların kullanılması nedeniyle genellikle kamlağızlık açma sistemleri kullanılmaktadır. Jakarlıve armürlü makinelerde üretilen denim kumaşlar bulunmaktaysa da oranları çok azdır [26].

1.1.6.7. Denim Kumaşa Uygulanan Terbiye İşlemleri

Denim kumaşa üretim aşamalarında dokumadan sonra kumaşa terbiye işlemleri uygulanır. Bu işlemler şu şekilde sıralanabilir;

- Fırça
- Yakma
- Yumuşatma
- Sanforizasyon
- Merserizasyon

Fırça işlemi; yakma işleminden önce yapılan bir terbiye işlemidir. Fırçada kumaş silindir şeklindeki fırçalardan geçirilerek üzerindeki elyaf, uçuntu ve yabancı maddelerden temizlenir [27].

Yakma işlemi; fırça işlemiyle kumaş yüzeyine çıkan elyaf ve ipliklerin kumaşın ısıtılmış silindirlerin altından veya gaz ateşinin altından geçirilerek yakılması işlemidir.

Yakma işleminin ardından kumaşta sararmalar meydana gelebileceğinden bu işlem ön işlem olarak uygulanır [27].

Yumuşatma işlemi; temizlenen kumaşa yumuşaklık ve dolgunluk verilmesi, dikiş kaymasının önlenmesi ve yüzey geriliminin düşürülmesi amacıyla apre maddesi verilmesi işlemidir [28].

Sanforizasyon işlemi; bastırarak yığırmalı çalışan ve kontrol edilebilen bir mekanik çekirme sistemiyle kumaşın yapısını birçok yıkamadan sonra alacağı boyuta sokma yani kumaşa çekmezlik kazandırma işlemidir. İşlem sırasında kumaşa atkı yönünde istenen en ayarını yapılabilir. Ancak sanforizasyonun asıl amacı kumaşın çözgü yönünde çektirilmesiyle kumaşa boyut stabilitesi kazandırılmasıdır [27].

Merserizasyon işlemi; kumaşa çekmezlik, boya alma yeteneği ve parlaklık kazandırmak amacıyla kumaşın derişik sodyumhidroksit (NaOH) ortamında kısa süreli şişirilmesi ve gerdirilmesi işlemidir [28].

Denim kumaşların yapısal özellikleri ve kumaştan beklenen özellikler göz önünde bulundurularak terbiye işlemlerinden geçtikten sonra denim kumaşa bitim işlemleri uygulanır.

1.1.6.8. Denim Kumaşa Uygulanan Bitim İşlemleri

Uygulanan bitim işlemleri Kuru işlemler ve Yaş işlemler olmak üzere iki kısma ayrılır.

Kuru İşlemler

Kuru İşlemler; Bıyık, Zımpara, Kumlama, Yıpratma ve Lazer işlemleridir.

Bıyık

Ham denim kumaşın üzerindeki indigo boyarmaddesinin zımpara kağıdı yardımıyla uzaklaştırılarak kumaşın altında kalan kalıp şeklinin kumaş üzerine aktarılmasıyla kumaş üzerinde bıyık şeklinde bir efekt oluşturarak yıllardır kullanılıyormuş görüntüsü

kazandırma işlemidir. Genellikle denim pantolonların ön bedeninde cep kısımlarıyla arka diz üstüne, ceketlerin de ön bedeniyle dirsek kısımlarına uygulanır [29].

Zımpara

Ham denim kumaşın üzerine zımpara kağıdının sürtülmesiyle kumaş üzerindeki indigo boyarmaddesinin uzaklaştırılıp kumaşa yıpranmış ve kullanılmış bir görüntü kazandırma işlemidir. Aşınmanın miktarı zımpara kağıdının taş büyüklüğüne, uygulanan basınç kuvvetine ve boyarmaddenin fiske olma özelliğine bağlı olarak değişir. Genellikle denim pantolonların ön bedenlerinde cepten diz bölgesine kadar olan kısma uygulanır [29].

Kumlama

Ham denim kumaş üzerine kuartz kumu püskürtülerek indigo boyarmaddesinin uzaklaştırılıp kumaşta bölgesel renk açılmasıyla efekt oluşturma işlemidir. İşlemin esası basınçlı hava yardımıyla kumun kumaş üzerine püskürtülmesine dayanır. Dolayısıyla efekti oluşturan aşınmanın yoğunluğu, kumun kumaşa püskürtülme süresi ve püskürtme basıncıyla doğru orantılıdır [29].

Yıpratma

Denim kumaşa zımpara taşının yüksek rotasyonlu makineler vasıtasıyla sürtülerek kumaşta delik, yırtık, çentik vb. eskimiş efekti oluşturma işlemidir. Günümüzde denim kumaşlarda yaygın olarak tercih edilme sebebidir. Pantolon paçaları, cep kenarları, ceket yakaları, manşet uçları vb. bölgelere yapılır [29].

Lazer

Denim kumaş yapısındaki indigo boyarmaddesinin lazer ışınları marifetiyle yakılıp kumaş üzerinde aşınma efekti oluşturulması veya belirlenen herhangi bir desenin aktarılması işlemidir. Lazer ile yapılan eskitme işleminin en önemli özelliği tekrar edilebilirlik değerinin yüksek olmasıdır [29].

Yaş İşlemler

Yaş işlemler; Ön yıkama, taş yıkama, enzim yıkama, enzim/ taş yıkama, ağartma ve tint işlemleridir.

Ön Yıkama (Haşıl)

Denim kumaşın üzerindeki haşıl maddelerini arındırmak amacıyla yapılan yıkama işlemidir. Kumaşa herhangi bir efekt kazandırıcı bitim işlemi uygulanmadan önceki en önemli aşamadır. Uygulanacak olan efektlendirme işleminin kalitesi haşıl sökme işleminin ne kadar iyi yapılıp yapılmadığına bağlı olarak değişkenlik gösterir [30].

Taş Yıkama

Denim kumaşın endüstriyel yıkama makinesinde ve sulu ortamda hem kumaşı aşındırma hem de kumaş yüzeyinden ayrılan boyanın tekrar kumaşa yapışmasını engelleme yeteneği olan pomza taşıyla belirli süre yıkanmasıyla kumaşa kullanılmış görüntü efekti verme işlemidir [30].

Enzim Yıkama

Enzim yıkama denim kumaşın nişastayı ve selülozu parçalama özelliği olan selülaz enzimleriyle yıkanıp aşındırılarak eskimiş görünüm efekti oluşturulması işlemidir. Selülaz enzimleri bir yandan kumaş yüzeyini aşındırarak boyanmış çözgü ipliklerine ait lif uçuntularını çözerken diğer yandan uygulama süresine bağlı olarak kumaşın alt kısmında kalan boyanmamış kısmını da ortaya çıkarırlar. Böylece enzim yıkamayla daha az yıpranmış ancak istenen renk efektinin sağlandığı bir denim giysi elde edilir [30].

Enzim/ Taş Yıkama

Denim kumaşa yıkama sırasında hem enzim hem de taş kullanılarak efekt kazandırma işlemidir. Burada amaç hem taş yıkamanın dezavantajlarını azaltmak hem de enzim yıkamanın avantajlarından faydalanmaktır [30].

Ağartma

Denim kumaşın taş yıkamadan önce veya taş yıkamadan sonra, Potasyum persülfat ağartma, organik peroksit ağartma, enzimatik ağartma, Sodyum hipoklorit ağartma ve permanganat ağartması olarak adlandırılan 5 farklı ağartma yönteminden herhangi birisi kullanılarak kumaşın kar beyaz bir renk elde edilene kadar yıkanması işlemidir [30].

Tint (Renk Verme)

Denim kumaşın ağartma ya da zımpara işleminin ardından yer yer bölgesel olarak yıpratılıp beyazlatılan kısımlarının başka bir renge boyanması işlemidir. Tint işlemi

denim kumaştan üretilen giysilerin yıpratma işleminden sonra direkt veya kükürt boyarmaddelerle yıkanıp kumaşın kirletilmesi esasına dayanır [28].

1.1.6.9. Denim Kumaşa Uygulanan Kalite Kontrol İşlemleri

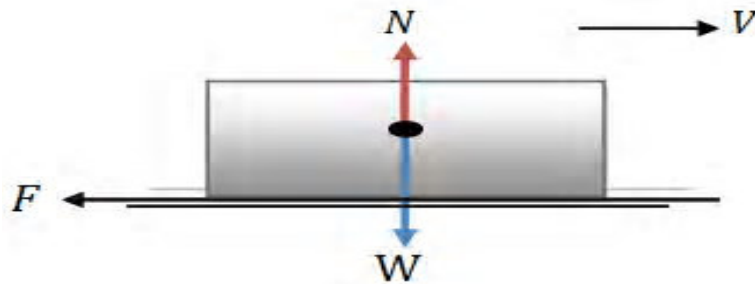
Denim kumaşlar üretimin ardından son olarak kalite kontrol işlemlerine tabi tutulurlar. Müşteri istekleri, yeni trendler, gelişen teknoloji vb. nedenlere bağlı olarak son ürüne uygulanan kalite kontrol işlemleri değişiklik gösterebilir.

1.2. Tez Kapsamında Uygulanan Testlerle İlgili Bilgiler

1.2.1. Aşınma

Aşınma; genel anlamda kelime anlamı olarak sürtünme kuvvetinin etkisi altındaki bir cismin yüzeyindeki çıkıntılarının ve pürüzlerin zamanla düzleşip cismin kalınlık ya da hacminin azalması anlamına gelmektedir [31]. Kumaş açısından tanımlayacak olursak aşınma; eğilme, uzama, yırtılma gibi kumaşın işe yararlılığını veya kullanılabilirliğini ortadan kaldıran oluşumlardan biridir [32]. Aşınma her açıdan sürtünme kuvvetinin bir sonucu olarak değerlendirilmektedir.; Howell ve arkadaşları (1959) aşınmanın temel sebebi olan sürtünme kuvvetini; bir cismin diğer bir cisim üzerinden kayması sırasında ortaya çıkan direnç kuvveti olarak tanımlamışlardır [33]. Sürtünme kuvvetini ilk olarak Leonardo da Vinci tanımlamıştır. Sonraki yıllarda ise Amonton sürtünme kuvveti hakkında incelemeler yapmış ve bugün Amonton' un sürtünme kanunları olarak bilinen iki önemli kanunu bulmuştur. Bunlar;

- 1) Normal kuvvetle sürtünme kuvveti birbiri ile alakalıdır ve
- 2) Sürtünme kuvveti, birbiri ile sürtünen iki cisim arasında kalan temas yüzey alanından bağımsızdır şeklinde ifade edilmiştir [33].



Şekil 1.14. Kaymadaki temas esnasında sürtünme kuvveti (F), cisim ağırlığı (W), normal kuvvet (N) ve hızın (V) cisim üzerindeki görünüşü [33].

Leonardo da Vinci' den yaklaşık yüz yıl sonra Coloumb sürtünmenin yüzeylerdeki pürüzlülüğten kaynaklandığını ileri sürmüş ve bir cismi durgun halden hareket eder hale getirmek için gereken sürtünme kuvveti ile hareket halindeki sürtünme kuvvetinin birbirinden farklı olduğunu bulmuştur. Bunun yanında Coloumb sürtünmeye etki eden faktörleri ifade etmiştir. Coloumb' un yaptığı araştırmalara göre sürtünme kuvvetine etki eden ana faktörler şunlardır;

- 1) Birbiri ile temas halinde olan malzemelerin yüzey kaplamaları ve doğası
- 2) Yüzey alanının boyutu
- 3) Malzemelerin durgun haldeyken birbiri ile temas halinde bekleme süresi
- 4) Normal basınç (ya da kuvvet)
- 5) Ortam koşulları; sıcaklık, nem ve vakum [33].

Sürtünme kuvveti ile tekstil yüzeyleri arasındaki bağlantıyı ise en iyi şekilde ifade eden Wilson modeli olarak bilinen

$$F/A = C (N/A)^k \text{ formülüdür.} \quad (1.1)$$

Bu formülde F: sürtünme kuvveti, A: toplam temas eden yüzey alanı, C: sürtünme parametresi, N: normal kuvvet ve k: malzemeye özgü katsayıdır [33]. Bir tekstil yüzeyi olan kumaştaki sürtünme Wilson formülü kapsamında incelenecek olursa; kumaş yapısındaki iplikleri oluşturan liflerin iplik oluşumu sırasındaki sürtünmeleri ile lif parametreleri, ipliklerin kumaşı oluşturma sırasındaki sürtünmeler ile iplik parametreleri, kumaş yapısı oluştuktan sonraki bitim işlemleri ile kumaş parametreleri ve kullanım sırasında meydana gelen sürtünmelerin her birinin kumaştaki aşınmayı meydana getirdiğini belirtmek mümkündür [33].

1.2.1.1. Aşınma Tipleri

Aşınma sürtünme kuvvetinin kumaş üzerindeki etkilerinin bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Bu bağlamda aşınma tipleri hem sürtünen yüzey cinsi açısından hem de sürtünmenin şekli açısından incelenir.

Sürtünen Yüzey Cinsi Açısından Aşınma Tipleri

Sürtünen yüzey cinsi açısından aşınma tipleri dörde ayrılır;

Kumaşın Kumaşa Sürtünmesi İle Aşınma

Kumaşın kumaşa sürtünmesiyle aşınma kullanım sırasında meydana gelen sürtünme işleminin tekrarlanması sonucu meydana gelen aşınmadır. Eğer uzun kollu bir gömleğin kullanım sırasındaki aşınmasını düşünecek olursak; gömlekle üzerine giyilen bir ceket arasında, gömlekle altına giyilen iç çamaşırı arasında, gömlekle oturlan mobilyanın döşeme kumaşı arasında ve gömleğin yıkanması veya kurutulması sırasında diğer kumaşlarla arasında sürtünme ve zamanla sürtünmenin tekrarına bağlı olarak da aşınma meydana gelmektedir [32].

Kumaşın Tekstil Olmayan Bir Yüzeye Sürtünmesi İle Aşınma

Kumaşın tekstil olmayan herhangi bir yüzeye sürtünmesiyle meydana gelen aşınmadır. Emekleyen bir bebeğin giydiği pantolonun diz bölgesini düşünecek olursak; pantolonla bebeğin dizi arasında, pantolonla halının arasında, pantolonla zemin arasında ve pantolonun yıkanması sırasında pantolonla makine yüzeyi arasında sürtünme gerçekleşir ve zamanla sürtünmenin tekrarına bağlı olarak da aşınma meydana gelir [32].

Kumaş Bileşenleri Arasındaki Sürtünme Nedeni İle Aşınma

Kumaş, özellikleri sebebiyle eğilme, esneme, gerilme ve buruşmaya izin veren bir malzemedir. Bu nedenlerle kumaş yapısındaki lifler ve dolayısıyla iplikler sürtünme kuvvetine maruz kalırlar. Dokuma ve örme kumaşlar yapıları sebebiyle itme veya sıkıştırma kuvvetlerinin etkisi altında uzayabilmekte, kuvvet ortadan kalktığı zamanda eski haline dönebilmektedir. Dolayısıyla kumaş sürekli esnetildiğinde yani itme ve sıkıştırma kuvvetleri sürekli uygulandığında kumaşı oluşturan lifler ve iplikler birbiri üzerinden kayar. Böylece sürtünme kuvveti ortaya çıkar ve sürtünmeye bağlı olarak aşınma meydana gelir [32].

Kumaş İçerisindeki Yabancı Maddelerle Aşınma

Kumaş yapısında hem üretim aşamasında toz, uçuntu vb. yabancı maddeler hem de kullanım sırasında kum, toz, tuz vb. yabancı maddeler bulunabilir. Yabancı maddelerle kumaş yapısındaki lifler ve iplikler arasında bir sürtünme meydana gelir. Bir plaj

havlusunu düşünecek olursak hem deniz tuzuyla hem de kumla havlu kumaş yapısındaki lifler ve iplikler arasında meydana gelen sürtünmenin tekrarıyla aşınma oluşur [32].

Sürtünmenin Şekli Açısından Aşınma Tipleri

Sürtünmenin şekli açısından aşınma tipleri dörde ayrılır;

Düzlemsel Aşınma

Kumaşın düzgün bir yüzeyinin aşındırıcı bir yüzeye sürtünmesiyle meydana gelen aşınmadır. Daha çok havlı yüzeyli ya da flock yüzeyli kumaşlarda dışa çıkan liflerin sürtünmeye maruz kalmasıyla düzlemsel aşınma meydana gelir [34].

Kenar Aşınması

Kumaşın kullanımı sırasında oluşan sürtünmelerle meydana gelen aşınma tipidir. Daha çok yaka, ön kaplama, cep ağzı, cep kapağı, manşet ve etek ucu boyunca görülür. Bir gömlek kumaşını düşünecek olursak kumaşın kullanım sırasında manşet ve yaka kısımlarının diğer bölgelerinden daha erken deforme olması kenar aşınmasına bir örnektir [34].

Renk Atması

Kumaşta sürtünme sonucu meydana gelen aşınmanın kumaş rengini değiştirmesi diğer bir deyişle soldurması şeklinde ifade edilebilir. Bu durumun oluşmasında daha çok farklı lif cinslerinin kullanıldığı kumaşlarda lif yapılarının farklı boya alım mekanizmalarının olması veya tamamlanmamış boyarmadde nüfuzu etkili olmaktadır. Bunun yanı sıra aynı lif cinsinin kullanıldığı kumaşlarda da bu sebeplere bağlı olarak renk atması görülmektedir [34].

Esneme veya Bükülme Aşınması

Kumaşta bulunan boyarmadde ya da haşıl maddesinin kumaşın giyilmesi, esnemesi, yıkanması ya da kuru temizleme yapılması sırasında katlanma veya bükülme etkisiyle aşınarak kumaştan ayrılmasına esneme veya bükülme aşınması denir. Aşınmanın ardından kumaş yüzeyinde aşınma izi, renk atma izi gibi bir izi oluşabilir. Lacivert renkli bir kışlık pantolonun kış bitiminde yıkanıp kaldırıldıktan sonra ertesi yıl kış başlangıcında çıkarıldığında katlandığı sırada bükülen kısımlarında beyaz çizgi görüntülerinin oluşması bükülme aşınmasına örnek verilebilir [34].

1.2.1.2. Aşınma Dayanımı ve Aşınmanın Kumaşa Etkileri

Aşınma dayanımı tekstil malzemesinin renk ve herhangi bir fiziksel özelliğinde kayıp olmaksızın aşınmaya karşı gösterdiği dirençtir. Kumaş aşınma dayanımını ölçmek için farklı yöntemler kullanılır. Bu yöntemler aynı zamanda aşınmanın kumaş üzerindeki etkileri hakkında da bilgi verir. Kumaş aşınma dayanımını ölçme yöntemleri şunlardır;

Ağırlık Kaybı Yöntemi: Belirli sayıdaki aşınma devrinden sonra kumaşta meydana gelen ağırlık kaybı farkının ölçülmesi yöntemidir. Dolayısıyla bu yöntemle aşınmanın kumaşa etkilerinden birisinin ağırlık kaybı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır [35].

Bir kumaş hatası olan boncuklanma bu açıdan değerlendirilebilir. Boncuklanma kumaş yapısına iyi tutunamamış liflerin zamanla aşınmanın etkisiyle kumaş yüzeyinde bir araya gelmesiyle oluşan lif kümeleridir. Boncuklanmanın son aşaması lif kümelerinin koparak kumaştan ayrılmasıdır. Burada oluşan kopuş miktarına bağlı olarak ağırlık kaybının varlığından söz edilebilir [35].

İplik Koparma Yöntemi: Kumaştan bir veya daha fazla ipliği koparmak için gerekli olan aşınma devri sayısının ölçülmesi yöntemidir. Dolayısıyla bu yöntemde aşınmanın kumaşa etkilerinden birisinin iplik kopuşlarının artmasıyla yırtılmaya kadar ulaşan deformasyonlar olduğu sonucuna ulaşılmaktadır [35].

Renk Kaybı Yöntemi: Belirli aşınma devir sayılarıyla kumaşa uygulanan aşınmanın kumaşta meydana getirdiği renk açılması miktarının ölçülmesi yöntemidir. Dolayısıyla aşınmanın kumaşa etkilerinden birisi de renk açılmasıdır. Kot pantolonların diz bölgeleri, kot ceketlerin dirsek bölgeleri bu duruma örnek verilebilir [35].

1.2.1.3. Aşınma Testleri

Aşınmanın kumaşa etkilerini belirlemek amacıyla yapılan testlerdir. Ancak buradaki temel amaç aşınma direncinin başka bir deyişle aşınma dayanımının test edilmesidir. Bu amaçla kumaşa laboratuvar testleri veya giyim denemeleri testleri yapılır. Her iki test grubunda da kumaşın kullanım sırasındaki performansı değerlendirilir [32].

Laboratuvar Testleri

Laboratuvar testlerinde kullanım sırasındaki aşınma şekli veya aşındırıcı tipi laboratuvar ortamında taklit edilerek testler yapılır. Testler sırasında standart kumaşlar, çelik levhalar, aşındırma kağıtları veya aşındırma taşı gibi aşındırıcılar kullanılmaktadır.

Aşındırıcı tipi (çelik levhalar, aşındırıcı kumaşlar vb.), aşındırma şekli (düz aşınma, kenar aşınması vb.), test hızı, uygulama basıncı (aşındırıcının numuneye uyguladığı basınç), gerginlik (numunenin test cihazına yerleştirildiğindeki gerginliği) ve aşındırma yönü (aşındırmanın çözgü yönünde, atkı yönünde ya da her iki yöne açı yapacak şekilde olması) laboratuvar test sonuçlarını etkileyen faktörlerdir [32].

Giyim Denemeleri Testi

Giyim denemeleri testinde kumaş normal kullanım şartlarında kullanılarak aşınmaya maruz bırakılır. Laboratuvar testlerinde kumaş tek yönlü bir aşındırma şekliyle aşındırılıp test edilirken; giyim denemelerinde kumaş normal koşullarda kullanılarak birçok aşındırma şekliyle aşındırılıp test edilir. Daha çok büyük organizasyonların kullandığı bu yöntemde organizasyonlar kendi personellerini kullanırlar. Giysi denemeleri testinde amaç esas kullanıcı olan tüketicinin ürüne dair memnuniyeti hakkında gerçek bir veri elde etmektir [32].

1.2.2. Tekstilde Konfor

İnsanın en temel ihtiyaçlarından birisi de giyinmektir. Giysi vücudu dış etkenlerden kaynaklanan zararlı etkilere karşı koruyan bir katman olarak değerlendirilebilir. Bu ana görevinin yanı sıra günümüzde değişen yaşam standartları, gelişen tekstil teknolojileri, toplumda önem kazanan moda anlayışı, marka değeri ve küresel ısınma gibi birçok nedenden dolayı tüketicinin tekstil ürünlerinden beklentisi tasarım, estetik, kalite ve sağlamlık gibi konuların yanı sıra konfor açısından da artmıştır [36].

Konfor bulunulan ortam ve insan vücudu arasındaki fizyolojik, psikolojik ve fiziksel koşulların toplamından oluşan rahat olma hissi olarak tanımlanmıştır [36].

Slater (1985) tarafından yapılan bu tanım konfor üzerine yapılan çalışmalarda en çok kabul gören tanım olmuş ve araştırmacılar tarafından benzer tanımlar yapılmıştır.

Fourt ve Hollies (1970) ise konforu tanımlamak ve kişilerin giysi içerisinde kendilerini iyi hissettikleri durumları belirlemek için yaptıkları çalışmada konforun termal ve termal olmayan bileşenlerden meydana gelen, giysi ile kullanıldığı çevre şartlarından ve kullanıcının fizyolojik durumundan etkilenen bir kavram olduğu sonucuna ulaşmışlardır [37].

Li ve Wong (2002) tarafından konforun temel bileşenleri şu şekilde özetlenmiştir;

- Konfor duyuların oluşturduğu görsel (estetik konfor), dokunma (pürüzsüz, pürüzlü, yumuşak, sert), acı (batma, karıncalanma ve kaşıntı) ve termal (soğuk ve sıcak) hislere bağlıdır ve subjektiftir.
- Subjektif hisler psikolojik işlemleri içerir, yani kişi konforu içinde bulunduğu durumu ölçüp daha önceki konfor deneyimleriyle karşılaştırarak değerlendirir.
- Konforu belirlemede vücutla giysi arasındaki mekanik ve termal bileşenler etkilidir.
- Bulunulan çevrenin sosyal, kültürel ve fiziksel yapısı kişinin konfor algısını etkiler [37].

Sonuç olarak konfor, günümüzde kumaşta aranan en önemli kumaş özelliklerinden biri olduğu gibi kumaşın kalitesi hakkında da geçmişe dönük bilgi veren bir değerlendirme konusu olmuştur [40].

1.2.2.1. Giysi Konforu

İnsanların günün büyük bir kısmını ev ortamının dışında geçirmeye başlamasıyla hem sosyal ortamda hem de ev ortamında tekstil ürünlerinde konforun önemi her geçen gün biraz daha artmaktadır. Bu açıdan konfor giysi konforu olarak da değerlendirilebilir.

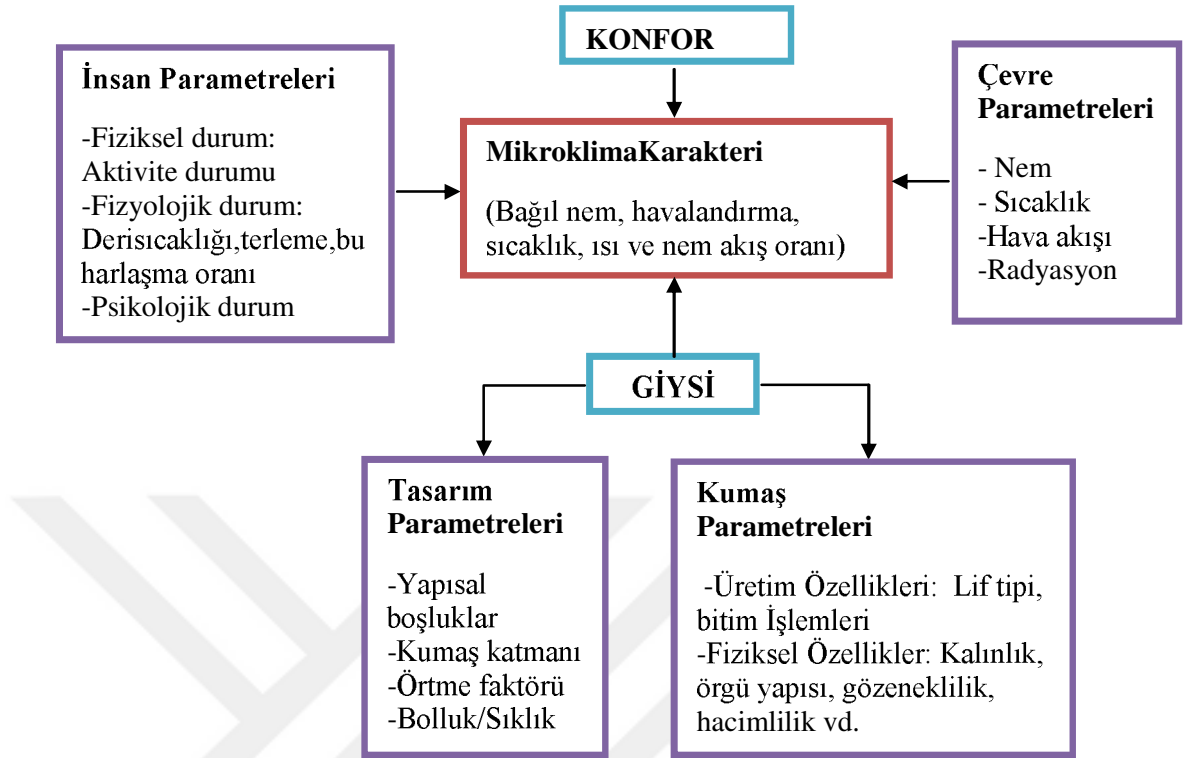
Giysi konforu kişinin giydiği giysiler içerisinde; giyilen giysi ve bulunulan ortam arasındaki etkileşimler sırasında ve sonrasında kendisini rahat hissetmesi yani kişinin hiçbir konforsuzluk hissetmemesi hali olarak tanımlanmaktadır [38].

Nitekim Hatch (1993), konforu ağrı ve acının bulunmadığı konforsuzluktan bağımsız nötr bir durum olarak tanımlamıştır [37].

Konforsuzluk; kişinin giysi içerisinde hissettiği sıcaklık sonucu meydana gelen terleme, ıslaklık, üşüme; dokunma sonucu meydana gelen acı, batma, kaşıntı, pürüzlülük şeklinde ifade edilir. Bu hislere ek olarak kişinin hareket kabiliyetinin giysi tarafından kısıtlanması, estetik ve tasarım bakımından kullanıcının beklentilerini karşılamaması da konforsuzluk hissi oluşturur [40].

1.2.2.2. Mikroklima

Giysi konforu açısından hissedilen konforu giysiyle insan teni arasında kalan hava tabakası belirler. Bu hava tabakası mikroklima olarak adlandırılır. Mikroklima pek çok parametreden etkilenebilir. Mikroklima üzerinde etkili olan parametreler Şekil 1. 12' de gösterilmiştir.



Şekil 1.15. Mikroklimaya etki eden parametreler [39].

1.2.2.3. Konfor Çeşitleri

Konfor, insan vücuduyla giysi arasındaki uyumun bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Nitekim konfor hem fiziksel ve termal olarak hem de psikolojik olarak kişinin giysisinin içerisinde kendisini rahat hissetmesi halidir. Dolayısıyla konfor çeşitleri psikolojik konfor, fiziksel konfor ve termal konfor olarak üçe ayrılır.

Psikolojik Konfor

Psikolojik konfor giysinin giyen kişiyi duygusal olarak ne kadar tatmin ettiğinin cevabı olarak tanımlanabilir. Kişi giysiyi çevresel açıdan geçmiş tecrübelerine göre değerlendirerek konforlu veya konforsuz olarak sınıflandırır [41].

Giysi veya kumaş psikolojik açıdan incelenirken giysinin veya kumaşın kullanıldığı ortamda beğenilme isteği, her açıdan kullanılacak ortama uygun olup olmadığı ve aynı zamanda giysinin veya kumaşın vücuda teması sırasında rahatsızlık hissettirmemesi gibi değerlendirmeler esas alınır. Moda, estetik, vücuda uyum, yıkama ve kullanım sonrası deformasyondan etkilenme miktarı, kullanıcının fark edilme içgüdüğü bahsi geçen değerlendirme konularının temelini oluşturur [41].

Nihayetinde giysinin psikolojik konfor açısından konforlu veya konforsuz olup olmadığına kullanıcıların yaptıkları objektif yorumlara göre karar verilmektedir. Ancak bu aşamada objektif yorumların ölçülebilir olması gerekmektedir [41].

Objektif yorumların tespiti için ölçülecek özelliğin belirlenip, bu özelliğe ait terimlerin çıkarıldığı ve terimlerin şiddetinin kullanıcının yorumlarına göre değerlendirildiği skalalar kullanılmıştır [41].

Fiziksel Konfor

Fiziksel konfor kullanıcının dokunma duyusuna hitap eden konfor parametrelerini içerir. Fiziksel konfor değerlendirilirken tekstil yüzeyinin kullanıcının teniyle direk teması esas alınır [41].

Giysi konforu açısından düşünecek olursak giysiyi giyen kişinin kumaş yüzeyinin tenine temas etmesi sonucu hissettiği kumaş yumuşaklığı, kazandırdığı hareket serbestliği, batma, kaşıntı ve yapışma gibi hisler giysinin fiziksel olarak konforlu veya konforsuz olup olmadığını belirler. Bahsi geçen hisleri belirleyen kumaş özellikleri ise ağırlık, yumuşaklık, rijitlik, yüzey pürüzlülüğü ve yoğunluktur [41].

Bir kumaşın fiziksel açıdan hissettirdiklerini kullanıcı vücuduna ait parametreler; vücut sıcaklığı, hassasiyet derecesi, kumaşın vücut yüzeyi ile uyumu, terleme miktarı vb. ile kumaşa ait parametreler; iplik yapısı, örgü/ dokuma tipi, atkı ve çözgü sıklıkları vb. olumlu ya da olumsuz olarak etkilerler [41].

Nitekim eğer bir giysiyi oluşturan kumaş kullanıcıya alerji, kaşıntı, tahriş etme, statik elektriklenme, batma, sıkı olma, sertlik vb. hisler hissettiriyorsa bu giysi fiziksel açıdan konforsuz olarak nitelendirilir [41].

Bunun yanı sıra bir tekstil yüzeyi vücuda hareket serbestliği tanıyor, vücuda bir yük yüklemiyor ve vücudun şeklini alıyorsa fiziksel olarak konforlu olarak nitelendirilebilir [41].

1.2.2.4. Termal Konfor

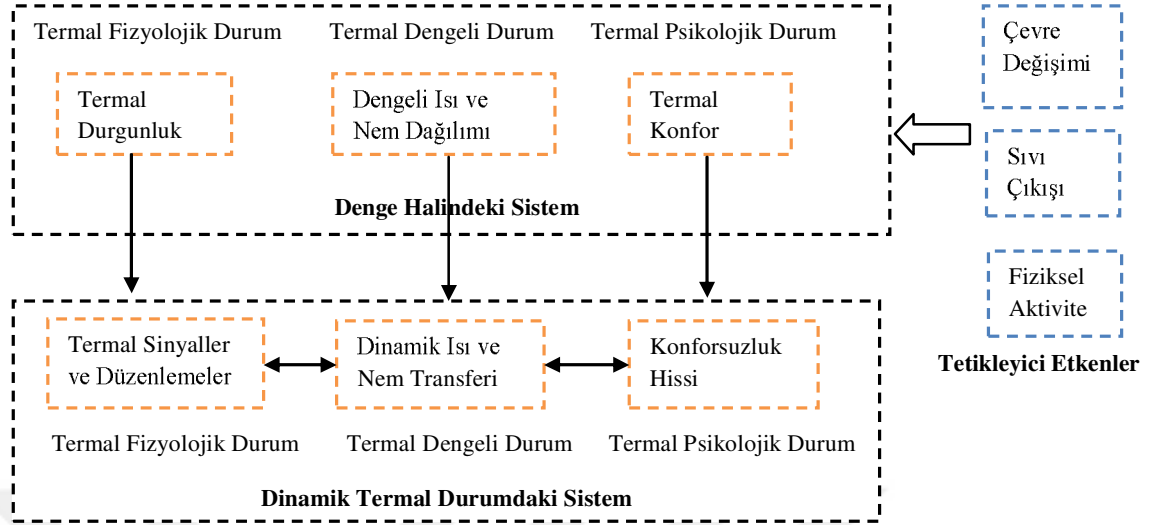
Termal konfor; konforun insan vücudu, tekstil yüzeyi ve bulunulan çevre arasındaki nem ve ısı transferi açısından değerlendirilmesidir. Isı transferi, aralarında sıcaklık farkı bulunan iki ortam arasındaki ısı iletimini başka bir deyişle yüksek sıcaklıktaki ortam ile düşük sıcaklıktaki ortam arasındaki enerji akışını ifade eder. İki ortam arasındaki enerji

miktarı aynı sıcaklık ve dengeye ulaşıncaya kadar ısı transferi devam eder [42]. İnsan vücudu besin ve oksijenin enerjiye dönüşmesiyle çalışan, ısı üreten ve bütün biyolojik reaksiyonların belirli bir ısıya ihtiyaç duyduğu termodinamik bir yapıya sahiptir. Dolayısıyla vücudun çalışmasıyla oluşan ısı ve nem fazlasının vücudun sıcaklık dengesini bozmadan transfer edilmesi gerekir. Vücuttaki fazla ısının bir kısmı nefes yoluyla uzaklaştırılrsa da büyük bir kısmı deri yoluyla uzaklaştırılır. Çevre ve insan vücudu arasında bir ara yüzey olan tekstil yüzeyinin termal olarak konforlu olup olmadığı bu aşamada belli olur [43]. Bir tekstil yüzeyi olan giysi konforu açısından termal konfor, kişinin bulunduğu ortamda hissettiği ısı memnuniyetidir. İdeal bir giysilik kumaştan termal açıdan konforlu olabilmesi yani ısı memnuniyeti sağlayabilmesi için;

- Termal direncinin yüksek olması (Soğuktan korunmak için)
- Düşük su buharı direncinin olması (Ilıman iklim şartlarında ısı transferinin etkili olabilmesi için) ve
- Sıvı taşıma özelliğinin yüksek olması (Terleme sonucu oluşan rahatsızlık hissinin önüne geçmek için) beklenir [41].

Dolayısıyla giysinin yapısından ısı ve nemi dengeli bir biçimde transfer edebilmesi gerekir. Eğer giysiyi oluşturan tekstil yüzeyi çevre şartlarına dayanıklıysa ve nemi uzaklaştırırken ıslaklık hissi vermiyorsa insan, giysi ve çevre arasında ısı denge sağlanmış demektir ve giysi termal açıdan konforludur denilebilir [41]. Giysi ısıyı ve nemi taşınım, ışınm, iletim ve terleme şeklinde farklı yollarla vücuttan uzaklaştırır. Isının ve nemin termal konfor sağlayacak şekilde uzaklaştırılması üzerinde mikroklimayı etkileyen; tekstil yüzeyini oluşturan lif özellikleri, örgü özellikleri, çevre şartları, insan vücudunun aktivasyon miktarı vb. gibi pek çok parametre etkilidir [43].

İnsan, giysi ve çevre arasındaki ısı durum bahsi geçen parametreler sebebiyle değişebilir. Şekil 1. 13' de insan, giysi ve çevre arasındaki ısı durum gösterilmiştir [44].



Şekil 1.16. İnsan- giysi- çevre arasındaki ısıl durum [44].

Giysi Termal Konfor Özelliklerini Etkileyen Parametreler

Giysinin termal konfor özelliklerini giysiyi oluşturan yapı taşlarının ısı ve nem geçiş özelliklerine ait değişkenler, kılcallık ve hava geçirgenliği doğrudan etkilerler.

Özgül Isı

Maddenin birim kütesindeki sıcaklığını 1 °C arttırmak için gerekli olan ısı miktarı özgül ısı (J/gK°) olarak tanımlanır. Cam liflerinin haricindeki tüm liflerin özgül ısı değerleri 1.05-1.51 arasında değişmektedir. Suyun özgül ısısı $4.2 Jg^{-1}K^{-1}$ olup, suyun emilmesiyle liflerin özgül ısı değeri artmaktadır. Tablo 1.2’ de çeşitli liflerin özgül ısı değerleri görülmektedir [45].

Tablo 1.5. Kuru liflerin özgül ısı değerleri [45].

Lif Cinsi	Özgül Isı Değeri $Jg^{-1}K^{-1}$
Pamuk	1,21
Yün	1,36
İpek	1,38
Polyester	1,34
Rayon	1,26
Nylon 6	1,43
Asbest	1,05
Cam	0,80

Isıl İletkenlik

Isıl iletkenlik;

$$\lambda = q \cdot h / \Delta T \text{ (W/m K)} \quad (1.2)$$

Formülü ile gösterilir. Burada;

q = ısı akış miktarı (W / m²)

ΔT = sıcaklık farkı (°K)

h = kalınlık (m)'tır.

Formülde de ifade edildiği gibi ısı iletkenlik (λ) bir materyalin birim kalınlığından 1°K sıcaklık farkında geçen ısı miktarının ölçüsüdür. Materyalin iki ayrı yüzeyi birim sıcaklık farklılığına maruz kaldığında ısı iletkenlik gerçekleşir [45].

Isıl Direnç

Isıl Direnç;

$$R = h / \lambda \text{ (m² K/W)} \quad (1.3)$$

Formülü ile gösterilir. Burada;

h = kalınlık (mm)

λ = ısı iletkenlik (W/m K)' tir.

Formülde de ifade edildiği gibi ısı iletken malzemenin ısı akışı karşısındaki direncidir ve ısı iletken kalınlıkla doğru, ısı iletkenlikle ters orantılıdır [45].

Isıl Soğurganlık

Isıl soğurganlık sıcaklıkları farklı olan iki parçanın birbirlerine temasıyla ortaya çıkan ısı akışıdır. Uluslararası terminolojide ‘ thermalabsorptivity’ olarak ifade edilen ısı akışı dilimizde ısı soğurganlık olarak adlandırılmıştır [45].

Isı akışı bir tekstil yüzeyinin ısı iletkenlik değeriyle doğru orantılıdır. Bir kıyafet insan vücuduyla temas ettiğinde kıyafeti oluşturan kumaştan, kumaşın ciltten daha soğuk olması halinde ısı akışı gerçekleşir. Başka bir ifadeyle kumaşın sıcaklığı daha düşük olduğundan kumaş insan tenindeki ısıyı soğurur [45].

Isıl soğurganlık;

$$b = (\lambda \rho c)^{-1/2} (W m^{-2} K^{-1} s^{-1/2}) \quad (1.4)$$

Formülü ile gösterilir. Formülde,

λ = ısı iletkenlik (W/m K)

ρ = yoğunluk (kg m⁻³)

c = özgül ısı (J/ kg K)' dır.

Kumaşın ısı soğurganlık değerinin düşük olması durumunda kullanıcıya sıcaklık hissi, yüksek olması durumunda ise soğukluk hissi verir. Bu durum kullanan kişi için içinde bulunduğu ortam sıcaklık şartlarına göre konforlu ya da konforsuz olarak nitelendirilebilir [45].

Isıl Yayılım

Tekstil materyalinden geçen sıcaklığın yayılma hızının bir ölçüsü şeklinde ifade edilir.

Isıl yayılım;

$$a = \lambda / \rho c (m^2/s) \quad (1.5)$$

Formülü ile hesaplanır. Formülde,

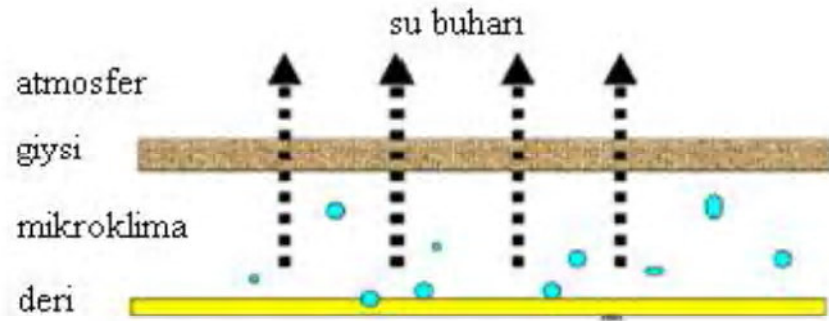
λ = ısı iletkenlik (W/m K)

ρ = yoğunluk (kg m⁻³)

c = özgül ısı (J/ kg K)'dır [45].

1.2.2.5. Su Buharı Geçirgenliği

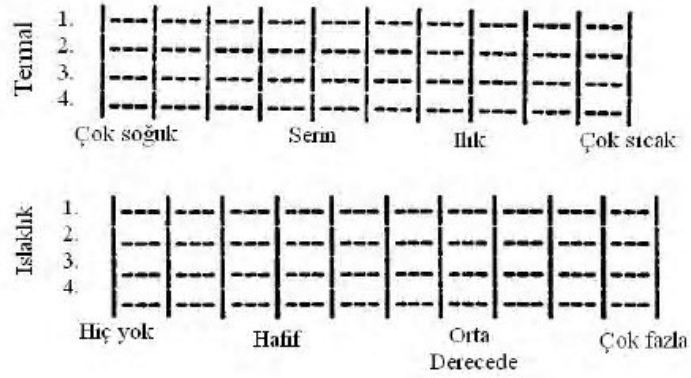
Su buharı geçirgenliği; bir paskal basınç altında birim alandan birim zamanda geçen su buharı miktarının gram cinsinden ifade edilmesi olarak tanımlanır [45]. Su buharı geçirgenliği, % değer olarak ölçülüp bağıl su buharı geçirgenliği şeklinde de ifade edilebilir [46]. Giyim konforu esas alınarak tanımlanacak olursa kumaşın buharlaşan teri birim alandan uzaklaştırabilme kabiliyetine su buharı geçirgenliği denir [46]. İnsan vücudunu bir giysi gibi kaplayan derinin yüksek sıcaklık altında vücut sıcaklığını dengeleme mekanizması olan terlemenin bir sonucu olarak su buharı ortaya çıkar. Terleme mekanizmasıyla ortaya çıkan nem ve buhar vücudu kaplayan deri ile giysiyi oluşturan kumaş arasında bulunan mikroklima bölgesinde oluşur [46].



Şekil 1.17.Mikroklima bölgesinde sıvı-buhar oluşumu [46].

Terin mikroklima bölgesinde oluşan buhar hali hissedilmeyen ter olarak, sıvı hali ise hissedilen ter olarak nitelendirilir. Yüksek aktivite ve yüksek sıcaklık anında oluşan sıvı ter durağan halde vücuttan gereken hız ve miktarda uzaklaştırılmazsa vücut sıcaklığı düşer ve kullanıcıya hem ıslaklık hem de üşüme hissi verir. Bu durum termofizyolojik konfor algısını olumsuz yönde etkiler [46]. Su buharı geçirgenliği bakımında termal konforu doğrudan etkileyen sıcaklık ve ıslaklık hisleri arasındaki ilişkiyi göstermek için, Wong (2002) yılında yaptığı bir araştırmada giyim denemelerinin farklı aşamalarında

hissedilen sıcaklık ve ıslaklık his değeriendirilerini bir skala üzerinde göstermiştir [47].



Şekil 1.18. Termal ve ıslaklıkla ilgili hislerin değeriendirilmesi için kullanılan bir sınıflama skalası [47].

Giysilik bir kumaşın su buharını kişiye herhangi bir konforsuzluk hissettirmeden transfer etmesi beklenir. Su buharının kumaş katmanlarından transferi üç farklı yolla olur.

- Su buharının taşınım ile iletilmesi
- Su buharının lif tarafından emilip (absorbe edilip) iletilmesi ve geri verilmesi (desorption).
- Su buharının kumaş tabakalarından difüzyonu (geçmesi, yayılması) [47].

Su buharı geçirgenliği transfer yöntemlerinden biri olan su buharı difüzyonu esas alınarak ta tanımlanabilir. Su buharı geçirgenliği, su buharının kumaş kalınlığı boyunca gerçekleşen difüzyon oranıdır [41].

Su buharı difüzyonu I. Fick Kanunu' na göre;

$$Q_w = D_a (\Delta C/L) \quad (1.6)$$

eşitliği ile ifade edilir. Formülde;

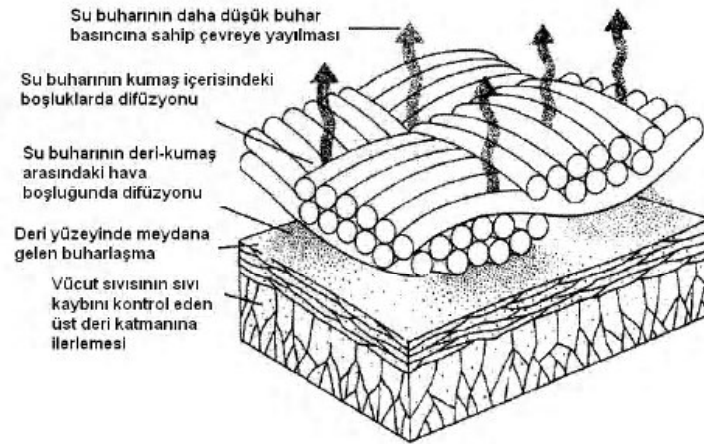
Q_w = Buhar transfer oranı (kg/m²s)

D_a = Su buharı difüzyon katsayısı (m²/s)

$\Delta C =$ Su buharı konsantrasyon farkı (kg/m^3)

$L =$ Kumaş Kalınlığı (m) 'dır [41].

I. Fick Kanunu' na göre kumaş kalınlığı ile su buharı geçirgenliği birbiriyle ters orantılıdır. Su buharının difüzyonu kumaşın iki yüzeyi arasındaki su buharı basınç değerleri arasındaki farka (gradyan) bağlıdır. Su buharı difüzyon katsayısı kumaş yapısına bağlı sabit bir değerdir ve kumaşın su buharının ilerlemesine hangi oranda izin verdiğinin ölçüsüdür. Kumaş kalınlığı boyunca var olan sıcaklık dağılımına bağlı olarak kumaşın mikroklima bölgesine buhar olarak yerleşen nem zamanla yoğunlaşabilir. Bu durumda su buharı basıncı doymuş su buharı basıncına eşittir ve buhar transferi sıvı transferine dönüşerek düşük buhar basıncına sahip olan çevreye yayılır [41].



Şekil 1.19. Su buharının buhar geçirgen kumaştan difüzyonu [47].

Su Buharı Dayanımı (R_{et})

Su buharı dayanımı (R_{et}), malzemenin su buharı geçişi karşısında gösterdiği dayanımı başka bir deyişle su buharı direncidir. Malzemenin iki yüzeyi arasındaki su buharı basınç farkının, basıncın değişime uğradığı yönde birim alanda meydana gelen buharlaşma ısı akışına oranıdır. Su buharı direnci eşitlik (1.7) ile hesaplanır [45].

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

Eşitlikte;

P_m = Ta çevre sıcaklığı için pascal cinsinden doymuş kısmi su buharı basıncıdır.

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

P_a = Ta çevre sıcaklığı için laboratuardaki gerçek kısmi su buharı basıncının pascal cinsinden değeri P_a , ile ortamın bağıl nem değeri P_m çarpılarak elde edilir.

q_v = Numune varken ısı akış değeri (W/m^2)

q_0 = Numune yokken ısı akış değeri (W/m^2) [45].

Bağıl Su Buharı Geçirgenliği

Kumaş yapısındaki su buharı geçirgenliğinin % olarak ifadesi bağıl su buharı geçirgenliğidir. Bağıl su buharı geçirgenliği;

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

Formülü ile hesaplanır. Burada;

p = Bağıl su buharı geçirgenliği

q_v = Numuneli ısı akış değeri (W/m^2)

q_0 = Numunesiz ısı akış değeri (W/m^2) [45].

Su Buharı İletkenlik İndeksi

Su buharı iletkenlik indeksi ısıl dayanımın su buharı dayanımına oranıdır ve değeri 0 ile 1 arasında değişir. Su buharı iletkenlik indeksi;

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

Formülü ile hesaplanır. Burada;

$$S = 60 \text{ PaW}^{-1}$$

R_{ct} = Isıl Dayanım

R_{et} = Su Buharı Dayanımıdır [45].

1.2.2.6 Islanma ve Kılcallık

Tekstil materyallerinden termal konfor açısından beklenen özellikler kullanım alanlarına ve kullanım amaçlarına göre farklılık gösterebilir. Bu bakımdan tekstil materyallerinde meydana gelen ve termal konfor esaslarından birisi olan sıvı transferi farklı iki gereksinime bağlı olarak değerlendirilebilir. Bunlar;

1. İnsan derisi ile doğrudan temas halindeki uygulamalar için kullanılan giysilik kumaşların, vücudun meydana getirdiği teri minimum sürede maksimum hızla uzaklaştırıp kullanıcıyı kuru tutması ve termal açıdan konforlu hissettirmesi
2. Tekstil materyalinin farklı kullanım alanları (agrotekstilller, medikal tekstiller, öz bakım ve hijyen ürünleri, jeotekstilller, vb.) için sıvı emicilik yönünden fonksiyonelliğinin geliştirilip sıvı emilim kapasitesinin artırılmasıdır.

Her iki durumda da tekstil materyalleri sıvılar ile etkileşim halindedirler. Tekstil materyallerinin sıvılar ile etkileşimi lif yüzeyinde ıslanma, sıvının lif yapısına taşınması, sıvının lif yüzeyinde emilimi (adsorbsiyon), sıvının iç kısımdaki liflere difüzyonu ya da sıvının desorpsiyonu (kuruma) gibi birçok fiziksel durumu barındırır [48]. Kumaşı oluşturan liflerin ıslanma, kılcallık ve nem çekme özelliğinin; iplik, dokuma, örme, boyama ve terbiye gibi pek çok tekstil üretim prosesini ve kumaşın oluşturduğu giysinin konfor kalitesini etkilemesi bakımından önemi büyüktür [49]. Islanma; katı- hava ara yüzeyi ile katı- sıvı ara yüzeyinin yer değiştirmesi olarak tanımlanmaktadır. Young-Dupre eşitliği ile ifade edilmektedir. Eşitlik;

$$\gamma_{SV} - \gamma_{SL} = \gamma_{LV} \cos \theta \quad (1.10)$$

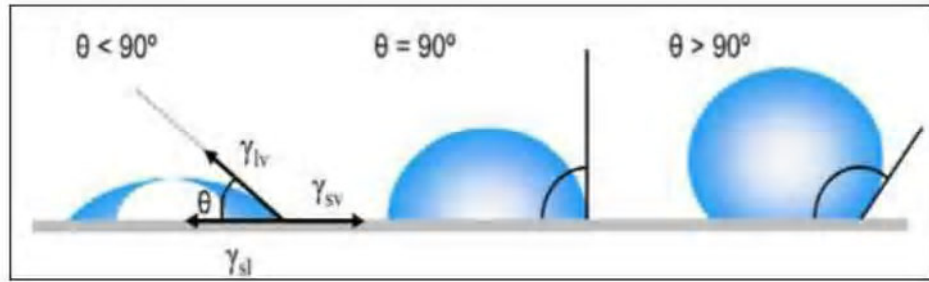
Burada;

S, L, V: Katı, Sıvı, Buhar (Gaz) yüzeyler

γ : Yüzeyler arasındaki gerilimler

θ : Denge halinde katı – sıvı yüzeyleri arasındaki temas açısıdır [49].

Yüzey gerilim açısı θ ; 90 dereceden küçük olursa kumaş yapısında ıslanma meydana gelir ancak 90 dereceden büyük olursa sıvı kumaş yüzeyinden kayarak ayrılır. Kumaş yüzeyindeki sıvı damlasının temas açısına göre durumu Şekil 1.17’ de gösterilmiştir



Şekil 1.20. Sıvı damlalarının katı yüzeyde oluşturduğu temas açılarının gösterimi [48].

Kılcallık (kılcal ıslanma), sıvının kapiler kuvvetler (kapiler basınç) etkisiyle gözenekli bir tabakadan kendiliğinden akışı olarak tanımlanmaktadır [49].

Kapiler basınç Laplace eşitliği ile hesaplanmaktadır. Eşitlik;

$$P=2\gamma_{LV} \cdot \cos\theta/R_c \quad (1.11)$$

Formülde;

P: Kılcal basınç

R_c : Kılcal tüpün basıncı

$\gamma_{LV} \cdot \cos\theta$: Adhezyon kuvvetidir [48].

Bir çeşit ıslanma olarak değerlendirilen nem çekme özelliği ise; tekstil liflerinin belirli bir rutubet ve sıcaklık değerinde sıvıları emme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bir tekstil materyalinin yapısına absorbladığı nem miktarı; % nem ve mutlak nem şeklinde

hesaplanır. Absorblanan su miktarıyla nemli materyal ağırlığının oranının hesaplanmasıyla nem miktarı, materyaldeki su miktarıyla kuru materyal ağırlığının oranının hesaplanmasıyla da mutlak nem miktarı ölçülmektedir [41].

Kumaşın ıslanma, kılcal ıslanma ve nem çekme özelliği; lif cinsi, lifin kimyasal yapısı, moleküler oryantasyonu, yüzey pürüzlülüğü, yüzey aktif maddesi, yüzey kirliliği, ortam sıcaklık ve basıncı, terbiye işlemleri gibi pek çok parametreden etkilenmektedir [49].

1.2.2.7. Hava Geçirgenliği

Hava geçirgenliği; belirli bir basınç farkında, bir materyalin yüzeyleri arasından birim alanda ve birim zamanda geçen hava miktarı olarak tanımlanmaktadır. Kumaşın, dolayısıyla kumaşı oluşturan lif ve iplik yapılarının içerisinde hava geçişini sağlayabilme yeteneğidir. Kumaşın nefes alabilirliğinin bir ölçüsüdür. Hava geçirgenliği tekstil ürünlerinin sıvı- buhar geçirgenliği, rüzgara karşı direnci ve ısı transfer kabiliyeti ile yakından ilişkilidir [50]. Larose tarafından giysi sistemlerinin hava geçirgenliği üzerine yapılan bir çalışmada yüksek hava geçirgenliğine sahip sistemlerde rüzgar hızının artmasıyla meydana gelen termal dirençteki gerilmenin yüksek olduğu tespit edilmiştir [51]. 1996 yılında TSE (Türk Standartları Enstitüsü) tarafından hava geçirgenliği; deney alanı, deney süresi ve basınç düşmesi gibi şartları önceden belirlenen bir deney parçasından düşey yönde geçen havanın hızı olarak tanımlanmıştır. Verilen tanıma göre deney alanı kumaş olarak düşünülecek olursa; kumaşın belirli bir kısmından düşey yönde geçen havanın hızı, belirli bir zaman aralığında kumaşın deney alanı içerisindeki basınç farkının hesaplanmasıyla ile ölçülmektedir [52].

Kumaşın içinden geçen hava akış hızı, hava geçirgenliği; gözeneklilik (kumaş yapısını oluşturan lif ve iplik yapıları, örgü yapısı, sıklık, gözenek çapı, gözenek dağılımı, gözenek miktarı, vb.), basınç, sıcaklık, kumaşın içinden geçen havanın viskozitesi gibi pek çok parametreden etkilenmektedir [50]. Tekstil ürünlerinden beklenen özellikler kullanım alanlarına göre değişmektedir. Hava geçirgenliği tekstil ürünlerine fonksiyonellik kazandıran konfor kavramlarından birisidir. Özellikle paraşütler, yelkenler, endüstriyel filtreler, çadırlar, zirai amaçlı örtüler, rüzgardan koruyucu dış giysiler, spor giysileri vb. gibi tekstil ürünlerinde hava geçirgenliğinin önemi büyüktür [50].

1.2.2.8. Mukavemet

Tekstil materyalleri üretilmeleri, işlenmeleri ve kullanımları sırasında aşınma, bükülme, eğilme, kayma, sıkıştırma, çekme gibi pek çok kuvvete maruz kalmaktadırlar. Tekstil materyallerinden üretim aşamasında ve sonrasında karşılaşacakları kuvvetlere karşı kullanım alanlarına göre belli ölçüde bir fiziksel performans ve fonksiyonellik göstermeleri beklenir [53]. Fiziksel performansı ve fonksiyonelliği etkileyen temel kavramlardan biri de tekstil ürünlerinin mukavemet (dayanıklılık) değeridir. Mukavemet; tekstil ürünlerinin giyim veya kullanım yerlerinde kullanımları süresince maruz kaldıkları etkilere karşı karakterlerini oluşturan özelliklerini, yapı bütünlüğünü koruyabilmeleridir [54]. Mukavemeti kumaş mukavemeti açısından tanımlayacak olursak kumaş mukavemeti; kumaşın maruz kaldığı mekaniksel etkilere karşı fiziksel bütünlüğünü korumasıdır. Kumaşın belirli bir yük altında uygulanan kuvvete karşı dayanımının (direncinin) bir ölçüsüdür özetle kumaşın kullanım ömrüdür [31].Yük bir cisme etkiyen dış kuvvet, kuvvet ise duran ya da düz bir çizgide uniform bir hareket yapan cismin durumunda değişiklik meydana getiren fiziksel etki şiddetidir. Kuvvet her ne kadar mukavemetle ilgili kaynaklarda gram kuvvet (gf) veya pound kuvvet (lbf) olarak ifade edilmekteyse de son yıllarda elde edilen verilerin karşılaştırılabilirliğini sağlamak amacıyla SI birimi olan Newton (N) değerinin kullanımı yaygınlaşmıştır. Newton; kütlesi bir kilogram olan cisme bir saniyede bir metrelik ivme kazandıran kuvvet değeridir [32].

Kumaşların kuvvet altındaki davranışlarını mukavemetlerini etkileyen pek çok parametre vardır. Bunlar;

- Lif cinsi ve kalitesi
- İplik cinsi ve kalitesi
- İplik büküm miktarı
- İplik mukavemeti
- Atkı, çözgü sıklıkları
- Kumaş örgü yapısı
- Kumaşın gördüğü yaş ve kuru işlemler ve
- Kumaş apresi olarak özetlenebilir [54].

Kumaşların iç giyimden endüstriyel tekstile, ev tekstillerinden medikal tekstillere, koruyucu giysilerden inşaat tekstillerine kadar geniş bir kullanım alanı mevcuttur.

Kumaşın farklı kullanım alanları için; kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, aşınma dayanımı, patlama mukavemeti, boyutsal kararlılık, elastikiyet, vb. gibi farklı mekanik özelliklerle donatılmış olması gerekir [55]. Günümüzde tüketicilerin tekstil malzemelerinden en önemli beklentilerinden birisi de ürünün kalite değeridir. Bir tekstil materyalinin, kullanıcının beklentisi olan kalite değerini karşılayabilmesi için kuvvet altındaki davranışının mamul tüketiciye ulaşmadan önce tespit edilmesi gerekir. Tekstil materyallerinin kuvvet altındaki davranışlarını tespit edebilmek için mukavemet testleri yapılmaktadır [53]. Kopma mukavemeti bir tekstil materyalinin kopana kadar uzaması sırasında kaydedilen çekme kuvvetidir. Kumaş açısından tanımlanacak olursa; kumaş düzlemine paralel uygulanan ve kumaş yapısındaki ipliklerin kopmasını sağlayan çekme kuvveti olarak ta tanımlanabilir [54]. Kopma mukavemeti kopma yükü ile kopma uzaması arasındaki ilişki ile ifade edilir. Kopma yükü kumaşın bir bölümünün veya tamamının parçalanmasını sağlayan yüktür, kopma uzaması ise kumaşın kopma noktasındaki uzama yüzdesidir. Uzama yüzdesi uzama oranının yüzde olarak ifadesidir, uzama oranı ise kumaşın uzama miktarının başlangıç uzunluğuna oranıdır [32].Yük-uzama eğrisinde kumaşta kopma meydana gelene kadar artış, kumaşın kopmasının ardından düşüş meydana gelir. Yük- uzama eğrisinde kumaşa yük uygulanmaya başlandığı andan kopmanın gerçekleştiği kuvvetin maksimum olduğu ana kadar geçen süre kopma süresi olarak ifade edilir. Midgley ve Pierce tarafından kopma süresi ile kopma mukavemeti arasındaki ilişki aşağıdaki formülle ifade edilmiştir;

$$\frac{F_T - F_S}{F_S} = 0.1 \log\left(\frac{S}{T}\right) \quad (1.13)$$

Formülde;

F_T = T saniyelik kopma süresi için kopma yükü

F_S = Seçilen standart kopma süresi (S saniye) için kopma yüküdür [32].

Kopma mukavemeti de yırtılma mukavemeti gibi kumaş örgü yapısı, atkı ve çözgü sıklığı, atkı ve çözgü iplik mukavemetleri, vb. parametrelerden etkilenmektedir.

1.2.2.9 Yırtılma Mukavemeti

Kumaştaki bir delik veya yırtığa uygulanan zıt yönlerdeki yanal çekme kuvvetine karşı kumaşın gösterdiği dirence yırtılma mukavemeti denir [31]. Sargı bezi gibi özellikle kolay yırtılmanın istendiği kumaşların haricindeki dokuma kumaşların tamamında kumaşın yüksek yırtılma mukavemetine sahip olması istenen bir özelliktir. Dokuma kumaşlarda yırtılma mukavemeti; kumaş üzerinde oluşan bir delik veya yırtılmanın devamını sağlayan kuvvet miktarı ile hesaplanmaktadır [54]. Kumaşın yırtılma mukavemeti; kumaş yapısındaki statik ve dinamik kuvvetlerle yırtılma testi sırasındaki gerilme kuvvetine karşı kumaşın mukavemetini belirleyen önemli faktörlerden biridir [55]. Gerilme kuvveti aşağıda verilen formülle hesaplanabilir;

$$\text{Gerilme} = (\text{Uygulanan Kuvvet} / \text{Enine Kesit Alanı}) \quad (1.14)$$

Yırtılma mukavemetine etki eden parametreler arasında en önemli olan kumaş doku yapısı ve sıklıktır. Kumaşın atkı veya çözgü yönünde başlayan yırtılma, atkı veya çözgü ipliklerinin bir çizgi boyunca kopmasıyla devam eder. Yırtılma sırasında iplikler gruplar halinde veya tek tek koparak yırtılmayı meydana getirirler. Dolayısıyla atkı ve çözgü ipliklerinin kopma mukavemeti kumaşın yırtılma mukavemetini doğrudan etkilemektedir [56].

1.3. Önceki Çalışmalar

Ayyıldız vd. (2004), farklı özelliklerde denim kumaşlar seçip kumaşların kullanım özellikleri üzerinde etkili olan performans özelliklerinden yırtılma ve kopma mukavemeti ile aşınma dayanımını tespit etmek amacıyla testler uygulamışlardır. Elde ettikleri sonuçları değerlendirip denim kumaşlarda doku yapısının, hammaddenin ve atkı ipliği üretim şeklinin yukarıda belirtilen performans özelliklerine etkisini incelemişler ve;

1. Hammaddenin ve doku yapısının tek başlarına kopma mukavemeti değerinde herhangi bir değişim oluşturmadığı; birlikte düşünüldüklerinde ise, 3/1 Z dimi kumaşların yapısına lycra eklendiğinde atkı kopma mukavemetinin düştüğü, 3/1Z kırık dimi örgülü kumaşlarda ise yükseldiği
2. 3/1 Z kırık dimi dokusuna sahip kumaşların çözgü yırtılma mukavemetinin yükseldiği

3. Lyckralı kumaşlarda 3/1 Z kırık dimi örgü yapısının kullanımının çözgü ve atkı yönlü yırtılma mukavemetini arttırdığı
4. Atkıda ring ipliği kullanılan bir kumaşın atkı yırtılma mukavemetinin daha yüksek olacağı
5. İncelenen kumaşlarda kırık dimi dokusuna sahip lycralı kumaşların daha fazla esnediği
6. Numune kumaşlarda doku yapısının aşınma dayanımını doğrudan etkileyecek bir parametre olmadığı
7. Hammaddenin aşınma dayanımında doğrudan bir değişime neden olmayacağı; doku yapısı ve hammadde birlikte değerlendirildiğinde, 3/1 Z dimi örgülü %100 pamuklu kumaşlarda aşınma dayanımının daha yüksek, lycralı kumalarda 3/1 Z dimi dokularla 3/1 Z kırık dimi dokularda aşınma dayanımının daha düşük olabileceği
8. Atkı ipliği üretim şekli farklılığının numune kumaşların aşınma dayanımında herhangi bir değişime neden olmadığı sonuçlarına ulaşmışlardır [57].

Değirmenci Z. (2013), yaz mevsiminde kullanılmak üzere örme denim kumaşlar tasarlamışlardır. Çalışma kapsamında diyagonal iki iplikli ve elastanlı kumaşlar üretmişlerdir. Kumaşları üretirken ön yüzlerinde % 100 pamuk esaslı Ne 30/1 halat indigo boyalı iplikler kullanmışlardır. Arka (iç) yüzlerinde ise Ne 30/1 ve Ne 20/1 olmak üzere 2 ayrı numaradaki pamuk, polyester, tencel, bambu, viskon, modal, modal pamuk (65-35), polyester-pamuk (65-35) ve polyester- viskon (65-35) olmak üzere 9 farklı liften oluşan vorteks ipliklerini kullanmışlardır. Üretilen kumaşların ısıl konfor özelliklerini tespit edebilmek için hava ve su buharı geçirgenliği, ısıl iletkenlik, ısıl soğurganlık ve ısıl direnç testleri; fiziksel özelliklerini tespit edebilmek için de patlama mukavemeti, esneme, boncuklanma dayanımı ve tekrarlı yıkamaya bağlı boyutsal dayanım testleri yapmışlardır. Nitekim;

- Hava geçirgenliği bakımından yazlık kullanıma en uygun kumaş tiplerinin alt ipliği viskon ve Ne 30/1 olan kumaş, alt ipliği polyester ve Ne 30/1 olan kumaş ve alt ipliği modal- pamuk (65-35) ve Ne 30/1 olan kumaşlar olduğu
- Su buharı geçirgenliği ve boncuklanma bakımından bütün kumaşların uygun olduğu ve

- Isıl iletkenlik bakımından alt ipliği modal ve bambu kumaşlar ile yapısında polyester içermeyen diğer tüm kumaş tiplerinin uygun olduğu sonucuna ulaşmışlardır [58].

Koç vd. (2004), yaptıkları çalışmada denim kumaşların atkı kayması, çözgü ve atkı yönlü çekme, sürtünme haslıkları, elastikiyet (esneme) ve atkı eğimi özelliklerini incelemiş ve bu parametreler üzerinde doku yapısı, hammadde ve atkı ipliği üretim şeklinin etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Bu amaçla farklı özelliklerdeki denim kumaşlara standartlar çerçevesinde testler uygulamış ve incelenen kumaşlarda doku yapısıyla hammadde değişikliğinin birlikte değerlendirilmesi sonucu atkı kaymasında bir değişim gözlemlemişlerdir. Ayrıca lycralı numunelerde, lycranın nem çekme özelliğinin düşük olmasından dolayı kumaşların atkı yönünde kullanılmasında atkı çekmesini azaltabileceği söylenmiştir. Atkı ipliğinde ring ipliği kullanımının denim kumaşlarda atkı kayması değerini azalttığını ve normal dimi dokusuyla dokunan denim kumaşların çözgü çekmesinin kırık dimi dokusu ile dokunmuş denim kumaşlara göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. İncelenen kumaşlarda kırık dimi dokusuna sahip lycralı kumaşların daha fazla esnediğini ve lycralı kumaşlarda 3/1 Z dimi örgüsünün, lycrasız kumaşlarda ise 3/1 Z kırık dimi örgüsünün kullanılmasının atkı eğimini azalttığını ayrıca numune kumaşların kuru sürtünme haslıklarının, yaş sürtünme haslıklarına göre daha yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Doku yapısının, hammaddenin ve atkı ipliği üretim şeklinin sürtünme haslıklarına bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşmışlardır [59].

Çakır N. (2010), hazırladığı yüksek lisans tez çalışmasında; denim kumaşı üreten bir firmada karşılaşılan, farklı yıkama ve kumaş özelliklerine sahip aynı modellerdeki ölçü sorunlarından yola çıkarak kumaş çeşitliliğiyle yıkama işleminin model üzerindeki etkilerini incelemiştir. Beş farklı yıkama işlemi ve iki farklı kumaş türü kullanılarak oluşturulan grupları her aşamada ayrıntılı bir şekilde takip ederek ölçüm değerlerini kontrol etmiştir. Farklı yıkama teknikleriyle yapılan yıkamaların ardından kumaşın üretim sonrası elde edilen ölçülerinde değişiklikler, çözgü ve atkı yönünde ise çekme tespit etmiştir [30].

Saraç G. E. (2015), yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında; denim kumaşa ısıl düzenleme ile ısıl konfor özelliğinin kazandırılmasını amaçlamıştır. Çalışmada Saraç G. E. tarafından streç bir konstrüksiyonda denim kumaş üretilmiş, giysi halinde bitim

işlemi aşamasında mikrokapsüllenmiş faz değıştiren madde (PCM) daldırma ve banyo çektirme yöntemiyle uygulanmış ve yıkama sonrası dayanımlarıyla ısıl düzenleme sağlanıp sağlanmadığı test edilmiştir. Sonuç olarak; uygulama yönteminden bağımsız olarak, yüzeye uygulanan PCM miktarı arttıkça PCM' in depoladığı gizli ısı (J/g) miktarının arttığı ve daha iyi ısıl düzenleme özelliğı sağladığına ulaşılmıştır. En yüksek değerde depolanan gizli ısı miktarının (J/g) daldırma işlemi uygulanan numune ile elde edildiğı, daldırma yönteminde yüzeye tutunma ve ev yıkaması dayanımının daha iyi olduğı, kimyasal miktarının yüzeyde fazla olduğı numunede hava geçirgenliğı değerin en düşük olduğı tespit edilmiştir [60].

Güney vd. (2010), yapılan çalışmada farklı hammaddeden ve tabakalardan oluşan membranların termal yalıtım özelliklerinin koruyucu giysi içinde konforu nasıl etkileyebileceğı incelenmiştir. Koruyucu giysilerde, giysilerin iç konforunu artırmak amacıyla nefes alabilir membranların kullanılmasıyla nem ve neme bağı buharlaşma ısı vücuttan atılabilmektedir. Nefes alabilir membranların nem geçirgenlik özellikleri yanı sıra termal yalıtım özelliklerinin tespiti de önemlidir. Bu bağlamda, materyal olarak nefes alabilir kumaşlardan oluşmuş orman ve tarım işçileri için bir koruyucu giysi, farklı membranlardan oluşmuş üç sportif giysi ve bu çalışma için geliştirilen, ara yüzeyinde dokusuz yüzeyin yer aldığı termoaktif ceket kullanmışlardır. Bu amaçla, koruyucu giysileri oluşturan kumaş ve membranların ön ve arka olmak üzere her iki yüzeyini de 20 kez Alambeta cihazında teste tabi tutup sonuçları değerlendirmişlerdir. Sonuçta; termal difüzyonun geçici rejimde ısı transferini belirleyen en önemli özelliklerden birisi olduğunu ve sıkı yapılı bir dokuma kumaşın kararlı ısı akış yoğunluğunun gözenekli dokumaların ısı akış yoğunluğundan daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Termal iletkenliğı yüksek, termal difüzyonu yani ısıl yayıcılığı düşük olan kumaşların ya özgül ısı kapasitelerinin ya da yoğunluklarının çok yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Suyu geçirmeyen fakat su buharını geçiren nefes alabilir mikro gözenekli ya da hidrofilikmembranların ısı ve kütle transferine izin vererek giysi içinde konforun artırılmasında etkili olabileceğı sonucuna ulaşmışlardır [61].

Karazincir vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada ağır gramajlı denim kumaşa enzim, enzimli taş ve rinse olmak üzere üç farklı yıkama işlemi uygulanmıştır. Enzim yıkamada ek kimyasallar kullanırken rinse yıkamayı sadece su kullanarak yapmışlardır. Enzimli taş yıkamada da enzimle beraber kumaşa aşınmayı oluşturacak küçük ponza

taşları kullanmışlardır. Yıkamalar öncesinde ve sonrasında kumaştaki uzama miktarını ve kumaşın mukavemetini ölçüp, elde edilen verilerin analizini SPSS istatistiksel veri analizi paket programı kullanarak değerlendirmişlerdir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre yıkama türünün denim kumaş üzerindeki etkilerini belirlemişlerdir. Sonuç olarak; yıkama işlemlerinin kumaşta mukavemet kaybına neden olduğunu ve en fazla mukavemet kaybının enzimli taş yıkama sonrası oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Enzim ve enzimli taş yıkama işlemlerinde atkı ve çözgü yönünde uzama değerlerinin düştüğü, rinse yıkama işleminde ise kumaş mukavemeti ve uzama yüzdeleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkinin oluşmadığını tespit etmişlerdir [62].

Kunt A. G. yaptığı tez çalışmasında değişik gramaj ve sıklıklardaki altı denim kumaş numunesini öncelikle laboratuvar ortamında kondisyone edip kumaş özelliklerini incelemiştir. Bu kumaş kalitelerinden beşini sırasıyla; ön yıkama, taş yıkama, ağartma ve tint işlemlerine tabi tutmuş ve her aşamadan sonra test yapılmak üzere numune ayırmıştır. Altıncı kumaş numunesinin bir bölümüne biri diğerinin iki katı sürede olmak üzere iki ayrı rodeo yapmış ve rodeo yapılmayan numunelerle birlikte ön yıkama ve taş yıkama işlemlerine tabi tutmuş ve her aşamadan sonra birer parçayı test yapmak üzere ayırmıştır. Bu kumaşlara yapılan tüm işlemleri, aynı yıkama kazanında ve aynı koşullar altında uygulamıştır. Yıkama sonrasında kondisyone edilen tüm numunelerin sıklık ve gramaj değerlerini almış ve standartlara uygun olarak atkı ve çözgü yönlerinde keserek kopma ve yırtılma mukavemeti testlerine tabi tutmuştur. Kunt A. G. yaptığı testler sonucunda, tüm yıkama prosesleri içinde kumaş mukavemetindeki en büyük kayba neden olan işlemin taş yıkama olduğu ve taş yıkamadan sonra yapılan ağartmayla tint işlemlerinin mukavemette çok büyük bir değişime neden olmadığı sonucuna ulaşmıştır [25].

Özdemir D. yaptığı tez çalışmasında denim mamullerin ağartılmasında kullanılan çevre ve insan sağlığı açısından sakıncalı olan sodyum hipoklorit ve potasyum permanganat ile ağartma yöntemlerine alternatif yöntemleri araştırmıştır. Özellikle lycra içeren denim kumaşlarda hipokloritle ağartma yönteminde lycranın zarar görmesiyle mamulde yaşanan boyut stabilitesi probleminin çözülmesini ve reaktif boyanmış aksesuarlar içeren denim mamullerin sodyumhipokloritle ağartma işlemleri sırasında renklerinin sapması probleminin alternatif yöntem ile önlenmesini amaçlamıştır. Bu amaçla 6 farklı tip kumaştan paça şeklinde dikilmiş olan numunelerin hepsini birlikte yıkamıştır. Denim

mamullerde farklı tip kumaşlarda aynı aşınma ve renk açılma derecesinin eldesi için standart bir reçeteden bahsedilmesinin mümkün olmayacağı sonucuna varmıştır. Denim numunelerin bir kısmını proteaz enzimi ile yıkayarak bu enzimin geri boyama problemine olan etkisini incelemiştir. Proteaz enzimlerinin geri boyamayı azalttığını tespit etmiştir. Denim yıkamada lakkaz enzimiyle çalışırken diğer enzimlerin aksine enzim ilavesinden sonra optimum pH' ın kontrol edilip gerekli ise müdahale edilmesinin olumlu olacağına ulaşmıştır [7].

Acar A. yaptığı tez çalışmasında konfeksiyon sektörünün denim kumaş konfeksiyonu sırasında sıkça karşılaştığı olduğu hatalardan yola çıkarak denim kumaş üretimi sırasında bu hataların önlenerek en uygun mamulün üretilmesine yardımcı olabilmeyi amaçlamıştır. Denim kumaşlarda en çok karşılaşılan hataların tespiti için üreticilere yapmış olduğu anket sonucunda ortaya çıkan 147 adet şikayetin gruplamasını yaparak en çok şikayet edilen çekme hatası, renk hatası ve paça dönmesi konularının toplam şikayetlerin yaklaşık % 70'ini oluşturduğunu tespit etmiştir. Tez çalışmasının sonucunda Acar A. D 2/1 Z dimi örgülü kumaşların D 3/1 Z dimi örgülü kumaşlara göre daha az miktarda çekme özelliği gösterdiğini gözlemlemiştir. D 2/1 Z dimi örgülü kumaşların D 3/1 Z dimi örgülü kumaşlara göre daha az miktarda atkı eğimi değerlerine sahip olduğunu ve kumaş sıklıkları azaldıkça atkı eğimi değerlerinin arttığını tespit etmiştir [26].

Üstündağ S. tarafından yapılan tez çalışmasında 4 farklı yöntem, 3 farklı tur seviyesinde toplam 12 değişik tipte gipe içerikli hibrit iplik numuneleri üretilmiştir. Numune hibrit ipliklerin üretiminde Ne 8 ve Ne 16 %100 pamuk iplikleri ve gipe iplik kullanmıştır. Üretilen gipe içerikli hibrit ipliklerin atkı yönünde kullanımı ile toplamda 12 tip denim kumaş numunesi elde etmiştir. Çalışma kapsamında geliştirilen gipe içerikli hibrit ipliklerin çeşitli fiziksel özelliklerini, hem iplik formunda hem de denim kumaş formunda karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir. Sonuç olarak üretim yönteminin hibrit iplik numarası üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu, tur sayısının iplik numarası üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı, üretim yöntemi ve tur sayısı faktörlerinin kesişiminin ise iplik numarası üzerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir etkiye sahip olduğunu tespit etmiştir [27].

Çelik M. tarafından yapılan tez çalışmasında tekstüre krep ipliklerinin ilk kez denim kumaşta kullanılarak farklı bir kullanım alanına uygulanması ve kullanım alanının

genişletilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, krep ipliklerin denim kumaştaki etkisini ve performansını gözlemlemek için atkı yönünde kullanılmak üzere aynı numarada fakat farklı filament sayılarında polyester esaslı tekstüre krep iplikler üretmiştir. Elde edilen tekstüre krep ipliklere iplik numara tayini, mukavemet, uzama, yağlayıcı madde miktarı tespiti, kaynama çekme ve kıvrım değerlerinin tespiti testleri yapılmıştır. Bu ipliklerin atkı yönünde kullanılması ve standart olarak elde edilen çözgü ipliklerinin 3/1 Z Jakar örgü tipinde kullanılmasıyla denim kumaş dokunmuştur. Kumaşlara atkı ve çözgü sıklıkları, gramaj tayini, kumaş boyut değişimi, mukavemet, uzama, yırtılma mukavemeti ve kumaşlarda çekme testleri uygulamıştır. Sonuç olarak krep ipliklerinin kullanılmasıyla üretilen denim kumaşların performans özelliklerinin filament sayılarına, iplik yapısındaki POY ve FDY miktarlarına, farklı büzülme miktarlarına aynı zamanda doku sıklıkları ve doku örgülerine de bağlı olduğunu görmüştür. Tekstüre krep iplikleriyle denim kumaşlarda farklı filament sayısı içeren iplikler, krep iplik yapısındaki kısmi çekim oranlarının değiştirilmesi, kumaşların yıkamada çok yüksek ve çok düşük sıcaklık değişimlerine maruz bırakılması, atkı ve çözgü sıklıklarının değiştirilmesi ve doku örgüsüyle krep efektleri elde etmenin mümkün olacağı ve bu şekilde farklı tasarımlarda kumaşlar oluşturulabileceği düşünülmüştür [63].

Nergis A. yaptığı tez çalışmasında, yıkama koşullarının denim kumaşın performans özelliklerine etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Seçilen orta oz/yd² gramajlı bir denim kumaşa 4 farklı yıkama reçetesi esas alınarak, farklı koşullarda yıkama işlemleri uygulamıştır. Çalışmada, denim yıkama endüstrisinde sıklıkla kullanılan bitim işlemlerinden, enzim, taş, taşlı ağartma ve rinse yıkama reçetelerinde incelemiştir. Test sonuçlarının analizinde yıkama reçetelerinde uygulanan sıcaklık, süre ve kullanılan taş, ağartıcı ve enzim oranları bağımsız değişken; en, gramaj yıkama sonrası boyutsal stabilite, çözgü uzaması, dönme, katılık, kopma ve yırtılma mukavemeti, elastikiyet ve kalıcı uzama değerlerini ise bağımlı değişken olarak kullanmıştır. Sonuç olarak rins yıkamada; gramaj ve çekme test sonuçlarında artış, dönme sonuçlarında ise azalma gözlemlemiştir. Çözgü uzaması, elastikiyet ve kalıcı uzama testlerinde ise uzama değerlerinin yükseldiğini tespit etmiştir. Enzim yıkamada; sıcaklık ve enzim aktivasyon değişiminin kumaş performans sonuçlarını belirgin bir şekilde etkilendiğini, kumaş gramajının sıcaklık değişimine bağlı olarak değiştiğini, sıcaklık, süre ve enzim oranının en, çözgü çekmesi ve atkı çekmesi üzerinde etkili olduğunu, çözgü uzaması ve katılık değerlerinde artış, kopma ve yırtılma mukavemetinde azalma olduğunu görmüştür. Taş

yıkamada; atkı ve çözgü kopma mukavemetlerinde taş miktarının önemli bir parametre olduğu, yıkama süresinin artmasıyla gramajla çözgü çekme değerlerinde artış, sıcaklık ve süre artışıyla en değerlerinde azalma ve taş miktarının artmasıyla atkının negatif (-) değerlerden, pozitif yöne doğru (+) ilerlediği sonuçlarına ulaşmıştır [64].

Fidan B. tarafından yapılan çalışmada ilk olarak şantuk iplik yapısal parametrelerinin (şantuk uzunluğu ve şantuk kalınlık katsayısı) iplik özelliklerine etkisi incelenmiştir. İncelenen iplik özellikleri; mukavemet, düzgünlük, ince yer, kalın yer, neps ve tüylülüktür. Ardından denim kumaşlar için open- end rotor iplik ve ring iplik makinelerinde üretilen şantuk ipliklerin özellikleri üzerine etki eden faktörleri (lif cinsi, büküm katsayısı, iplik tipi ve iplik numarası) incelemiştir. Ayrıca şantuk ipliklerin desen düzenini oluşturan uzunluk ve kalınlıklarının (şantuk uzunluğu, temel iplik uzunluğu, şantuk numarası, temel iplik numarası) ölçüm sonuçları ile iplik ve üç boyutlu denim kumaş simülasyonu görüntülerini gerçek iplik ve denim kumaş görüntüleri ile karşılaştırarak değerlendirmiş ve daha sonra üretilen denim kumaşların özelliklerini incelemiştir. İncelenen denim kumaş özellikleri; kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, çözgü uzaması, sertlik, aşınma ve boncuklanmadır. Sonuç olarak iplik büküm katsayısı ve iplik tipinin tüm denim kumaş özelliklerinde istatistiki olarak etkili olduğunu; denim kumaşlarda şantuk uzunluğu ve şantuk kalınlık katsayısı düşük şantuk ipliklerin kullanımının daha uygun olduğunu; iplik üretim yöntemi, kullanılan lif cinsi, büküm katsayısı ve iplik numarasının şantuk iplikler ile bu ipliklerden dokunmuş denim kumaşlar için oldukça önemli olan mukavemet özelliklerini etkilediğini bu sebeple denim kumaşlarda çoğunlukla ring şantuk ipliklerin tercih edildiğini tespit etmiştir [65].

Çakmak A. tarafından yapılan bu çalışmada pamuk esaslı ve pamuk karışımı denim kumaşların apreli rijit ve yıkanmış olması, kumaş kalınlığı, kumaş yoğunluğu, iplik numarası ve lif içeriği gibi faktörlerin kumaş konforuna etkisi ile bu etkinin kumaşların fiziksel performansında meydana getirdiği değişiklikler incelenmiştir. Bu amaçla pamuk, pamuk-elastan ve pamuk-polyester içerikli ipliklerle üretilen denim kumaşları yıkama öncesi numuneler ve yıkanmış numuneler olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Hazırladığı numunelere fiziksel performansın ve konfor özelliklerinin özellikle fizyolojik konforun tespit edilebilmesi için su buharı ve hava geçirgenliği, sıvı transferi, kuruma hızı ve temas açısı ölçümleri, kopma ve yırtılma mukavemeti, aşınma dayanımı

ve boyutsal değişim testleri yapmıştır. Farklı içerikli denim kumaşların konfor özelliklerini irdelemiş ve farklı parametreleri de dikkate alarak kalite özelliklerindeki kayıp ve değişimleri tespit etmiştir. Sonuç olarak denim kumaşların fiziksel performans bakımından tercih edilen kumaşlar olmasına rağmen çok farklı apre uygulamaları ve yıkama işlemleriyle fiziksel dayanımlarında ve yapısal özelliklerinde kayıplara uğrayabildiklerini tespit etmiştir. Lif içerikleri, iplik numaraları, gramaj ve kumaş kalınlıkları farklı olan denim kumaşların konfor özelliklerinde yıkama gibi daima değişen parametrelere bağlı olarak farklılıklar gösterdiklerini belirlemiştir. Bunun yanı sıra fiziksel performans testleri yapılan kumaşların değişen parametrelerle birlikte özellikle kopma ve yırtılma mukavemeti ile aşınma dayanımı gibi özellikleri farklılık gösterse de çalışmasında kullanılan bütün kumaşların yeterli fiziksel performansa sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır [66].

Birinci E. H. tarafından yapılan tez çalışmasında denim kumaşlarda dikim ve bitim işlemlerinde uygulanan farklı yöntemler irdelenmiştir. Bu konuyla ilgili olarak yapılan deneyler ve araştırmalar sonrasında elde edilen formüller, yıkanmış kumaşlardan farklı renk ve etkiler elde edilmesini sağlamıştır. Araştırmacı çalışmasında denim mamullere yapılan ön işlemler (bıyık, zımpara, rodeo, lazer, thermodenim, yıpranmış görünüm) ile yıkama (taş yıkama, enzim yıkama, ağartma, normal yıkama, silikon yıkama, buz yıkama, kar yıkama, power yıkama, moonwash, tint (renk verme), süper taş yıkama, ozon yıkama, organik yıkama, file yıkama, random yıkama, reçine yıkama, hipo yıkama) işlemlerinin oluşturduğu görsel efektleri incelemiştir. Sonuç olarak bulguları görsel kaynaklarla tespit ederek desteklemiş, organik pamuğun ve organik denim standartlarını araştırmış, dünyada ve Türkiye’deki pazar paylarını döneminin hedef ve tahminleri çerçevesinde incelemiş ve yapılan araştırmada vurgulamıştır [28].

eri E. tarafından yapılan çalışmada denim kumaşlara yeni bir görünüm kazandırmak, yeni bir pazar payı oluşturmak ve kullanım performansını arttırmak amacıyla yapılan kaplama işlemi incelenmiş ancak kaplama işleminden sonra kumaşın sahip olduğu hava/ su buharı geçirgenlik özelliklerinin azaldığı vurgulanmıştır. Çalışma kapsamında denim kumaşların kaplama sonrası konfor özelliklerinin iyileştirilmesini amaçlamıştır. Yaygın olarak kullanılan konvansiyonel tip PU ile denim kumaş numunelerine laboratuvar ortamında kaplama yapmış ve kumaşların nefes alabilirliğini arttırmak amacıyla mikro-çatlatma işlemi uygulamıştır. Mikro-atlatma için aseton, dimetilformamid (DMF) ve

etanol çözgenlerini kullanmış ve kumaş numunelerinin konfor (su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği, kılcallık) ve mekanik (kopma mukavemeti-uzaması, aşınma, su geçirmezlik,) parametrelerini ölçmüştür. Sonuç olarak; hava geçirgenliği değerinin tüm numunelerde arttığını, su buharı geçirgenliğinin tüm numunelerde mikro- çatlatma işleminden sonra arttığını ancak banyo oranı arttığında su buharı geçirgenliğinin düştüğünü, aşınma direncinin kaplamadan sonra arttığını ancak 10000 devirlik aşınmadan sonra düştüğünü tespit etmiştir [67].

Karagöz G. tarafından yapılan çalışmada denim yıkama işlemlerinin zararları ve nedenleri incelenip çözüm olanakları araştırılmıştır. Denim terbiyesinde yapılan işlemler denim üründe bir takım değişimlere neden olmaktadır. Bu çalışmada araştırmacı yapılan terbiye işlemlerindeki hatalarla nedenlerinin tespitini ve oluşabilecek zararların öngörülmesini hedeflemiştir. Deneysel çalışmada 384 g/m² kumaş ağırlığına sahip, 3/1 Z dimi dokuma %100 pamuklu, TS 2791' e göre çok ağır denim olarak adlandırılan denim kumaş kullanılmıştır. Yaptığı denemelerde ön yıkama, taşlama, enzim yıkama ve ağartma çeşitleri ile kumlama, lazer ve reçine işlemleri uygulamış ve sonuçları renk ve yırtılma mukavemeti açısından değerlendirmiştir. Sonuç olarak; atkı ve çözgü yönünde mukavemetin lazer şiddetine bağlı olarak azaldığını ve renk açılmasının arttığını, kumlama işleminde kumlama basıncı arttıkça renk açılma miktarının arttığını ve yırtılma mukavemetinin azaldığını tespit etmiştir. Ayrıca taş yıkama işleminde eski taş kullanılmasıyla oluşan mukavemet kaybı miktarlarının yeni taş kullanımından daha düşük olduğunu belirlemiştir. Sadece enzim yıkamada atkı yönünde mukavemet düşüşünün taş kullanımından daha fazla olduğunu, asidik enzim ve taş yıkama işleminin birlikte kullanılmasının sürenin uzaması ile renk açılma miktarını arttırdığı, reçinenin kullanım oranının artmasının mukavemeti düşürdüğü sonucuna ulaşmıştır [15].

Sarıoğlu E. ve Babaarslan O. tarafından hazırlanan çalışmada tekstüremikroflament iplik yapılarının denim kumaşların mukavemetine etkileri analiz edilmiştir. Denim kumaş üretiminde yüksek elastikiyet sağlamak için kullanılan elastan lifleri genellikle core-spun atkı ipliklerinin nüve iplik kısmı olarak kullanılır. Bu çalışmada araştırmacılar, filament inceliğinin ve iplik numarasının denim kumaş performansı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Kumaşı oluşturan core-spun ipliğin çekirdek kısmında orta, ince ve mikro doğrusal yoğunlukları olan tekstüre polyester filamentleri,

dış kısmında (kılıf malzemesi olarak) ise pamuk lifi kullanmışlardır. Farklı iplik numaralarında aynı üretim parametreleriyle üretilen iplik numunelerini denim kumaşların atkı iplikleri olarak kullanılıp, iplik numaralarının farklı olmasından kaynaklanan etkilerini ortadan kaldırmak için örtme faktörleri aynı olan denim kumaşlar üretmişlerdir. Denim kumaşların gerilme, statik yırtılma ve dinamik yırtılma özelliklerini test etmişlerdir. Bunun yanı sıra çekirdeğin etkilerini değerlendirebilmek için % 100 pamuklu denim kumaşlar test edilmiştir. Flaman inceliğinin ve iplik numarası oranının önemini belirlemek için istatistiksel analiz yapılmıştır. Sonuç olarak flaman inceliğinin denim kumaşların gerilme, statik yırtılma ve dinamik yırtılma özellikleri üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca iplik numarasının denim kumaşların statik yırtılma özelliği üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşmışlardır [68].

Midha V. vd. tarafından yapılan çalışmada farklı denim kumaşların yıkama işlemi ardından hava geçirgenliği ve nem iletim özellikleri incelenmiştir. Kumaşın hava geçirgenliği ve nem iletim özelliklerine bağlı olan fizyolojik konforu, dokuma kumaşa gözenekli bir yapı kazandıran kumaşın çeşitli yapısal parametrelerinden etkilenmektedir. Kumaştaki ter haslığı değeri aşınma sırasında oluşan ter miktarını azaltarak vücudu soğutma potansiyelini sağlamaktadır. Bu çalışmada polyester, pamuk, core-spun ve lycra esaslı farklı atkı iplikleri kullanılarak üretilen denim kumaşların konfor özellikleri karşılaştırılmıştır. Enzim yıkamanın ve tekrarlı yıkamanın hava geçirgenliği, nem iletimi ve kurutma hızı üzerindeki etkisi de incelenmiştir. Pamuklu atkı ipliğiyle dokunmuş ve yıkanmış denim kumaşların hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliğinin polyester lycra pamuklu atkı iplikleri ile dokunmuş kumaştan önemli bir ölçüde daha yüksek olduğu, pamuk ve lycra esaslı pamuk ipliği kullanılan kumaşların ise ıslanma süresinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Tek yönlü taşıma indeksinin lycra esaslı pamuklu atkı ipliği kullanılan kumaşlar için en yüksek ve polyester atkı ipliği kullanılan kumaşlar için en düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Polyester atkı iplikleri kullanılan kumaşların polyester liflerinin daha iyi yayılma hızı ve hidrofobik yapıya sahip olmasından dolayı en yüksek kuruma oranına ve en iyi kılcallık değerine sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır [69].

Sular V. ve Kaplan S. tarafından yapılan bu çalışmada iki ayrı tür kot kumaşa yapılan elde yıkama, ağartma ve özel iyileştirme proseslerinin kumaşların fiziksel ve mekanik

özelliklerine etkileri incelenmiştir. Her bir işlemin etkisini ayrıntılı bir şekilde elde edebilmek için dikilmiş kot kumaşlara işlemleri ayrı ayrı uygulamışlardır. Sonuç olarak denim kumaşlarda yıpranmış görünüm ve eskitilmiş görünüm elde edebilmek için seçilen kumaş türünün ve uygulanan bitim işlemlerinin tümünün denim kumaşların mekanik özellikleri üzerinde önemli etkilere sahip olduğu kanaatine ulaşılmıştır. Taş yıkama ve ağartmanın birlikte kullanıldığı proseslerin denim kumaşlarda en fazla mukavemet kaybına neden olan yöntemler olduğunu belirlemişlerdir. Bunun yanı sıra her ne kadar kumaşın yırtılma mukavemeti, kopma mukavemeti ve kopma uzaması özellikleri açısından bir düşüş gözlemlenmiş olsalar da, enzim yıkama yöntemi çevre dostu ve daha az zarar veren bir seçenek olarak önerilmiştir [70].

Fox A. ve Moore MA. hazırladıkları deneysel çalışmada yıkama işlemlerinin çevreye duyarlı- klasik denim kumaşların kopma uzama değeri ile kopma mukavemeti üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Tekrarlanan yıkama işlemlerinin ardından çevreye duyarlı- klasik denim kumaşların kopma mukavemeti ve kopma uzama değerlerindeki değişim yüzdelerinde önemli farklılıklar olduğunu saptamışlardır. % 80 pamuk/ % 20 PET (polietilen teraftalat) karışımından üretilen denim kumaşların yıkama işlemlerinden fazla etkilenmediğini tespit etmişlerdir. Organik pamuk esaslı çevreye duyarlı denim kumaşlara klasik denim kumaşlara yapılan işlemlere benzer yıkama işlemleri yapılmış ve kopma mukavemeti ile kopma uzaması açısından dayanıklı oldukları sonucuna ulaşmışlardır. Genel olarak, çevreye duyarlı- klasik denim kumaşların, klasik denim kumaşlara benzer performanslara sahip olduklarını gözlemlemişlerdir [71].

Card. A. vd. yaptıkları çalışmada ev tipi yıkama işlemlerinin yıkanmış denim kumaşların fiziksel özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesini amaçlamışlardır. Bu amaçla ön yıkama, taş yıkama ve enzim yıkama yapılmış üç farklı denim pantolonu tekrarlı ev tipi yıkama işlemlerine maruz bırakıp tekrarlanan yıkama döngülerinin boncuklanma ile kenar aşınması üzerindeki etkilerini belirlemişlerdir. Yaptıkları incelemeler sonucunda ön yıkama uygulanmış kot kumaşların enzim yıkama ve taş yıkama uygulanmış kot kumaşlara göre daha fazla boncuklanma eğiliminde olduğunu bulmuşlardır. Öte yandan en düşük kenar aşınma miktarının ön yıkama yapılan kot kumaşta, en fazla kenar aşınma miktarının ise taş yıkama yapılan kot kumaşta meydana geldiğini gözlemlemişlerdir [72].

Bilişik K. Ve Yolacan G. tarafından hazırlanan çalışmada yeni geliştirilen yapısal denim kumaşların bir aşınma işlemi uygulandıktan sonra çekme ve yırtılma özelliklerinin değerlendirilmesi ve bu kumaşların geleneksel denim kumaşlarla karşılaştırılmaları amaçlanmıştır. Çalışmada kullanmak üzere büyük ve küçük yapısal desenli yeni geliştirilmiş kumaşlar ve geleneksel denim kumaşlar tasarlanmıştır. Tüm denim kumaşlara önce aşındırma işlemi uygulayıp daha sonra ayrı ayrı çekme ve yırtılma özelliklerini test etmişlerdir. Aşındırılmış büyük yapısal desenli denim kumaşların gerilme özelliklerinin genellikle küçük yapısal desenli ve geleneksel denim kumaşların gerilme özelliklerinden daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Aşınma tekrarları arttığında, tüm denim kumaşların gerilme özelliklerinde genellikle azalma meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Küçük yapısal desenli denim kumaşın atkı yönündeki yırtılma mukavemetinin geleneksel ve büyük yapısal desenli denim kumaşın yırtılma mukavemetinden daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca aşınma tekrarları arttırıldığında tüm denim kumaşların atkı ve çözgü yönlü yırtılma özelliklerinin genellikle azaldığını belirlemişlerdir [73].

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma kapsamında aynı çözgü ve atkı ipliğinden üretilmiş ham denim kumaş, mamul denim kumaş ve yıkanmış denim kumaş olmak üzere 3 tip denim kumaşa tekrarlı aşındırma yapılmış ve aşındırma sonrasında numunelerin fiziksel, mekanik ve termal konfor özelliklerindeki değişim istatistiksel analiz teknikleri kullanılarak incelenmiştir.

2.1. Gereç

Bu çalışmada; çözgü ipliği: indigo boyalı, Ne 8/1 lineer yoğunlukta pamuk esaslı; atkı ipliği: pamuk, 78 dtex lycra ve 50 denye T400 Ne 14/1 lineer yoğunlukta karışımı dualcore, α_e : 4.5 olan büküm katsayısında iplikler kullanılarak 3/1 Z örgü yapısıyla üretilen denim kumaş numuneleri Malatya'da bulunan Çalık Tekstil firmasından temin edilmiştir. Kumaşlar ham, mamul ve yıkanmış olarak çeşitlendirilmiştir. Kumaş numunelerine ait parametreler Tablo 2.1' de, kumaş numunelerine uygulanan işlemler Tablo 2.2' de verilmiştir. Uygulanan yıkama ve kurutma prosedürü ise Tablo 2.3' de verilmiştir.

Tablo 2.1. Ham kumaş numunelerine ait parametreler.

Parametre	Ham Kumaş
Çözgü İplik Numarası	8 Ne
Atkı iplik Numarası	14 Ne
Atkı Büküm Kat Sayısı	4,5
Çözgü Büküm Kat Sayısı	4,5
Atkı İpliğindeki Lycra İplik Numarası	78 dtex
Atkı ipliğindeki T400 İplik Numarası	50 denye

Tablo 2.2. Kumaşlar numunelerine uygulanan işlemler.

Ham Kumaş	Mamul Kumaş	Yıkama Kumaş
Haşıl İşlemi	Yakma+10 bome Kostik+Yıkama+Sanfor+Poliakrilik Apre Yumuşatıcı	40 °C ‘de Yıkama

Tablo 2.3. Kumaşlara uygulanan yıkama ve kurutma prosedürü [74].

Yıkama Prosedürü	Machine wash normal (2A)
Yıkama Sıcaklığı	40 °C
Kurutma Prosedürü	Tumbledry normal
Kurutma Sıcaklığı	68°C
Yük	1,8 kg
Deterjan marka ve miktarı	15.4 g ECE deterjan + 4,6 g sodyum perborat + 0,6 g TAED
Yıkama Makinesi	Wascatorfrom 71 cls
Kurutma Makinesi	Accudry

2.2. Yöntem

Çalışmada öncelikle ham kumaş, mamul kumaş ve yıkanmış denim kumaş numunelerinin her birinden termofizyolojik konfor testleri için 24’ er adet dairesel kesit numune, fiziksel testler için ise 24’ er adet dikdörtgen kesit ve 12’ şer adet de kare kesit numune alınıp toplam 180 adet numune test edilmiştir. Bütün numuneleroluşabilecek karışıklıkları önlemek amacıyla kodlama (örneğin; H1= aşındırma yapılmamış denim ham kumaş numunesi) yapılarak etiketlenmiştir. Numunelere 5 farklı devir sayısı kullanılarak tekrarlı aşındırma işlemi uygulanmıştır. Tekrarlı aşındırma işlemi yapıldıktan sonra her bir kumaş numunesinin termal konfor ve mekanik özelliklerindeki değişimi ölçmek amacıyla testler yapıp sonuçlar karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

2.2.1. Kumaş Numunelerine Uygulanan Fiziksel ve Mekanik Testler

Kumaş numunelerinin kalınlık, atkı ve çözgü sıklık, gramaj, aşındırma dayanımı, atkı ve çözgü yönlü yırtılma mukavemeti ve atkı ve çözgü yönlü kopma mukavemeti özelliklerinin tayin edilmesi için yapılan testlerdir.

2.2.1.1. Atkı ve Çözgü Sıklık Testi

Dokuma kumaşlarda birim uzunluktaki iplik sayısı sıklık olarak ifade edilir. Kumaş numunelerinin atkı ve çözgü yönündeki sıklık değeri TS 250 standardı esas alınarak 1 cm' deki iplik sayısının toplu iğne kullanılarak sayılmasıyla tespit edilmiştir. Ham, mamul ve yıkanmış kumaş numunelerinin sıklıkları farklı bölgelerinden üçer defa sayılarak bulunup ortalama değer alınmıştır.

2.2.1.2. Gramaj Testi

Kumaş numunelerinin birim alandaki kütlelerini tespit edebilmek amacıyla gramaj tayini yapılmıştır. Ham, mamul ve yıkanmış denim kumaş numunelerinden alınan dairesel kesit numunelerinin her birinin yarıçapı ölçülerek kesit alanları hesaplanmıştır. Ardından TS 240 EN 20139 standardında belirlenen atmosfer şartlarındaki (20 ± 2 °C sıcaklık ve 65 ± 2 bağıl nem) laboratuvarında hassas terazide TS 251 standardı esas alınarak ağırlıkları ölçülüp 1 m^2 ' deki gramajları hesaplanmıştır. Kumaş numunelerinin gramajları Şekil 2.1' deki hassas terazi ile ölçülmüştür.



Şekil 2.1. Hassas terazi.

2.2.1.3. Kalınlık Tayini

Kumaş numunelerinin ön yüzeyi ile arka yüzeyi arasındaki mesafe belirli bir basınç altında ölçülerek kalınlık tayini yapılmıştır. Çalışma kapsamında ham, mamul ve yıkanmış denim kumaş numuneleri standart laboratuvar şartlarında WSP 120.6.R4 standardı esas alınarak Elastocon EV 07B dijital kalınlık cihazı ile test edilmiştir. Numunelerin her birine farklı bölgelerinden olacak şekilde üçer defa kalınlık ölçümü yapıldıktan sonra ortalaması alınıp % CV değerleri hesaplanmıştır. Şekil 2.2’ de Elastocon EV 07B dijital kalınlık cihazı gösterilmiştir.

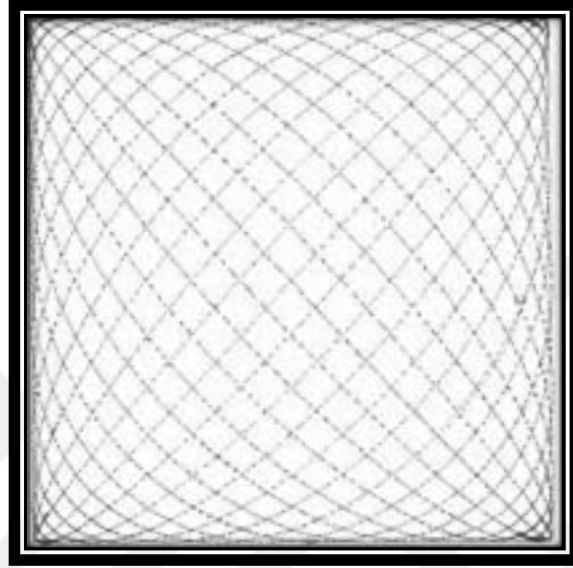


Şekil 2.2. Elastocon EV 07B dijital kalınlık cihazı.

2.2.1.4. Aşındırma İşlemi

Çalışma kapsamında denim kumaş numuneleri mekanik ve termal konfor testleri yapılmadan önce aşındırma işlemine tabi tutulmuşlardır. Aşındırma işlemi James H. Heal marka Martindale aşınma ve pilling test cihazı kullanılarak yapılmıştır. Ham, mamul ve yıkanmış kumaş olmak üzere 3 tip kumaştan alınan numunelere aşındırma işlemi yapılmıştır. Aşındırma işlemi sırasında makinenin pilling (boncuklanma) aparatları kullanılmıştır. Makinedeki alt ve üst diskler keçe kumaşlar ve üstlerine numune kumaşlar yerleştirilir, pilling aparatları üzerine 12 kPa değerindeki ağırlıklar yerleştirilerek devir sayısı makinenin dijital ekranına girilir ve test başlatılır.

Üst kısımdaki numunelerin hareketi; dairesel bir hareketle başlayıp, yavaş yavaş daralan elips şeklinden doğrusal hale gelinceye kadar devam eden ve sonra da ters yönde genişleyen elips şeklindeki hareketle devam eder. Şekil 2.3’ de gösterilen bu harekete lissajous hareketi denir [75].



Şekil 2.3. Lissajous hareketi [75].

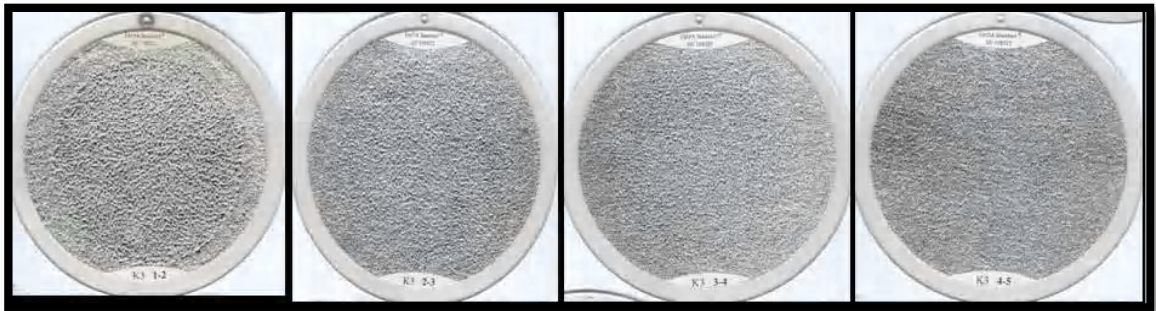
Numunelere 1000, 5000, 10000, 20000 ve 40000 devir aşındırma yapıp mekanik ve termal özelliklerindeki değişiklikler karşılaştırmalı olarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Şekil 2.4’ de Martindale aşınma ve pilling test cihazı gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Martindale aşınma ve pilling test cihazı.

Uygulanan işlem kumaşları aşındırmak amacıyla yapılmıştır, boncuklanma işlemi yapmak amacıyla yapılmamıştır. Ancak aşındırma sonrası kumaşlardaki değişiklikleri

tespit edebilmek için meydana gelen boncuklanma derecesi EMPA tarafından geliştirilen 5 dereceli skala yardımıyla değerlendirilmiştir. EMPA görüntülerinde kumaş arka planının yapısı genellikle yüksek kontrastta görülmekte ve boncuklar arka planın olağan yapısından farklı olarak oluşturdukları bölgesel değişimlerle tespit edilmektedir. Işıklandırma yatay doğrultuda olduğundan arka planda oluşan gölgelerin yanında boncuklar açık renkte görünmektedir. Bu standart, Martindale boncuklanma test aletinde çalışılan numunelerin değerlendirilmesi için geliştirilmiştir. Şekil 2.5’ de EMPA (SN 198525-K3) tarafından geliştirilen standart fotoğraflar verilmiştir [75].



Şekil 2.5. EMPA (SN198525-K3) serisi standart fotoğrafları [75].

Tablo 2.4’ de ise Martindale yöntemi ile EMPA skalaları kullanılarak değerlendirilen boncuklanma dereceleri verilmiştir.

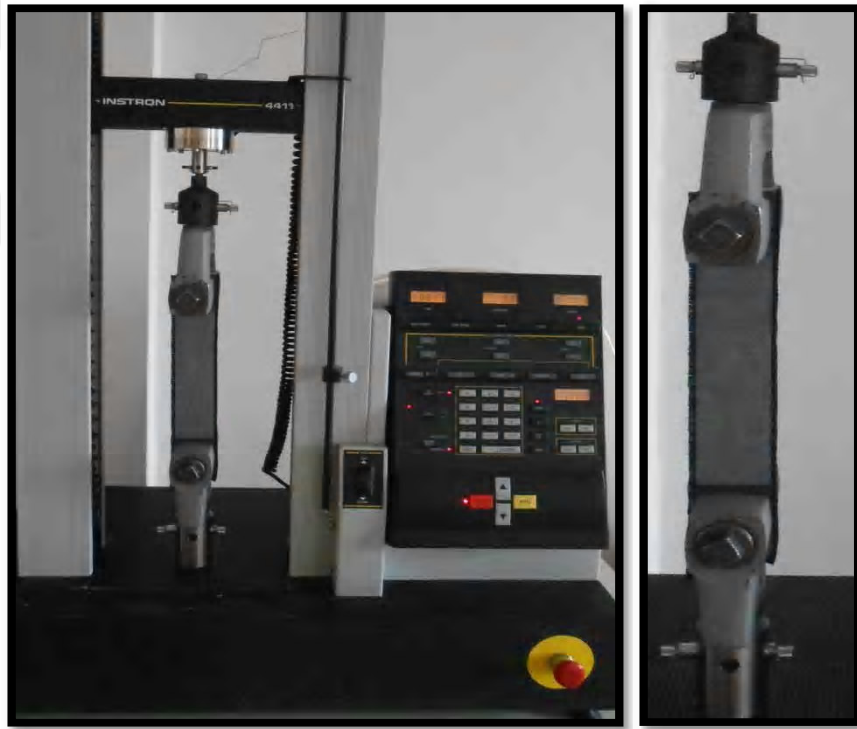
Tablo 2.4. Martindale yöntemi ile boncuklanma derecesinin değerlendirilmesi [75].

Boncuklanma Derecesi	Açıklama
5	Hiçbir değişiklik yok
4	Çok az miktarda tüy veya boncuk
3	Orta derecede tüylenme veya boncuk
2	Açıkça görülebilecek miktarda tüylenme veya boncuk
1	Çok yoğun miktarda tüylenme veya boncuk

2.2.1.4. Kopma (Çekme) Mukavemeti Testi

Kumaş numunelerinin öncelikle kenar kısmı esas alınarak atkı ve çözgü yönleri tespit edilmiştir. Ham, mamul ve yıkanmış kumaş numunelerinin her birinden atkı yönünde ve çözgü yönünde 32 cm boyunda 16 cm eninde dikdörtgen kesit numuneler kesilmiştir.

Numuneler, aşındırılmamış ve 1000, 5000, 10000, 20000 ve 40000 devir aşındırma işlemi uygulanmış numuneler olmak üzere her bir devir sayısında 4 adet numune olacak şekilde gruplara ayrılmıştır. Numunelere tekrarlı aşındırma işlemi uygulandıktan sonra her bir numunenin kenarlarından numune eni 50 mm olacak şekilde iplik sökölerek saçaklandırılmıştır. Numuneler TS EN ISO 13934-1 standardına göre uzama hızı sabit (CRE) prensibine göre çalışan INSTRON- 4411- H 2011 mukavemet test cihazında şerit metodu kullanılarak kopma testine tabi tutulmuşlardır. Şerit metodu numune eninin tamamen makinenin çeneleri arasına sıkıştırıldığı kopma mukavemeti testidir. Test hızı 100 mm / dk, test mesafesi ise 200 mm olarak sabitlenmiştir. Kumaş numunelerinin mukavemet değeri Newton, uzama değeri ise mm cinsinden kaydedilmiştir. Şekil 2.6' da INSTRON- 4411- H 2011 kopma mukavemeti test cihazı gösterilmiştir.

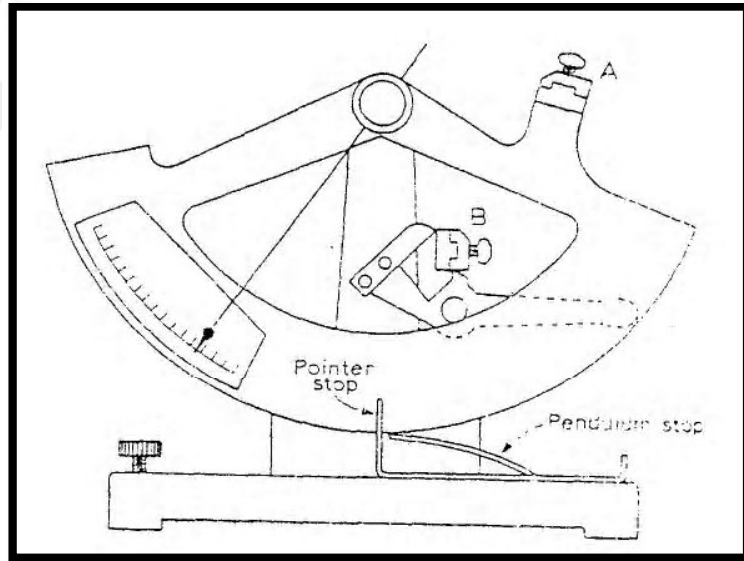


Şekil 2.6. INSTRON- 4411- H 2011 kopma mukavemeti test cihazı.

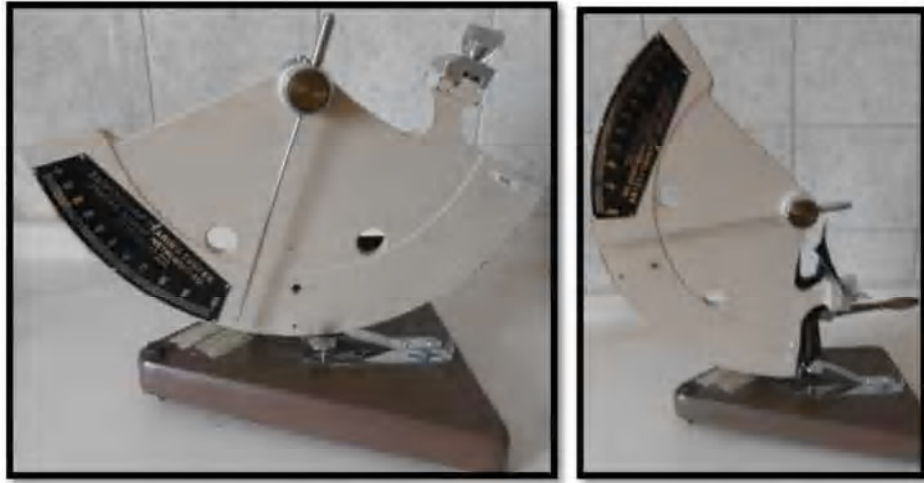
2.2.1.5. Yırtılma Mukavemeti Testi

Yırtılma mukavemeti testi yapılırken öncelikle ham, mamul ve yıkanmış denim kumaş numunelerinin her birinden kesit alanı $14 \times 14 \text{ cm}^2$ olan kare kesit numuneler kesilmiştir. Kare kesit numunelerden yırtılma mukavemeti test cihazına yerleştirilecek şekilde Şekil 2.7' de verilen şablon kullanılarak çözgü ve atkı yönünde numuneler çıkarılmıştır.

Yırtığın bir çentikten düzgün bir şekilde yayılarak ilerleyebilmesini sağlamak amacıyla numunelerin kısa kenarı atkı veya çözgü yönüne tam paralel olacak şekilde kesilmiştir. Elde edilen numunelere TS EN ISO 13937-1 standardına göre balistik sarkaç metodu olarak bilinen metot esas alınıp Elemendorf yırtılma mukavemeti test cihazında yırtılma mukavemeti testi uygulanmıştır. Test cihazında 6400 gr ağırlığındaki bir sarkaç, sabit tutucu sarkaç ve aynı hizaya ayarlanmış tutucu bir kısıkaç bulunur. Makinenin çenelerine kumaş uzun kenarları tutucu çenelerin üst kısımlarına denk gelecek şekilde yerleştirilir. Makine üzerinde bulunan bıçak yardımıyla $20 \pm 0,5$ mm genişliğinde bir çentik açılarak yırtılma başlatılır. Ardından sarkaç maksimum potansiyel enerjiye sahip olduğu başlangıç noktasına kaldırılıp sabit tutucu kısıkaç ile sabitlenir daha sonra kısıkaç basılıp sarkaç serbest bırakılır. Başlangıç noktasından itibaren numune kumaş hareketli çenenin sabit çeneden ayrılması ile tamamen yırtılır ve yırtılma kuvveti ölçülmüş olur. Şekil 2.7' de ve Şekil 2.8' de Elemendorf yırtılma mukavemeti test cihazı gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Elemendorf test cihazı [76].



Şekil 2.8. Elemendorf yırtılma mukavemeti test cihazı.

2.2.2. Kumaş Numunelerine Uygulanan Termofizyolojik Testler

Kumaş numunelerine tekrarlı aşındırma işleminin öncesinde ve sonrasında konfor özelliklerindeki değişiklikleri tespit edebilmek amacıyla hava geçirgenliği, termal direnç testi ve su buharı direnç testi yapılmıştır.

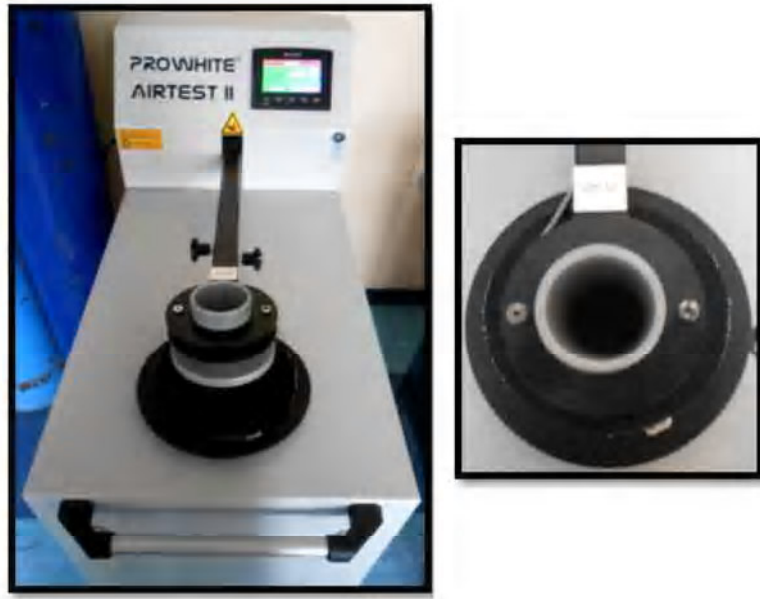
2.2.2.1. Hava Geçirgenliği Testi

Ham, mamul ve yıkanmış denim kumaş numunelerinden alınan dairesel kesitli numunelere aşındırma işlemi uygulandıktan sonra hava geçirgenliği testi yapılmıştır. Hava geçirgenliği testi; Prowhite marka Proser K008 hava geçirgenliği test cihazı kullanılarak yapılmıştır. Tüm kumaş numuneleri makinede öncelikle EN ISO 9237 standardı esas alınarak test edilmiştir. Daha sonra kumaş numunelerinin hava geçirgenliği testi AFNOR G 07-111 test standardı esas alınarak tekrarlanmıştır. Her iki test standardına ait parametreler Tablo 2.5’ de verilmiştir.

Tablo 2.5. Hava geçirgenliği test standartlarına ait parametreler.

Parametreler	EN ISO 9237	AFNOR G 07-111
Sıcaklık	25°C	26,8 °C
Basınç	100 Pa	196 Pa
Hazne Boyutu	20 cm ²	50 cm ²
Birim	mm/s	l/m ² /s

Kumaş numunelerinin farklı test parametreleri altında hava geçirgenliği özelliğini tespit edebilmek amacıyla farklı standartlar esas alınarak test tekrarlanmıştır. Makinenin üst kısmında bulunan plaka üzerine kumaş yerleştirilip hareketli kol kumaş üzerine indirilir. Daha sonra alt kısımdaki hazneden belirli sıcaklık ve basınç altında kumaşa doğru hava geçişi meydana gelir ve geçen havanın hızı ölçülür. Elde edilen ölçüm sonucu makineden okunarak kaydedilmiştir. Şekil 2.9’ da Proser K008 hava geçirgenliği test cihazı gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Proser K008 hava geçirgenliği test cihazı.

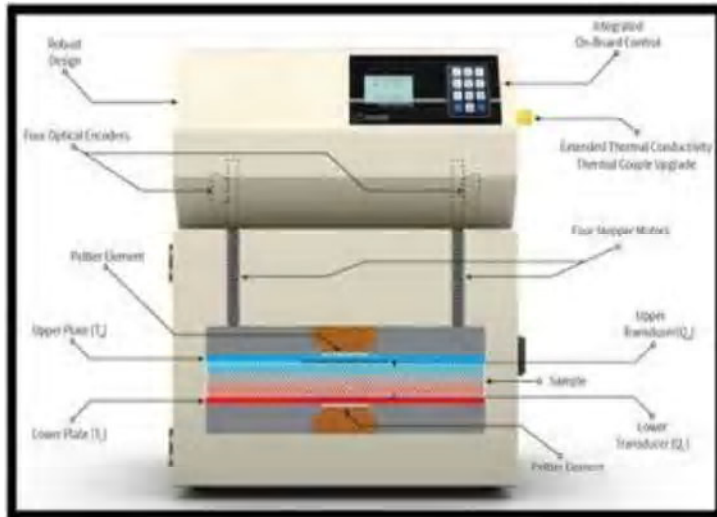
2.2.2.2. Termal Direnç Testi

Ham, mamul ve yıkanmış denim kumaşların farklı yerlerinden alınıp tekrarlı aşındırma işlemi uygulanan numunelere Thermtest HFM- 100 marka test cihazı kullanılarak termal dayanım testi yapılmıştır. Thermtest HFM- 100 marka test cihazı termal iletkenlik ısı akısı prensibine dayanarak çalışan, katı ve düz numunelerin ASTM C518, ISO 8301 ve EN 12667 standardını esas alarak ısı iletkenliğini ve ısı direncini ölçen termal dayanım test cihazıdır. Makine teste başlanmadan yaklaşık iki saat önce çalıştırılır. Makinenin iç kısmında yüzey sıcaklık kontrolünü sağlayabilmek için elektrikli bir ısıtma- soğutma sistemi bulunur. Tablo 2.6’ da test cihazına ait parametreler verilmiştir.

Tablo 2.6. Thermtest HFM- 100 test cihazı parametreleri.

Parametre	Değer Aralığı
Isı İletkenlik Aralığı	0,005– 0,5 W/mk
Termal İletkenlik Doğruluğu	% 2
Sıcaklık	-15°C –65°C
Plaka Sıcaklığı	-20°C –70°C
Numune Kalınlığı	1 mm–950 mm
Ölçüm süresi	30 dk–60 dk
Numune Ebadı	150x150x10 mm–300x300x100 mm

Testin geçerliliği için test numunesinin cihaz içinde belirlenen alanı kapatacak ebatlarda olması gerekir. Test yapılırken kumaş numunesi cihazın içerisinde belirlenen alanı kapatacak şekilde yerleştirilip cihazın kapağı kapatılmıştır. Daha sonra cihaza bağlı bir bilgisayar yardımıyla test kriterleri belirlenip numune kalınlığı makine tarafından ölçülür ve test başlatılır. Her bir kumaş numunesine yapılan test 30 dakika sürmüştür. Kumaşa ait termal dayanım ölçüm sonuçları tespit edilip kaydedilerek test tamamlanmıştır. Şekil 2.10’ da Thermtest HFM- 100 termal dayanım test cihazı gösterilmiştir.



Şekil 2.10. Thermtest HFM- 100 termal dayanım test cihazı [78].

2.2.2.3. Su Buharı (Nem) Direnci Testi

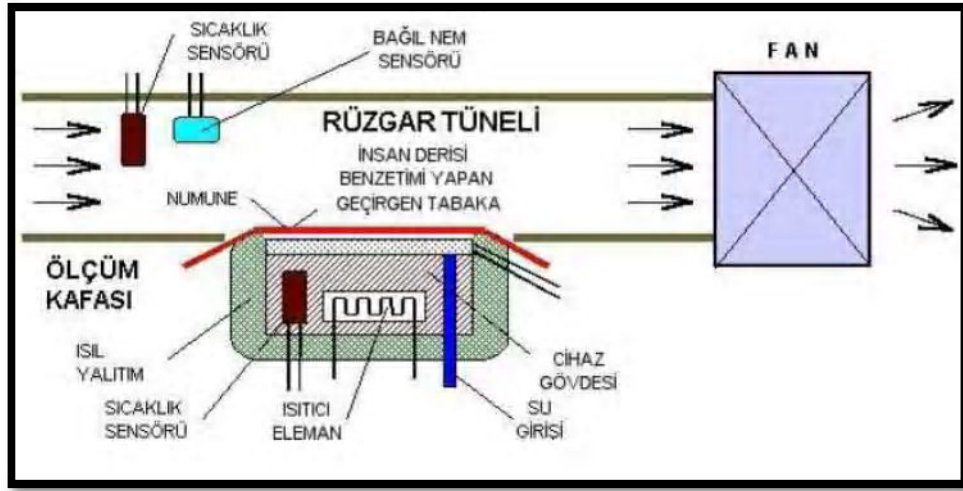
Ham, mamul ve yıkanmış denim kumaşların her birinden alınan numunelere Permetest test cihazıyla TS EN ISO 11092 standartları esas alınarak su buharı direnci testi yapılmıştır. Permetest cihazı termal hissetme ile kuru ve ıslak insan derisinin simülasyonu prensibine göre çalışmaktadır. Permetest cihazı ile kumaş numunelerinin nefes alabilirliği değerlendirilip su buharı direnci ölçülmüştür. Ölçüm atmosfere açık, nemli bir plakadaki elektropotansiyelin, plaka bir kumaş tarafından kapatıldığında meydana gelen değişiminin tespiti esas alınarak yapılmaktadır.

Tablo 2.7’ de Permetest cihazına ait parametreler verilmiştir.

Tablo 2.7. Permetest test cihazı parametreleri.

Parametreler	Ölçüm Aralığı
Su buharı direnci	1 - 100 m ² Pa / W
Termal direnç	0.02 -1 K m ² / W
Bağıl su buharı geçirgenliği	1 - 100%
Termal geçirgenlik	1- 50 W / m ² K
Kumaş kalınlığı	0,1 - 7 mm
Ayarlanabilir paralel hava akış hızı	3 ve 5 m/s

Teste başlamadan önce cihaz kalibrasyon kumaşıyla kalibre edilir. Makine içerisinde yer alan membran kaplı hazneye kumaş numunesi yerleştirilir. Cihazın kapağı kapatılıp test başlatılır. Ölçüm için gerekli olan numune boyutu en az 10 cm x 10 cm olmalıdır. Ölçüm esnasında az miktarda eğim verilen gözenekli yüzey nemlendirildikten sonra kumaş numunesi, kumaş yüzeyine paralel, 20°C sıcaklıkta % 60 bağıl nem içeren ve bir rüzgar kanalında ayarlanabilir hızdaki hava akımına maruz bırakılır. Eğimli yüzeyden çıkan buharlaşma ısıısının miktarı ölçülür ve cihaza bağlı bir bilgisayar yardımıyla kaydedilir. Şekil 2.11 ve Şekil 2.12’ de Permetest test cihazı ve çalışma prensibi gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Permetest test cihazı [77].



Şekil 2.12. Permetest su buharı direnci test cihazı.

2.2.3. Test Sonuçların Değerlendirilmesinde Kullanılan İstatistiksel Analiz Yöntemi

Yapılan çalışmada istatistiksel modeller için Design Expert paket programı kullanılmıştır. Kumaş özelliklerinin değerlendirilebilmesi ve tahmin edilebilmesi için öncelikle faktöriyel modelleri oluşturulup daha sonra regresyon eşitlikleri elde edilmiştir. Aşağıda çalışma kapsamında kullanılan bazı kavram ve terimler ile model seçilirken dikkat edilmesi gereken bir takım hususlara değinilmiştir.

2.2.3.1. Regresyon Analizi

Bağımlı değişken veya tepki değişkeni olarak tanımlanan “Y” ve regresör veya bağımsız değişken olarak tanımlanan n adet “ $X_1, X_2...X_n$ ” arasındaki sebep-sonuç ilişkisini istatistiksel olarak ortaya koyan yöntem regresyon analizi olarak

tanımlanmaktadır. Regresyon analiziyle bağımlı değişkenin bağımsız değişken cinsinden ifade edildiği bir eşitlik elde edilip farklı olaylarla ilgili tahmin yapılmaktadır.

2.2.3.2. Bağımlı Değişken

Bağımlı değişken; tepki değişkeni veya yanıt olarak ifade edilir. Deneysel bir çalışmada bağımsız değişkenin her bir durumu için ölçülen değişkendir. Çalışma kapsamında elde edilen kumaşa ait mekanik ve termofizyolojik (kalınlık, gramaj, kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, termal direnç, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği) özellikler bağımlı değişken olarak kabul edilmiştir.

2.2.3.3 Bağımsız Değişken

Bağımlı değişkenleri etkileyen değişkenler bağımsız değişkenlerdir. Deneysel bir çalışmada deneyi yapan kişi tarafından yönlendirilerek değiştirilen ve etkileri araştırılan değişkenlerdir. Çalışma kapsamında kumaş tipi ile aşındırma devir sayıları bağımsız değişkenler olarak değerlendirilmiştir. Eşitlik 2.1' de regresyon analizi sonucunda elde edilen eşitliklerin genel bir gösterimi verilmiştir.

$$Y: \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n \quad (2.1)$$

Burada;

Y: Bağımlı değişken

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$: Bağımsız değişken

β_0 : Sabit değer

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

Regresyon analizi sonucunda istatistiksel bir fonksiyon elde edildiği için her X değerine karşılık gelen Y değeri, farklı olmakla birlikte regresyon denklemi ile ulaşılan değer etrafında yer alan ve normal dağılıma benzer dağılım gösteren değerleri içerebilmektedir. Dolayısıyla regresyon analizi sonucunda elde edilen denklemin geçerliliği belirli bir güven aralığında gösterilmektedir ve bu çalışmada kullanılan güven aralığı %95 ($\alpha=0.05$) olarak kabul edilmiştir.

2.2.3.4. F- Testi

F- testi normal dağılımdaki iki kitlenin standart sapmalarının eşit olduğu hipotez olarak tanımlanmaktadır. Standart sapmaların eşit olması durumunda iki kitle birbiriyle karşılaştırılabilir.

2.2.3.5. p- Değeri

İstatistiksel değerlendirme yapılırken modelin ortaya çıkardığı parametrelerin modele katkısının anlamlı veya anlamsız olarak değerlendirilmesinde, özetle anlamlılığın sorgulanmasında kullanılmaktadır.

H_0 : Model uygundur

H_1 : Model uygun değildir

Hipotezleri tanımlandığı zaman H_0 hipotezinin reddedilmesine neden olan en küçük anlamlılık seviyesi p-değeri olarak adlandırılmaktadır.

2.2.3.6. Varyans Analizi (ANOVA)

Varyans analizi, bağımsız değişkenlerin kendi aralarında etkileşime girme biçimiyle bu etkileşimin bağımlı değişkenler üzerindeki etkilerinin analizi için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. Regresyon modelinin istatistiksel açıdan anlamlılığını değerlendirebilmek için kullanılan çizelgeye (tablo) varyans analizi denir. Bu çizelgede yer alan F-değerimodelin kareler toplamının (modelin açıkladığı değişimin), hataların kareler toplamına (açıklanamayan değişime) oranı ile hesaplanmaktadır. Çalışmada %95' lik güven aralığı kullanıldığından ANOVA tablosunda p değerinin 0,05' den küçük ($p < 0.05$) olması durumunda kurulan model anlamlıdır denilmektedir.

Anlamlılığı varyans analizi kullanılarak kontrol edilen modelden yola çıkarak elde edilen regresyon denklemlerinin geçerlilik seviyesi R ve R^2 kavramlarıyla ifade edilir. Bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi ifade eden **R** değeri korelasyon katsayısı olarak adlandırılır. R değeri -1 ile +1 arasında değişebilmektedir. R değerinin yani korelasyon katsayısının bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasında +1'e yakın olması istenen bir durumdur. R^2 ise kurulan modelde yer alan ve bağımsız değişkenleri ifade eden terimlerin bağımlı değişkeni ne kadar açıkladığının yüzde olarak ifadesidir. Bunun yanı sıra tahmin edilen R^2 değeri modelin yeni olayları tahmin edebilme yeteneğini gösterir. Düzeltilmiş R^2 değeri ise modele katkısı olmayan

terimlerin modelden çıkartılmasıyla elde edilen yeni R^2 değeridir. Düzeltilmiş R^2 değeriyle daha doğru bir sonuç elde etmek mümkündür.

PRESS değeri (Predicted Error Sum of Squares) modelin tahmin edilen hatalarının bir ölçüsüdür. Modelde seçilen bir deney noktası için tahmin edilen değer $\hat{y}_i$ olmak üzere o nokta için bulunan tahmin hatası $e = y_i - \hat{y}_i$ eşitliğiyle hesaplanmaktadır. Model seçiminde PRESS değerinin küçük olması istenir. n tane ölçüm noktası için hesaplanan PRESS değeri Eşitlik 2.2' de verilmiştir.

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

Burada;

y_i : Aynı nokta için gerçek değerdir.

2.2.3.8. Uyum Eksikliği (Lack of Fit)

Uyum eksikliği; seçilen modelin uygunluğunu belirlemek amacıyla yapılan testir.

H_0 : Model uygundur

H_1 : Model uygun değildir

Hipotezleri tanımlandıktan sonra elde edilen F-değeri F-tablosunda yer alan değerden büyükse H_0 hipotezi reddedilir. Bu durumda başka bir modelin seçilmesi gerekir. Uyum eksikliğinin anlamlı olması istenmediğinden uyum eksikliği tablosunda p-değeri en yüksek olan model seçilmelidir.

2.2.3.9. Artık Analizi

Modelin tahmin yapılırken kullanılıp kullanılmayacağına regresyon analizi ile elde edilen modelin ortaya çıkardığı hata terimlerinin analiziyle karar verilmektedir. Oluşturulan modelin tahmin yapılırken kullanılabilmesi için model vasıtasıyla bulunan hataların normal dağılıma uygun bir dağılım göstermesi gerekmektedir.

3.BÖLÜM

BULGULAR

Yapılan çalışma kapsamında denim ham kumaş, denim mamul kumaş ve denim yıkanmış kumaş olmak üzere toplam 3 tip kumaştan alınan numunelere 5 farklı devir sayısında tekrarlı aşındırma yapıp numunelere ait sonuçlar kaydedilmiştir. Numunelerin mekanik ve termal konfor özelliklerindeki değişimlerin tespit edilmesi amacıyla yapılan test sonuçları bu bölümde tablolar halinde verilmiştir.

Elde edilen bulgular fiziksel ve mekanik test sonuçları ve termal konfor test sonuçları olmak üzere iki gruba ayrılarak incelenmiştir. Sonuçlar, ortalama değerleri, standart sapma değerleri ve % CV değerleri hesaplanıp tablolara yansıtılmıştır.

3.1 Kumaş Numunelerinin Fiziksel ve Mekanik Test Sonuçları

Kumaş numunelerine yapılan atkı ve çözgü sıklık, gramaj, kalınlık, aşınma, kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti testlerinin sonuçlarına ait tablolar bu bölümde değerlendirilmiştir.

3.1.1. Atkı ve Çözgü Sıklık Tayini Test Sonuçları

Tablo 3.1. Kumaşların atkı ve çözgü iplik sıklığı test sonuçları.

Kumaş Tipi	Çözgü Sıklık Değeri	Atkı Sıklık Değeri
Ham Kumaş	25	18
Mamul Kumaş	29	21
Yıkanmış Kumaş	30	20

3.1.2. Gramaj Test Sonuçları

Tablo 3.2. Kumaş numunelerinin gramaj test sonuçları.

Devir Sayısı	Ham Denim Kumaş				Mamul Denim Kumaş				Yıkamış Denim Kumaş			
	Replik.	Ort.	SD	CV (%)	Replik.	Ort.	SD	CV (%)	Replik.	Ort.	SD	CV (%)
0 Devir	308,755	305,706	11,04	3,611	377,638	373,326	4,79	1,284	397,347	397,693	1,34	0,336
	319,256				375,582				397,533			
	293,231				373,484				396,353			
	301,583				366,600				399,539			
1000 Devir	300,800	296,349	5,127	1,73	380,193	375,243	4,04	1,076	389,360	392,233	3,51	0,894
	300,753				376,884				389,452			
	291,454				371,987				396,633			
	292,389				371,908				393,486			
5000 Devir	294,602	293,101	4,413	1,506	376,698	371,627	3,49	0,939	387,714	390,642	3,63	0,929
	296,831				370,615				388,537			
	286,706				368,720				395,792			
	294,265				370,476				390,523			
10000 Devir	298,324	293,163	9,007	3,073	378,017	375,519	2,54	0,675	381,862	384,114	4,57	1,189
	302,697				372,699				378,978			
	282,824				374,092				386,417			
	288,807				377,268				389,199			
20000 Devir	294,698	292,175	3,21	1,099	376,219	366,095	8,02	2,19	390,836	390,302	4,84	1,241
	293,992				368,694				384,971			
	292,436				358,595				396,582			
	287,573				360,872				388,820			
40000 Devir	299,705	293,705	4,408	1,501	361,562	358,481	2,85	0,796	379,027	381,246	5,91	1,550
	294,104				358,118				373,943			
	291,423				354,766				386,786			
	289,589				359,479				385,227			

Tablo 3.4. Kumaş numunelerinin kalınlık test sonuçları.

Devir Sayısı	Ham Denim Kumaş				Mamul Denim Kumaş				Yıkamış Denim Kumaş			
	Replik.	Ort.	SD	CV (%)	Replik.	Ort.	SD	CV (%)	Replik.	Ort.	SD	CV (%)
0 Devir	0,804	0,8175	0,0356	4,3507	0,821	0,8113	0,0116	1,4318	0,998	1,0033	0,0099	0,9880
	0,866				0,818				1,013			
	0,782				0,811				0,992			
	0,818				0,795				1,010			
1000 Devir	0,834	0,85875	0,0235	2,7316	0,822	0,8198	0,01	1,2255	0,993	1,0040	0,0087	0,8645
	0,890				0,833				1,006			
	0,860				0,813				1,003			
	0,851				0,811				1,014			
5000 Devir	0,851	0,848	0,0201	2,3761	0,816	0,8165	0,0045	0,5523	0,990	1,0005	0,0070	0,7044
	0,868				0,823				1,004			
	0,820				0,814				1,005			
	0,853				0,813				1,003			
10000 Devir	0,841	0,82	0,0322	3,9303	0,822	0,8175	0,0039	0,4738	0,985	0,9948	0,0088	0,8817
	0,853				0,819				1,000			
	0,785				0,813				0,990			
	0,801				0,816				1,004			
20000 Devir	0,783	0,78825	0,0083	1,0481	0,815	0,8138	0,0039	0,4746	0,972	0,9823	0,0082	0,8328
	0,800				0,816				0,980			
	0,782				0,816				0,986			
	0,788				0,808				0,991			
40000 Devir	0,756	0,766	0,0080	1,0498	0,789	0,7915	0,004	0,5106	0,979	0,9703	0,0075	0,7776
	0,764				0,797				0,974			
	0,775				0,788				0,963			
	0,769				0,792				0,965			

3.1.4. Aşındırma İşlemi

Kumaş numunelerinin tamamına fiziksel, mekanik ve termal konfor testleri yapılmadan önce aşınma işlemi uygulanmıştır. Aşındırma sonuçları EMPA skalaları kullanılarak değerlendirilmiştir. Kumaş numunelerinde en yüksek boncuklanma derecesi (1-2) ham kumaş numunelerinde 1000 ve 5000 devirde aşındırma yapıldıktan sonra gözlemlenmiştir. Ham kumaş numunesinde 10000 devirden sonra oluşan boncuk yapıları aşındırmanın etkisiyle kumaştan koparak ayrıldıkları için boncuklanma derecesinin (4-5) düştüğü tespit edilmiştir. Mamul kumaş ve yıkanmış kumaş numunelerinde boncuklanma derecesi ham kumaş numunelerine göre daha düşüktür. En düşük boncuklanma derecesi (4-5) hem mamul kumaş hem de yıkanmış kumaş numunelerinde 40000 devirde gözlemlenmiştir. Dolayısıyla kumaş numunelerinin 40000 devir aşındırma uygulandığında ciddi oranda lif kaybına uğradıkları sonucuna ulaşılmıştır.

3.1.5. Kopma Mukavemeti Test Sonuçları

Denim ham kumaş, denim mamul kumaş ve denim yıkanmış kumaş numunesinin her birinden alınan atkı yönlü numunelere ve çözgü yönlü numunelere tekrarlı aşındırma işlemi sonrasında kopma mukavemeti testi yapılmıştır. Testler sonucunda numunelerin hem kopma uzunluğu değeri hem de kopma mukavemeti değeri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar atkı yönlü numuneler ve çözgü yönlü numuneler için ayrı tablolarda verilmiştir. Kumaş numunelerine ait kopma uzunluğu değerinin birimi mm, kopma kuvveti değerinin birimi ise Newton olarak ölçülmüştür.

3.1.5.1. Atkı Yönlü Kumaş Numunelerinin Kopma Mukavemeti Test Sonuçları

Atkı yönlü kopma mukavemeti testi için her devir sayısında aynı tip 2 adet numuneye ait veriler kaydedilmiştir. Tablo 3.5’ de atkı yönlü denim kumaş numunelerinin kopma uzunluk değeri sonuçları, Tablo 3.6’ da ise atkı yönlü kumaş numunelerinin kopma mukavemeti değeri sonuçları verilmiştir.

Tablo 3.5. Atkı yönlü kumaş numunelerinin kopma uzama sonuçları

Devir Sayısı	Ham Denim Kumaş			Mamul Denim Kumaş			Yıkamış Denim Kumaş					
	Test Sonuçları	Ort.	SD	CV (%)	Test Sonuçları	Ort.	SD	CV (%)	Test Sonuçları	Ort.	SD	CV (%)
0 Devir	33,12	38,695	7,88	20,375	51,79	45,095	9,47	20,996	121,1	121,1	0	0
	44,27				38,40				121,1			
1000 Devir	48,17	45,48	3,80	8,3646	90,52	90,85	0,47	0,5137	115,3	120,65	7,57	6,271
	42,79				91,18				126,0			
5000 Devir	34,92	35,71	1,12	3,1286	95,33	95,735	0,57	0,5983	121,8	120,9	1,27	1,053
	36,50				96,14				120,0			
10000 Devir	43,03	37,955	7,18	18,91	94,88	88,66	8,8	9,9215	119,3	120,15	1,2	1,00
	32,88				82,44				121,0			
20000 Devir	45,17	41,595	5,06	12,155	83,49	88,71	7,38	8,3217	105,0	100	7,07	7,071
	38,02				93,93				95,00			

Tablo 3.6. Atkı yönlü kumaş numunelerinin kopma kuvveti sonuçları.

Devir Sayısı	Ham Denim Kumaş				Mamul Denim Kumaş				Yıkamış Denim Kumaş			
	Replik.	Ort.	SD	CV (%)	Replik.	Ort.	SD	CV (%)	Replik.	Ort.	SD	CV (%)
0 Devir	469,10	472,00	4,1012	0,869	513,80	498,90	21,072	4,224	525,90	525,90	0	0
	474,90				484,00				525,90			
1000 Devir	483,12	483,31	0,2687	0,056	554,90	555,85	1,3435	0,242	484,30	504,15	28,072	5,568
	483,50				556,80				524,00			
5000 Devir	468,50	467,60	1,2728	0,272	561,60	553,80	11,031	1,992	509,50	516,35	9,6874	1,876
	466,70				546,00				523,20			
10000 Devir	487,80	484,15	5,1619	1,066	562,70	558,15	6,4347	1,153	515,70	494,15	30,476	6,167
	480,50				553,60				472,60			
20000 Devir	485,90	485,25	0,9192	0,189	563,80	558,95	6,8589	1,227	521,60	492,95	40,517	8,219
	484,60				554,10				464,30			

3.1.5.2. Çözü Yönlü Kumaş Numunelerinin Kopma Mukavemeti Test Sonuçları

Çözü yönlü kopma mukavemeti testi için her devir sayısında aynı tip 2 adet numuneye ait veriler kaydedilmiştir. Tablo 3.7’ de çözü yönlü denim kumaş numunelerinin kopma uzunluk değeri sonuçları, Tablo 3.8’ da ise çözü yönlü kumaş numunelerinin kopma mukavemeti değeri sonuçları verilmiştir.



Tablo 3.7. Çözgü yönlü kumaş numunelerinin kopma uzunluğu sonuçları.

Devir Sayısı	Ham Denim Kumaş				Mamul Denim Kumaş				Yıkamış Denim Kumaş			
	Test Sayısı	Ort.	SD	CV (%)	Test Sayısı	Ort.	SD	CV (%)	Test Sayısı	Ort.	SD	CV (%)
0 Devir	22,47	22,21	0,375	1,688	50,52	52,06	2,171	4,17	46,69	49,91	4,554	9,124
	21,94				53,59				53,13			
1000 Devir	28,21	26,54	2,369	8,927	53,49	51,47	2,857	5,550	54,04	54,37	0,460	0,845
	24,86				49,45				54,69			
5000 Devir	20,96	21,00	0,049	0,236	53,87	52,47	1,98	3,773	48,72	51,11	3,373	6,600
	21,03				51,07				53,49			
10000 Devir	21,87	21,88	0,014	0,065	48,94	50,99	2,899	5,686	47,67	48,74	1,506	3,090
	21,89				53,04				49,80			
20000 Devir	20,49	20,82	0,467	2,242	55,24	54,37	1,230	2,263	49,30	48,67	0,891	1,831
	21,15				53,50				48,04			

Tablo 3.8. Çözgü yönlü kumaş numunelerinin kopma kuvveti sonuçları.

Devir Sayısı	Ham Denim Kumaş				Mamul Denim Kumaş				Yıkamış Denim Kumaş			
	Test Sayısı	Ort.	SD	CV (%)	Test Sayısı	Ort.	SD	CV (%)	Test Sayısı	Ort.	SD	CV (%)
0 Devir	1294	1363	96,87	7,11	1528	1488	56,57	3,80	1362	1401	55,15	3,93678
	1431				1448				1440			
1000 Devir	1322	1320	2,828	0,2143	1523	1510	19,09	1,26478	1411	1438	38,18	2,65534
	1318				1496				1465			
5000 Devir	1323	1339	22,63	1,6899	1501	1485	22,63	1,52373	1396	1430	47,38	3,31418
	1355				1469				1463			
10000 Devir	1381	1365	23,33	1,7101	1432	1510	110,3	7,30521	1432	1411	29,70	2,10
	1348				1588				1390			
20000 Devir	1245	1277	45,25	3,5438	1497	1553	79,20	5,10	1390	1455	91,22	6,27135
	1309				1609				1519			

3.1.6. Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları

Yırtılma mukavemeti testi hem atkı yönlü kumaş numunelerine hem de çözgü yönlü kumaş numunelerine yapılmıştır. Çözgü yönlü kumaş numunelerinde yırtılma gerçekleşmemiştir. Tablo 3.9’ da atkı yönlü kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti test sonuçları verilmiştir. Tabloda yırtılma değeri YD kısaltmasıyla, mukavemet değeri MD kısaltmasıyla gösterilmiştir. Yırtılma değeri (%) test cihazı ile ölçülüp mukavemet değeri (gf) olarak Eşitlik 3.1 ile hesaplanmıştır.

$$MD \text{ (gf)} = (YD \text{ (\%)} * 6400) / 1000 \quad (3.1)$$

Verilen eşitlikte 6400 (gr) değeri yırtılma mukavemeti test cihazının sarkaç ağırlığıdır.

Tablo 3.9. Atkı yönlü kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti test sonuçları.

Devir Sayısı	Ham Denim Kumaş			Mamul Denim Kumaş			Yıkanmış Denim Kumaş		
	YD (%)	MD (gf)	MD (N)	YD (%)	MD (gf)	MD (N)	YD (%)	MD (gf)	MD (N)
0 Devir	51	3264	32,01984	66	4224	41,43744	71	4544	44,57664
1000 Devir	58	3712	36,41472	64	4096	40,18176	71	4544	44,57664
5000 Devir	54	3456	33,90336	67	4288	42,06528	66	4224	41,43744
10000 Devir	59	3776	37,04256	62	3968	38,92608	72	4608	45,20448
20000 Devir	51	3264	32,01984	60	3840	37,67040	67	4288	42,06528

3.2. Kumaş Numunelerinin Termal Konfor Testleri

Kumaş numunelerine yapılan hava geçirgenliği, termal direnç ve su buharı geçirgenliği testlerinin sonuçları verilmiştir.

3.2.1. Hava Geçirgenliği Test Sonuçları

Kumaş numunelerine 20 cm² alan 100 Pa basınç altında yapılan hava geçirgenliği test sonuçları Tablo 3.10’ da, 50 cm² alan 196 Pa basınç altında yapılan hava geçirgenliği test sonuçları ise Tablo 3.11’ de verilmiştir. Sonuçlar mm/s biriminde hesaplanmıştır.

Tablo 3.10. Kumaş numunelerinin hava geçirgenliği test sonuçları (100 Pa - 20 cm²).

Devir Sayısı	Ham Denim Kumaş				Mamul Denim Kumaş				Yıkamış Denim Kumaş			
	Replik.	Ort.	SD	CV (%)	Replik.	Ort.	SD	CV (%)	Replik.	Ort.	SD	CV (%)
0 Devir	76	83,5	18,36	21,99	34	35,25	0,957	2,716	35	34	0,816	2,401
	68				35				34			
	110				36				33			
	80				36				34			
	94				34				34			
1000 Devir	85	91,25	5,852	6,414	35	35	0,816	2,333	34	34,75	0,957	2,755
	88				36				35			
	98				35				36			
	107				35				34			
	99				34				35			
5000 Devir	126	99	25,94	26,2	36	35	0,816	2,333	35	34,25	0,957	2,795
	64				35				33			
	134				34				35			
	74				35				35			
	105				34				35			
10000 Devir	77	97,5	28,05	28,77	33	34	0,816	2,401	34	34,75	0,500	1,439
	78				34				34			
	82				35				35			
	84				35				33			
	84				36				35			
20000 Devir	107	82	2,828	3,449	36	35	0,816	2,333	34	33,75	0,957	2,837
	89				35				33			
	89				35				33			
	84				36				35			
	107				36				35			
40000 Devir	89	91,75	10,69	11,65	35	35,5	0,577	1,626	35	34,5	0,577	1,673
	89				35				34			
	82				36				34			
	89				35				35			
	82				36				34			

Tablo 3.11. Kumaş numunelerinin hava geçirgenliği test sonuçları (196 Pa - 50 cm²).

Devir Sayısı	Ham Denim Kumaş				Mamul Denim Kumaş				Yıkamış Denim Kumaş			
	Replik.	Ort.	SD	CV (%)	Replik.	Ort.	SD	CV (%)	Replik.	Ort.	SD	CV (%)
0 Devir	455	475	86,68	18,25	84	90,25	8,884	9,843	76	72,50	2,517	3,471
	388				82				72			
	595				101				72			
	462				94				70			
	548				86				83			
1000 Devir	480	517,25	28,16	5,444	84	90,75	6,801	7,494	75	76,25	4,573	5,998
	524				98				74			
	517				95				73			
	637				83				79			
	519				91				75			
5000 Devir	663	543,75	140	25,74	105	91,75	9,43	10,28	77	75,25	3,862	5,133
	356				88				70			
	695				81				80			
	438				82				82			
	612				89				74			
10000 Devir	445	547,5	127	23,2	80	83	4,082	4,919	75	77,75	3,862	4,967
	471				76				82			
	465				78				79			
	504				94				71			
	523				92				71			
20000 Devir	584	490,75	27,5	5,604	98	85	9,309	10,95	88	75,75	5,62	7,419
	493				84				88			
	533				105				74			
	483				105				73			
40000 Devir	584	523,25	45,9	8,772	98	98	9,899	10,1	88	80,75	8,382	10,38
	493				84				88			
	533				105				74			
	483				105				73			

3.2.2. Termal Direnç Test Sonuçları

Tablo 3.12’ de kumaş numunelerinin termal direnç test sonuçları verilmiştir.

Tablo 3.12. Kumaş numunelerinin termal direnç test sonuçları.

Devir Sayısı	Ham Denim Kumaş				Mamul Denim Kumaş				Yıkamış Denim Kumaş			
	Replik.	Ort.	SD	CV (%)	Replik.	Ort.	SD	CV (%)	Replik.	Ort.	SD	CV (%)
0 Devir	0,0282	0,0287	0,000707	2,463787	0,0354	0,03540	0	0	0,0382	0,0383	0,000141	0,369246
	0,0292				0,0354				0,0384			
1000 Devir	0,0305	0,0238	0,009475	39,81189	0,0361	0,03645	0,000495	1,357955	0,0416	0,04115	0,000636	1,546528
	0,0171				0,0368				0,0407			
5000 Devir	0,0334	0,03105	0,003323	10,70339	0,0319	0,03110	0,001131	3,637848	0,0464	0,0435	0,004101	9,428090
	0,0287				0,0303				0,0406			
10000 Devir	0,0287	0,0258	0,004101	15,8962	0,0308	0,03355	0,003889	11,59191	0,0358	0,04095	0,007283	17,78559
	0,0229				0,0363				0,0461			
20000 Devir	0,0281	0,0257	0,003394	13,20666	0,0306	0,0365	0,008344	22,85989	0,0414	0,03795	0,004879	12,85649
	0,0233				0,0424				0,0345			
40000 Devir	0,0287	0,0258	0,004101	15,89620	0,0305	0,0308	0,000424	1,377481	0,0352	0,04125	0,008556	20,7418
	0,0229				0,0311				0,0473			

3.2.3. Su Buharı Direnci Test Sonuçları

Kumaş numunelerine yapılan su buharı direnci testinde elde edilen % nem oranı sonuçları Tablo 3.13’ de, $\text{m}^2\text{Pa/W}$ biriminde ölçülen su buharı direnci sonuçları da Tablo 3,14’ de verilmiştir.

Tablo 3.13. Kumaş numunelerinin su buharı direnci test sonuçları (%).

Devir Sayısı	Ham Denim Kumaş				Mamul Denim Kumaş				Yıkamış Denim Kumaş			
	Replik.	Ort.	SD	CV (%)	Replik.	Ort.	SD	CV (%)	Replik.	Ort.	SD	CV (%)
0 Devir	42,9	42,5	2,799	6,59	41,5	37,35	2,778	7,44	39,3	37,2	1,428	3,84
	40,2				36,3				36,3			
	40,6				35,7				36,3			
	46,3				35,9				36,9			
1000 Devir	43,4	41,58	1,672	4,02	33,6	33,75	0,866	2,57	37,5	37,7	0,365	0,97
	41,1				32,7				37,9			
	39,5				33,9				37,3			
	42,3				34,8				38,1			
5000 Devir	42,6	41,83	1,330	3,18	34,6	33,825	0,685	2,03	39,5	37,3	1,515	4,07
	41,5				33,3				36,8			
	43,1				34,2				36,4			
	40,1				33,2				36,3			
10000 Devir	43,9	42,15	1,448	3,44	33,1	34,3	1,042	3,04	38,4	37,5	1,357	3,62
	40,5				35,4				35,5			
	42,6				34,9				38,1			
	41,6				33,8				38,1			
20000 Devir	41,9	42,2	0,455	1,08	34,5	34,575	1,315	3,8	37,4	36,7	0,755	2,06
	42,3				34,8				36,8			
	42,8				36,1				35,6			
	41,8				32,9				36,8			
40000 Devir	46,5	43,25	2,258	5,22	36,6	35,825	1,034	2,89	39,9	38,3	1,179	3,08
	42,4				34,7				38,3			
	41,3				36,8				37,4			
	42,8				35,2				37,4			

Tablo 3.14. Kumaş numunelerinin su buharı direnci test sonuçları (m²Pa/W)

Devir Sayısı	Ham Denim Kumaş				Mamul Denim Kumaş				Yıkamış Denim Kumaş			
	Replik.	Ort.	SD	CV (%)	Replik.	Ort.	SD	CV (%)	Replik.	Ort.	SD	CV (%)
0 Devir	7,7	7,875	0,675	8,5734	7,3	8,550	0,835	9,7622	7,8	8,4	0,424	5,0508
	8,5				8,9				8,8			
	8,3				9,0				8,5			
	7,0				9,0				8,5			
1000 Devir	7,7	8,275	0,562	6,7914	9,6	9,575	0,330	3,4507	8,1	8,25	0,342	4,1402
	8,4				10,0				7,9			
	9,0				9,5				8,7			
	8,0				9,2				8,3			
5000 Devir	7,9	8,15	0,526	6,4539	9,5	9,325	0,695	7,449	7,8	8,475	0,457	5,40
	8,1				9,8				8,6			
	7,7				8,3				8,7			
	8,9				9,7				8,8			
10000 Devir	7,6	8,05	0,387	4,8112	9,8	9,325	0,403	4,3229	7,8	8,175	0,618	7,5653
	8,5				9,1				8,7			
	7,9				8,9				8,7			
	8,2				9,5				7,5			
20000 Devir	8,2	8,075	0,222	2,746	9,4	9,3	0,56	6,0189	7,6	7,975	0,377	4,7334
	8,0				9,5				7,9			
	7,8				8,5				8,5			
	8,3				9,8				7,9			
40000 Devir	6,9	7,775	0,608	7,8147	8,3	8,55	0,37	4,3238	7,1	7,35	0,173	2,3565
	7,9				9,0				7,5			
	8,3				8,2				7,4			
	8,0				8,7				7,4			

4.BÖLÜM

TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma

Bu çalışmada çözgü ipliği pamuk esaslı; atkı ipliği pamuk, 78 dtex lycra ve 50 denye T400 karışımli dual core , α_c : 4.5 olan büküm katsayısında, çözgüsü Ne 8/1 ile atkısı Ne 14/1 numaralarda iplikler kullanılarak üretilen denim kumaş numuneleri Malatya'da bulunan Çalık Tekstil firmasından temin edilmiştir. Aynı üretimden çıkmış olan ham denim kumaş, mamul denim kumaş ve yıkanmış denim kumaş olmak üzere 3 tip denim kumaş numunesi kumaş tipine göre sınıflandırılarak kullanılmıştır. Kumaş numunelerine 5 farklı devir sayısında aşındırma işlemi uygulanmıştır. Bu bölümde, tez kapsamında aşınmaya maruz bırakılan denim kumaş numunelerinin fiziksel (gramaj ve kalınlık), mekanik(kopma ve yırtılma mukavemeti) ve termofizyolojik (hava geçirgenliği, termal direnç ve su buharı geçirgenliği) özelliklerinin incelenmesinde istatistiksel analiz tekniklerinden yararlanılmıştır. İstatistiksel analizde faktöriyel metodu esas alınarak Design Expert 6.0.1 paket programı kullanılmıştır.

Gereç ve Yöntem bölümünde istatistiksel model oluşturulurken dikkat edilmesi gereken hususlara değinilmiştir. Design Expert paket programı kullanılarak yürütülen bu çalışmada bahsi geçen hususlar göz önünde bulundurularak faktöriyel modeller oluşturulmuştur. Model seçiminde izlenen aşamalar ve dikkat edilen hususlar kumaş numunelerinin gramaj özelliği için ayrıntılı şekilde anlatılmış, diğer kumaş özellikleri için oluşturulan modeller özetlenmiş ve bu modellerin ortaya çıkardığı sonuçlar değerlendirilmiştir. Model oluşturulduktan sonra farklı işlemlerden geçen denim kumaş numunelerinin fiziksel, mekanik ve termal konfor özelliklerindeki değişimin kumaş tipi ve aşınma devir sayısı değişkenlerine bağlı olarak tahmin edilebilmesi için regresyon denklemleri hazırlanmıştır.

Kumaş numunelerine yapılan fiziksel ve termal konfor testlerinin analizi Design Expert paket programı kullanılarak yapılmıştır. Her bir test için elde edilen Varyans Analizi

(Analysis of Variance- ANOVA) tablosu, istatistiksel özetlerler, regresyon eşitlikleriyle grafikleri bu bölümde sırasıyla verilmiş ve gerekli açıklamalar yapılmıştır.

4.1.1. Kumaş Numunelerine Uygulanan Fiziksel Testlerin İstatistiksel Analizi

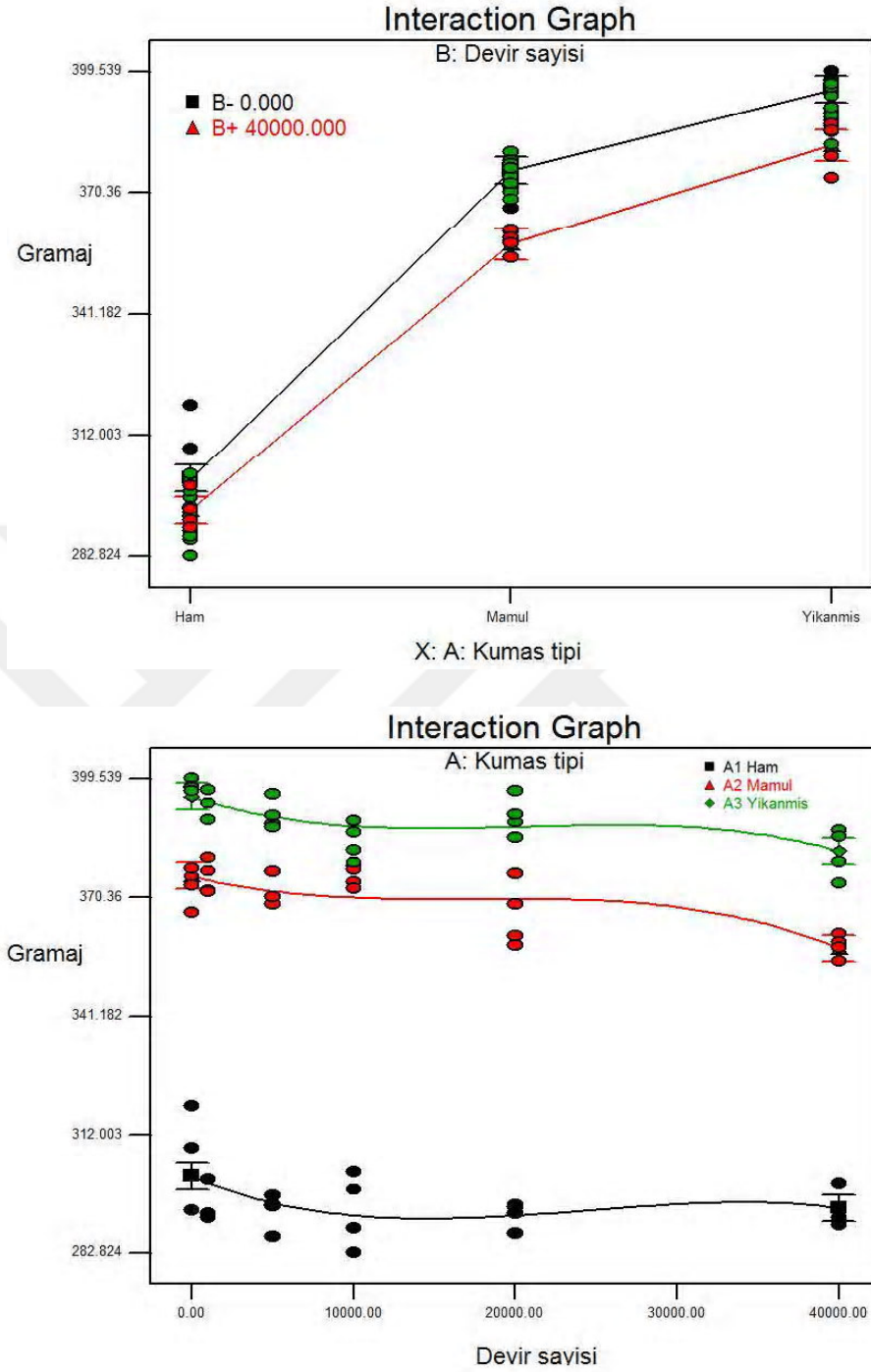
4.1.1.1. Gramaj Değeri

Çalışma kapsamında öncelikle gramaj değerleri ölçülüp elde edilen sonuçlar Design Expert 6.01 paket programına kaydedilip istatistiksel analizler yapılmıştır. ANOVA tablosu oluşturularak yapılan analizlerde hangi modelin uygun olacağı F- testi yapılarak tespit edilmiştir. Modelde yer alan bağımsız değişkenlerin modele katkısının anlamlılık derecesinin belirlenebilmesi için F değerleri ve bu değerlere karşılık gelen p değerleri saptanmıştır. Gramaj (gr/m^2) için oluşturulan modelin varyans analizi (ANOVA) tablosu değerleri Tablo 4.1’ de yer almaktadır. Tabloda p-değeri 0,05’ ten küçük olan değerlerin modele katkısı % 95’ lik güven aralığında anlamlı olarak nitelendirilir. Nitekim tablodan kumaş tipinin (A) ve devir sayısının (B) p- değerlerinin 0,05’ ten küçük olmasından dolayı kumaş gramajına anlamlı bir etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 4.1. Kumaş numunelerinin gramaj değerlerinin ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	119035	9	13226,11	408,3705	< 0.0001	Anlamlı
A	117404	2	58701,99	1812,488	< 0.0001	Anlamlı
B	1173,223	1	1173,223	36,22453	< 0.0001	Anlamlı
B²	65,09084	1	65,09084	2,009751	0.1613	
AB	141,4031	2	70,70156	2,182988	0.1213	
B³	105,3928	1	105,3928	3,254117	0.0761	
AB²	145,875	2	72,9375	2,252025	0.1137	
Artıklar	2008,026	62	32,38752			
Lack of Fit	462,1921	8	57,77402	2,018197	0.0615	Anlamsız
Hata	1545,834	54	28,62655			
Düz Toplam	121043	71				

Şekil 4.1’ de kumaş numunelerinin kumaş tipine ve aşınma devir sayılarına bağlı olarak ortaya çıkan gramaj (gr/m^2) değerinin regresyon eğrileri verilmiştir.



Şekil 4.1. Kumaş numunelerinin kumaş tipi ve devir sayısına bağlı gramaj (gr/m^2) değişimi.

Şekilden, üç farklı denim kumaş numunesinden ham denim kumaş numunelerinin gramaj değerinin mamul denim kumaş ve yıkanmış denim kumaşa göre daha düşük

olduğu ve kumaş numunelerinin tamamında aşındırma devir sayısının artmasıyla gramaj değerlerinde düşüş meydana geldiği görülmektedir. Ham kumaştan yıkanmış kumaşa doğru yapılan işlemlerde kumaş eninde daralma olacağından kumaş gramajının artışı beklenen bir durumdur. Aşınma işlemi sırasında kumaş yüzeylerinin birbirine sürtünmesiyle kumaş yapısından ayrılan lif grupları kumaş yüzeyinde bir araya gelerek boncuklanmaya sebep olurlar. Uygulanan aşınma devir sayısı arttıkça kumaş yüzeyinde oluşan boncuklanmayı oluşturan lifler zamanla kumaş yüzeyinden koparak ayrılırlar. Dolayısıyla kumaş numunelerinin gramaj değerinin aşınma devir sayısı arttıkça azalması beklenen bir durumdur.

4.1.1.2. Kalınlık Değeri

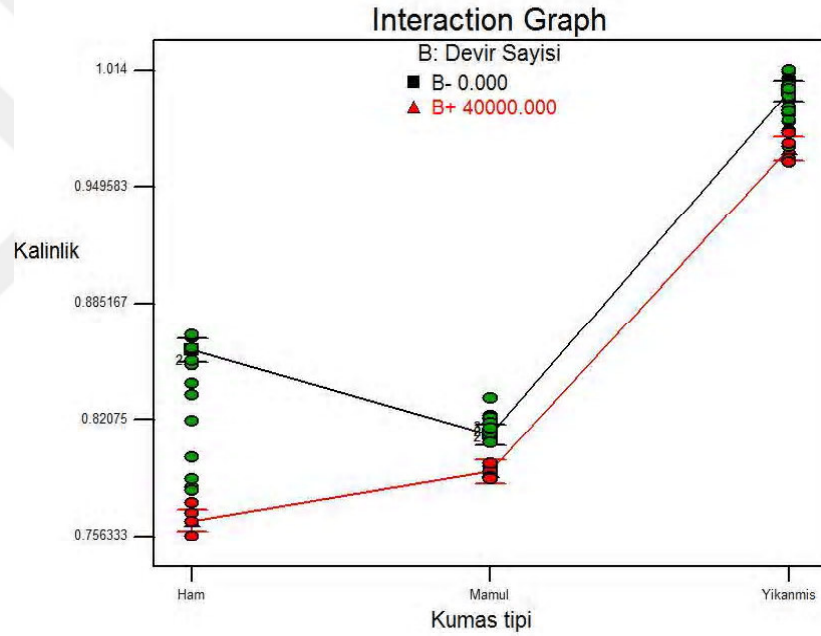
Kalınlık değeri (mm) için oluşturulan modele ait kumaş numunelerinin varyans analizi tablosu (ANOVA) değerleri Tablo 4.2’ de verilmiştir. Analize göre p- değeri 0,05’ ten küçük olan değerlerin modele katkısı % 95’ lik güven aralığında anlamlıdır. Tabloda kumaş tipinin (A), devir sayısının (B) ve kumaş tipi x devir sayısı etkileşiminin (AB) kalınlık değerine (mm) anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir.

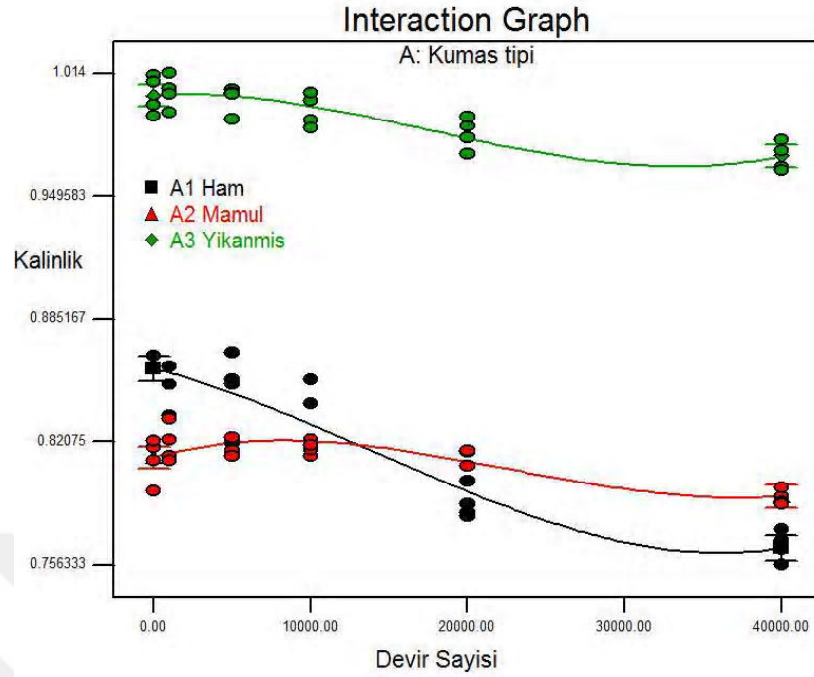
Tablo 4.2. Kumaş numunelerinin kalınlık değeri ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	p- değeri	Anlamlılık
Model	0,515161	9	0,05724	581,7783	< 0.0001	Anlamlı
A	0,477366	2	0,238683	2425,929	< 0.0001	Anlamlı
B	0,019544	1	0,019544	198,6467	< 0.0001	Anlamlı
B²	3,12E-05	1	3,12E-05	0,317445	0.5754	
AB	7,58E-03	2	3,79E-03	38,52434	< 0.0001	Anlamlı
B³	4,71E-04	1	4,71E-04	Oca.00	0.0328	
AB²	1,03E-03	2	5,13E-04	Oca.00	0.0084	
Artıklar	5,51E-03	56	9,84E-05			
Lack of Fit	1,33E-03	8	1,66E-04	1,910207	0.0801	Anlamsız
Hata	4,18E-03	48	8,71E-05			
Düz Toplam	0,520671	65				

Şekil 4.2’ de kumaş tipine ve aşındırma devir sayılarına bağlı olarak ortaya çıkan kalınlık değerinin (mm) değişiminin regresyon eğrileri verilmiştir. Şekilden aşınma devir sayılarının artmasıyla kalınlık değerinde 3 tip kumaş numunesinde de genel itibari

ile azalma meydana geldiği görülmektedir. Kalınlık değerindeki en fazla düşüş ham kumaş numunesinde gerçekleşmiştir. Ham kumaş numunesi hiçbir fiziksel ve kimyasal işlem geçirmediğinden mamul ve yıkanmış kumaş numunesine göre ipliklerin fazla stabil olmadığı bir yapıya sahiptir. Dolayısıyla ham kumaş üzerinde aşınma ile daha fazla miktarda boncuk yapısı oluşur ve oluşan lif kümeleri çok daha çabuk kumaş yapısından ayrılır. Ayrıca tüm kumaş numunelerinde aşınma iplik hacimlerini azaltır ve kalınlık değeri azalır. Bu tahmin edilen bir durumdur ve analizler sonucu varlığı kanıtlanmıştır. Yıkanmış kumaşın kalınlık değerinin ise diğer kumaşlara göre daha fazla olduğu görülmektedir. Yıkanmış kumaşın en çekmesinden dolayı kalınlık değerinde artış olması beklenen bir durumdur.





Şekil 4.2. Kumaş numunelerinin kumaş tipi ve devir sayısına bağlı kalınlık (mm) değişimi.

4.1.1.3. Kopma Uzunluğu ve Kopma Mukavemeti

Kopma uzunluğu ve kopma mukavemetine ait istatistiksel analizler atkı yönlü kumaş numuneleri ve çözgü yönlü kumaş numuneleri için ayrı ayrı yapılmıştır.

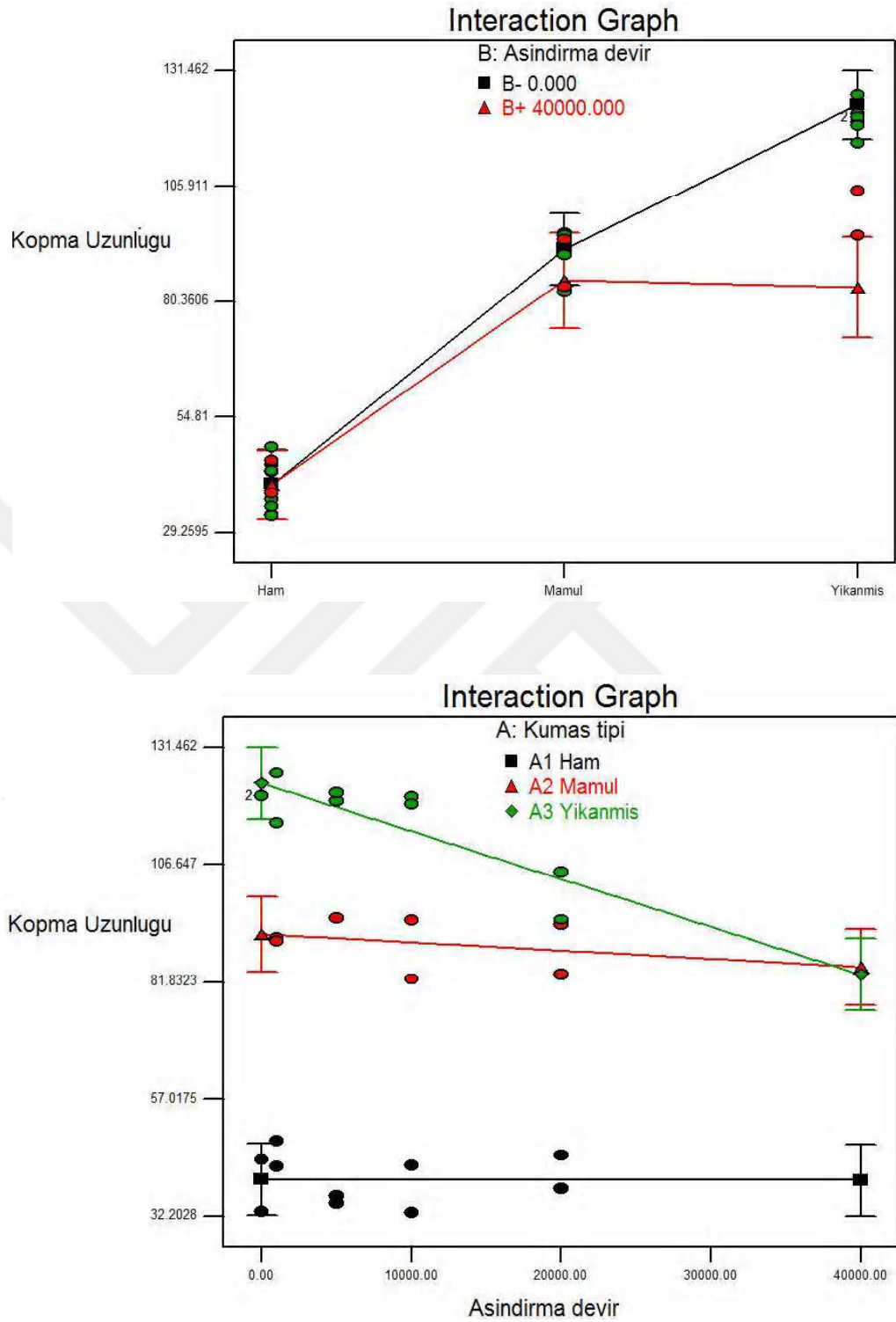
Atkı Yönlü Kopma Uzunluğu

Atkı yönlü kumaş numunelerinin kopma uzunluğu için oluşturulan modele ait varyans analizi tablosu (ANOVA) değerleri Tablo 4.3' de verilmiştir. Tabloda p- değeri 0.05' ten küçük olan değerlerin modele katkısı % 95' lik güven aralığında anlamlıdır. Kumaş tipinin (A) ve aşındırma devir sayısının (B) atkı yönlü kumaş numunelerinin kopma uzama değeri (mm) üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir.

Tablo 4.3. Atkı yönlü kumaş numunelerinin kopma uzama ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	p- değeri	Anlamlılık
Model	30700,2	5	6140,04	190,2504	< 0.0001	Anlamlı
A	30255,44	2	15127,72	468,7354	< 0.0001	Anlamlı
B	253,5224	1	253,5224	7,855442	0.0107	Anlamlı
AB	302,6093	2	151,3047	4,688205	0.0207	
Artıklar	677,743	21	32,27348			
Lack of Fit	280,3874	8	35,04843	1,146655	0.3965	Anlamsız
Hata	397,3556	13	30,56581			
Düz Toplam	31377,94	26				

Şekil 4.3' de atkı yönlü kumaş numunelerinin kumaş tipi ve aşınma devir sayısına bağlı olarak kopma uzama değerlerinin regresyon eğrileri verilmiştir. Burada aşınma sonrası kopma uzama değerinde en fazla düşüş yaşanan numune tipi yıkanmış denim kumaş numunesidir. Ham denim kumaş ve mamul denim kumaş numunelerine üretim sırasında uygulanan haşıl işlemi ve bitim işlemleri kopma uzama değerindeki düşüşün daha az olmasına neden olmuştur. Aynı zamanda aşınma devir sayısı arttıkça kumaş numunelerinin atkı yönünde bulunan elastan yapısının da uzamaya olan etkisi özellikle yıkanmış kumaşta oldukça azalmıştır. Aşınma sonrası kopma uzama değerindeki düşüş beklenen bir durumdur ve regresyon eğrilerinde de gözlemlenmiştir.



Şekil 4.3. Atkı yönlü kumaş numunelerinin kopma uzama değişimi.

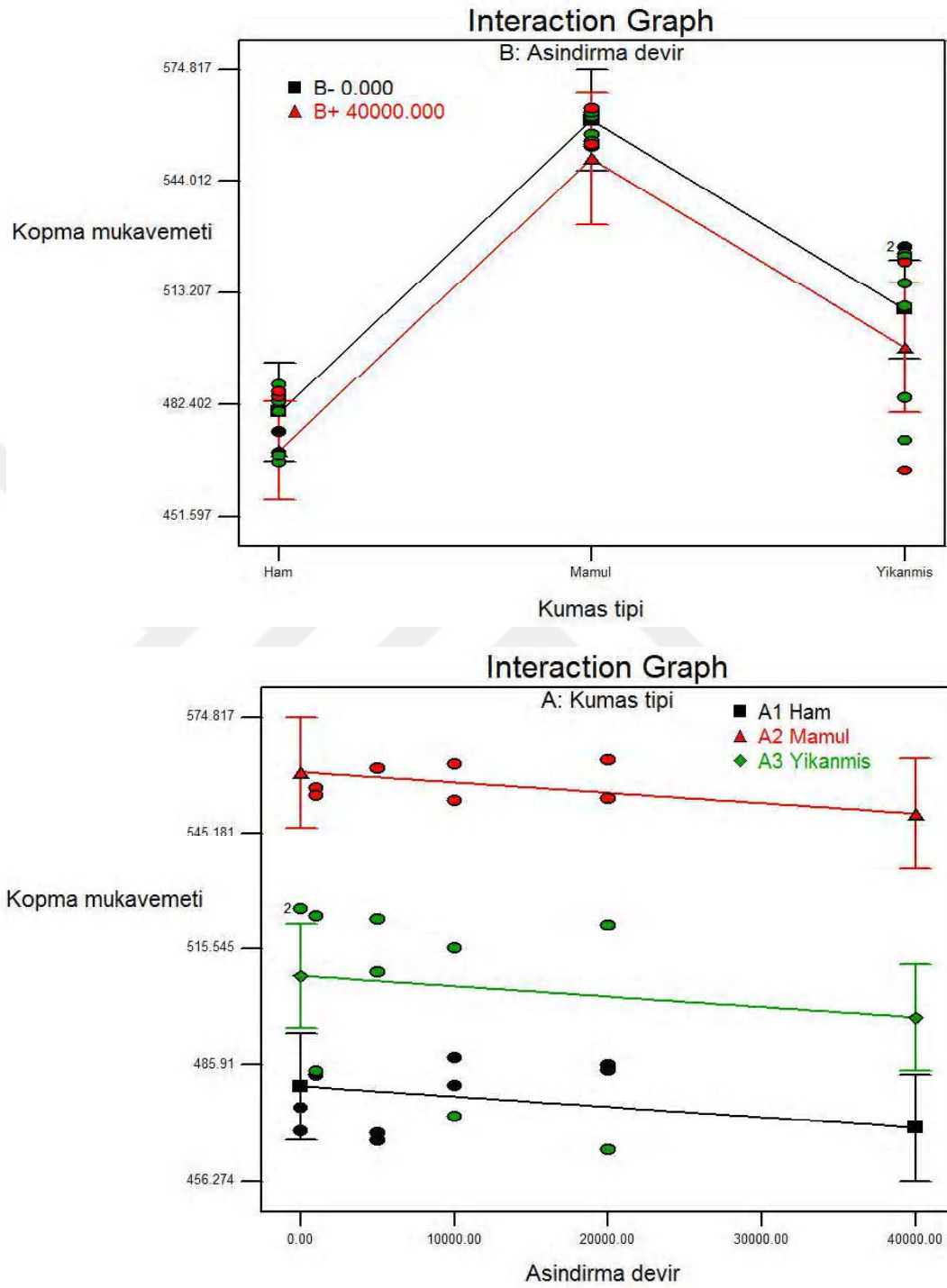
Atkı Yönlü Kopma Kuvveti

Kumaş numunelerinin kopma mukavemeti değeri (N) için oluşturulan modele ait varyans analizi (ANOVA) değerleri Tablo 4.4’ de verilmiştir. p- değeri 0.05’ ten küçük olan değerlerin modele katkısının % 95’ lik güven aralığında anlamlı olduğu görülmektedir. Tabloda da görüldüğü gibi kumaş numunelerinin kopma mukavemeti değerine kumaş tipinin (A) anlamlı bir etkisi varken aşındırma devir sayısının (B) etkisi anlamsız olarak gözlemlenmiştir.

Tablo 4.4. Atkı yönlü kumaş numunelerinin kopma mukavemeti (N) ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F- Değeri	p- değeri	Anlamlılık
Model	26424,2	3	8808,067	35,76451	< 0.0001	Anlamlı
A	26302,82	2	13151,41	53,40034	< 0.0001	Anlamlı
B	100,9098	1	100,9098	0,409737	0.5284	
Artıklar	5664,429	23	246,2795			
Lack of Fit	2075,832	10	207,5832	0,751988	0.6697	Anlamsız
Hata	3588,597	13	276,0459			
Düz Toplam	32088,63	26				

Şekil 4.4’ de kumaş numunelerinin kumaş tipi ve aşınma devir sayısına bağlı olarak ortaya çıkan atkı yönlü kopma mukavemeti (N) değerinin regresyon eğrileri verilmiştir. Kopma mukavemeti değeri tüm kumaş tiplerinde aşındırma devir sayısının artmasıyla azalmıştır. Kumaşa uygulanan aşınma, lif kaybına sebep olmakta ve kumaş içerisindeki ipliklerde degradasyona sebep olmaktadır. Bu yüzden aşınma uygulandıkça mukavemette düşüş yaşanmıştır. Ham kumaşta en düşük mukavemet gözlenmiştir. Kumaşın yıkama ve mamul kumaş haline getirilmesinde kumaş eninde daralma gözlemlendiğinden iplik sıklığı artmaktadır. Bu durum ise mukavemet ölçümlerinde daha fazla ipliğin direnç göstermesine yol açtığından mamul kumaşta en yüksek mukavemet gözlenmiştir. Mamul kumaşta ipliklerin kumaş içerisindeki yerleşimi ham kumaşa göre daha sıkı, uygulanan bitim işlemi sebebiyle de tutumu yıkanmış kumaşa göre daha serttir. Dolayısıyla regresyon eğrilerinde de görüldüğü gibi mamul denim kumaş yapısının kopma mukavemeti yüksektir.



Şekil 4.4. Atkı yönlü kumaş numunelerinin kopma mukavemeti (N) değişimi.

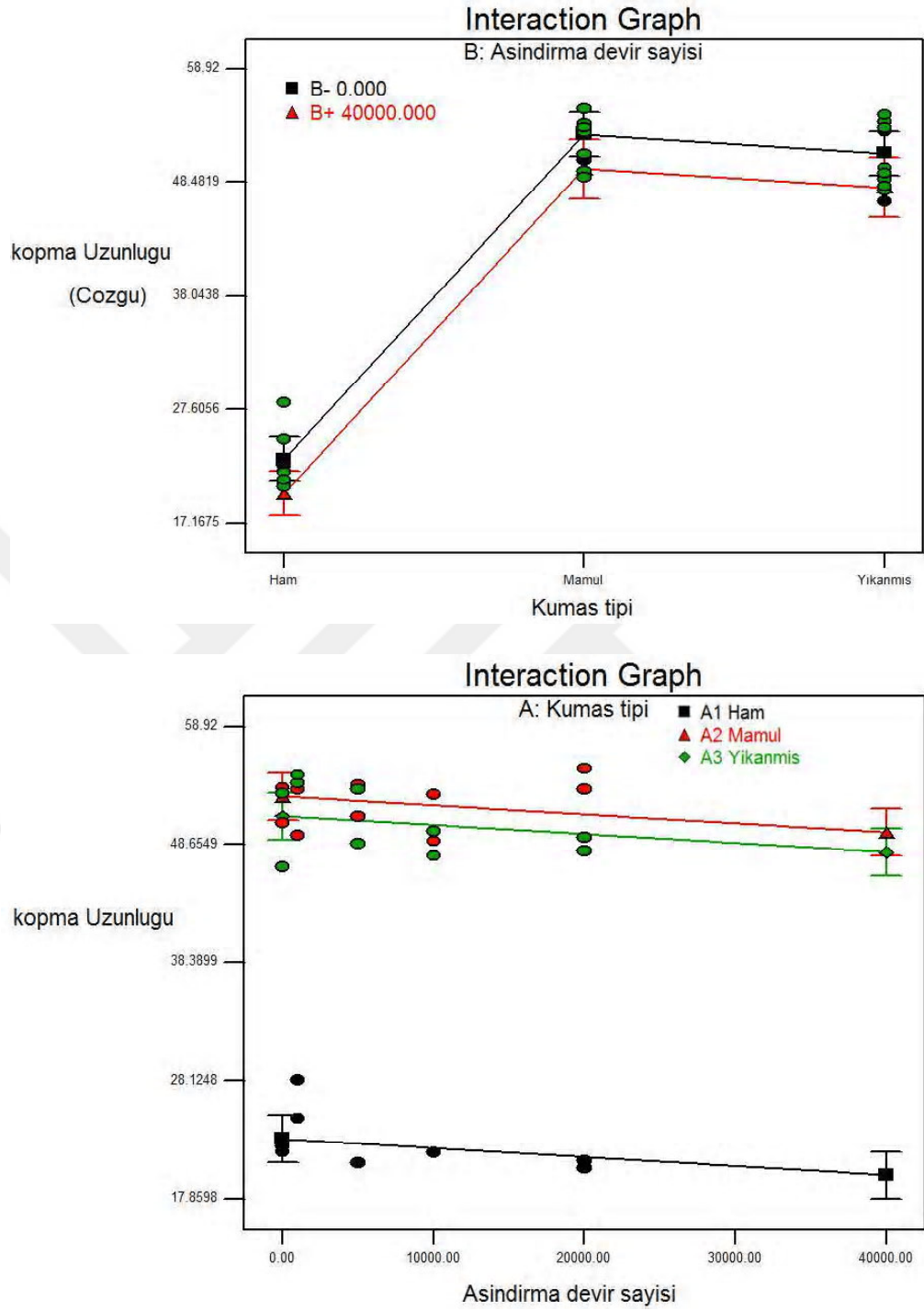
Çözümlü Yönlü Kopma Uzaması

Çözümlü yönlü kumaş numunelerinin kopma uzunluğu için oluşturulan modele ait varyans analizi tablosu (ANOVA) değerleri Tablo 4.5’ de verilmiştir. Burada p- değeri 0.05’ ten küçük değerlerin modele katkısı % 95’ lik güven aralığında anlamlıdır. Elde edilen verilerle kumaş tipinin (A) anlamlı bir etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Tablo 4.5. Çözümlü yönlü kumaş numunelerinin kopma uzama ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P- değeri	Anlamlılık
Model	5603,041	3	1867,68	304,2159	< 0.0001	Anlamlı
A	5593,165	2	2796,582	455,5195	< 0.0001	Anlamlı
B	9,876654	1	9,876654	1,608752	0.2159	
Artıklar	159,6225	26	6,139325			
Lack of Fit	91,55151	11	8,322864	1,834012	0.1363	Anlamsız
Hata	68,07095	15	4,538063			
Düz Toplam	5762,664	29				

Şekil 4.5’ te çözümlü yönlü kumaş numunelerinin kumaş tipi ve aşınma devir sayısına bağlı olarak kopma uzama değerlerinin (mm) regresyon eğrileri verilmiştir. Ham denim kumaş numunelerinin kopma uzama değerleri grafikte de görüldüğü gibi oldukça düşüktür.



Şekil 4.5. Çözgü yönlü kumaş numunelerinin kopma uzunluğu (mm) değişimi.

Üretim aşamasında ham denim kumaş numunelerinin haşıl işleminden geçmesiyle çözgü iplikleri üzerinde bulunan haşıl maddesinin çözgü yönlü uzamayı olumsuz etkilediği düşünülmektedir.

Tüm kumaş numunelerinde aşınma devir sayısının artmasıyla az da olsa kopma uzama değerlerinde (mm) azalma olduğu tespit edilmiştir.

Çözgü Yönlü Kopma Kuvveti

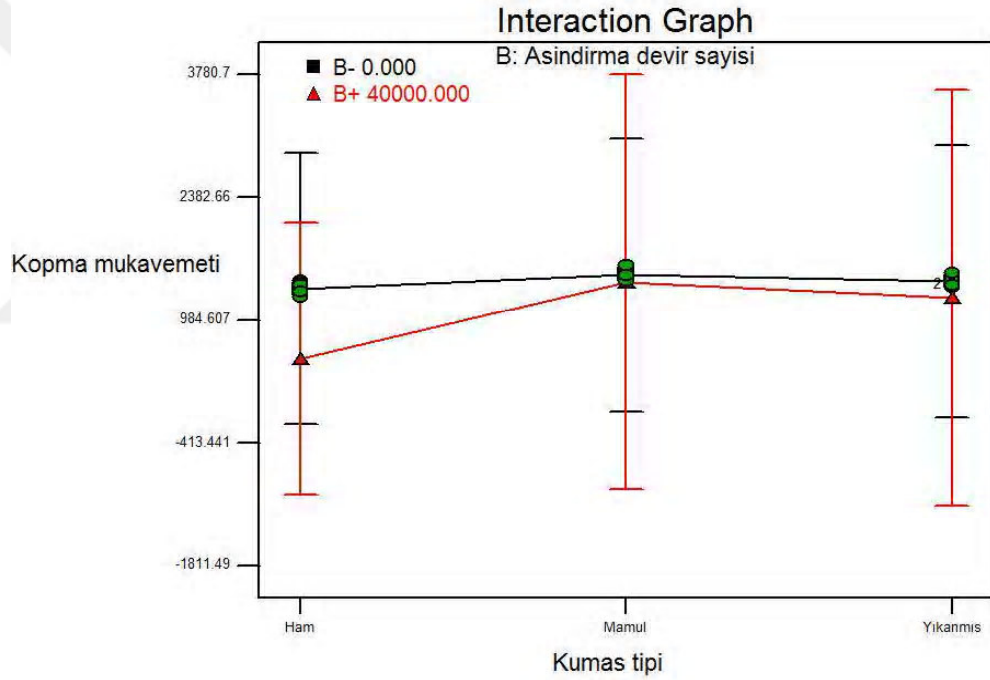
Çözgü yönlü kumaş numunelerinin kopma kuvveti (N) için oluşturulan modele ait varyans analizi tablosu (ANOVA) değerleri Tablo 4.6' da verilmiştir. Burada p- değeri 0.05' ten küçük değerlerin % 95' lik güven aralığında modele katkısı anlamlıdır. Bu durumda tablodan kumaş tipinin (A) modele katkısının anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 4.6. Çözgü yönlü kumaş numunelerinin kopma kuvveti ANOVA tablosu.

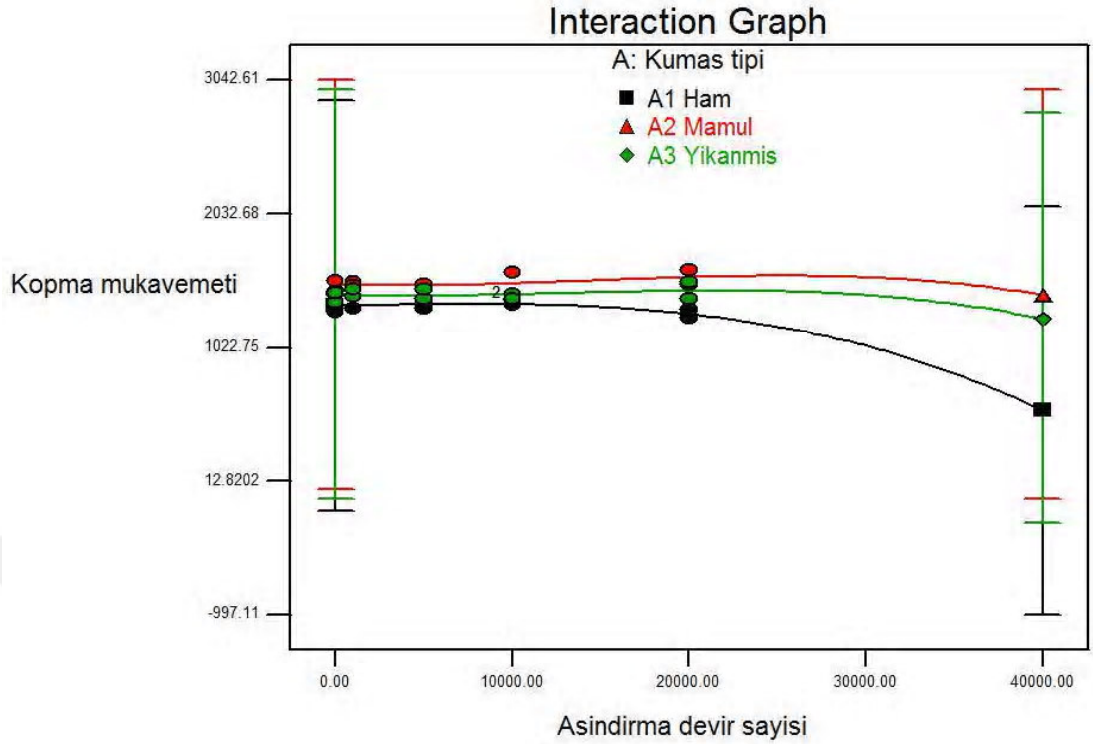
Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	p- değeri	Anlamlılık
Model	170090,5	9	18898,95	6,653197	0.0002	Anlamlı
A	155997,3	2	77998,63	27,45868	< 0.0001	Anlamlı
B	428,2759	1	428,2759	0,15077	0.7019	
B²	24,74641	1	24,74641	0,008712	0.9266	
AB	9793,471	2	4896,736	1,72385	0.2038	
B³	98,88265	1	98,88265	0,034811	0.8539	
AB²	3747,891	2	1873,946	0,659705	0.5279	
Artıklar	56811,63	20	2840,582			
Lack of Fit	5851,133	5	1170,227	0,344451	0.8779	Anlamsız
Hata	50960,5	15	3397,367			
Düz Toplam	226902,2	29				

Şekil 4.6' da kumaş tipi ve aşınma devir sayısına bağlı olarak ortaya çıkan çözgü yönlü kumaş numunelerinin kopma mukavemeti regresyon eğrileri verilmiştir. Regresyon eğrilerinde de görüldüğü gibi ham denim kumaş numunelerinin kopma mukavemeti değerindeki azalma mamul ve yıkanmış denim kumaş numunelerinden daha azdır. Aşınma uygulanmasıyla 17500 devire kadar kumaş mukavemetinde önemli bir

değişkenlik gözlenmemiştir. Ancak daha fazla aşınma uygulanmasıyla kumaşta degradasyon meydana geldiğinden mukavemette düşüş görülmüştür. Bu durum kumaşların aşınmaya karşı dirençli olduğunu göstermektedir. Ham kumaşta en düşük mukavemet gözlenmiştir. Kumaşın yıkama ve mamul kumaş haline getirilmesinde kumaş eninde daralma gözleendiğinden iplik sıklığı artmaktadır. Bu durum ise mukavemet ölçümlerinde daha fazla ipliğin direnç göstermesine yol açtığından mamul kumaşta en yüksek mukavemet gözlenmiştir. Mamul kumaşta ipliklerin kumaş içerisindeki yerleşimi ham kumaşa göre daha sıkı, uygulanan bitim işlemi sebebiyle de tutumu yıkanmış kumaşa göre daha serttir.



Şekil 4.6. Çözümlü yönlü kumaş numunelerinin kopma kuvveti (N) değişimi.



Şekil 4.6. (devamı)

Aşındırma işlemine maruz kalmadan önce kumaş numunelerinin kopma kuvveti değeri hemen hemen aynı seviyededir. Ancak aşındırma işleminden sonra aşındırma devir sayıları arttıkça az da olsa tüm numunelerin kopma mukavemet değerlerinde düşüş meydana gelmiştir. Aşındırma devir sayısının artmasıyla % 100 pamuk lifinden üretilen çözgü iplikleri arasında meydana gelen sürtünme miktarı ve buna bağlı olarak lif kopuşları da artar. Kumaşa herhangi bir çekme kuvveti uygulandığında, uygulanan kuvvete direnen lif miktarı azalır. Dolayısıyla kumaş numunelerinde daha az bir kuvvetle kopma meydana gelir.

4.1.1.4 Yırtılma mukavemeti

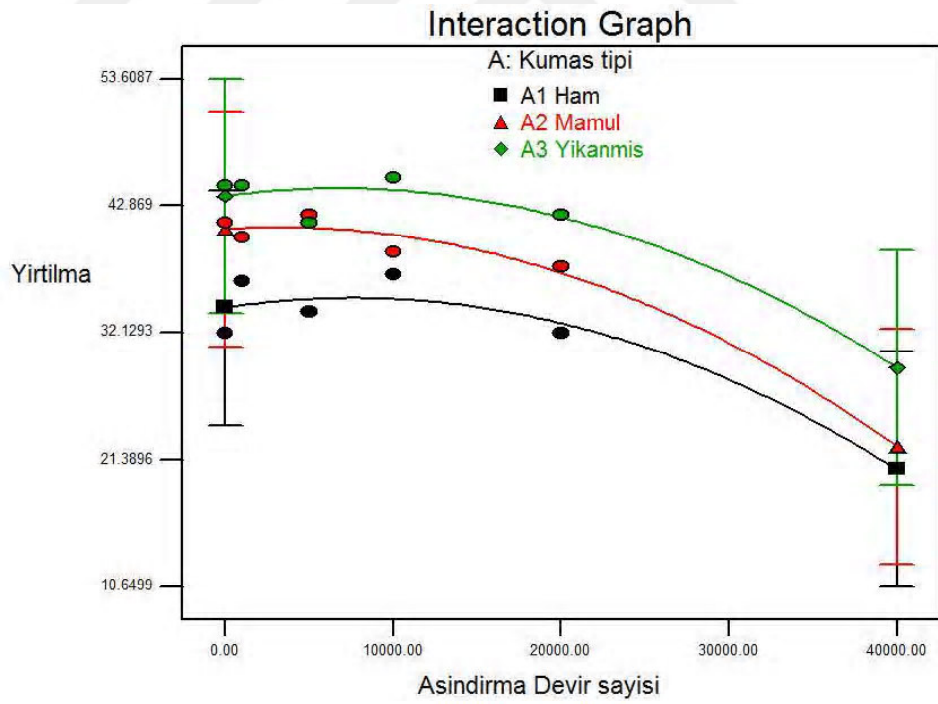
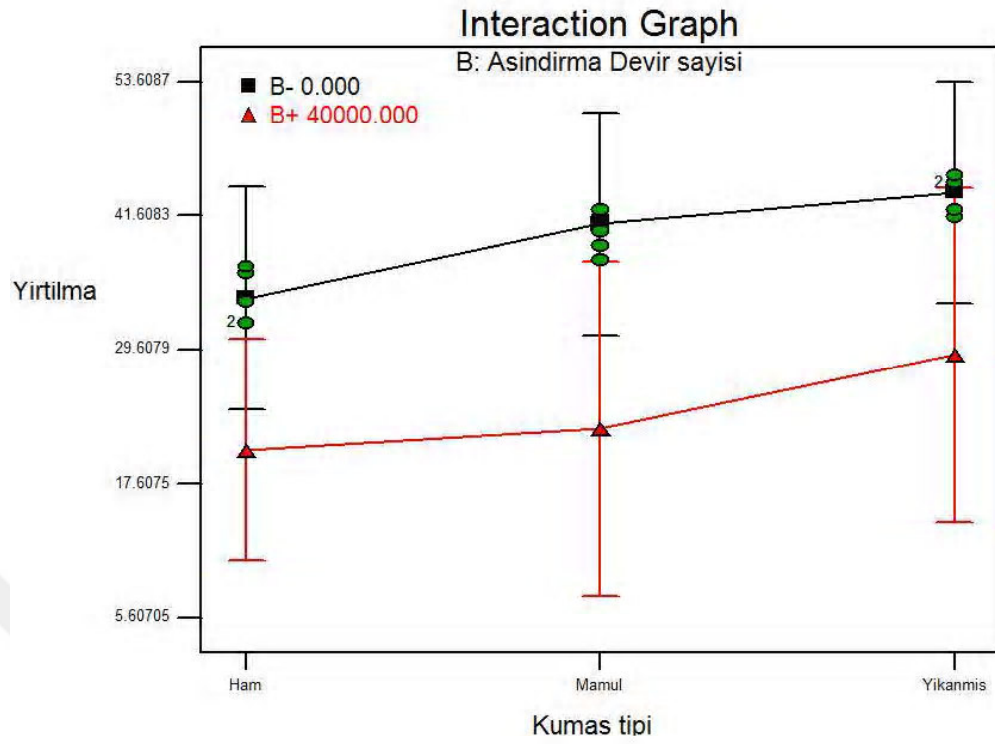
Kumaş tiplerinden hem çözgü yönünde hem de atkı yönünde alınan bütün numunelere yırtılma mukavemeti testi yapılmış ancak çözgü yönlü kumaş numunelerinde 6400 gr'lık sarkaçla yapılan testte yırtılma meydana gelmemiştir. Bu kısımda sadece atkı yönlü kumaş numunelerinin istatistiksel verileri analiz edilmiştir.

Atkı yönlü kumaş numunelerinin yırtılma kuvveti (N) için oluşturulan modele ait varyans analizi tablosu (ANOVA) değerleri Tablo 4.7' de verilmiştir. Burada p- değeri 0.05' ten küçük olan değerlerin % 95' lik güven aralığında modele katkısı anlamlıdır. Bu durumda tablodan kumaş tipinin (A) modele katkısının anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 4.7. Atkı yönlü kumaş numunelerinin yırtılma kuvveti (N) ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	p- değeri	Anlamlılık
Model	237,0711	6	39,51185	10,5269	0.0020	Anlamlı
A	220,1118	2	110,0559	29,32152	0.0002	Anlamlı
B	10,04263	1	10,04263	2,675595	0.1405	
B²	4,82447	1	4,82447	1,285354	0.2897	
AB	2,092184	2	1,046092	0,278704	0.7638	
Artıklar	30,02734	8	3,753418			
Düz Toplam	267,0984	14				

Şekil 4.7' de kumaş tipi ve aşınma devir sayısına bağlı olarak ortaya çıkan atkı yönlü kumaş numunelerinin yırtılma mukavemeti regresyon eğrileri verilmiştir. Tüm kumaş tiplerinde aşındırma devir sayısının artmasıyla, beklendiği üzere, iplik yapısında ve dolayısıyla kumaşta görülen degradasyondan dolayı yırtılma kuvveti değerinde (N) azalma meydana geldiği gözlemlenmiştir. Ham kumaşta haşıl maddesi bulunduğundan, ipliklerin kumaş içerisindeki hareketi kısıtlanmaktadır. Yırtılma için önemli parametrelerden olan iplik-iplik sürtünmesi azaldığından ham kumaşta en düşük yırtılma mukavemeti değeri elde edilmiştir. Mamul kumaşta haşıl maddesi kumaş üzerinden alındığından iplik-iplik sürtünmesi artmış ve yırtılma mukavemeti değeri de artmıştır. Yıkanmış kumaş ise kumaş üzerindeki safsızlıkların giderilmesini daha da arttırdığından diğer kumaşlara göre daha fazla iplik-iplik sürtünmesine neden olduğundan en yüksek yırtılma mukavemeti değeri elde edilmiştir.



Şekil 4.7. Atkı yönlü kumaş numunelerinin yırtılma kuvveti değerinin (N) değişimi.

4.1.2. Kumaş Numunelerine Uygulanan Termofizyolojik Testlerin İstatistiksel Analizi

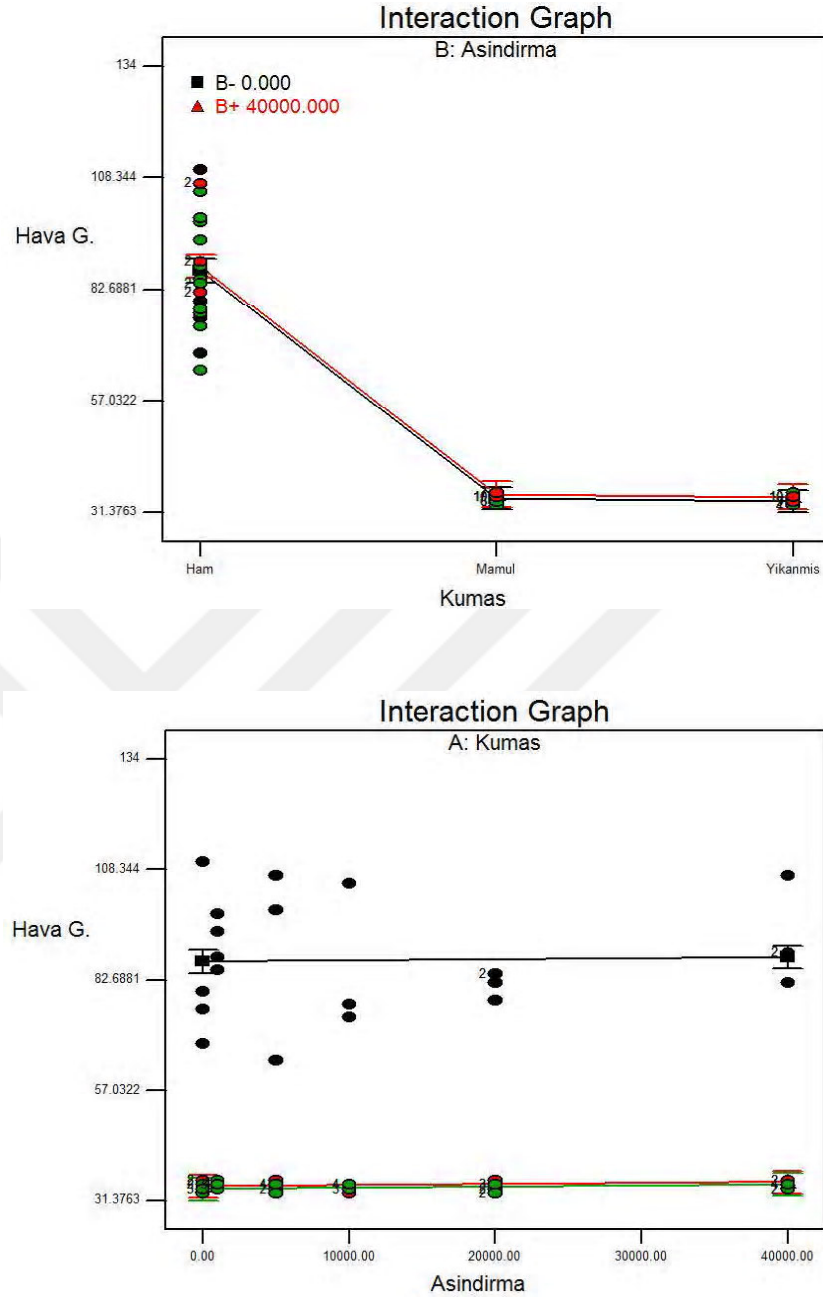
4.1.2.1. Hava Geçirgenliği

Kumaş numunelerinin hava geçirgenliği değeri (mm/s) değeri için oluşturulan modele ait varyans analizi tablosu (ANOVA) Tablo 4.8’ de verilmiştir. Tabloda % 95’ lik güven aralığı için p- değeri 0.05’ ten küçük olan değerlerin modele katkısının anlamlı olduğu görülmektedir. Buradan kumaş tipinin (A) modele katkısının anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 4.8. Kumaş numunelerinin hava geçirgenliği değerinin (mm/s) ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P- değeri	Anlamlılık
Model	41794,38	3	13931,46	264,2015	< 0.0001	Anlamlı
A	41757,54	2	20878,77	395,9529	< 0.0001	
B	8,446573	1	8,446573	0,160184	0.6903	
Artıklar	3480,209	66	52,73044			
Lack of Fit	345,2921	14	24,66372	0,409106	0.9655	Anlamsız
Hata	3134,917	52	60,28686			
Düz Toplam	45274,59	69				

Şekil 4.8’ de verilen kumaş tipi ve aşındırma devir sayısına bağlı olarak ortaya çıkan hava geçirgenliği değeri (mm/s) regresyon eğrileri verilmiştir. Kumaş numunelerinin hava geçirgenliği değerinde kumaş tipine ve aşındırma devir sayısına bağlı olarak küçük artışlar gözlemlenmiştir. Aşındırma ile kumaş yüzeyinden elyaflar ayrıldığı için hava geçirgenlik değerlerinde artışların olması beklenen bir durumdur. Ancak aşındırma miktarı ve süresinin artması durumunda kumaş numunelerinin hava geçirgenliği değerinin artacağı tahmin edilmektedir. Ham kumaş, mamul Kumaş ve yıkanmış kumaşlar arasında gramaj ve sıklık farklılıkları bulunmaktadır. Ham kumaşta haşıl maddesi bulunduğu için hava geçirgenlik değerleri daha yüksek olarak bulunmuştur.



Şekil 4.8. Kumaş numunelerinin hava geçirgenliği değerinin (mm/s) değişimi.

4.1.2.2. Termal Direnç

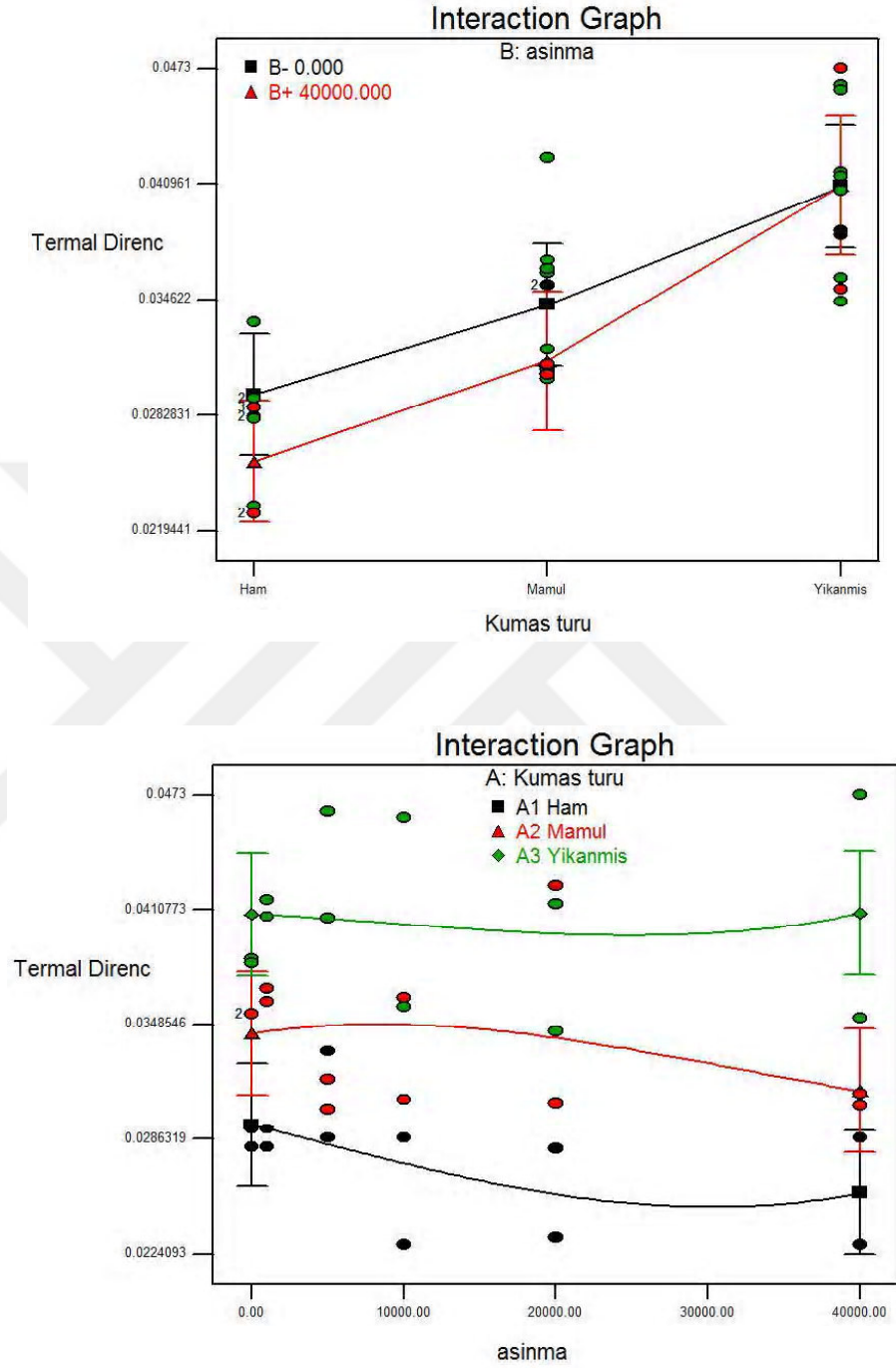
Kumaş numunelerinin termal direnç değeri için oluşturulan modele ait varyans analizi tablosu (ANOVA) Tablo 4.9' da verilmiştir. Tabloda p- değeri 0.05' ten küçük olan değerlerin % 95' lik güven aralığı için modele katkısının anlamlı olduğu görülmektedir. Buradan kumaş tipinin (A) modele katkısının anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 4.9. Kumaş numunelerinin termal direnç değerinin ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P- değeri	Anlamlılık
Model	0,001045	9	0,000116	7,16053	< 0.0001	Anlamlı
A	0,000997	2	0,000499	30,7586	< 0.0001	Anlamlı
B	2,42E-05	1	2,42E-05	1,49552	0.2323	
B²	1,09E-06	1	1,09E-06	0,067188	0.7975	
AB	1,17E-05	2	5,86E-06	0,361267	0.7002	
B³	3,43E-07	1	3,43E-07	0,02114	0.8855	
AB²	1,01E-05	2	5,04E-06	0,310597	0.7357	
Artıklar	0,000421	26	1,62E-05			
Lack of Fit	0,000111	8	1,38E-05	0,799783	0.6106	Anlamsız
Hata	0,000311	18	1,73E-05			
Düz Toplam	0,001466	35				

Şekil 4.9’ da kumaş tipi ve aşındırma devir sayısına bağlı olarak ortaya çıkan termal direnç değerinin regresyon eğrileri verilmiştir. Regresyon eğrilerinin bütün kumaş tiplerinde benzer doğrultuda ilerlediği görülmektedir. Ancak termal direnç değerinde özellikle ham denim kumaş tipinde aşınmanın etkisiyle önemli ölçüde düşüş tespit edilmiştir. Yıkanmış kumaşta ise önemli bir değişkenlik görülmemiştir. En yüksek termal direnç yıkanmış kumaşlarda görülmüştür. Yıkanmış kumaşların kalınlık ve gramaj değerlerinin diğer kumaşlardan yüksek olması sebebiyle bu durum meydana gelmiştir. Ham kumaşın sıklık ve gramaj değerleri diğer kumaşlara göre düşük olduğundan en düşük termal direnç ham kumaşta elde edilmiştir.

Aşındırma devir sayısı bakımından eğriler incelenecek olursa; aşınma devir sayılarının artmasıyla yıkanmış kumaşların termal direnç değerlerinde az bir düşüş gerçekleştikten sonra 25000 devir sonrasında az bir yükseliş görülmektedir. Ham denim kumaş numunelerinin termal direnç değerinde ise önce azalıp sonra sabit kalan bir davranış görülürken, mamul denim kumaş numunelerinin regresyon eğrisinde önce hafif artıp sonra azalan bir seyir görülmektedir. Aşındırma devir sayısı arttıkça kumaş numunelerinin kalınlığı azalır ve bu duruma bağlı olarak termal direnç değerleri de düşer. Ancak yüzeyde oluşan lifsi yapı ve boncuklanmalar ise termal direncin artmasına yardımcı olur. Sonuç olarak kumaş tipinin ve aşındırma devir sayısının termal direnç değerine etkisinin olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.9. Kumaş numunelerinin termal direnç değerinin değişimi.

4.1.2.3. Su Buharı Direnci

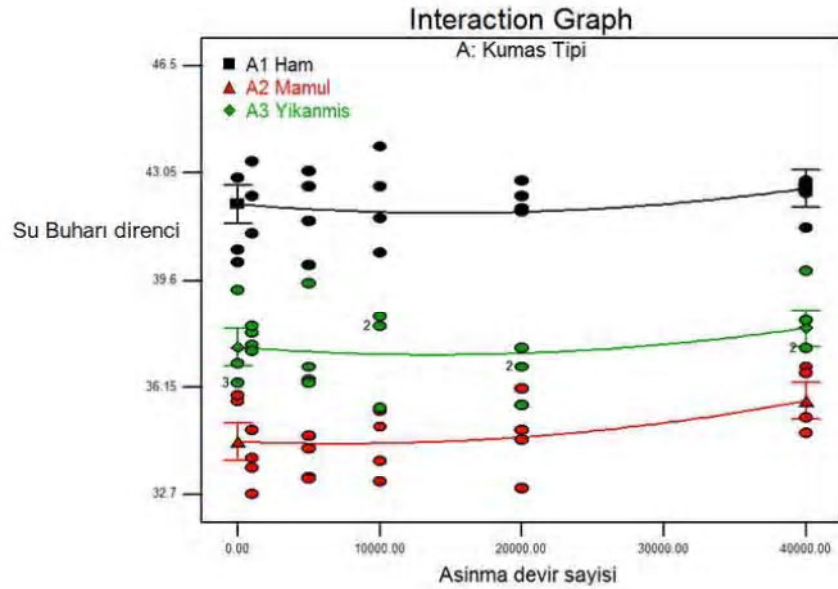
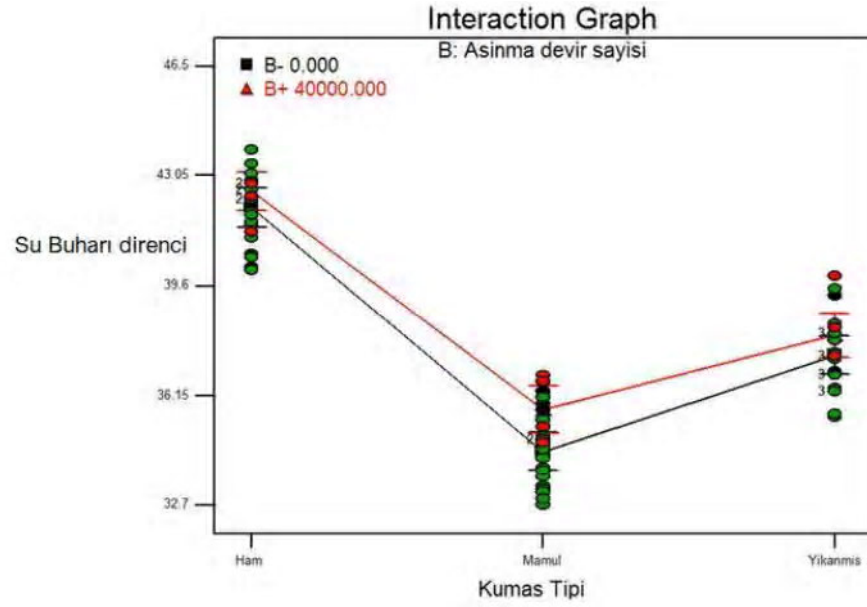
Kumaş numunelerinin su buharı direnci değerinin ($\text{m}^2\text{Pa/W}$) değeri için oluşturulan modele ait varyans analizi tablosu (ANOVA) Tablo 4.10' da verilmiştir. Tabloda p-değeri 0.05' ten küçük olan değerlerin % 95' lik güven aralığı için modele katkısının anlamlı olduğu görülmektedir. Buradan kumaş tipinin (A) modele katkısının anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.10. Kumaş numunelerinin su buharı direnci değerinin ($\text{m}^2\text{Pa/W}$) ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P- değeri	
Model	607,4794	6	101,2466	80,14589	< 0.0001	Anlamlı
A	602,6701	2	301,3351	238,5342	< 0.0001	
B	5,328303	1	5,328303	4,217838	0.0443	
B²	2,583223	1	2,583223	2,044857	0.1578	
AB	0,993725	2	0,496862	0,393312	0.6765	
Artıklar	77,05998	61	1,263278			
Lack of Fit	16,42581	11	1,493256	1,231365	0.2919	Anlamsız
Hata	60,63417	50	1,212683			
Düz Toplam	684,5394	67				

Şekil 4.10' da kumaş tipi ve aşındırma devir sayısına bağlı olarak değişen su buharı direnci ($\text{m}^2\text{Pa/W}$) değerinin regresyon eğrileri verilmiştir. Regresyon eğrilerine göre su buharı direnci değerinde ($\text{m}^2\text{Pa/W}$) tüm kumaş numunelerinde artış gözlemlenmiştir. En fazla artış mamul denim kumaş numunelerinde saptanmıştır. Aşındırma devir sayısının artmasıyla kumaş numunelerinin gramaj ve kalınlık değerinde azalma olduğuna önceki kısımlarda değinilmiştir. Kalınlık ve gramaj değeri azalan bir kumaşta; su buharının kumaş içerisinde izleyeceği difüzyon yolu kısalmış ve su buharı geçirgenliğinin artacağı su buharı direncinin azalacağı söylenebilir. Ancak kumaş yüzeyi üzerinde oluşan karmaşık lifsi tabaka ve boncuklanmalar su buharı direncini artırmaya yönelik rol oynar. Burada da kumaş yüzeyinde oluşan karmaşık lifsi tabakanın su buharı direncini artırdığı söylenebilmektedir. Ham kumaşta bulunan haşıl maddesi su buharının geçişine karşı bir direnç oluşturacağından ham kumaşta en yüksek su buharı direnci meydana gelmiştir.

Mamul kumaşta haşıl maddesi giderildiğinden en düşük su buharı direnci görülmüştür. Yıkanmış kumaşın ise gramaj ve kalınlık değeri mamul kumaşa göre daha fazla olduğundan mamul kumaşa göre daha fazla su buharı direnci görülmüştür.



Şekil 4.10. Kumaş numunelerinin su buharı direnci değerinin değişimi.

4.2. Sonuç

Yapılan çalışmada pamuk ve pamuk/ elastan (lycra ve T 400) elyafı içeren çözgü ve atkı iplikleri kullanılarak 3/1 Z örgü yapısında üretilen ham denim, mamul denim ve yıkanmış denim olmak üzere 3 tip denim kumaş üretilmiştir. Çalışmada, ilk olarak numune denim kumaşlara 5 farklı devir sayısında (1000, 5000, 10000, 20000, 40000) aşındırma yapılmıştır. Ardından işlem görmemiş numunelerin ve aşındırma yapılmış numunelerin ölçülen fiziksel (kalınlık ve gramaj), mekanik (kopma uzunluğu, kopma ve yırtılma mukavemeti) özellikleri ve termal konfor (hava geçirgenliği, termal direnç ve su buharı direnci) özellikleri ANOVA istatistik analiz programı kullanılarak incelenip regresyon eğrileri elde edilmiştir. Aşındırma devir sayısı ve kumaş türüne bağlı olarak elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1. Çalışmada kullanılan ham denim, mamul denim ve yıkanmış denim kumaşların tamamında aşındırma devir sayısının artmasıyla gramaj değerinin düştüğü görülmüştür. Aşındırmanın etkisiyle ham denim kumaş numunelerinin gramajında meydana gelen azalma, mamul ve yıkanmış denim kumaş numunelerinin gramajlarında meydana gelen azalmadan daha fazladır.
2. Kumaşların aşındırma öncesi ve sonrasında kalınlık değerleri ölçülüp analiz edildiğinde tüm kumaş numunelerinin kalınlık değerinde azalma olduğu ancak ham denim kumaşların kalınlık değerindeki azalmanın diğer kumaş numunelerine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca aşındırma devir sayısının artmasıyla kumaş yüzeyinde oluşan boncuk yapılarının kalınlık ölçüm sonuçlarını etkilediği sonucuna varılmıştır.
3. Kopma uzunluğu analiz sonuçlarına göre aşındırma devir sayısındaki artışın kopma uzunluğu değerini olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir. Tüm kumaş numunelerinin hem atkı yönlü kopma uzama değerinde hem de çözgü yönlü kopma uzama değerinde düşüş meydana gelmiştir. Ancak atkı yönlü kopma uzama değeri üzerinde atkı ipliklerinde kullanılan elastanın özellikle yıkanmış kumaş numunelerinde olumlu bir etki oluşturduğu gözlemlenmiştir. Kopma uzama değeri en yüksek olan kumaş numunesi yıkanmış denim kumaştır.

4. Kopma mukavemeti testi yapılırken hemen hemen tüm kumaş numunelerinin aşındırma yapılan bölgelerinden koptukları belirlenmiştir. Ham kumaş numunesinde ipliklerin tek tek kopmasıyla kopma gerçekleşirken mamul ve denim kumaş numunelerinde ipliklerin gruplar halinde koptuğu gözlemlenmiştir. Çözümlü yönlü kopma mukavemeti testinde kopma sürelerinde ham denim kumaşta 5000 devir sayısındaki aşındırma işleminden sonra, mamul denim ve yıkanmış denim kumaşlarda ise 10000-20000 devir sayılarındaki aşındırma işleminden sonra hissedilir düzeyde azalma meydana geldiği görülmüştür. Kopma mukavemet değerinin en yüksek olduğu kumaş numunesi mamul kumaş numunesidir. Mamul kumaşın iplik sıklığının ham kumaştan daha fazla olması nedeniyle kopma kuvveti değeri ham kumaştan daha fazla çıkmıştır.
5. Kumaşlarda çözgü yönünde bir yırtılma olmamıştır. Atkı yönlü tüm kumaş numunelerinde yırtılma mukavemeti azalmıştır. En düşük yırtılma mukavemeti değeri ham kumaşta görülmüştür.
6. Ham denim kumaşta hava geçirgenliği test sonuçları üzerinde kumaş yüzeyinde oluşan boncuk yapılarının 10000 devir sayısındaki aşındırmadan sonra etkili olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek hava geçirgenliği değeri ham kumaşlardan elde edilmiştir. Mamul ve yıkanmış kumaş numunelerinin hava geçirgenliği değerinde aşındırmanın etkisiyle önemli oranda bir azalma gerçekleşmemiştir.
7. En yüksek termal direnç değerleri yıkanmış kumaş numunelerinden, en düşük termal direnç değeri ise ham kumaş numunelerinde tespit edilmiştir. Tüm kumaş numunelerinin termal direnç değerlerinde aynı oranlarda azalma meydana gelmiştir.
8. Tüm kumaş numunelerinde su buharı direncinde artış gözlemlenmiştir. Aşındırma devir sayısının artmasıyla kumaş yüzeyinde oluşan boncuk yapıları kumaş yüzeyine yapışır, su buharının kat edeceği yol uzar ve su buharı direnci artar. En yüksek su buharı direnci artış miktarı mamul kumaş numunelerinde gözlemlenmiştir.

4.3. Öneriler

Çalışmada elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurularak gelecekte yapılması mümkün olan araştırmalar için verilen öneriler şunlardır;

1. Çalışma kapsamında kullanılan kumaş yapılarından farklı olarak koruma ve örtünme amaçlı kullanılmak üzere sıklık ve gramajları artırılarak aşındırma dayanımı yükseltilecek denim kumaşlar üretilebilir.
2. Kullanılan iplik incelikleri azaltılıp ipek vb. farklı lifler kullanılarak denim görünümlü daha çok aksesuar ve dekorasyon amaçlı kullanılabilecek denim kumaş yapıları üretilebilir.
3. Aşındırmaya karşı hava geçirgenliği bakımından yüksek direncin istendiği alanlarda denim kumaşların kullanımı düşünülebilir.
4. Farklı kimyasallar kullanılarak modifiye edilen denim kumaşları, kumaşın yüksek termal dirence ve su buharı direncine sahip olmasının istendiği uyku tulumu veya kışlık kıyafetlerin astar kısımları vb. kullanım alanlarında denim kumaşların kullanımı yaygınlaştırılabilir.
5. Elastan iplik yapılarının kopma uzaması üzerindeki olumlu etkisi kullanılarak elastan oranı yüksek denim kumaşlar üretilip inşaat tekstilleri gibi mukavemetin ön planda olduğu alanlarda denim kumaşların kullanımı sağlanabilir.

KAYNAKÇA

1. Başer, İ., 2002. Elyaf Bilgisi. Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Matbaası, İstanbul, 179 s.
2. Erden, S., 2006. Türk Tekstil İşletmelerinin Küresel Rekabetteki Yeri ve Aydın İlindeki Tekstil İşletmelerinde Bir Uygulama, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 216 s.
3. Öngen, G. A., 2016. Çağdaş Türk Kirkitli Dokuma Sanatları, **Akdeniz Sanat Dergisi**, 9 (17): 59-69.
4. Taşbaşı Bayraktar, T., 2016. İstatistiklerle Türkiye ve dünyada denim konfeksiyon ve kumaş dış ticareti 2015 yıllık, Haziran, İstanbul Tekstil Konfeksiyon İhracatçıları Birliği Genel Sekreterliği, 56 s.
5. Bağırhan İ. C., 2011. Denim Yıkamada Karşılaşılan Sorunlar ve Bunlara Yönelik Çözüm Önerileri, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 293 s.
- 6) Çuvalcı Y., Sarıaltın A., Şimşek D., 2016. Denim Konfeksiyon Uluslar arası rekabetçiliğin geliştirilmesi ihtiyaç analiz raporu, URAGEM Danışmanlık ve Eğitim Limited Şirketi 94s.
- 7) Özdemir. D., 2006. Denim Mamullerinin Ağartılmasında Kullanılan Sodyum hipoklorit ve Potasyumpermanganat Yöntemlerine Alternatif Yöntemlerin Araştırılması, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 130s.
- 8) Uludağ İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği UİB.,2017. Türkiye Denim Sektörü Dış Ticaret Raporu, 16s.
- 9) İstanbul Tekstil ve Hammaddeleri İhracatçıları Birliği Genel Sekreterliği İTHİB., 2018. Türkiye, Almanya, Hollanda, İtalya ve ABD Denim Kumaş Pantolon Sektöründe Genel Gelişmeler, 20s.

- 10) Demir, D., 2007 Kilim Desenli Denim Kumaş Üretimi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 1495.
- 11) Güngör, R., 2011. Tesis İçi Geri Kazanım-Yeniden Kullanım Alternatifi Sonrasında Denim Yıkama Atıksularının İnert KOİ'sinin Belirlenmesi, 2011 Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 94 s.
- 12) Tölek, Ş., 2016. Yenilikçi Bir Metot ile Boyanan Denim Kumaşın Renk Analizinin ve Renk Haslığı Özelliklerinin Araştırılması, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 65 s.
- 13) Pekel, B., 2011. Denim Marka Bağımlılığında Reklamın Rolü, Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 151 s.
- 14) Çataloğlu, A., 2007. Elastan Karışımlı Denim Kumaşların Elastikiyet ve Kalıcı Deformasyon Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 63 s.
- 15) Karagöz, G., 2009. Denim Yıkama İşlemlerinde Ortaya Çıkan Zararlar Nedenleri ve Çözüm Olanakları, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 143 s.
- 16) Sefer, O., 2009. Çevre Dostu Organik Denim Terbiyesinin Klasik Denim Terbiyesiyle Karşılaştırılması, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 200 s.
- 17) Anonim, Allaboutindigo, (**web sayfası:**<http://allaboutindigo.com/tr/indigofera-indigonun-guzelliginin-kaynagi/>),(Erişim tarihi:14 Eylül 2018).
- 18) Sponza, D., Işık, M., Atalay, H., 2000. İndigo boyar maddelerinin anaerobik artırılabilirliklerinin incelenmesi, **Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi**, 2(3): 23-34.
- 19) Köksal, F., 2015. Denim Yıkamada Renk Varyasyonlarının Nedenlerinin İncelenmesi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 84 s.

- 20) Anonim, Allaboutindigo, (web sayfası: [http://allaboutindigo.com/tr/indigo-ve-tekniklerinin -kisa-tarihi-ve-higeta-indigo-house/](http://allaboutindigo.com/tr/indigo-ve-tekniklerinin-kisa-tarihi-ve-higeta-indigo-house/)), (Erişim tarihi:14 Eylül 2018).
- 21) Koç, E., Ayyıldız, Ç., 2005. Denim kumaş üretim esasları, dünya ve Türkiye'deki ticaret durumu, **Tekstil ve Mühendis**,121(59-60): 35-42.
- 22) Babalık, E., 2012. Silikon Yumuşatıcıların Parçacık Büyüklerinin Denim Kumaşlarının Dikimi Üzerine Etkisi, Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep, 57 s.
- 23) Anonim, Loop boyama hattı, (web sayfası: <http://www.denimsandjeans.com/wp-content/uploads/2010/11/image2.png>), (Erişim tarihi: 18 Eylül 2018).
- 24) Şahin, B., 2017. Denim Üretimi ve Kalite, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Ortak Programı, Kahramanmaraş, 44 s. (Sorulacak)
- 25) Kunt, G. A., 2003. Denim Kumaşlarda Konfeksiyon Sonrası Yapılan İşlemlerin Kumaş Mekaniği Üzerine Etkisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 84 s.
- 26) Acar, A., 2005. Denim Kumaş Hatalarının Optimizasyonuna Yönelik Çözüm Önerileri, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 102 s.
- 27) Üstündağ, S., 2014. Denim Kumaş Üretiminde Kullanılabilecek Yapıda Elastik Hibrit İpliklerin Geliştirilmesi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 89 s.
- 28) Birinci, E. H., 2009. Denim Kumaşlarda Görsel Etkiler, Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 93 s.
- 29) Tarhan, M., 2005. Eskitme Yöntemlerinin Denim Mamullerinin Performans Özelliklerine Etkisi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 120 s.

- 30) Çakır, N., 2010. Kot Pantolon Üretiminde Bitim İşlemlerinin ve Farklı Denim Kumaşlarının Fit Üzerine Etkileri, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 93 s.
- 31) Kahvecioğlu, H., 2006. Buldan Dokumalarının bazı mekaniksel özellikleri üzerine bir araştırma, 623-634, Buldan Sempozyumu, 23-24 Kasım, Pamukkale Üniversitesi, 12 s.
- 32) Demiryürek, O., 2014. Tekstil Ürünleri Testi Ders Notları, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 126 s.
- 33) Öztürk, Ş., 2016. Dokuma Kumaşların Yüzey Pürüzlülüğü ile Yapısal Özellikleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 167s.
- 34) Tok, O., 2011. Farklı Pet İpliklerle Oluşturulan Otomotiv Döşemelik Kumaşların Mukavemet Aşınma Dayanımı ve Işık Haslığı Açısından İncelenmesi, Uludağ Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 107 s.
- 35) Demircan, B., 2012. Mikro Liflerden Üretilen Düz Örm Kumaşların Aşınma ve Renk Haslık Özelliklerinin İncelenmesi, Uşak Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Uşak, 226 s.
- 36) Demir, Ö., İkiz, Y., 2017. Luxicool elyafı kullanımının örme kumaş konfor özelliklerine etkisi, **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, **23(7)**: 826-832
- 37) Öner, E., 2015. Çeşitli Liflerden Üretilen Kumaşlardan Yapılan Spor Giysilerinin Termal Konforunun Değerlendirilmesi ve Geliştirilmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 228 s.
- 38) Atasağun, G. H., 2015. Kumaşların Isılanma ve Nem /Sıvı Emme Davranışları ve Giyim Konforu, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 228 s.

- 39) Öner, E., 2008. Dokuma Kumaşların Konfor Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 94 s.
- 40) Yıldırım, N., 2013. Yıkama İşlemlerinin Farklı Tipte Denim Kumaşların Fiziksel ve Termofizyolojik Konfor Özellikleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 125 s.
- 41) Uysaltürk, D., 2013 Viloft/Pamuk ve Viloft/Polyster Karışımı İplik Özelliklerinin ve Örmeye Kumaş Termofizyolojik Konfor Özelliklerinin İncelenmesi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 185 s.
- 42) Doğan Dolanbay, S., 2014. Kaşmir Örmeye Kumaşların Isıl Konfor Özellikleri, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 90 s.
- 43) Marmaralı, A., Oğlakçıoğlu, N., 2013. Giysilerde Isıl Konfor, 1957-1963. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi/Isıl Konfor Sempozyumu, 17/20 Nisan, İzmir, 7 s.
- 44) Morgil, Y., 2015. Havlu Örmeye Çorapları Isıl Konfor Özellikleri, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 111 s.
- 45) Marmaralı, A., Özdil, N., Dönmez, Kretzschmar, S., Gülsevin, Oğlakçıoğlu, N., 2006. Giysilerde ısı konforu etkileyen parametreler. **Tekstil ve Konfeksiyon**, **4**: 241-246
- 46) Gün, Demiröz, A., Bodur, A., 2014. Kumaşların Su Buharı Geçirgenliği, **Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi**, **8**,(3): 20-37
- 47) Kaplan, S., 2009. Kumaşların Mekanik Özelliklerinden ve Geçirgenlik Özelliklerinden Yararlanılarak Giysi Konforunun Tahminlenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 231 s.
- 48) Özkan, Taştan, E., 2018. Farklı Hammadde ve Örmeye Yapılarındaki Sporcu Giysilerinin Termofizyolojik Konfor ve Aerobik Performans Özelliklerinin

- Araştırılması, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa, 184 s.
- 49) Kiraz, T. M., 2012. Süt Lifinden Yapılan Kumaşların Performans ve Konfor Özelliklerinin İncelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 75 s.
- 50) Özkaya, H., 2017. Farklı Özellikteki Kumaşların Hava Geçirgenliğinin Deneysel ve Sayısal Olarak İncelenmesi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 79 s.
- 51) Kanlı, N., 2010. Yüzlük Derilerin Su Buharı ve Hava Geçirgenliği Özelliklerine Bazı Finisaj Türlerinin Etkisi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 74 s.
- 52) Turan, B. R., Okur, A., 2008. Kumaşlarda hava geçirgenliği. **Tekstil ve Mühendis**, **15**(72): 16-25
- 53) Tayyar, E. A., 2010. Ev tekstillerinde kumaş özelliklerinin patlama mukavemetine etkileri. **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, **16**(2): 165-172
- 54) Kurtça, E., 2001. Atkı İpliği Özellikleri Sıklık ve Örgü Tipinin Kumaş Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 65 s.
- 55) Özdil, N., Özçelik , G., 2006. Kumaşlarda yırtılma mukavemeti test yöntemlerinin karşılaştırılması üzerine bir çalışma. **Tekstil ve Konfeksiyon**, **16**(3): 174-179
- 56) Can, Y., Kırtay, E., 2007 . Pamuklu bezayağı kumaşların yırtılma mukavemetlerine etki eden iplik özellikleri. **Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, **7**(2): 65-78
- 57) Ayyıldız, Ç., Koç E., 2004. Denim kumaşlarda performans analizi, I-kumaş mukavemeti ve aşınma dayanımı değerlendirmesi. **Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, **19**(2): 69-82

- 58) Değirmenci, Z.,2013. İndigo Boyalı Pamuk İpliğinden Yazlık Kullanıma Uygun Örme Denim Kumaş Özelliklerinin Araştırılması, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 228 s.
- 59) Koç, E., Ayyıldız, Ç., 2004. Denim kumaşlarda performans analizi II- elastikiyet(esneme), sürtünme haslığı ve diğer parametrelerin değerlendirilmesi. **Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, **19(2)**: 83-95
- 60) Saraç, G. E., 2015. Denim Giyside Isıl Düzenleme Özelliğinin Geliştirilmesi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 81 s.
- 61) Güney F., Üçgül, İ., 2010. Koruyucu giysilerde içindeki nefes alabilir membranların termal yalıtım özellikleri, **Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi**,**20(1)**: 9-16.
- 62) Karazincir, E., 2014. Denim Kumaşlarda Dikiş Performansının Araştırılması, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 73 s.
- 63) Çelik, M., 2016. Krep (Crep) Yapılı Filament İplikler ve Denim Kumaş Üretiminde Kullanımı, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 137 s.
- 64) Nergü, A., 2016. Denim Kumaşlarda Farklı Yıkama Proseslerinin Kumaş Performans Özelliklerine Etkisi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 144 s.
- 65) Fidan, B., 2013. Denim Kumaşlar İçin Ring ve Open-End Rotor İplik Makinelerinde Üretilen Şantuk İpliklerin Özelliklerinin İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 256 s.
- 66) Çakmak, A., 2013. Denim Kumaşlarda Fiziksel Performans ve Konfor Özelliklerinin Kıyaslanması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 69 s.

- 67) Çerçi, E., 2016. Denim Kumaşların Kaplama Sonrası Konfor Özelliklerinin İyileştirilmesi, Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep, 167 s.
- 68) Sarıoğlu, E., Babaarslan, O., 2017. A comparative strength analysis of denim fabrics made from core-spun yarns containing textured microfilaments, **Journal Of Engineered Fibers and Fabrics**, **12**(1):22-32.
- 69) Midha, V., Kumar, S. S., Kumar, M. N., 2017. Investigation on permeability and moisture management properties of different denim fabrics after repeated laundering, **Journal Of Textile Institute**, **108**(1): 71-77.
- 70) Sular, V., Kaplan, S., 2011. Effect of different finishing processes on some performance characteristics of denim fabrics, **Industria Textila**, **62**(6): 283-288.
- 71) Fox, A., Moore, MA., 2006. Effects of laundering on environmentally-improved and classic denim fabrics, **Journal Of Testing And Evaluation** **34**(3): 181-186.
- 72) Card, A., Moore, MA., Ankeny, M., 2006. Garment washed jeans: impact of laundings on physical properties, **International Journal Of Clothing Science And Technology**, **18**(1-2): 43-52.
- 73) Bilişik, K., Yalacan, G., 2011. Tensile and tearing properties of newly developed structural denim fabrics after abrasion, **Fibres & Textiles In Eastern Europe**, **19**(5): 54-59.
- 74) Estaş, G. O., 2019 Kumaşlarda Uygulanan Yıkama ve Kurutma Prosedürü, Çalık Denim Tekstil Sanayi ve Anonim Şirketi, Malatya.
- 75) Özçelik, G., 2009. Kumaş Boncuklanma Özelliğinin Objektif Olarak Değerlendirilmesi ve Tahminlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 291 s.
- 76) Korkmaz, M., 2017. Fiziksel Testler Ders Notu, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 50 s.

- 77) Yılmaz, S., 2015. Çok Katlı Erkek Giyiminde Isı ve Nem Transferi Konfor Özellikleri, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 83 s.
- 78) Anonim, ThermtestHFM_100, (web sayfası: <http://pdf.directindustry.com/pdf/thermtest-inc/hfm-100-series/192172-728144.html#>), (Erişim tarihi: 11 Haziran 2019).



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Esra KAYAPINAR

Uyruğu: Türkiye (T.C)

Doğum Tarihi ve Yeri: 01.11.1986 - Kayseri

Medeni Durum: Evli

e-mail: redoks_sare@hotmail.com

Yazışma Adresi: Turgut Reis Mah., Uzunpınar Sok., Yenişehir Eras Siteleri
Orhangazi Apt., Kat: 10., No: 31.,

Kocasinan/ KAYSERİ

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği, Kayseri	2019
Lisans	Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği, Bursa	2011
Lise	75. Yıl Cumhuriyet Lisesi, Kayseri	2005

YABANCI DİL

İngilizce