

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

**ENİNE KESİTLERİ FARKLI POLYESTER VE
SELÜLOZİK ELYAFLARDAN ÜRETİLMİŞ ÖRME
KUMAŞLARIN KONFOR ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ**

**Hazırlayan
Büşra ŞAHİN**

**Danışman
Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK**

Yüksek Lisans Tezi

**Eylül 2014
KAYSERİ**

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

**ENİNE KESİTLERİ FARKLI POLYESTER VE
SELÜLOZİK ELYAFLARDAN ÜRETİLMİŞ ÖRME
KUMAŞLARIN KONFOR ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Büşra ŞAHİN**

**Danışman
Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK**

**Eylül 2014
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.

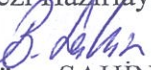
Büşra ŞAHİN

İmza :

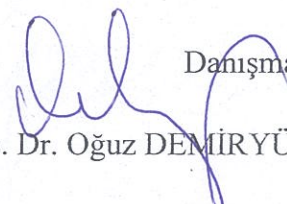
YÖNERGEYE UYGUNLUK

“Enine Kesitleri Farklı Polyester ve Selülozik Elyaflardan Üretilmiş Örme Kumaşların Konfor Özelliklerinin İncelenmesi” adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan


Büşra ŞAHİN

Danışman


Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı

Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK



Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK danışmanlığında **Büşra ŞAHİN** tarafından hazırlanan “**Enine Kesitleri Farklı Polyester ve Selülozik Elyaflardan Üretilmiş Örme Kumaşların Konfor Özelliklerinin İncelenmesi**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

30 / 09 / 2014

JÜRİ:

Danışman : Doç.Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

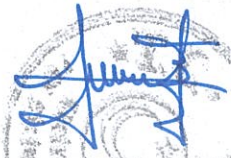
Üye : Doç.Dr. Mustafa TUTAK

Üye : Yrd.Doç.Dr. Emel ÇİNÇİK

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun **14/10/2014** tarih ve **2014/47-09** sayılı kararı ile onaylanmıştır.

..... **14 / 10 / 2014**


Prof. Dr. Kâzım KESLİOĞLU
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca farklı bakış açıları ve bilimsel katkılarıyla beni aydınlatan, yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve bu günlere gelmemde en büyük katkı sahibi sayın hocam Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK’e teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışmam süresince deneyimlerini benimle paylaşan ve yardımcı olan sevgili arkadaşlarım Hekime MEŞELİ’ye, Çağrıalp ARSLAN’a ve Levent ERZURUMLUOĞLU’na teşekkür ederim. Yine tez çalışmamda yardımlarını esirgemeyen İnci GÜLEYÜPOĞLU’na teşekkür ederim. Maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen çok kıymetli ailem; annem Yasemin ANLAR ve ablam Esra ÖKSÜZ’e teşekkür ederim.

.

Büşra ŞAHİN

Kayseri, Eylül 2014

ENİNE KESİTLERİ FARKLI POLYESTER VE SELÜLOZİK ELYAFLARDAN ÜRETİLMİŞ ÖRME KUMAŞLARIN KONFOR ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Büşra Şahin
Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2014
Danışman: Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

ÖZET

İnsanların örtünme ihtiyacını karşılayan tekstil endüstrisi, zamanla örtünme ihtiyacını karşılamamanın yanı sıra insanı rahat ettirecek konfor özelliklerini taşıma gereğini ortaya çıkarmıştır. Genel anlamda konfor, fiziksel, psikolojik ve termofizyolojik olarak incelenebilmektedir. Bu çalışmada polyester ve rejenere selülojik kumaşların termofizyolojik özellikleri ele alınmıştır. Bu amaçla, yapılan çalışmada Ne 30/1 olarak üretilen süprem örgü yapısında örülmüş % 100 (saf) viloft, pamuk, polyester, modal, promodal, bambu, tencel, coolmax kumaşları ile % 50/50 oranında karışımı yapılan viloft/polyester, viloft/bambu, bambu/polyester kumaşlar elde edilmiş ve bu kumaşların hava geçirgenliği, ısı direnç, su buharı geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği direnci özellikleri test edilmiştir. Yapılan test sonuçlarına göre % 100 ürünler açısından en yüksek hava geçirgenliği değerlerini bambu kumaşlar gösterirken, en düşük hava geçirgenliği değerini viskon ve viloft kumaşlar göstermektedir. Pamuk/viloft karışımli kumaşlara bakıldığında karışımdaki viloft oranının artmasıyla hava geçirgenliğinin düştüğü görülmüştür. Isıl direnç testlerinde % 100 ürünler arasında en yüksek ısı direnci polyester kumaşlar gösterirken en düşük ısı direnci rejenere selülozik kumaşlar göstermektedir. Bu durum rejenere selülozik liflerin termal iletkenlik değerlerinin yüksek olmasıyla ilişkilidir. Su buharı geçirgenliği test sonuçlarına göre ise en yüksek su buharı geçirgenliğine sahip olan kumaşların tencel kumaşlar olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Polyester, selülozik lifler, hava geçirgenliği, ısı direnç, su buharı geçirgenliği

INVESTIGATION OF COMFORT PROPERTIES OF POLYESTER AND CELLULOSIC FIBER KNITTED FABRICS HAVING DIFFERENT CROSS SECTIONS

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

MSc Thesis, September 2014

Advisor: Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

ABSTRACT

Textile industry, not only meets the needs of people to be covered, but also provides the comfort properties. In general, comfort can be investigated by physical, psychological and thermophysiological means. In this study, thermophysiological comfort properties of polyester and cellulosic fibers based knitted fabrics were investigated. For this purpose, 100% (pure) viloft, cotton, polyester, modal, promodal, tencel, bamboo, coolmax fabrics which is knitted by Ne 30/1 yarns in single-jersey structure, in 50-50% mixture form of viloft/polyester, viloft/cotton and bamboo/polyester fabrics and air permeability, thermal resistance, water vapor permeability, water vapor permeability resistance properties of these fabrics were tested. According to test results, as the bamboo fabrics have the highest air permeability values, viscose and viloft fabrics have the lowest air permeability values. In cotton/viloft mixture fabrics it is observed that air permeability decreased with the increasing the rate of viloft. In thermal resistance tests for 100 % products as polyester fabrics have the highest thermal resistance, regenerated cellulosic fabrics have the lowest thermal resistance. This case is associated with high conductivity values of cellulosic fabrics. According to water vapor permeability test results are showed that tencel fabrics have the highest water vapor permeability.

Key Words: Polyester, cellulosic fibers, air permeability, thermal resistance, water vapor permeability,

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	ii
ONAY	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR VE SİMGELER.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ.....	xiv

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Tekstil ve Konfeksiyon Sektörünün Durumu	8
1.2. Çalışmada Kullanılan Lifler Hakkında Genel Bilgiler	10
1.2.1. Pamuk	10
1.2.2. Polyester	17
1.2.3. Coolmax®	23
1.3. Rejenere Selülozik Lifler	26
1.3.1. Viskon ve Viloft®	28
1.3.2. Modal®	31
1.3.3. Promodal®	33
1.3.4. Lyocell (Tencel®)	33
1.3.5. Bambu	36
1.4. Tekstilde Konfor	40
1.4.1. Konfor Parametreleri	43
1.4.2. Psikolojik Konfor	50
1.4.3. Fiziksel Konfor	52
1.4.4. Termal (Termofizyolojik veya Isıl) Konfor	53
1.4.4. Giysi Termal Özelliklerini Belirleyen Parametreler	54
1.5. Önceki Çalışmalar	63

2. BÖLÜM

2.1. Gereç	71
2.2. Yöntem	71
2.2.1. Süprem Kumaş Üretimi	71
2.2.2. Kullanılan Test Cihazları	73
2.2.3. Model Seçimi ve Regresyon Analizi	78
2.2.4. ANOVA (Analysis of Variance)	79

3.BÖLÜM

3.1. Kumaş Testleri.....	82
3.1.1. Terleme Korumalı Sıcak Plaka (Sweating guarded Hotplate) Isıl Direnç (İzolasyon) Test Sonuçları.....	82
3.1.2. Hava Geçirgenliği Test Sonuçları.....	83
3.1.3. Su Buharı Geçirgenliği Test Sonuçları	84
3.1.4. Su Buharı Geçirgenliği Direnci Test Sonuçları.....	84
3.1.5. Gramaj Testi	85
3.1.6. Kumaş Kalınlığı Testi.....	85
3.1.7. Kumaş Görüntüleri	86

4.BÖLÜM

4.1. Tartışma	89
4.1.1. Hava Geçirgenliği	90
4.1.2. Isıl (Termal) Direnç	106
4.1.3. Su Buharı Geçirgenliği	120
4.1.4. Su Buharı Geçirgenliği Direnci	134
4.2. Sonuç.....	148
4.3. Öneriler	150
KAYNAKLAR	152
ÖZGEÇMİŞ.....	159

KISALTMALAR VE SİMGELER

SEMBOL	ANLAMI
PET	Polietilentereftalat
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
µm	Mikrometre
OE	Open-end
PAN	Akrilik
PVC	Polivinilklorür

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Tekstil liflerin sınıflandırılması.....	3
Şekil 1.2.	2000-2013 Yılları arasında Dünya tekstil&tekstil ürünleri ve konfeksiyon kullanım oranları (%).....	4
Şekil 1.3.	Dünya tekstil lifleri tüketimi tahminlemesi.....	5
Şekil 1.4.	Dünya elyaf pazarında liflerin yüzdeleri 2012.....	5
Şekil 1.5.	Dünya kesikli polyester üretimi.....	7
Şekil 1.6.	Dünya filament polyester üretimi.....	7
Şekil 1.7.	Türkiye genel ihracatında tekstil ve konfeksiyonun miktarı.....	8
Şekil 1.8.	Pamuk lifinde dıştan içe doğru tabakaların şematik görünüşü.....	11
Şekil 1.9.	Pamuk lifinin enine kesiti.....	11
Şekil 1.10.	Pamuk lifinin enine ve boyuna SEM görüntüsü.....	12
Şekil 1.11.	Polyester eriğinin elde edilmesi.....	18
Şekil 1.12.	Sürekli ve kesikli (ekstrüder ile) filament üretimi.....	19
Şekil 1.13.	Ekstrüder ile eriyikten lif çekimi.....	20
Şekil 1.14.	Polyester liflerin kesit görüntüsü a) Round kesit görüntüsü b)Trilobal kesit görüntüsü c) İçi boş round kesit görüntüsü.....	20
Şekil 1.15.	Coolmax lifi kesit şekli.....	23
Şekil 1.16.	Farklı kesitlerde coolmax lifleri	24
Şekil 1.17.	Coolmax ipliğinin SEM görüntüsü.....	24
Şekil 1.18.	Coolmax kumaşlarda nem transferi.....	25
Şekil 1.19.	Coolmax elyafının kuruma özelliğinin diğer liflerle kıyaslanması...	25
Şekil 1.20.	Selülozun moleküler zinciri.....	26
Şekil 1.21.	Selülozdan iplik oluşumu.....	27
Şekil 1.22.	Rejenere selüloz tekniğinin proses prensibi.....	27
Şekil 1.23.	Viskon/viloft üretim şeması.....	29
Şekil 1.24.	İşlem görmemiş viskon lifi yüzey şekli ve kesit görünüşü.....	30
Şekil 1.25.	Fibrilleşmiş viskon lifinin yüzey şekli ve kesit görünüşü.....	30
Şekil 1.26.	Viloft lifinin enine kesit şekli.....	31
Şekil 1.27.	Lenzing modal üretim prosesi.....	32

Şekil 1.28.	İşlem görmemiş modal lifinin yüzey şekli ve kesit görünüşü.....	32
Şekil 1.29.	Fibrilleşmiş modal lifinin yüzey şekli ve kesit görünüşü.....	33
Şekil 1.30.	Pamuk, lyocell (Tencel), polyester liflerinin kesit şekli.....	34
Şekil 1.31.	Lyocell lifi üretim şeması.....	35
Şekil 1.32.	Tencel lif üretimi.....	36
Şekil 1.33.	Doğal Bambu Lifinin Üretim Prosesi.....	37
Şekil 1.34.	Doğal bambu lifinin enine kesiti.....	38
Şekil 1.35.	Rejenere Bambu Lifinin Enine ve Boyuna Kesit Şekli.....	40
Şekil 1.36.	Konfor değerlendirme şeması.....	42
Şekil 1.37.	Mikroklimalı etkileyen faktörler.....	42
Şekil 1.38.	Rüzgârın ve giyenin hareketinin katmanlar arasındaki hava tabakasına etkisi.....	44
Şekil 1.39.	Hava hareketinin dış hava katmanına etkisi.....	44
Şekil 1.40.	Konfor amaçlı üretilen çok katmanlı kumaşlar.....	48
Şekil 1.41.	Giysinin a) Su buharı direnci ile kumaş kalınlığı arasındaki b) Isı direnci ile kumaş kalınlığı arasındaki ilişki.....	49
Şekil 1.42.	Toplam ısı ve su buharı direncine kumaş ve hava katmalarının etkisinin şematik gösterimi.....	50
Şekil 1.43.	Fiziksel olarak konforlu olmama halleri.....	52
Şekil 1.44.	Su buharının buhar geçirgen bir kumaştan difüzyonu.....	60
Şekil 2.1.	Süprem örgü yapısı.....	72
Şekil 2.2.	Terrot süprem örgü makinesi.....	72
Şekil 2.3.	Permetest su buharı ölçüm cihazı.....	74
Şekil 2.4.	Measurement Technology NW hava geçirgenliği test cihazı.....	75
Şekil 2.5.	SDL Atlas kumaş kalınlığı test cihazı.....	76
Şekil 2.6.	SDL Atlas M021A hava geçirgenliği ölçüm cihazı.....	77
Şekil 2.7.	Olympus Optik Mikroskop.....	77
Şekil 3.1.	a) %100 viloft, b) %100 pamuk kumaşların görüntüleri.....	86
Şekil 3.2.	a) %100 polyester, b) %100 tencel kumaşların görüntüleri.....	87
Şekil 3.3.	a) %100 modal, b) %100 promodal kumaşların görüntüleri.....	87
Şekil 3.4.	a) %100 bambu, b) %100 coolmax kumaşların görüntüleri.....	87
Şekil 3.5.	a) %50-50 Viloft/polyester, b) %50-50 Viloft/pamuk kumaşların görüntüleri.....	88

Şekil 3.6.	a) %50-50 Bambu/polyester, b) %100 viskon kumaşların görüntüleri.....	88
Şekil 4.1.	Pamuk/viloft karışımli kumaşların hava geçirgenliğı için normal dağılım grafiğı.....	93
Şekil 4.2.	Pamuk karışımli kumaşların karşılaştırılması.....	93
Şekil 4.3.	Polyester karışımli kumaşların hava geçirgenliğı için normal dağılım grafiğı.....	96
Şekil 4.4.	Polyester/viloft- polyester karışımli kumaşların karşılaştırılması...	97
Şekil 4.5.	Bambu karışımli kumaşların hava geçirgenliğı özelliğı için normal dağılım grafiğı.....	98
Şekil 4.6.	Bambu/polyester karışımli kumaşların karşılaştırılması.....	99
Şekil 4.7.	%100 ürünlerin hava geçirgenliğı özelliğı için normal dağılım grafiğı.....	102
Şekil 4.8.	%100 ürünlerin karşılaştırılması.....	103
Şekil 4.9.	Polyester/coolmax kumaşın hava geçirgenliğı özelliğı için normal dağılım grafiğı.....	105
Şekil 4.10.	Polyester/coolmax kumaşların karşılaştırılması.....	105
Şekil 4.11.	Pamuk/viloft karışımli kumaşlarda ısı direnç için normal dağılım grafiğı.....	107
Şekil 4.12.	Pamuk/viloft karışımli kumaşların karşılaştırılması.....	108
Şekil 4.13.	Polyester/viloft karışımli kumaşların ısı direnç için normal dağılım grafiğı.....	110
Şekil 4.14.	Polyester/viloft karışımli kumaşların karşılaştırılması.....	111
Şekil 4.15.	Polyester/bambu karışımli kumaşların ısı direnç için normal dağılım grafiğı.....	112
Şekil 4.16.	Polyester/bambu karışımli kumaşların karşılaştırılması.....	113
Şekil 4.17.	%100 ürünlerin ısı direnç özelliğı için normal dağılım grafiğı....	116
Şekil 4.18.	%100 ürünlerin karşılaştırılması.....	117
Şekil 4.19.	Polyester/coolmax liflerden üretilmiş kumaşların ısı direnç için normal dağılım grafiğı.....	119
Şekil 4.20.	Polyester/coolmax liflerden üretilmiş kumaşların karşılaştırılması	120

Şekil 4.21.	Pamuk karışumlu kumaşların su buharı geçirgenliği için normal dağılım grafiği.....	122
Şekil 4.22.	Pamuk/viloft- pamuk karışumlu kumaşların karşılaştırılması.....	123
Şekil 4.23.	Polyester/viloft karışumlu kumaşların su buharı geçirgenliği için normal dağılım grafiği.....	124
Şekil 4.24.	Polyester/viloft karışumlu kumaşların karşılaştırılması.....	125
Şekil 4.25.	Bambu/polyester kumaşların su buharı geçirgenliği için normal dağılım grafiği.....	127
Şekil 4.26.	Bambu/polyester kumaşların karşılaştırılması.....	128
Şekil 4.27.	%100 ürünlerin su buharı geçirgenliği için normal dağılım grafiği	131
Şekil 4.28.	%100 ürünlerin karşılaştırılması.....	131
Şekil 4.29.	Polyester/coolmax kumaşın su buharı geçirgenliği için normal dağılım grafiği.....	133
Şekil 4.30.	Polyester/coolmax kumaşın karşılaştırılması.....	134
Şekil 4.31.	Pamuk/viloft- pamuk karışumlu kumaşların su buharı direnci normal dağılım tablosu.....	136
Şekil 4.32.	Pamuk/viloft- pamuk karışumlu kumaşların karşılaştırılması.....	137
Şekil 4.33.	Polyester/viloft- polyester karışumlu kumaşların su buharı direnci için normal dağılım grafiği.....	138
Şekil 4.34.	Polyester/viloft- polyester karışumlu kumaşların karşılaştırılması...	139
Şekil 4.35.	Bambu/polyester kumaşların su buharı direnci için normal dağılım grafiği.....	141
Şekil 4.36.	Bambu/polyester-(polyester karışım oranı) kumaşların karşılaştırılması.....	142
Şekil 4.37.	%100 ürünlerin su buharı direnci için normal dağılım tablosu.....	145
Şekil 4.38.	%100 ürünlerin karşılaştırılması.....	145
Şekil 4.39.	Polyester/coolmax kumaşın su buharı direnci için normal dağılım grafiği.....	147
Şekil 4.40.	Polyester/coolmax kumaşların karşılaştırılması.....	148

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1.	Ülkeler bazında dünya pamuk üretimi.....	6
Tablo 1.2.	Belli başlı ürün grupları bazında tekstil ihracatı.....	9
Tablo 1.3.	İmalat sanayi kapasite kullanım oranı – Nisan 2013.....	10
Tablo 1.4.	Pamuk elyafının bileşimi.....	13
Tablo 1.5.	Lyocell lifinin özellikleri.....	35
Tablo 1.6.	Fritz'in yedi dereceli skalası.....	51
Tablo 1.7.	Bazı kuru liflerin özgül ısıları.....	55
Tablo 1.8.	Çeşitli liflerin ısı iletkenlik değerleri.....	56
Tablo 2.1.	Permetest cihazının teknik parametreleri ve ölçüm aralığı.....	74
Tablo 2.2.	Testlerde kullanılan kumaşların gruplandırılması.....	81
Tablo 3.1.	Kullanılan kumaşlar için ısı direnç test sonuçları.....	83
Tablo 3.2.	Kullanılan kumaşlar için hava geçirgenliği test sonuçları.....	83
Tablo 3.3.	Kullanılan kumaşlar için Permetest sonuçları.....	84
Tablo 3.4.	Kullanılan kumaşlar için su buharı geçirgenliği test sonuçları.....	84
Tablo 3.5.	Kullanılan kumaşlar için gramaj ölçüm sonuçları.....	85
Tablo 3.6.	Kullanılan kumaşlar için kumaş kalınlığı test sonuçları.....	86
Tablo 3.7.	Kumaşların ilmek sıklık ve uzunluk değerleri.....	88
Tablo 4.1.	Hava geçirgenliği için pamuk/viloft karışım kumaşlarda farklı modellere ait F-testi.....	90
Tablo 4.2.	Pamuk/viloft kumaşın hava geçirgenliği özelliği için uyum eksikliği (lack of fit) testi.....	91
Tablo 4.3.	Pamuk/viloft kumaşın hava geçirgenliği özelliği için istatistik sonuçlar.....	91
Tablo 4.4.	Pamuk/viloft karışım kumaşların hava geçirgenliği özelliği için lineer model ANOVA tablosu.....	92
Tablo 4.5.	Polyester/viloft- polyester karışım kumaşların hava geçirgenliği özelliği için kuadratik model de ANOVA tablosu.....	95
Tablo 4.6.	Polyester/viloft- polyester karışım kumaşların hava geçirgenliği özelliği için istatistiksel özet.....	95
Tablo 4.7.	Bambu/polyester - bambu karışım kumaşların hava geçirgenliği özelliği için kuadratik modelde ANOVA tablosu.....	97

Tablo 4.8.	Bambu/polyester - bambu karışımli kumaşların hava geçirgenliğı özelliğı için istatistiksel özet.....	98
Tablo 4.9.	%100 Ürünler için ANOVA tablosu.....	100
Tablo 4.10.	%100 Ürünlerin hava geçirgenliğı özelliğı için istatistiksel özet.....	100
Tablo 4.11.	%100 ürünler için Tukey testi.....	101
Tablo 4.12.	Polyester/coolmax kumaşın hava geçirgenliğı özelliğı üzerine faktöriyel model ANOVA tablosu.....	103
Tablo 4.13.	Polyester/coolmax kumaşın hava geçirgenliğı özelliğı için istatistiksel özet.....	104
Tablo 4.14.	Polyester/coolmax kumaş için Tukey testi.....	104
Tablo 4.15.	Pamuk/viloft karışımli kumaşlarda ısı direnç özelliğı için ANOVA tablosu.....	106
Tablo 4.16.	Pamuk/viloft karışımli kumaşlarda ısı direnç özelliğı için istatistiksel özet.....	107
Tablo 4.17.	Polyester/viloft karışımli kumaşlarda ısı direnç özelliğı için ANOVA tablosu.....	109
Tablo 4.18.	Polyester/viloft karışımli kumaşlarda ısı direnç özelliğı için istatistiksel özet.....	109
Tablo 4.19.	Polyester/bambu karışımli kumaşların ısı direnç özelliğı için ANOVA tablosu.....	111
Tablo 4.20.	Polyester/bambu karışımli kumaşların ısı direnç özelliğı için istatistiksel özet.....	112
Tablo 4.21.	%100 ürünler de ısı direnç özelliğı için ANOVA tablosu.....	114
Tablo 4.22.	%100 ürünlerin ısı direnç özelliğı için istatistiksel özet.....	114
Tablo 4.23.	%100 ürünler için Tukey testi.....	115
Tablo 4.24.	Polyester/coolmax liflerden üretilmiş kumaşlar için ANOVA tablosu.....	117
Tablo 4.25.	Polyester/coolmax liflerden üretilmiş kumaşlar için istatistiksel özet.....	118
Tablo 4.26.	Polyester/coolmax liflerden üretilmiş kumaşlar için Tukey testi.....	118

Tablo 4.27.	Pamuk/viloft kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği için kuadratik model de ANOVA tablosu.....	121
Tablo 4.28.	Pamuk/viloft- pamuk karışimli kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği için istatistiksel özet.....	121
Tablo 4.29.	Polyester/viloft karışimli kumaşlarda su buharı geçirgenliği için ANOVA tablosu.....	123
Tablo 4.30.	Polyester/viloft karışimli kumaşlarda su buharı geçirgenliği için istatistiksel özet.....	124
Tablo 4.31.	Bambu/polyester kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği için lineer model de ANOVA tablosu.....	126
Tablo 4.32.	Bambu/polyester kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği için istatistiksel özet.....	126
Tablo 4.33.	%100 ürünlerde su buharı geçirgenliği özelliği için ANOVA tablosu.....	128
Tablo 4.34.	%100 ürünlerde su buharı geçirgenliği özelliği için istatistiksel özet	129
Tablo 4.35.	%100 ürünlerde su buharı geçirgenliği özelliği için Tukey testi.....	129
Tablo 4.36.	Polyester/coolmax kumaşın su buharı geçirgenliği özelliği üzerine faktöriyel model ANOVA tablosu.....	132
Tablo 4.37.	Polyester/coolmax kumaşın hava geçirgenliği özelliği için istatistiksel özet.....	132
Tablo 4.38.	Polyester/coolmax kumaşın hava geçirgenliği özelliği için Tukey testi.....	133
Tablo 4.39.	Pamuk/viloft- pamuk karışimli kumaşların su buharı geçirgenliği direnci özelliği için kuadratik model de ANOVA tablosu.....	135
Tablo 4.40.	Pamuk/viloft- pamuk karışimli kumaşların su buharı geçirgenliği direnci özelliği için istatistiksel özet.....	135
Tablo 4.41.	Polyester/viloft karışimli kumaşlarda su buharı direnci özelliği için ANOVA tablosu.....	137
Tablo 4.42.	Polyester/viloft- polyester karışimli kumaşlar için istatistiksel özet	138
Tablo 4.43.	Bambu/polyester kumaşların su buharı geçirgenliği direnci özelliği için ANOVA tablosu.....	140
Tablo 4.44.	Bambu/polyester kumaşlar için istatistiksel özet.....	140

Tablo 4.45.	%100 ürünlerin su buharı geçirgenliği direnci özelliği için ANOVA tablosu.....	142
Tablo 4.46.	%100 ürünlerin su buharı geçirgenliği direnci özelliği için istatistiksel özet.....	143
Tablo 4.47.	%100 ürünlerin su buharı geçirgenliği direnci özelliği için Tukey testi.....	143
Tablo 4.48.	Polyester/coolmax kumaşın su buharı geçirgenliği direnci özelliği üzerine faktöriyel model ANOVA tablosu.....	146
Tablo 4.49.	Polyester/coolmax kumaşın su buharı geçirgenliği direnci özelliği üzerine istatistiksel özet.....	146
Tablo 4.50.	Polyester/coolmax kumaşın su buharı geçirgenliği direnci özelliği için Tukey testi.....	147

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

İlk tekstil ürünlerinin kullanımından bugüne kadar tekstil ürünlerinin üretiminde kullanılan yöntem ve teknoloji devamlı olarak gelişim göstermiştir. Bu gelişmeyi motive eden en büyük sebep, insanoğlunun devamlı olarak artan ihtiyaçlarıdır. İlk olarak, tekstil ürünlerindeki örtünme amacına, zamanla süslenme fonksiyonu da eklenmiştir. Zamanın ilerlemesi ile beraber giysilerden beklenen özellikler daha da artmıştır. Bir giysinin örtünme ve süslenmenin yanında insanı rahat ettirecek konfora sahip olması beklenmektedir. Bu özelliklerin yanında son zamanlarda akıllı tekstiller olarak adlandırılan çok fonksiyonel tekstil ürünlerinin geliştirilmesi ve üretimi için ciddi çalışmalar yapılmaktadır. Önümüzdeki dönemde bir giysiden birçok ihtiyaca cevap vermesi beklenmektedir [1].

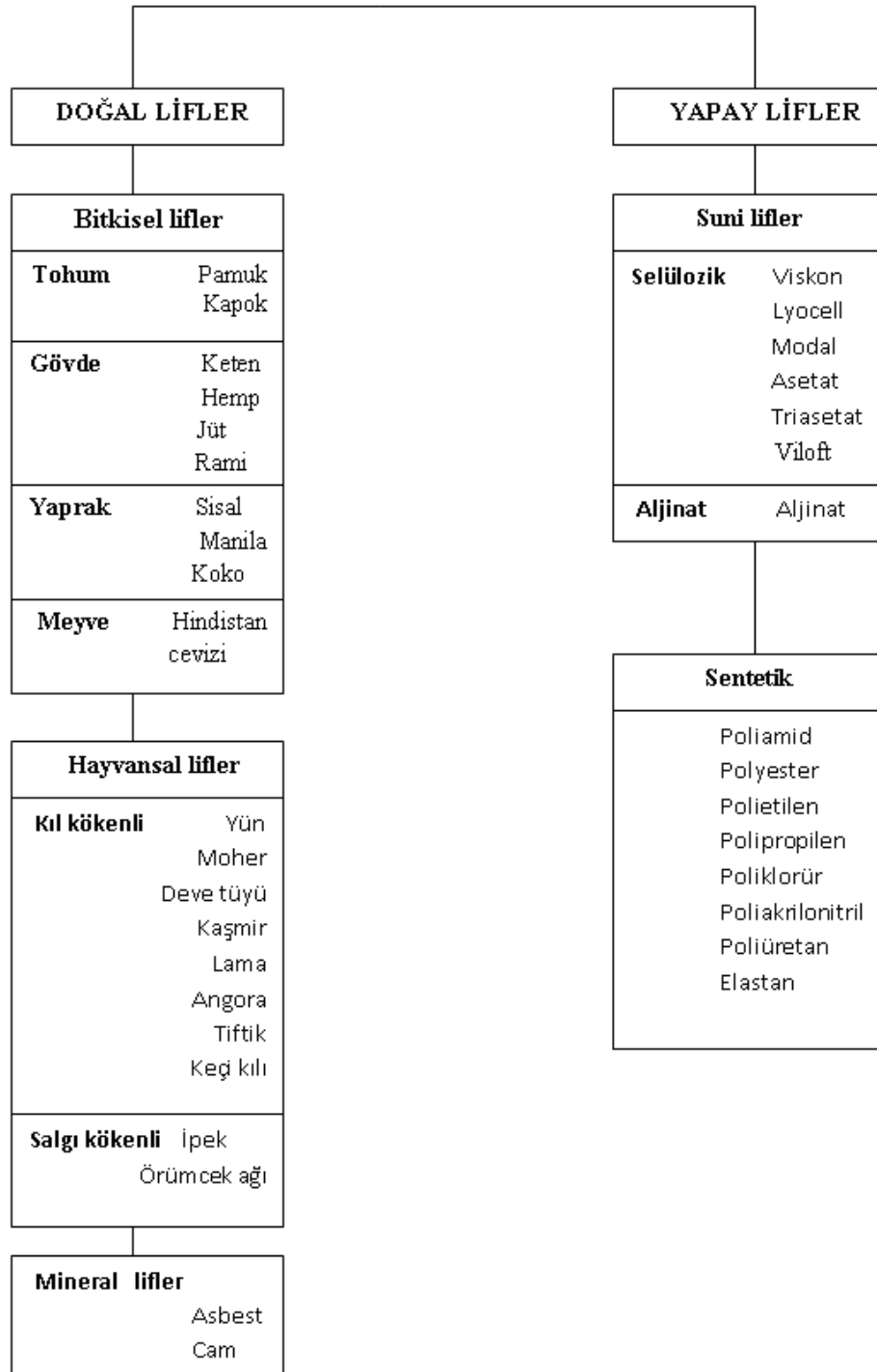
Günümüzde tekstil, doğal, rejenere ya da sentetik liflerden değişik yöntemlerle iplik, dokuma, örme ya da her tipte dokusuz yüzey elde etme süreci ile bu ürünlere uygulanan boyama, baskı, dikiş gibi işlemleri ve yine bu alandaki her türlü sanatsal çalışmaları içermektedir. Giyinme ve barınma gibi sorunlara çözüm arayışı ile başlayan tekstil olgusu, giyim ve ev tekstilleri başta olmak üzere, ulaşım, tıp, ambalaj vb. alanlarında kullanılan teknik tekstillerle gelişim kaydederek büyük bir endüstri kolu olmuştur [2].

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

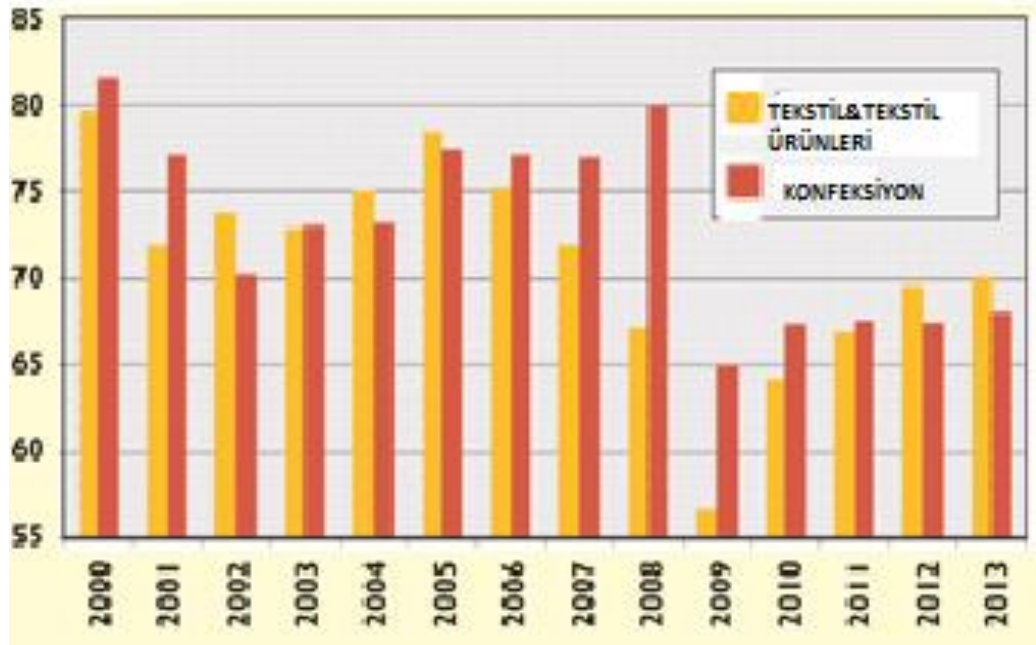
Şekil 1.1' de tekstil endüstrisinde kullanılan liflerin genel olarak sıralaması gösterilmiştir. Doğal lifler; bitkisel, hayvansal ve mineral olarak üçe ayrılır. Bitkisel liflerin kimyasal yapısında büyük oranda selüloz bulunur ve bu genel özellikleri ile diğer liflerden ayrılırlar. Bitkisel kaynaklı lifler tohum, gövde, yaprak ve meyve kökenlidir. Tohum liflerinin en önemlisi pamuktur. Bitkilerin gövdesinden keten, jüt, rami ve hemp elde edilir. Sisal, manila ve koko yaprak lifleri, hindistan cevizi ise meyve lifidir. Hayvansal lifler ise kıl kökenli ve salgı kökenlidir. Kıl kökenli lifler sınıfında koyundan elde edilen yün başta gelir. Salgı kökenli lifler ise ipek böceğinden elde edilen doğal ipek ve örümcek ağıdır. Hayvansal lif üretiminde yün baskın bir rol oynamasına rağmen diğer hayvansal liflerde oldukça büyük ticari öneme sahiptir. Cam, asbest ve bazalt lifleri ise mineral kaynaklı liflerdir. Yapay lifler de suni ve sentetik olarak iki kısma ayrılır. Suni lifler, doğal hammaddelerden çeşitli kimyasal işlemlerle elde edilir. Viskon, Viloft, lyocell, modal, asetat ve triasetat suni liflere örnektir. Sentetik lifler petrol kökenli olup sentez yoluyla üretilen polimerlerden kimyasal lif çekim yöntemi kullanılarak elde edilen liflerdir. Polyester, poliamid, polipropilen, polietilen, poliakrilonitril ve elastan sentetik liflere örnektir [3].

Şekil 1.2'de Dünya'da yıllara göre tekstil, tekstil ürünleri ve konfeksiyon üretimi bakımından değişim oranları görülmektedir. Yıllar itibariyle kullanım oranı değişim gösteren tekstil sektörü 2009 yılında büyük bir düşüş yaşamıştır. Bu düşüşün 2009 yılında yaşanan dünya ekonomik kriziyle bağlantısı olduğu düşünülmektedir.

TEKSTİL LİFLERİ



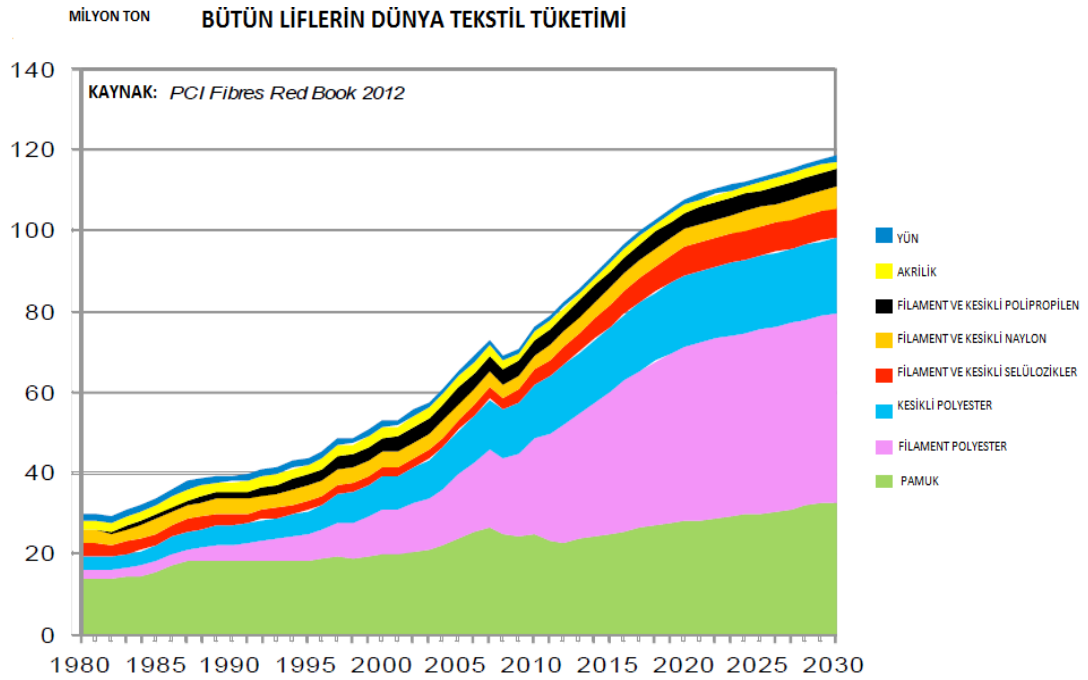
Şekil 1.1. Tekstil liflerin sınıflandırılması [3].



Şekil 1.2. 2000-2013 Yılları arasında Dünya tekstil&tekstil ürünleri ve konfeksiyon kullanım oranları (%) [4].

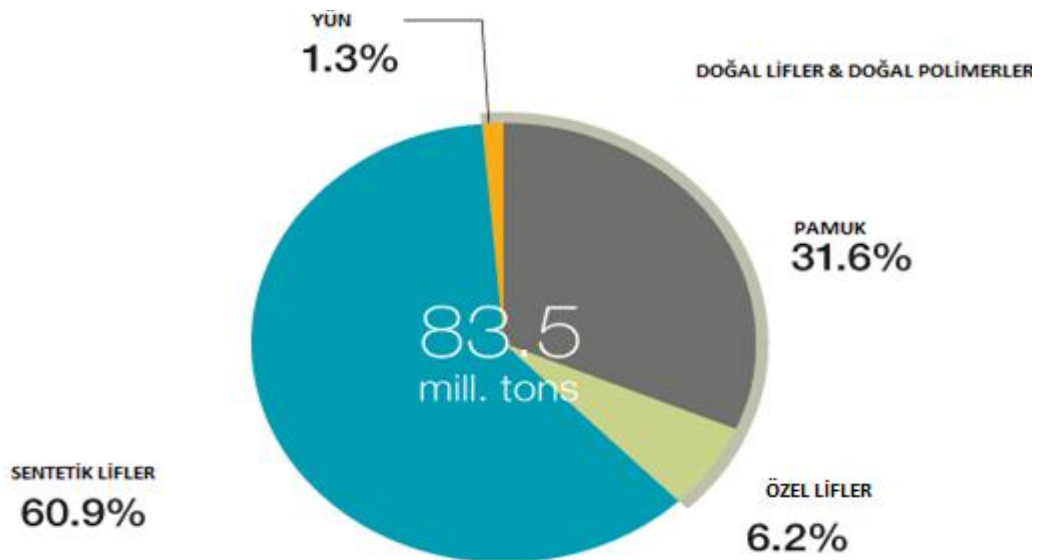
Artan dünya nüfusuna paralel olarak tekstile olan ihtiyacın da artması beklenmektedir. Şekil 1.3’ de yıllar itibariyle lif tüketimi ve 2030 yılına kadar olabilecek tüketim tahminleri gösterilmektedir. Günümüzde olduğu gibi, ileriki yıllarda da polyester lifinde olacak tüketimin diğer liflere kıyasla daha büyük miktarda olacağı şekilde görülmektedir.

1980’li yıllarda sentetik lif tüketiminin doğal liflere oranla daha az olduğu görülürken günümüzde sentetik lif tüketimi doğal liflerden daha fazladır. Gelecekte de bu oranın artması beklenmektedir. 1980’de toplamda dünya lif tüketimi yaklaşık 30 milyon ton iken günümüzde artan dünya nüfusu ve artan tekstil ihtiyaçlarından dolayı bu miktar 80 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. 2030 yılında ise bu miktarın yaklaşık 120 milyon ton olması beklenmektedir.



Şekil 1.3. Dünya tekstil lifleri tüketimi tahminlemesi [5].

Dünya elyaf pazarındaki lif üretim yüzdelere bakıldığında ise Şekil 1.4. 'te sentetik liflerin %60.9'la ilk sırayı aldığı görülmektedir. Pamuk ise %31.6'lık oranla ikinci sırayı almaktadır.



Şekil 1.4. Dünya elyaf pazarında liflerin yüzdeleri 2012 [6].

Pamuk, polyesterden sonra Dünya’da en fazla kullanılan lif olup Tablo 1.1 ‘de pamuk üretimi yapan ülkelerin sıralaması görülmektedir. 2009-2013 yılları arasında Dünya Pamuk Üretimi tablosuna bakıldığında ilk sırayı Çin almaktadır. Çin’i takip eden ülkeler ise Hindistan ve Amerika Birleşik Devletleridir.

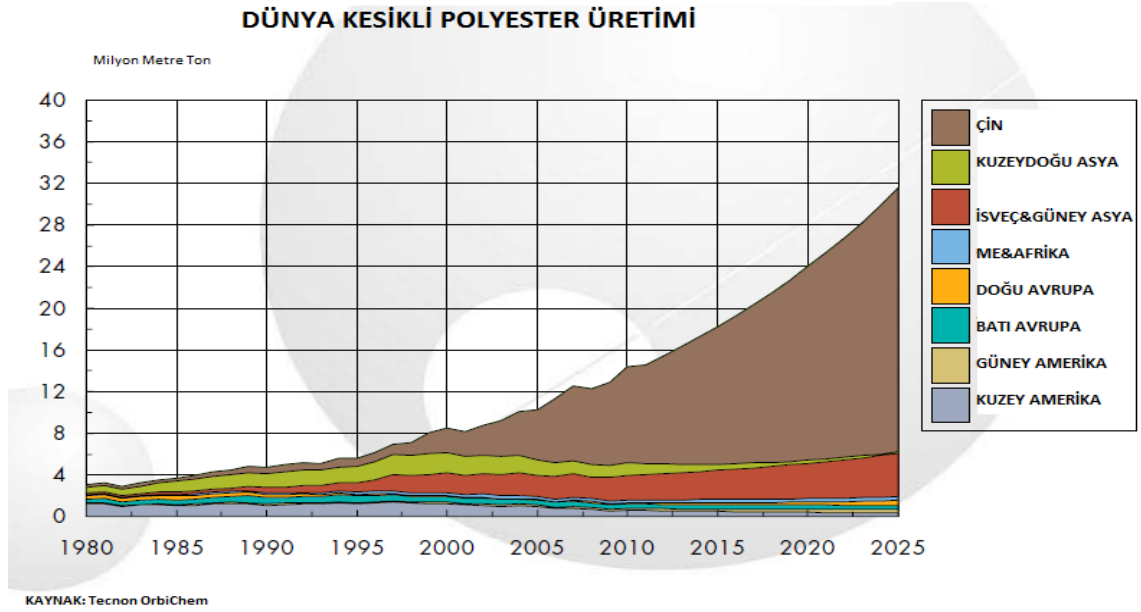
Tablo 1.1. Ülkeler bazında dünya pamuk üretimi (Milyon Balya (480lb=217.724kg)) [7].

DÜNYA PAMUK ÜRETİMİ

	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2013/14
					Temmuz	Ağustos
ÇİN	32.0	30.5	34.0	35.0	34.0	33.0
HİNDİSTAN	23.8	26.4	27.5	26.5	28.0	28.0
AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİ	12.2	18.1	15.6	17.3	13.5	13.1
PAKİSTAN	9.2	8.6	10.6	9.3	9.5	9.7
BREZİLYA	5.5	9.0	8.7	5.8	7.0	7.0
AVUSTRALYA	1.8	4.2	5.5	4.6	4.5	4.5
ÖZBEKİSTAN	3.9	4.1	4.2	4.5	4.5	4.3
TÜRKİYE	1.8	2.1	3.4	2.6	2.3	2.3
TÜRKMENİSTAN	1.5	1.8	1.4	1.6	1.5	1.5
BURKİNA	0.7	0.7	0.8	1.2	1.1	1.1
MALİ	0.4	0.5	0.9	0.9	1.0	1.0
YUNANİSTAN	0.9	0.9	1.3	1.2	1.0	1.0
ARJANTİN	1.0	1.4	1.0	0.8	0.9	0.9
DÜNYANIN GERİ KALANI	7.5	8.1	10.2	9.8	9.3	9.1
AFRİKA FRANGİ BÖLGESİ	2.1	2.1	3.0	4.0	4.0	4.0
AB-27	1.1	1.2	1.6	1.5	1.2	1.3
DÜNYA	102.2	116.3	125.1	121.1	118.0	116.4

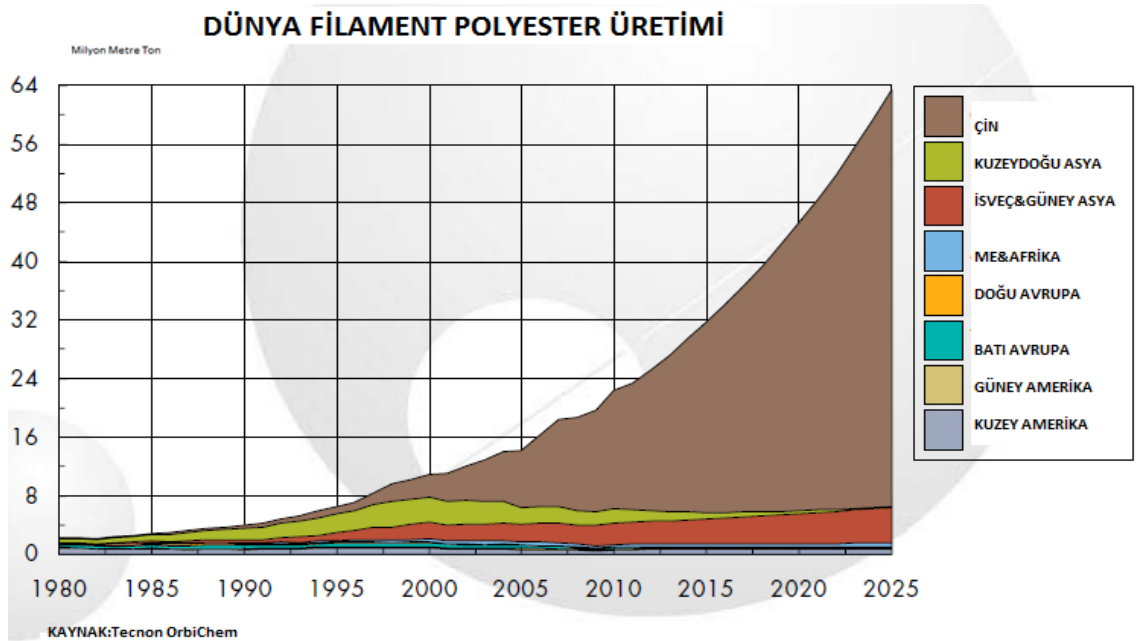
Dünya kesikli polyester üretimi son 10 yıl içerisinde % 6.5 oranında artış göstermiştir (Şekil-1.5). 1980-2025 yılları arasında kesikli polyester üretiminin ortalama her yıl % 5.4 oranında artacağı tahmin edilmektedir. Şekilde, yıllar itibariyle Çin’in en fazla üretim yapan ülke olduğu görülmektedir.

Kesikli polyester üretiminde kullanılan geri dönüşümlü hammadde kullanımı bazı bölgelerin neredeyse %50’sinde gelişmektedir. Yüksek pamuk fiyatları kesikli polyester ikamesini teşvik etmektedir, fakat bu durum pamuk fiyatlarında düşüşü yavaşlatmaktadır.



Şekil 1.5. Dünya kesikli polyester üretimi [8].

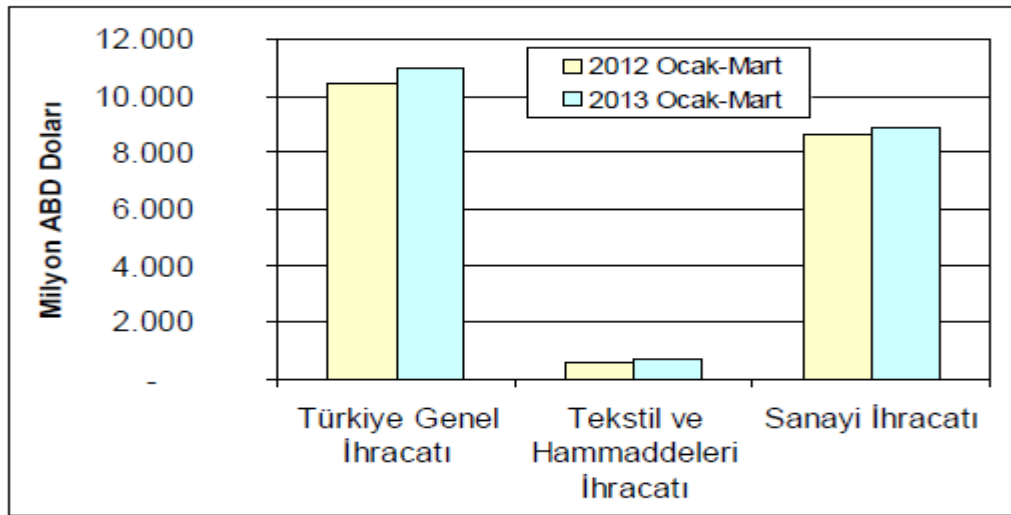
Dünya filament polyester üretimi incelendiğinde üretim geçen 10 yıl süresince ortalama % 8.2' lik bir artış göstermiştir (Şekil-1.6). Filament polyester üretiminde 2010 yılında dünyadaki toplam üretimin % 72' si Çin'e aittir. Son 10 yıl içinde üretim, batı Avrupa'da % 9.4 azalmıştır.



Şekil 1.6. Dünya filament polyester üretimi [8].

1.1.Tekstil ve Konfeksiyon Sektörünün Durumu

2013 yılının ilk çeyrek döneminde tekstil ve konfeksiyon sektörü birlikte değerlendirildiğinde, toplam 6,4 milyar dolarlık toplam ihracat rakamı ile Türkiye’de en fazla ihracat yapan bir numaralı sektör konumundadır [9].



Şekil 1.7. Türkiye genel ihracatında tekstil ve konfeksiyonun miktarı [9].

2013 yılının Ocak-Mart döneminde elyaf, iplik, dokuma kumaş, örme kumaş, ve dokusuz yüzeyler olarak belirlenen tekstil ürün gruplarında ihracat incelendiğinde, ürün grupları bakımından yalnızca elyaf ihracatı kaleminde düşüş görülmüş olup (-16,9 %), iplik, dokuma ve örme kumaş kalemlerinde % 7,7 ile % 12,1 arasında değişen oranlarda artış görülmüştür (Tablo-1.2).

2012 yılının Mart ayında % 73,1 olan imalat sanayii kapasite kullanım oranı, 2013 yılının Mart ayı itibarıyla % 72,7' ye gerilemiştir. Buna göre, imalat sanayiinde kapasite kullanım oranı 2012 Mart ayına göre % 0,5 oranında düşmüştür. Tablo 1.3'de imalat sanayii ve tekstil ve konfeksiyon sanayisinin kapasite kullanım oranları görülmektedir. Tekstil ve konfeksiyon sektörünün kapasite kullanım oranları 2000 yılından bugüne kadar ortalama % 80' ler civarında iken 2009 yılında % 67.5 olarak en düşük seviyeyi görmüştür. Bu durumun oluşmasında küresel ekonomik krizin etkisinin olduğu düşünülmektedir.

Tablo 1.2. Belli başlı ürün grupları bazında tekstil ihracatı.

Belli Başlı Ürün Grupları Bazında Tekstil İhracatı				
OCAK-MART				
2012-2013				
Birim:1000ABD \$	2012	2013		
	Ocak-Mart	Ocak-Mart	Pay %	2012/2013 Değişim%
Sentetik-Suni Devamsız Lifler	110.109	83.608	4.0	-24.1
Pamuk Lifleri	53.238	49.473	2.4	-7.1
Yün ve İnce- Kaba Hayvan Kılları	8.863	10.143	0.5	14.4
İpek Lifi	220	-	-	-
Elyaf İhracatı	172.442	143.262	6.9	-16.9
Sentetik-Suni Filament İplikleri	132.253	148.831	7.2	12.5
Sentetik-Suni Devamsız Liflerden İplikler	131.016	144.918	7.0	10.6
Pamuk İpliği	119.623	124.994	6.0	4.5
Yün ve İnce-Kaba Hayvan Kıllarından İplikler	13.935	12.078	0.6	-13.3
Bitkisel Liften İplik	1.383	1.319	0.1	-4.6
İpek İpliği	41	94	0.0	128.5
İplik İhracatı	398.252	432.235	20.8	8.5
Pamuklu Dokuma Kumaş	255.711	328.659	15.8	28.5
Sentetik-Suni Filament İpliklerden Dokuma Kumaş	243.231	246.089	11.9	1.2
Sentetik-Suni Devamsız Lif. İpliklerden Dokuma Kumaş	95.182	95.047	4.6	-0.1
Yün ve İnce-Kaba Hayvan Kıllarından Dokuma Kumaş	25.928	25.859	1.2	-0.3
Bitkisel Liften Dokuma Kumaş	5.712	5.617	0.3	-1.7
İpekli Dokuma Kumaş	526	549	0.0	4.3
Dokuma Kumaş İhracatı	626.289	701.820	33.8	12.1
Diğer Örmek Kumaş	221.534	234.089	11.3	5.7
Örmek Kumaş (eni 30cm geömeyen örmek kumaşlar, % 5 elastomerik veya kauçuk iplik içeren eni 30 cm geöen ve geömeyen örmek kumaşlar)	108.502	127.630	6.2	17.6
Çözgölü Örmek Kumaş	43.965	57.971	2.8	31.9
Örmek Tüylü Kumaş	13.710	12.685	0.6	-7.5
Örmek Kumaş İhracatı	387.711	432.375	20.9	11.5
Dokusuz Yüzeyler(Nonwoven)	86.048	92.669	4.5	7.7
Diğer Tekstil Ürünleri İhracatı	271.593	271.264	13.1	-0.1
Türkiye Toplam Tekstil İhracatı	1.942.334	2.073.625	100.0	6.8

Tablo 1.3. İmalat sanayi kapasite kullanım oranı – Nisan 2013 [9].

Tekstil ve Konfeksiyon Sektörlerinde Kapasite Kullanım Oranı						
Yıllar	İmalat Sanayiinde Kapasite Kullanım Oranı %	Yıllık Değişim %	Tekstil Ürünleri İmalatında Kapasite Kullanım Oranı %	Yıllık Değişim %	Giyim Eşyası İmalatında Kapasite Kullanım Oranı %	Yıllık Değişim %
2000	75,9		79,4		82,7	
2001	70,9	-6,6	76,2	-4,0	79,0	-4,5
2002	75,4	6,3	82,5	8,3	84,1	6,5
2003	78,3	3,8	81,0	-1,8	84,7	0,7
2004	81,2	3,7	80,4	-0,7	83,5	-1,4
2005	80,3	-1,1	80,8	0,5	81,7	-2,2
2006	81,0	0,9	80,6	-0,2	82,5	1,0
2007	81,8	1,0	81,5	1,1	83,6	1,3
2008	78,1	-4,5	75,7	-7,1	80,2	-4,1
2009	65,0	-16,8	67,5	-10,8	67,3	-16,1
2010	75,6	16,3	80,1	18,7	78	15,9
2011	75,4	-0,3	76,6	-4,4	76,4	-2,1
2012	74,2	-1,6	78,0	1,8	77,8	1,8
2012 Mart	73,1		75,3		76,5	
2013 Mart	72,7	-0,5	78,0	3,6	76,5	0,0

1.2. Çalışmada Kullanılan Lifler Hakkında Genel Bilgiler

Bu çalışmada materyal olarak pamuk, polyester, coolmax, bambu, viskon, viloft, modal, promodal, tencel lifleri kullanılmıştır. Bu liflerle ilgili genel bilgiler ve çalışmada kullanılan bu elyafların karakteristik özellikleri sırasıyla verilmektedir.

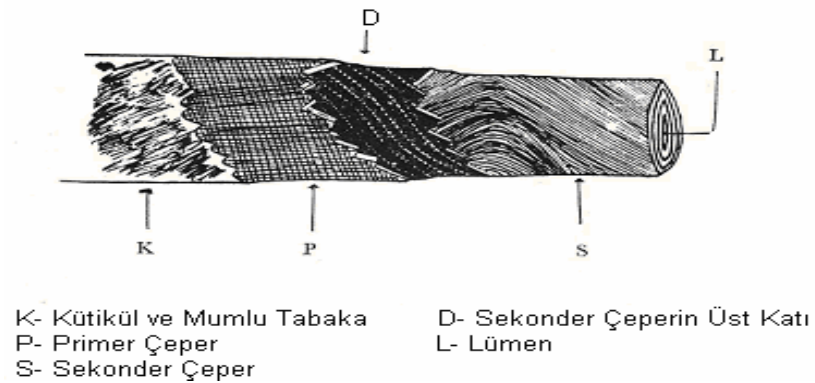
1.2.1. Pamuk

Pamuk lifi tekstilde kullanılmaya başlandığı günden bu yana giderek önem kazanan ve günümüzde de önemini hala koruyan bir tekstil hammaddesidir. Pamuk; esas yapısı selüloz olan ve Gossypium ailesine mensup pamuk bitkisinin tohumuna bağlı olarak bulunan doğal, tek hücreli bir tohum lifidir [10]. Nem çekme özelliğinin iyi olması, kuru ve yaş mukavemetlerinin yüksek olması ve aşınmaya karşı gösterdiği direnç nedeni ile tekstil sanayisinde yoğun olarak kullanılan pamuk lifi, erkek ve bayan dış giyim, iş kıyafetleri, iç giyim gibi oldukça yaygın kullanım alanlarına sahiptir [11].

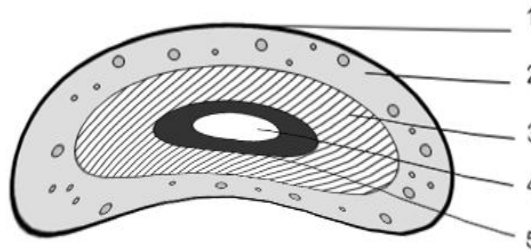
Pamuk bir yıllık bir bitkidir. İlkbaharda ekilen tohumdan, üretim şartlarına göre boyu en fazla 1 metreye varan bir bitki elde edilir. Koza adı verilen tohum zarfının, olgunluğa erişme süresi içinde, tohumlar üzerinde uzun ve ince lifler oluşur. 10 gün sonra da bu tohumlar üzerindeki uzun liflerin yanında, kısa tüyler meydana gelir. Bunlara ‘‘pamuk

linteri” adı verilir. Çiçekten sonra kozanın olgunlaşması 40-45 gün sürer. Olgunlaşma sırasında lif, çekirdeğe bağlı ince bir kabuk veya boş bir tüp gibidir. Primer duvar denilen bu kısım doğal yağ ve vakslardan oluşmuştur. Olgunlaşma sırasında bu dış duvar içine sekonder duvar denilen selülozdan duvarlar örülür. Kozanın olgunluğa eriştikten sonra çatlar ve pamuk tohumları bir lif kütleli kaplı bir halde açığa çıkar. Çiğit de denilen her bir pamuk tohumu üzerinde 10.000-20.000 kadar lif vardır. Kozanın açılmasından önce renksiz denecek kadar parlak olan lifler, havaya çıktığı andan itibaren su kaybederler; hücre sıvısı buharlaşır. Rengi donuklaşır ve enine kesiti dairesel halden bir tarafı göçmüş bir hale geçer [3].

Pamuk lifinin boyuna ve enine kesiti Şekil 1.8 ve 1.9’ da verilmektedir. Pamuk kesitinin en dışında yağ ve vakslardan oluşan "kütikül" adı verilen ince bir tabaka yer almaktadır. Bu tabakanın hemen altında selülozdan yapılmış fibrillerden oluşan primer hücre duvarı bulunmaktadır. Daha sonra ise merkeze doğru lifin bütün kütleli oluşmasını oluşturan ve yine selülozdan yapılmış olan sekonder hücre duvarı görülmektedir.



Şekil 1.8. Pamuk lifinde dıştan içe doğru tabakaların şematik görünüşü [3].

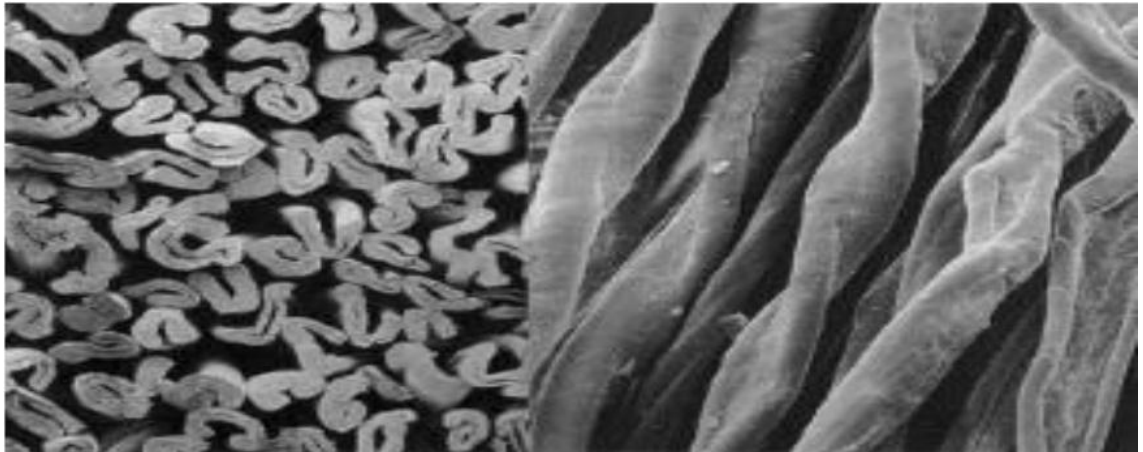


Şekil 1.9. Pamuk lifinin enine kesiti

1. Kütikül 2. Primer duvar 3. Sekonder duvar (% 94’ e varan selüloz oranı) 4.Üçüncü duvar 5. Lümen [11].

Pamuk lifinin en dış katmanını saran kütikül, lifi koruyan çok ince bir çeperdir. Bileşimi tam olarak bilinmemekle beraber vaks ve pektini içerdiği bilinmektedir. Primer çeper asıl olarak selülozdan oluşur. Ancak primer çeperin selülozu fibriler bir yapıya sahiptir [11].

Pamuklu materyale uygulanan ön terbiye işlemleri sayesinde selüloz yüzdesi % 99' a kadar ulaşır. Pamuk liflerinin mikroskop altında enine ve boyuna kesit görüntüleri Şekil 1.10' da verilmektedir. Ham pamuk lifi mikroskop altında düz bir şerit şeklinde görünmektedir. Lifin bükülmesi ile oluşan ve lifin cinsi bakımından çok önemli olan kıvrımlara torsiyon adı verilmektedir. Büklüm her pamukta aynı değildir. Büklüm kontrolü ile lifin olgunlaşıp olgunlaşmadığı anlaşılır. Olgunlaşmış liflerdeki torsiyon sayısı 60-160 adet/cm'dir [3].



Şekil 1.10. Pamuk lifinin enine ve boyuna SEM görüntüsü [12].

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

Pamuk Liflerinin Kimyasal Özellikleri

Pamuklu tekstil endüstrisi pamuk liflerinin kalitesini saptarken yalnız fiziksel özelliklerini göz önünde tutmaktadır. Bununla beraber lif kalitesi üzerine kimyasal yapının da büyük rolü olduğuna şüphe yoktur. Pamuk liflerinin bünyesinde selülozdan

başka; su, azotlu maddeler, mineral maddeler, şeker, pektin ve renk maddeleri mevcuttur. Olgun pamuk lifinin kimyasal bileşimi Tablo 1.4' te verilmiştir [13].

Tablo 1.4. Pamuk elyafının bileşimi [13].

Pamuk elyafının bileşimi % ağırlık	Ortalama	En Az	En Çok
Selüloz	94,0	88,0	96,0
Protein (<i>N</i> 6,25)	1,3	1,1	1,9
Pektin maddesi	1,2	0,7	1,2
Mum (alkol ve organik asitler)	0,6	0,4	1,0
Kül maddesi	1,2	0,7	1,6
Şekerli maddeler	0,3	-	-
Pigment	Eseri	-	-
Diğer (<i>B</i> ₁ , <i>B</i> ₆ Vitaminleri, Sidrik, Malik asit, biotin v.b.) maddeler	1,4	-	-
Toplam	100	-	-

Moleküler yapıda kristalin bölgenin amorf bölgeye oranı lifin kimyasal ve fiziksel özelliklerine etki eder. Liflerde kristallenme oranı yükseldikçe sertlik derecesi artarken eğilme ve bükülme yetenekleri azalır. Bunun gibi lifler kimyasal maddelere karşı daha dayanıklı olurlar. Buna karşın liflerde amorf yapının artması sertliği azaltırken eğilme ve bükülme yeteneklerini de artırır. Sulu çözeltilerin lif içerisine nüfuz etmesi kolaylaşır. Dolayısıyla lifin kimyasal maddelere karşı dayanıklılığı azalmış olur. Tekstilde kullanılan selülozik esaslı liflerde makromolekül zincirleri aynı değildir. Doğal selülozik liflerdeki bu değer rejenere selülozik liflere kıyasla daha fazladır. Kristalin ve amorf oranlarının farklılığı ve polimerizasyon derecelerindeki değişiklikler, aynı kimyasal yapıya sahip olmalarına rağmen doğal ve rejenere selüloz lifleri arasında kimyasal ve fiziksel bakımdan farklılıkların oluşmasında ana nedendir [10].

Suyun Etkisi

Normal şartlarda soğuk yada sıcak suyun pamuk lif ve mamulleri üzerinde etkisi yok gibidir. Pamuk devamlı suretle kaynar suyun ve buharın etkisine maruz bırakılacak olursa fiziksel yapısında azda olsa bir değişikliğin meydana geldiği görülür. Uzun zaman kaynamaya tabi tutulan pamukların direkt boyaları absorbe etme kabiliyetleri artar, bazik boyaları tutma yetenekleri azalır [14].

Sıcaklığın Etkisi

Pamuk liflerinin ve mamullerinin en fazla 100-110 °C arasında ısıtılması gerekir. Çünkü 115 – 120 °C’ de pamukların rengi sararmaya, 180 °C’ de kahverengi olmaya başlar. 300 °C’ de tamamen kavrulur, karbonize olur.

Işığın Etkisi

Çeşitli ışıklar lif ve dokuma maddelerinin değişme ve bozulmaları üzerine etki eder. Rutubet gün ışığının etkisini arttırarak mamullerin daha çabuk bozulma ve tahrip olmasını sağlar. Işık etkisine doğrudan maruz kalan pamuklu mamuller ultraviyole ısınlarının etkisi ve havanın oksijeni yardımıyla kimyasal değişikliğe uğrayarak mukavemet ve sağlamlıklarından önemli derecede kaybederler [14].

Yükseltgen Maddelerin Etkisi

Yükseltgen maddeler ılıman koşullar altında selüloz elyafı ile çeşitli reaksiyonlar gösterirler. Selüloz makromoleküllerini oluşturan her bir glikoz yapı taşında yükseltgenecek çeşitli alkol grupları vardır. Bunlardan primer hidroksil gruplarının bir derece yükseltgenmesi ile aldehit, bunun da bir derece yükseltgenmesi ile karboksilli asit grupları oluşur. Eğer reaksiyon devam ederse yani glikoz yapıtaşında bulunan sekonder hidroksil grupları bir derece yükseltgenirse keton grupları meydana gelir ve oksiselüloz oluşur. İkincil hidroksil grupları daha zor şartlar altında yükseltgenirse (karbon-karbon) arasındaki bağları kopar ve moleküler bir parçalanma olabilir. Yükseltgeme devam ettiğinde altılı halka açılarak ester selülozu oluşumuna kadar etki devam eder. Bu da makromoleküllerin parçalanması demektir [10].

Bazların Etkisi

Bazlar pamuğu suya nazaran daha etkin bir şekilde şişirirler. Pamuk liflerine, alkalilerle soğukta muamele edilirse; liflerin şiştiği, lümenin daraldığı, lif yüzeyinin düzleştiği görülebilir. Bunun sonucunda lif mukavemeti artar, silindir şeklini alır ve şeffaflaşır, rengi parlaklaşır. Endüstride pamuk ve pamuklu kumaşlar sodyum hidroksitin bu etkisinden faydalanılarak mercerize edilir. Hidrofil pamuk oluşturmak için de bazlardan yararlanılır. Sıcak bazik ön işlem, pamuğun su emiciliğini arttırır [10].

Sulandırılmış alkali çözeltilerinin pamuk lifleri ve mamulleri üzerinde etkileri suyun etkisi gibidir.

Asitlerin Etkisi

Selüloz içeren liflere asitler kolaylıkla etki eder. Etki derecesi asitin cinsine, yoğunluğuna ve ısı derecesine bağlı olarak değişir. Organik ve madensel asitlerin pamuk ve selüloz üzerine olan etkisi aynı değildir.

Alkalilerin Etkisi

Sulandırılmış alkali çözeltilerinin pamuk lifleri ve mamülleri üzerinde etkisi yoktur. Pamuk ve mamulleri 20 – 25 bome yoğunluktaki alkalilerle muamele edilirse pamuk liflerinin şiştiği, lif kanalının kapandığı, lif yüzeyinin düzleştiği görülür. Bunun sonucunda lifin mukavemeti artar, silindir seklini alır, şeffaflaşır ve parlaklaşır.

Oksidan ve Redüktan Maddelerin Etkisi

Oksidan maddelerin etkisi bunların cinsine, yoğunluğuna, ısıya ve etki süresine bağlı olarak değişir. Genel olarak oksidan maddeler ağartma işleminde kullanılır. Pamuk genelde sodyumbisülfid ve sodyum sülfoksilat gibi redüktanlardan zarar görmez [14].

Pamuk Lifinin Fiziksel Özellikleri

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

İncelik: Pamukta uzunluktan sonra en çok aranan özelliklerden biri incelik. Pamuklarda incelik uzunluk gibi kalıtsal bir özelliktir. Pamuk lifinin çapı 6-25 μm arasında değişir. Liflerde uzunluk ve inceliğin belirlenmesi bu liflerden kaç numara iplik yapılabileceğini tahmin etmeye yarar. Uzunlukları aynı olduğu halde incelikleri değişik olan liflerden elde edilen iplik numaraları farklıdır. Genellikle ince liflerden ince iplikler elde edilir. Genel olarak uzun pamuk lifleri kısa pamuk liflerine göre daha incedir. Pamukta lif uzunluğu arttıkça incelik de artar [3].

Mukavemet: Pamuk liflerinde uzunluk ve incelikle beraber aranan özelliklerden biri de mukavemettir. Sağlam iplik sağlam pamuk liflerinden yapılacağı için mukavemet tekstilde en çok aranan bir özelliktir. Mukavim olan hammaddeler endüstri tarafından daima tercih edilir. Tekstil liflerinin mukavemeti en az 6 *CN / tex* ' tir.

Genellikle mukavemet ortalamaları yüksek olan pamuk liflerinden imal edilen iplikler sağlam olurlar. Fakat unutulmamalıdır ki bir ipliğin mukavemeti hiçbir zaman kendini oluşturan tek liflerin mukavemet toplamına eşit değildir [13].

Kesikli lif iplikler liflerin mukavemetinden % 25 ile % 75 arasında faydalanılarak bükümle tek vücut halinde bir arada tutulurlar. Bu sınırın normali % 30-50 arasındır [13].

Olgunluk: Olgunluk pamuğun selülozik çeper de denilen sekonder çeperinin kalınlığı yani gelişme derecesi ile ilgilidir. Bu çeper ne kadar kalın olursa lif o kadar olgun, ne kadar ince olursa da lif o kadar az olgun ya da ölüdür. Üretim sırasındaki olumsuz koşullar sebebiyle sekonder duvarların oluşumu olumsuz yönde etkilenir ve çeperler tam olarak gelişemez. İç tabakaları tam olarak gelişmemiş lifler, ince duvarlı ve bükümsüz görünüştedir. Bu tür liflere ölü pamuk da denilir. Bunlar, zayıf ve kırılğan olduklarından kumaş yüzeyinde az boyanmış benekler halinde görünürler. Boyama ve diğer kimyasal işlemlerde çözeltinin lif içerisine nüfus etmesi bakımından duvarların kalınlığı ve lümenin genişliği çok önemlidir. Olgun olmayan pamuk elyafı daha yumuşak tutumlu ve parlak görünüşlü olmasının yanında mukavemeti daha az ve neps sayısı daha fazladır. Olgun olmayan lifler iplik yapımı sırasında kopar, neps oluşturur ve görünümü olumsuz yönde etkilemektedir [3].

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

Yaylanma (Rezilyans) Özelliği: Pamuk lifi rezilyans yeteneği en düşük liftir. Elyafın bir basınç altında kalması ve ezilmesi sonrasında eski haline dönmesi güçtür. Bu sebeple de pamuk çok buruşur [10].

Nem alma: Pamuk elyafının yapısı göz önüne alındığında üzerinde yağ, mum gibi maddelerin olduğu görülür. Bu tür maddeler su ve nem almazlar. Bu durumda pamuk elyafı ham halde iken hidrofobtur. Ancak bazik işlemle bu tür maddeler pamuk elyafından uzaklaştırıldığında elyaf hidrofil özellik kazanmış olur [10].

Pamuk elyafının nem alma özelliği iyidir. % 100 rölatif nemde pamuklu materyal, % 25-27 oranında su çeker. Pamuk için ticari nem değeri % 8,5' tur.

Pamuk elyafında nem alma özelliğinin iyi olması, aldığı nemi biriktirmeden hemen kolayca vermesi, çabuk kuruması, kullanımı arttırıcı özellikler olarak dikkat çeker. Serinletici bir etki yaratır ve bu yüzden sıcak havalarda tercih edilir. Pamuktan yapılan giysilerde insan vücudunda oluşan ter, fark edilmeden ve rahatsız edici olmadan emilir.

Renk: Pamukların rengi kalıtsal bir özellik olup bağlı bulunduğu türe özgüdür. Ülkemizde yetiştirilen pamuklar beyaz renkli olmakla beraber, bazı dış etkenler bunların renk ve tonlarında değişiklikler meydana getirmektedir [3].

Sertlik ve yumuşaklık: Genellikle yumuşak tutumlu olan liflerin iplik olma yetenekleri yüksek olur. Pamukta yumuşak olan lifler ince, uzun ve daha fazla bükümlü olan liflerdir. Pamuk liflerinde uzunluk arttıkça incelik ve de büküm sayısı da artmaktadır. Bu nedenle de yumuşaklık artarken sertlik dereceleri de azalmaktadır [3].

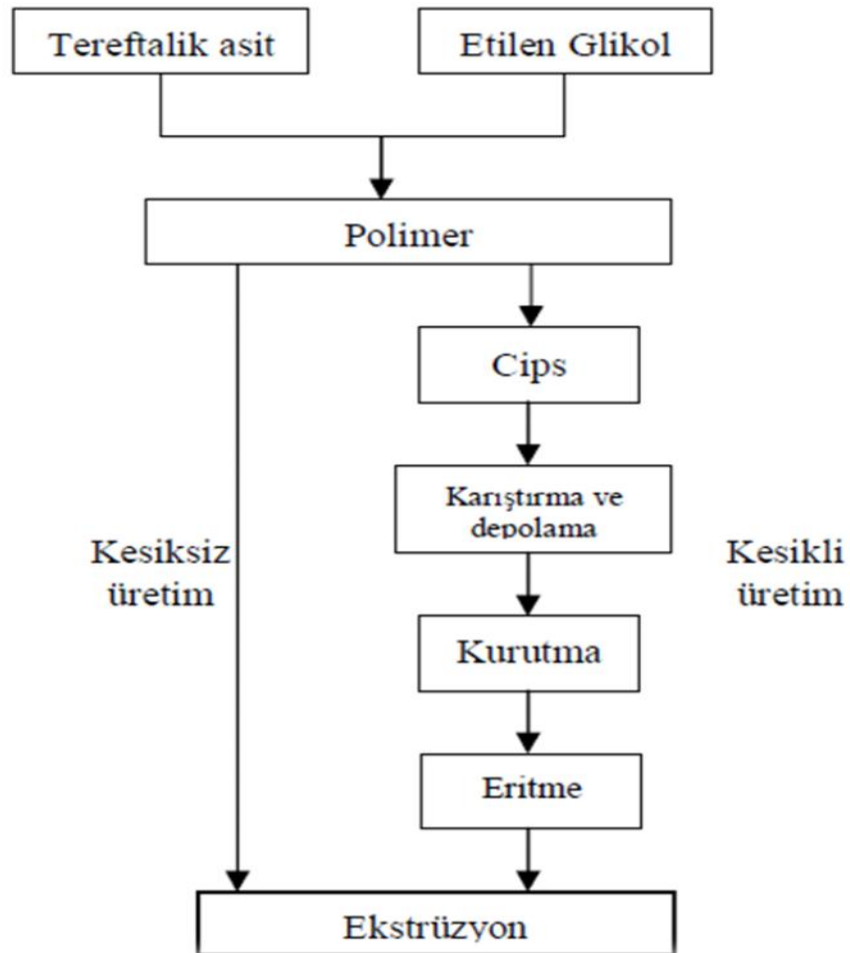
Parlaklık: Pamuk lifleri, yapısındaki bükümler sebebiyle pek parlak olmayan liflerdir. Pamuk liflerinde parlaklık lif uzunluğuna bağlı olarak artar. Ayrıca pamuktaki parlaklığı arttırmak için merserizasyon işlemi yapılır. Merserizasyon işlemi ile lifteki kristalin bölgeler şişer, bükümler açılır ve parlaklık artar. Bu işlem ayrıca pamuğun boya alma özelliğini de arttırır [3].

Diğer özellikler: Tüm bu yukarıda sayılan özelliklerin yanında pamukta statik elektriklenme ve pilling problemleri yoktur. Pamuk elyafının yoğunluğu ortalama olarak $1,55 \text{ g/cm}^3$ tür [10].

1.2.2. Polyester

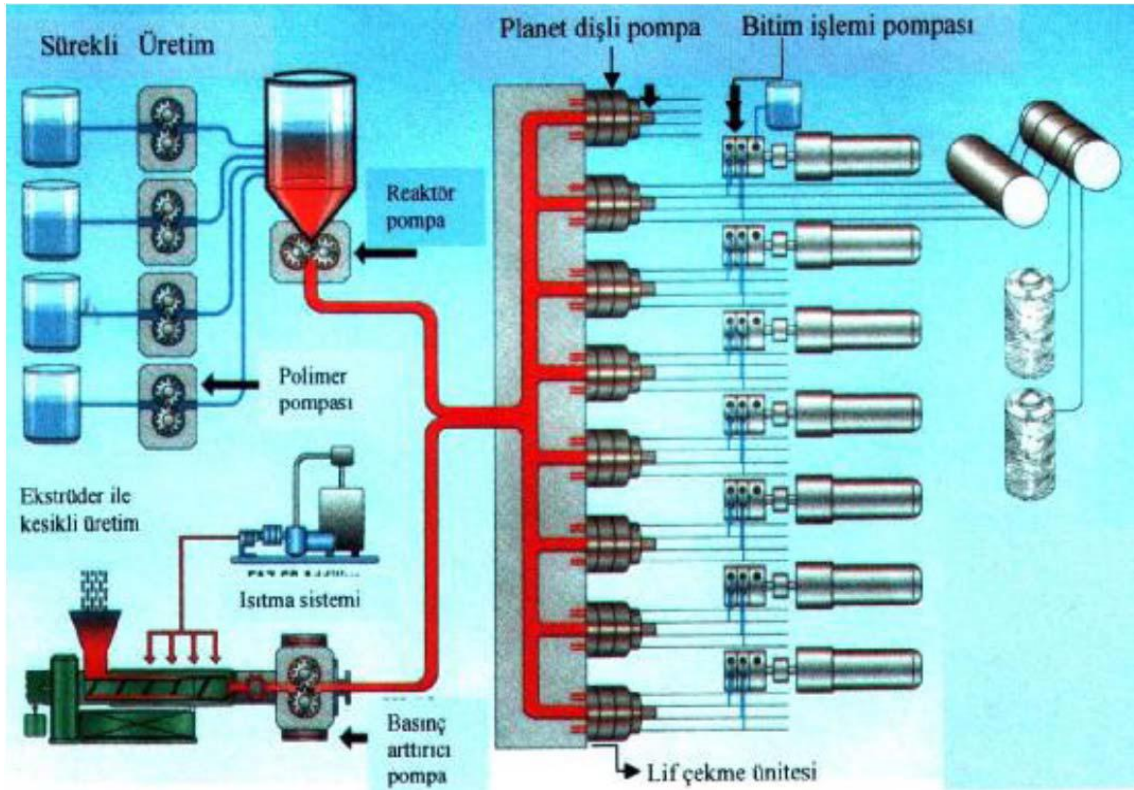
Sentetik bir lif olan polyester, tetreftalik asit ve etilen glikolün polimerizasyonu ile oluşan polietilentereftalat (PET) polimerinin eriyikten çekilmesi ile elde edilir.

Polyester polimerin oluşturulmasından hemen sonra veya polimerin katılaştırılmasından elde edilen cipslerin ekstrüderde eritilmesiyle de üretilebilmektedir. Polimer üretiminden hemen sonra filament üretimine geçilen kesiksiz entegre üretimde polimer direkt olarak eriyikten çekme ünitesine gelir. Kesikli üretimde ise polimer elde edildikten sonra cips denilen küçük katı parçacıklar haline getirilir ve üretilecek yere sevk edilir. Polimer granülleri veya cipsleri eriyikten lif çekimi için başlangıç maddesini oluşturduğunda ilk olarak kurutulur ve ekstrüderde eritilir. Kontinü (sürekli) lif çekiminde polimerizasyon ile üretilen homojen ve çekilebilir eriyik direkt olarak dişli pompa aşamasında lif çekim makinesine yollar [15].



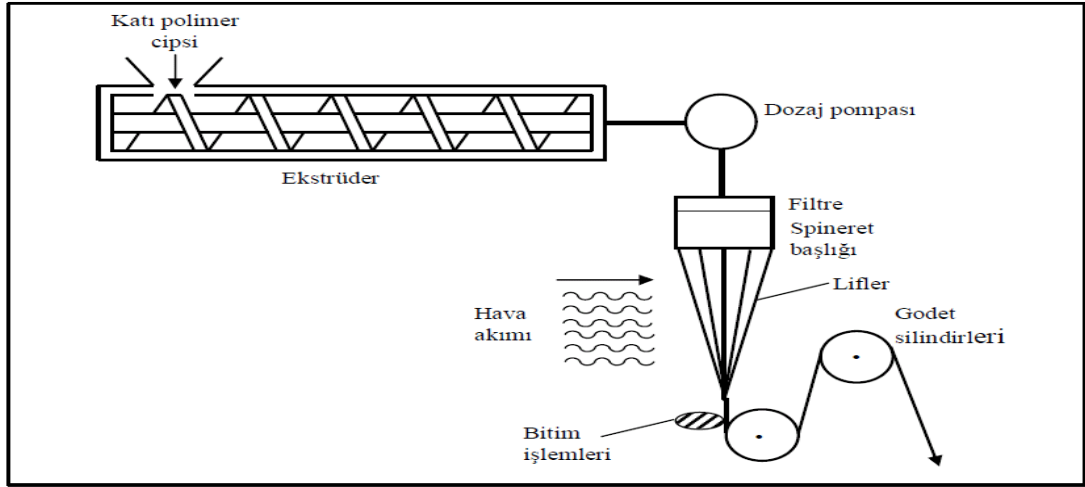
Şekil 1.11. Polyester eriğinin elde edilmesi.

Sürekli üretim ve ekstrüderle yapılan kesikli üretim ise Şekil 1.12’ de bir arada gösterilmektedir Kesikli ve sürekli üretim hattından belli bir sıcaklık, basınç, debi, viskozite değerindeki polimer 2...8 lif çekme ünitesine beslenir. Her bir lif çekme ünitesinde, düse ve filtreden önce, bir planet dişli pompa bulunmaktadır. Bu pompa her üretim sisteminde kullanılmasa da, hassas basınç ve sıcaklık değerlerini yakalamak için avantajlıdır. Filtreden geçerek düseye iletilen polimer, buradan nihai basınçta geçer ve soğutma bölümünde filament halini alır. Daha sonra bitim işlemleri yapılır. Bitim işlemlerinden sonra isteğe bağlı olarak şapnel lif üretilir veya filament halinde sarılarak iplik üretimi yapılabilir.



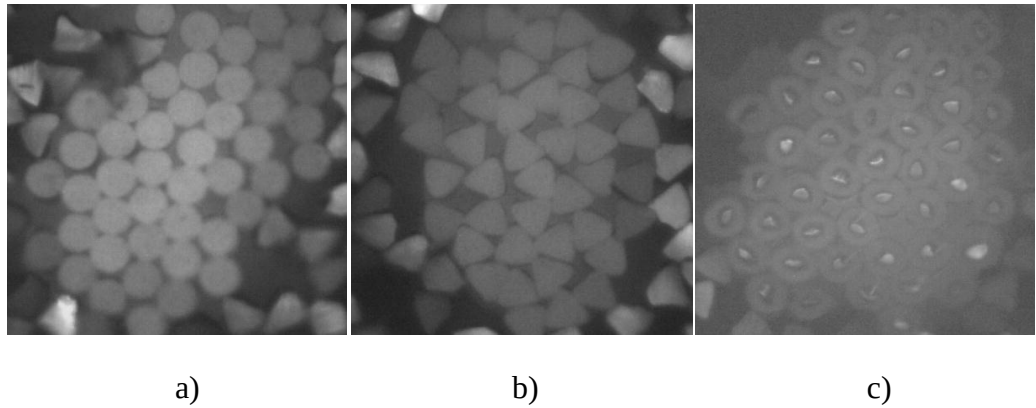
Şekil 1.12. Sürekli ve kesikli (ekstrüder ile) filament üretimi [3].

Şekil 1.13’ de ekstrüderin kullanıldığı eriyik çekme ünitesi şematik olarak gösterilmektedir. Eritme ızgaralarının kullanıldığı sistemden farklı olarak eritme işlemi burada ekstrüder ile gerçekleştirilir. Ekstrüderden dozaj pompasına iletilen polimer basınç kazanarak lif çekme ünitesine ulaşır ve çıkışta hava ile soğutulurak filament elde edilir [15].



Şekil 1.13. Ekstrüder ile eriyikten lif çekimi [15].

Farklı enine kesite sahip olan polyester elyafları Şekil 1.14’ de gösterilmektedir. Polyester liflerinin enine kesitleri düse şekline bağlı olmakla birlikte çoğunlukla daireseldir. İstendiği takdirde değişik düse şekillerinde de (üçgen, yıldız, yarım ay gibi) üretilebilmektedir. Boyuna kesitleri ise düzgün ve pürüzsüz olup cam çubuğa benzemektedir [3].



Şekil 1.14. Polyester liflerin kesit görüntüsü a) Round kesit görüntüsü b)Trilobal kesit görüntüsü c) İçi boş round kesit görüntüsü [16].

Polyester, sentetik lifler içerisinde yaklaşık % 73’ lük bir pay ile en fazla kullanım oranına sahip olan liftir. Polyesterin dünya toplam lif pazarının yaklaşık % 46’ sını oluşturduğu bilinmektedir [4]. Polyester iplikler giyim, ev tekstili, perdeler, döşemelik

kumaş, battaniye, özel dikiş iplikleri, kürk imitasyonları gibi çok çeşitli alanlarda kullanıldığı gibi teknik tekstil alanında koruyucu kumaşlar, tenteler, brandalar, filtre, keçe, yelken bezi üretimi gibi alanlarda da kullanılmaktadır [3].

Polyester Liflerinin Fiziksel Özellikleri

Polyester lifleri daha çok dairesel enine kesitte üretilmesine karşın, özel amaçlı bazı polyester liflerinin kesitleri farklı olabilir. Polyester liflerinin üst kısmı pürüzsüz olup, cam çubuğa benzer. Renkli olanları; pigment içerdiklerinden dolayı mikroskop altında lekeli ve benekli görülürler.

Mukavemetleri üretim şekillerine bağlı olarak değişirler. Filament halindeki standart polyester lifler kuru halde 4-5 g/denye mukavemete sahip olup, ıslak halde mukavemet değeri değişmez. Yüksek mukavemetli liflerde mukavemet 6,4-8 g/denye arasında olabiliyorken, stapel liflerde ise 5,5 – 6,5 g/ denye arasında değişmektedir.

Polyester liflerinin uzama oranı, standart filamentlerde % 15-30 iken stapel liflerde % 30 – 50 arasında değişebilmektedir. Buna ek olarak yüksek mukavemetli liflerde kopma uzama oranı % 8-11 arasında iken yüksek mukavemetli ştapellerde ise % 20-30 arasında olur. Liflerin uzama yetenekleri üzerinde rutubetin etkisi görülmez [17].

Polyester liflerinin başlangıç elastisite modülleri oldukça yüksek olup, germeye karşı direnç gösterirler. Bu nedenle gerdirilerek uzatılmaları güçtür. Öte yandan % 1 oranında uzatılmış liflerin elastik düzelme değeri % 100 iken % 3 oranında uzatılmış liflerde elastik düzelme değeri % 90' dan biraz fazladır. Uzatma oranı arttıkça kalıcı uzunluk oranı da artar. Bu özellik, liflerin oryantasyonu ile de orantılıdır.

Polyester liflerinin ticari rutubet miktarı % 0,4 olup, rutubet liflerin mukavemet ve uzama değerlerine etki yapmaz. Bu lifler kaynayan suda veya sıcak buhara maruz kalırsa polyester polimeri hidrolize olmaya başlayacağından, fiziksel özelliklerinde yavaş yavaş bozulmalar görülebilir.

Polyesterin erime sıcaklığı 260 °C olup, 230 – 240 °C arasında yapışkanlık özelliği gösterir. Polyester lifleri -40 °C de mukavemetinde % 6 oranında, uzama yeteneğinde ise % 30 oranında azalma gösterir. Buna karşılık -100 °C' de mukavemetleri %50 artarken, uzamaları ise % 35 oranında düşer. Polyester lifleri 150 °C'ye kadar

ısıtıldığında renklerinin hafifçe bozulduğu görülür. 180 °C’ de ise lifler mukavemetlerinin % 50’ sini kaybeder [17].

Filament iplikler, 100 °C’ de ısıtılınca % 3 oranında, 150 °C’ de ise % 10 oranında büzülme gösterir. Filament ipliklerin kaynar sudaki büzülme oranı ise yaklaşık olarak % 6 civarındadır. Ayrıca gün ışığına karşı dayanıklıdır, ancak gün ışığı altında uzun süre kalınca mukavemette azalma başlar.

Polyester Liflerinin Kimyasal Özellikleri

Polyester liflerinin hafif ve zayıf asitlere karşı dayanıklılıkları iyidir. Bunlara sıcakta da dayanırlar. Kuvvetli asitlerle muamele edildiğinde hidroflorik asit dahil soğuğa karşı dayanıklıdır. Öte yandan zayıf alkalilere dayanıklılığı iyidir; fakat kuvvetli alkalilere dayanımı iyi sayılmaz.

Bu liflerin sülfirik asit çözeltilerine karşı dayanımı çok iyi olup yüksek ısıda kolay kolay etkilendiği görülür. Polyester lifleri alkalilerin birçoğundan; ketonlardan sabunlardan, deterjan maddelerinden ve kuru temizleme maddelerinden zarar görmezler.

Az rutubet absorbe etmesi sayesinde elektrik iletkenliği düşüktür. Yüksek sıcaklıkta liflerin yumuşaması ve erimesi izolator olarak kullanılmasını sınırlar, ancak düşük sıcaklıkta izole yeteneği iyidir.

Güve ve zararlı böceklerden etkilenebilir. Aynı zamanda küf ve mantar gibi mikroorganizmalardan da zarar görmez.

Kaynar suda büzülme özelliği göstermesi yanında; aynı şekilde aseton, kloroform, trikloretilen gibi birçok organik eriticilerden kaynama noktasında etkilenecek şekilde büzülürler. Bunların dışında lifler sıcak fiksaj işlemine tabi tutulmuşlar ise bu etkenler karşısında ve kaynar suda büzülmezler [17].

Polyester lifleri yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi kimyasal maddelere karşı oldukça dayanıklıdır. Ancak fenol, bu liflere her türlü sıcaklıkta zarar verebilir.

1.2.3. Coolmax®

Coolmax 1986' dan bu yana tekstilde kullanılan bir polyester elyafıdır. Coolmax iplik ve kumaş plastik şişe gibi geri dönüşümlü kaynaklardan da elde edilir. Özel olarak tasarlanmış olan coolmax, ticari bir isimdir.

Coolmax elyafı, enine kesitinin kanallı olmasından dolayı, kılcallık etkisiyle terin dışarı hızlı olarak atılmasına yardımcı olmaktadır. Bu özelliğinden dolayı konfor sağlayan bir elyaf olduğu söylenebilir. Teri dışarı atarak hızlı kuruma özelliğine sahip olan Coolmax, ayrıca rahatlık, yumuşaklık ve serin tutma özelliklerini de barındırmaktadır [18].

Bu yüksek hava ve nem transferi özelliğine sahip ticari bir kumaştır. Polyester (PES) veya poliamit (PA) dan üretilir. Lif özel bir mikrokanaallı kesite sahiptir (Şekil-1.15). Böylece konvansiyonel PES ve PA'' ya nazaran kişiye daha az terden kaynaklanan ıslaklık hissini verir. Çamaşır makinesinde yıkanabilmektedir.

Egzersiz esnasında terlemesi yoğun olan atletler için ürün, kumaştan terin çabuk buharlaşmasına izin vererek ve nefes almasını sağlayarak atletleri kuru tutar. Performans veya teknik bir kumaş olarak bilinen coolmax ürünleri esas olarak, bisiklet sürme, koşma veya aerobik gibi yüksek düzeyde zorlama gerektiren faaliyetler sırasında kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

Coolmax kumaşlar makinede yıkanabilir, kurutulabilir ve yıkamanın ardından hızlıca kuruyabilir özelliktedir.

Coolmax lif üretim prosesi Şekil 1.15' de gösterilen polyester eriği üretim prosesiyle aynıdır. Coolmax liflerin polyester üretiminden farklılığı kullanılan düse şeklinden kaynaklanmaktadır.

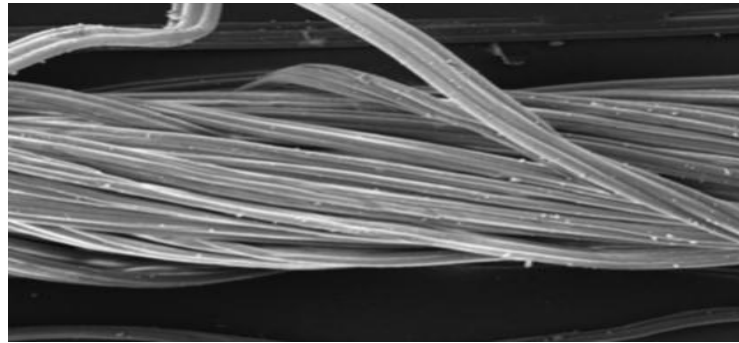


Şekil 1.15. Coolmax lifi kesit şekli [19].

Şekil 1.16’ da coolmax lifinin kesit şekli, Şekil 1.17’ de ise bu lifin SEM görüntüsü görülmektedir. Lif bu şekli sayesinde yüzey alanının genişletilmesiyle birlikte terin daha hızlı bir şekilde buharlaşmasına imkan sağlamaktadır.



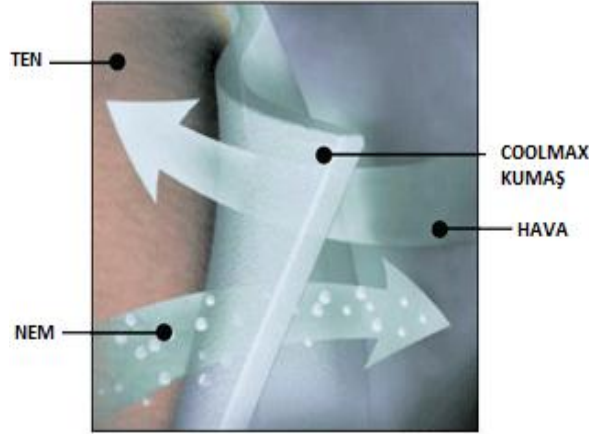
Şekil 1.16. Farklı kesitlerde coolmax lifleri [20].



Şekil 1.17.Coolmax ipliğinin SEM görüntüsü [21].

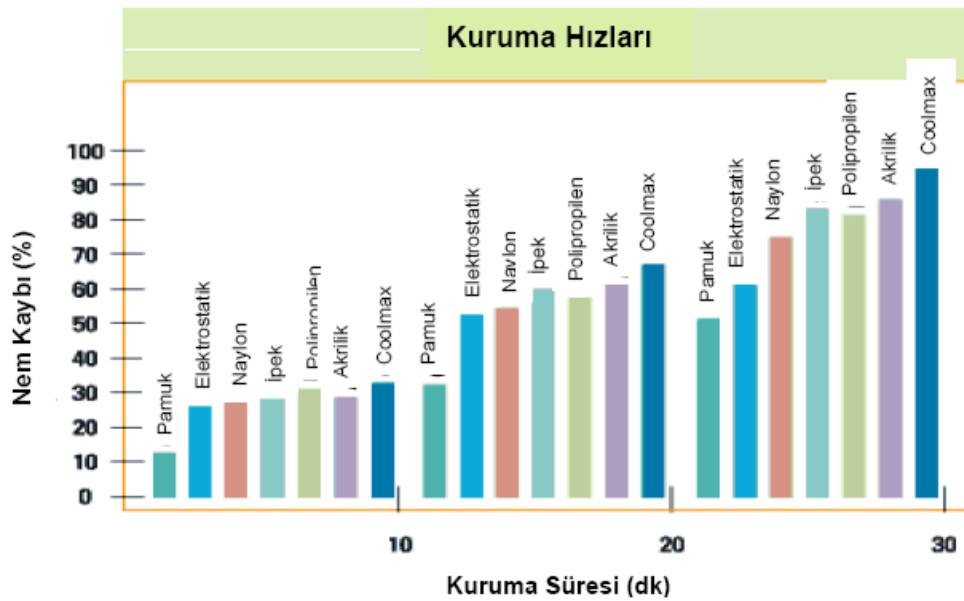
Nem transferi diğer kumaşlara oranla daha üstün olan Coolmax’ ın, vücut ısını ve kalp atışını düşük tuttuğu yapılan testlerle kanıtlanmıştır. En büyük özelliği, farklı kumaşların özelliklerini bir arada toplamasıdır. Bu sayede, performans halindeki sporcunun teri vücutta kurumadan kumaşın kendine has özelliğiyle dışarı transfer edilmekte, formanın ağırlaşması engellenmektedir. Bu özellik sayesinde sporcunun performansı, ter ve forma ağırlığı gibi etkenlerden kurtularak artmaktadır [1].

Şekil 1.18’ de coolmax elyafından oluşan bir kumaşın nem transferi ve hava geçirgenliği gösterilmektedir.



Şekil 1.18. Coolmax kumaşlarda nem transferi [22].

Şekil 1.19’ da çeşitli liflerin 10dk, 20dk ve 30dk süre ile kuruma davranışları görülmektedir. 10dk’ lık kurutmanın sonucunda Coolmax lifinin nem kaybı % 33 olurken pamuk lifinde bu oranın % 11, polipropilen lifinde ise % 27 olduğu görülmektedir. 30 dk sonunda coolmax üzerindeki nemin neredeyse tamamını kaybederken, pamuk % 50’ sini, polipropilenin ise % 80’ ini kaybetmiştir. Diğer liflerle karşılaştırıldığında coolmax’ın en iyi kuruma davranışına sahip olduğu anlaşılmaktadır.

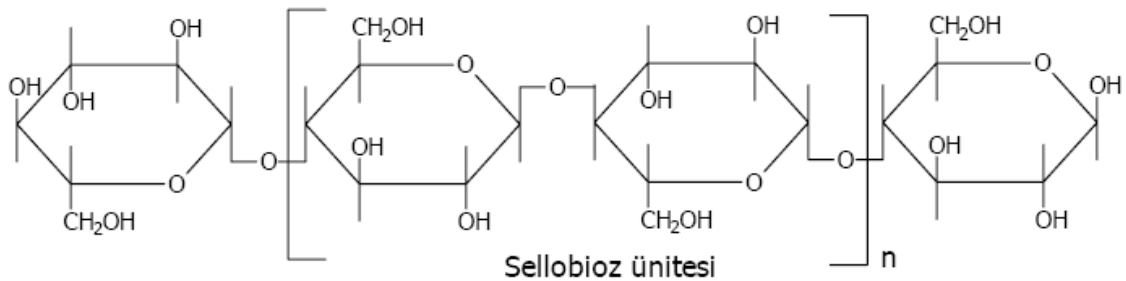


Şekil 1.19. Coolmax elyafının kuruma özelliğinin diğer liflerle kıyaslanması [1].

1.3. Rejenere Selülozik Lifler

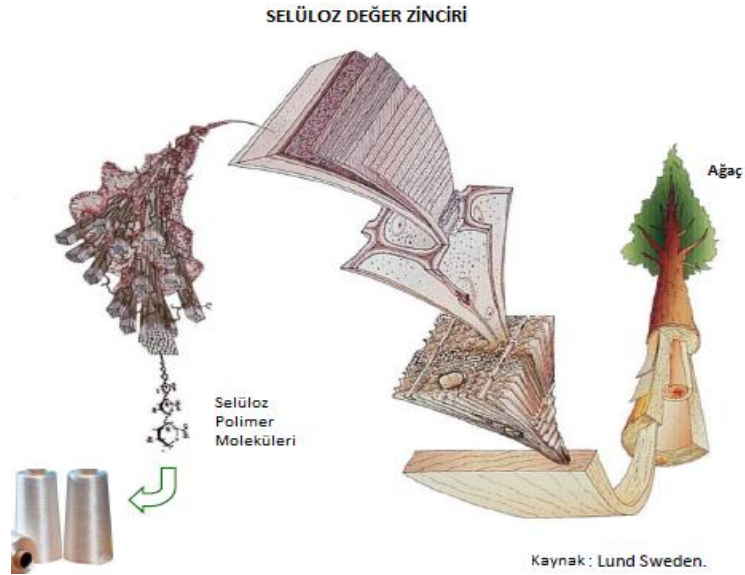
Doğal polimerlerden elde edilen yapay liflerin diğer adı rejenere liflerdir. Bu liflerin polimerleri doğada mevcuttur ve lif haline dönüştürülürken kimyasal yapılarında bir değişiklik oluşmaz. Sadece fiziksel yapıları değişikliğe uğrar. Bunun sonucunda da bazı yeni özelliklere sahip olurlar [26]. Selülozik esaslı lifler rayon lifleri ile üretime başlayan ilk insan yapımı lifler arasındadır. Selülozik lif üretimi için prosesler, selülozun polimer zincirlerinin bozundurulmasıyla başlatılmıştır. Rayon prosesinde selüloz ilk kez çözülebilir hale getirilmiş olup, bir farklı kristalin form içerisinde orijinal selüloz moleküler yapısı rejenere edilmiştir [27].

Doğada en bol bulunan bir materyal olan selülozun rejenerasyonu ile elde edilen ve “Rejenere Selülozik” başlığı altında toplanan selüloz esaslı lifler, selülozik liflerin üretimlerinin kolaylığı, düşük yoğunluğa sahip olmaları, içeriklerinde düşük metal iyonları bulunması gibi özel karakteristikleri ile karbon lifleri için en önemli öncülerden biri olduğu söylenebilir [27]. Şekil 1.20’ de selülozun kimyasal yapısı gösterilmektedir.



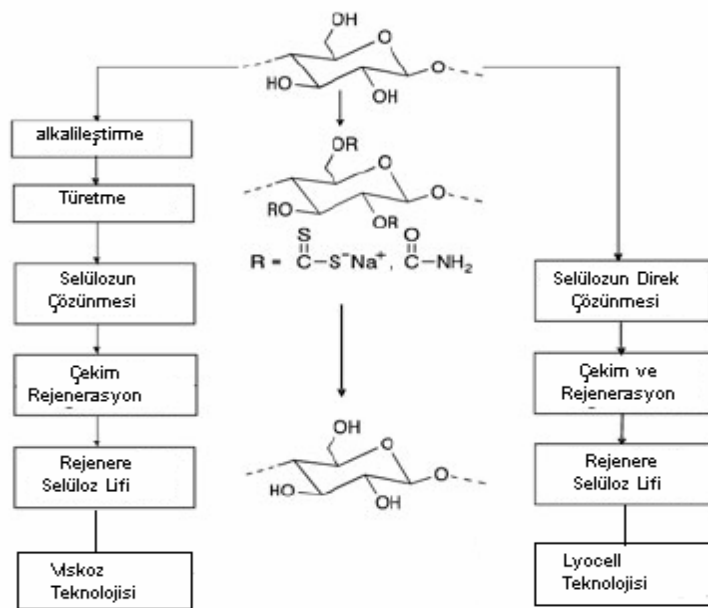
Şekil 1.20. Selülozun moleküler zinciri [28].

Şekil 1.21’ de selülozun değer zinciri gösterilmektedir. Ağaç ile başlayan zincirin son halkasında iplik oluşmaktadır.



Şekil 1.21. Selülozdan iplik oluşumu [29].

Şekil 1.22’ de rejenere selüloz liflerinden konvansiyonel yöntemle üretilen viskoz lifi üretimi ve yeni yöntem olan direk çözme prensibine dayanan lyocell lifi üretimi şematik olarak verilmiştir [27].

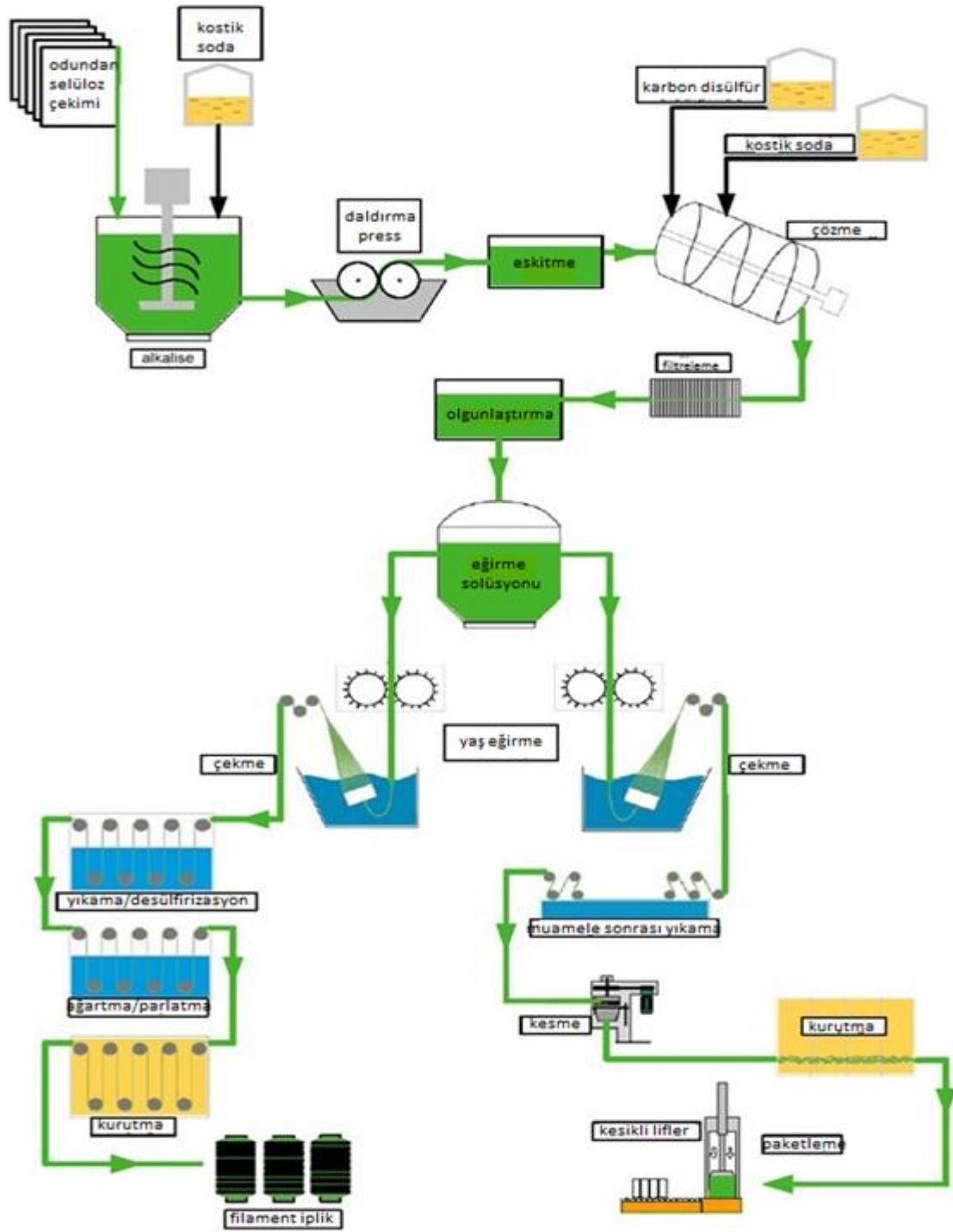


Şekil 1.22. Rejenere selüloz tekniğinin proses prensibi [27].

1.3.1.Viskon ve Viloft®

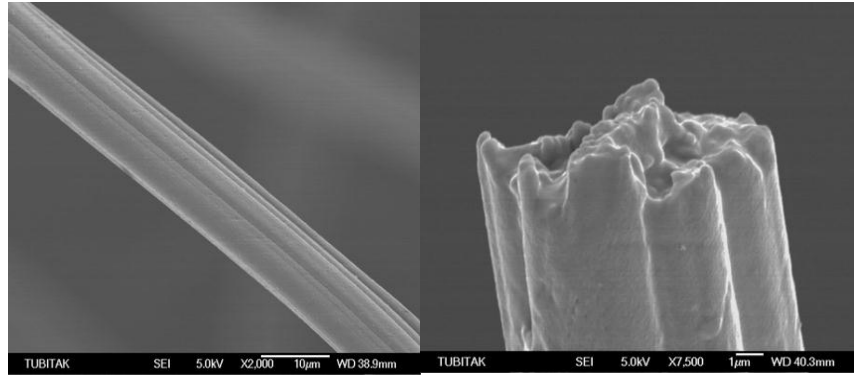
Viskonun hammaddesi kayın ağacıdır. Viskon üretimi sürecinde akışkan hale gelen selülozun yapısında, hemen hemen hiç kimyasal değişiklik olmaz. Filament olarak sertleştikten sonra yine selüloz olarak kalmaktadır. Bu özellikleriyle viskonun yapısı pamukla yüksek benzerlik gösterir.

Şekil 1.23’ de viskon/viloft elyaflarının üretim şeması gösterilmektedir. Viskon liflerinin hammaddesi selülozdur. Üretim için % 92-98 civarında selüloz içeren pamuk linteri ve odun selülozu kullanılır. Bu maddeler temizlendikten sonra kostik soda ile muamele edilerek alkali selüloz oluşturulur. Alkali selülozdaki fazla kostiğin uzaklaştırılması için mekanik presten geçer, ardından etki yüzeyini artırmak için mekanik parçalayıcıdan (eskitmeden) geçer. Daha sonra karbon disülfid ile işleme sokularak selüloz ksantata dönüştürülür ve seyreltik kostik soda çözeltisiyle çözülür. Elde edilen ham viskoz çözeltisi filtrelemenin ardından olgunlaştırma işlemine tabi tutulur sonra asit koagüle banyolarında çekilir ve böylece viskon filamentleri meydana gelir. Viskon lif çekimi sırasında hava kabarcıklarının düzeden çıkan elyafın kopmasına neden olmaması için lif çekimi vakumlu ortamda yapılır. Ayrıca filamentin yapışmasını önlemek için koagülasyon banyosundan geçirilir. Lifler üretildikten sonra germe işleminden geçer. Germe işlemi iki basamakta olmaktadır. Birinci basamakta % 10’ luk bir gerilim uygulanırken, ikinci bölgede % 50’ lik bir gerilim uygulanır. Daha sonra tow haline getirilen lifler ikinci bir banyodan geçerek kesmeye giderler. Burada yapılan kesimden sonra viskon lifi üretilmiş olur.



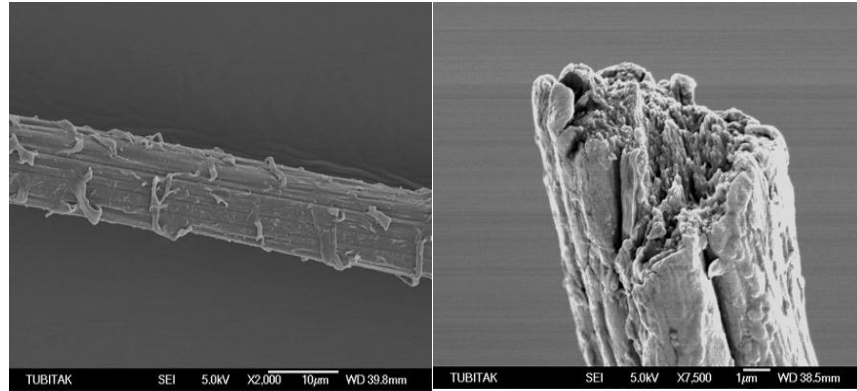
Şekil 1.23. Viskon/viloft üretim şeması [30].

Viskonun nem alma özelliği, pamuktan daha yüksektir. Normal koşullarda %11-14 oranında rutubet toplamakta, şişme özelliği yüksek olduğundan %80-120' ye kadar su emebilmektedir. Şekil 1.24' de işlem görmemiş viskon lifinin yüzey şekli ve kesit görünüşü görülmektedir.



Şekil 1.24. İşlem görmemiş viskon lifi yüzey şekli ve kesit görünüşü [34].

Şekil 1.25’ de viskon lifinin fibrilasyon sonrası yüzey şekli ve kesit görünümü gösterilmektedir.



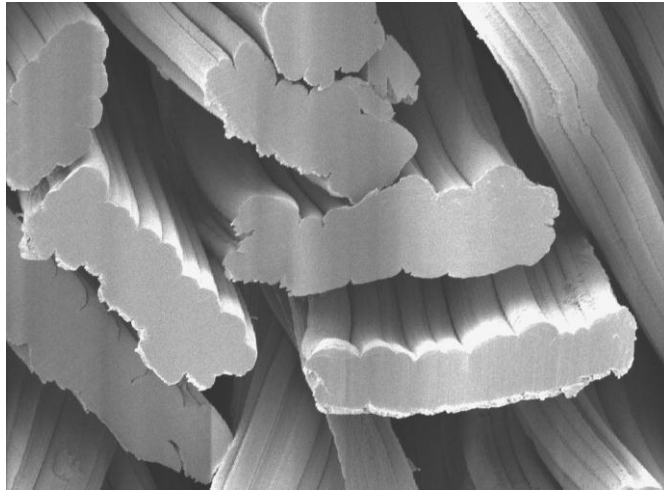
Şekil 1.25. Fibrilleşmiş viskon lifinin yüzey şekli ve kesit görünüşü [34].

Viloft Kelheim firması tarafından üretilen özel bir viskon elyafıdır. Viloftun kimyasal yapısı ve üretimi viskon ile aynı olmasına rağmen sadece kullanılan düşe farklıdır. Okalıptüs ağacının kabuk kısımlarının çıkarılmasından sonra elde edilen keresteler yapraklar şeklinde küçük boyutlarda dilinir ve elde edilen selüloz parçacıkları preslenerek katı yapraklar haline getirilir.

Viloft elyafı tırtırlı yüzeye ve yassı kesite sahiptir. Viloft elyafının kesit şekli ve yüzey özellikleri, viloftun özellikle pamuk ve polyester elyafı ile karışım halinde kullanılmasıyla lifler arasında hava boşlukları oluşmasına sebep olmaktadır. Böylelikle bu elyaf kullanılarak üretilen kumaşların termal ve nem iletim özellikleri

iyileştirilmektedir. Viloftun tırtırlı yüzeyi kılcallık etkisinin oluşmasına sebep olmaktadır. Kılcallık ise insan terinin vücuttan uzaklaştırılmasına yardım etmektedir.

Rejenere selülozik esaslı bir lif olan viloftun kesit yapısının sağladığı avantajla yumuşaklık, kolay kuruma, hafiflik, konfor, sıcaklık gibi giyim açısından çok önemli olan özelliklerin sağlandığı elyaf üreticisi tarafından iddia edilmektedir [3]. Şekil 1.26' da Viloft lifinin enine kesit şekli gösterilmektedir.



Şekil 1.26. Viloft lifinin enine kesit şekli [31].

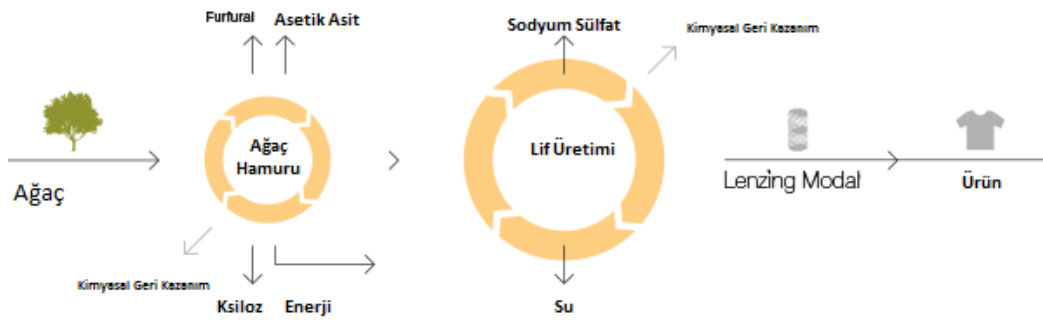
1.3.2.Modal®

Rayonların ıslak durumda yaş mukavemetlerini ve yüksek elastikiyet modüllerini arttırmak için geliştirilmiştir. Bu nedenle bu liflerden yapılmış ürünler ıslandığında viskoza göre daha az nem çekerler. Bilindiği gibi amorf bölgelerin daha fazla olması durumunda lif daha fazla boya çekmektedir. Halbuki modal lifler, daha fazla kristalin bölgesine sahip olmasına rağmen viskoza göre daha fazla boya çekmektedirler. Bunun sebebi, üretim prosesi esnasında kristalin bölgeler arasında ince kanalların oluşmasıdır [32].

Modal, Lenzing-Avusturya firmasının ürettiği rejenere selülozik esaslı bir elyaf markasıdır. Kayın ağacından üretilen Modal, tamamıyla doğal, yaş ve kuru mukavemeti yüksek bir lif çeşitidir. Yıpranmaya karşı oldukça dayanıklıdır. Nem transfer özelliği gayet iyidir. Modal iplikle örülen veya dokunan kumaşlar, yumuşak tuşeye sahiptir. Çok

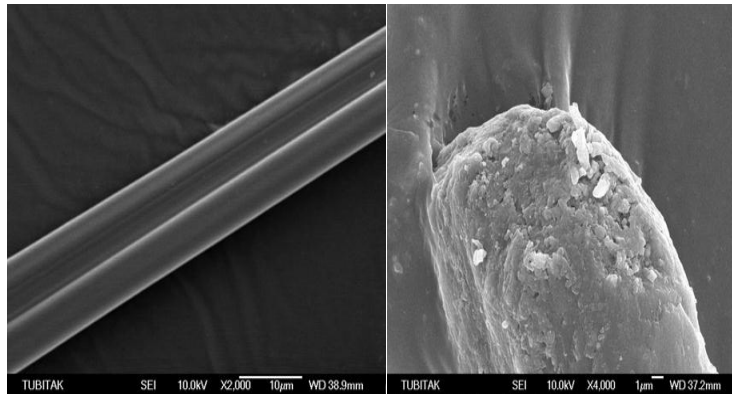
iyi nem transfer özelliği nedeniyle sıcak, rutubetli iklimlerde dahi giyim konforu sunar [33].

Termoplastik özellikte olmaması ve rejenere selülozik esaslı olması nedeniyle terbiye işlemleri sırasındaki davranışı pamuk elyafına benzer. Doğal bir beyazlığa sahip olması nedeniyle ağartma, merserize işlemi gerektirmez. Şekil 1.27’ de modal lifinin üretim prosesi gösterilmektedir.



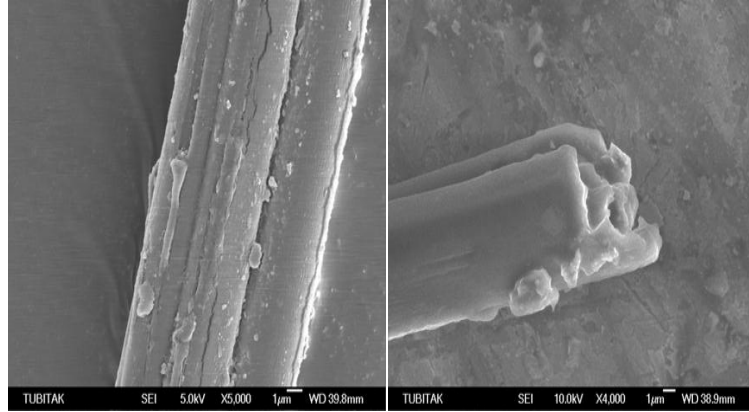
Şekil 1.27. Lenzing modal üretim prosesi.

Modal ve viskon lifleri üretim prosesleri bakımından birbirlerine çok benzemekte olup, aralarındaki farklılık ise üretim sırasında kullanılan CS₂ miktarı ve liflerin çekim banyosunda kalış sürelerinden gelmektedir. Banyodan geçiş süresi liflerin kesitlerini, liflerin merkez kabuk oranını belirlerken, geçiş sırasındaki germe ise molekül zincirlerinin düzenlenişini, zincir uzunluğunu ve zincirler arasındaki bağ yapısını önemli derecede etkilemektedir [34]. Şekil 1.28’ de işlem görmemiş modal lifinin yüzey şekli ve kesit görünüşü görülmektedir.



Şekil 1.28. İşlem görmemiş modal lifinin yüzey şekli ve kesit görünüşü [34].

Fibrilasyon sonrasında modal liflerinde merkez kabuk etkisinden dolayı içe doğru çekmeler gözlemlenmiştir. Şekil 1.29’ da fibrilleşmiş modal lifi yüzey şekli ve kesit görünüşü görülmektedir.



Şekil 1.29. Fibrilleşmiş modal lifinin yüzey şekli ve kesit görünüşü [34].

1.3.3. Promodal®

Promodal Lenzing modal ve tencel karışımından oluşturulan bir liftir. Lenzing için yapılmış harmanlama makinesinde iki elyaf arasında doğru karıştırma oranı sağlayacak şekilde promodal lifi üretilmiştir. Biyolojik olarak tamamen parçalanabilir ve çevre standartlarına uygun olarak imal edilmiştir. Promodal, pamuklu karışımlar kadar tek başına süprem örgülerde kullanılır. Yenilikçi, yumuşak ve gündelik giyim, aktif giyim, ev tekstili için fonksiyonlu bir liftir [35].

1.3.4. Lyocell (Tencel®)

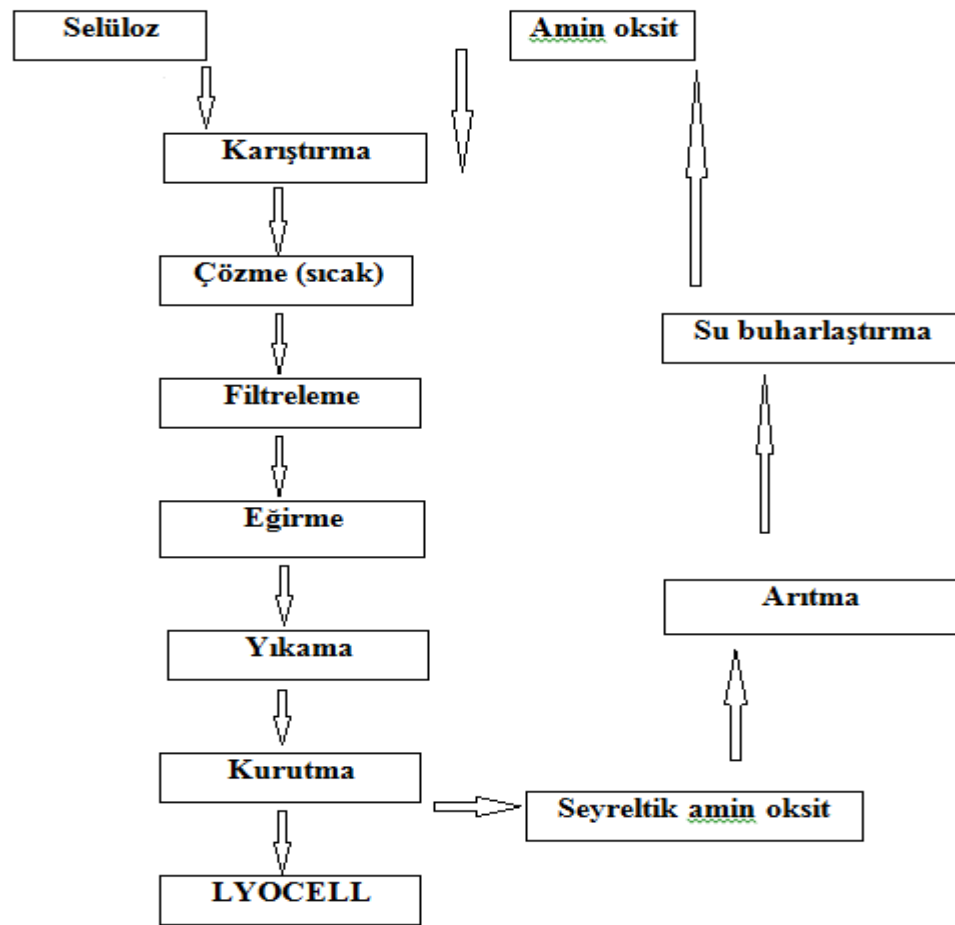
Tencel lyocell elyafının ticari ismidir. Lyocell çok yönlü kullanım alanları olan rejenere (değişime uğratılmış) selüloz liflerinin gelişmiş bir türüdür. Bu lifler değişik özelliklerinden dolayı geniş bir alanda rahatlıkla kullanılmakta olup, % 100’ e varan geri dönüş oranlarına sahiptir. Bu nedenle de ekolojik bir alternatif oluşturmaktadır. Şekil 1.30’ da pamuk, lyocell ve polyester liflerinin kesit görünüşleri gösterilmektedir.



Şekil 1.30. Pamuk, lyocell (Tencel), polyester liflerinin kesit şekli [36].

Lyocell, selüloz hammaddesinden organik bir çözücü yardımı ile lif halinde çekilen rejenere bir lif olup, NMMO (N-metil-morfolin-N-oksit) adı verilen bir yöntemle aminoksidin belirli koşullar altında selülozu çözdürme esasına dayanmaktadır. Bu çözeltiden selüloz maddesi rejenere edilmektedir. Bu yöntemde çözücü olarak kullanılan aminoksidin zehirli olmaması, bu yöntemin en önemli özelliğidir. Bu liflerin elde edilmesinde iş akışı Şekil 1.31’ de verilmiştir.

Lyocell diğer selülozik lifler ile karşılaştırıldığında iyi özellikler sunan bir lif olmasına rağmen, tek bir filament içindeki mikroliflerin uzunlamasına ayrılması olarak tanımlanan fibrilasyonun kolaylıkla meydana geldiği bir liftir. Fibriller arası yanıl bağları oluşturan hidrojen bağ moleküllerinin ayrılması fibrilasyonun meydana gelmesine neden olur. Böylece liflerin fibrilleşme yoğunluğu artar. Lyocell lifleri şişirici ajanlar ve sıcaklık ile en yüksek fibrilasyon hassasiyetine en düşük fibrilasyon sağlamlığına ve en yüksek fibrilasyon yoğunluğuna sahiptir [34].



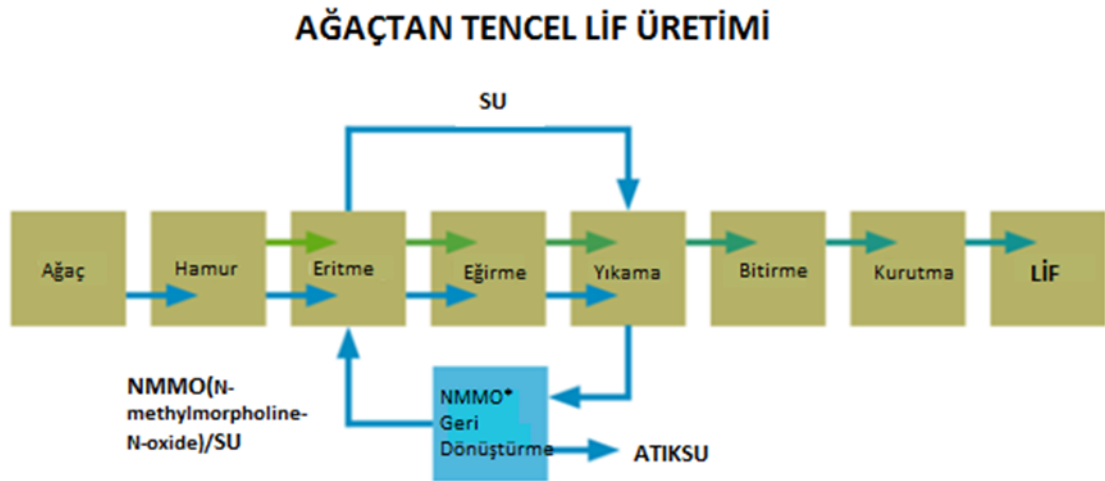
Şekil 1.31. Lyocell lifi üretim şeması.

Tablo 1.5’ de farklı lineer yoğunluğa sahip lyocell elyafının özellikleri gösterilmektedir.

Tablo 1.5. Lyocell lifinin özellikleri [36].

Lif özellikleri	Birim	Elyaf Lineer Yoğunluğu (denier)				
	Dtex	0.9	1.3	2.2	1.4	3.0
Stapel Uzunluğu	mm	34	38	50	38	75
Mukavement	cN/tex	36	34	33	36	31
Uzama	%	12	10	10	10	10
Yaş Mukavemet	cN/tex	30	28	26	25	19
Yaş Uzama	%	13	12	12	10	10
Nem Geri Kazanım	%	11	11	11	8	9

Şekil 1.32’ de tencel lif üretim prosesi görülmektedir. Ağaç ile başlayan üretim prosesi ağacın ağaç hamuruna dönüştürülmesinden sonra uygulanan çeşitli kimyasalların ardından en son tencel lifi oluşmaktadır.



Şekil 1.32. Tencel lif üretimi.

1.3.5.Bambu

Bambu elyafı, tropikal iklim bölgelerinde yetişen, 3 – 4 yıl gibi kısa sürede olgunluğa erişen ve kağıt, mobilya, yapı, gıda, kimya endüstrisi gibi pek çok alanda kullanılan bambu bitkisinden elde edilmektedir. Tekstilde kullanılan bambu lifi, gelişim ve üretim itibariyle Asya kökenli olup, Moso bamboo (*Phyllostachys heterocycla pubescens*) olarak adlandırılan bambu cinsinden elde edilmektedir [23].

Bambu bitkisi çok gelişmiş ve geniş bir kök sistemine sahiptir. Yılda ortalama 4–6 yeni kök verme özelliği vardır. Bambular yaygın olarak köklerinin tipine göre sınıflandırılırlar. Dünya üzerinde yaklaşık 1200 farklı bambu türü yetişmektedir. Çok hızlı gelişme gösterebilmekte ve bazı türlerinde uzaması günde 1m’ ye varmaktadır. Ortalama uzunlukları 20 - 25 m arasındadır. Bambu, dünyadaki en hızlı büyüyen bitki türü olarak bilinmektedir. Yaklaşık 3 ayda maksimum yüksekliğine ulaşır ancak hasat için 3–5 yılda olgunlaşır. Birçok farklı iklimde ve ormanlardan dağ yamaçlarına kadar pek çok farklı koşulda büyüebilme özelliğine sahiptir. Bambu bitkisi; Doğu Asya, Afrika, Güney Amerika ve Avustralya gibi pek çok farklı yerde yetişmektedir.

Bambunun doğal büyümesi herhangi bir gübre veya ilaç kullanımı gerektirmeden gerçekleşir [24].

Bambu bitkisinin selüloz oranının yüksek olması kâğıt ve tekstil endüstrileri başta olmak üzere birçok alanda hammadde olarak kullanımını gündeme getirmiştir. Kâğıt sanayinde oldukça uzun süredir kullanılmakta olan bambunun tekstil endüstrisinde kullanımı daha yenidir. Hem rejenere hem de doğal lif eldesi için önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Selüloz oranının yüksek olması yanında elde edilen liflerin özelliklerinin giysi konforu açısından olumlu özelliklere sahip olması, özellikle son yıllarda bu liflerin popüleritesini artırmıştır.

Bambu lifi, bitki olgunlaşınca bitkinin kabuk kısımlarından ayrılarak elde edilen sak lifi ile hidroliz-alkalizasyon ve çok fazlı ağartma işlemleri sonucu bambu bitkisinin inceltirilip arıtılması ile oluşan bambu hamurundan elde edilen rejenere selülozik lif olmak üzere iki farklı tiptedir. Sak lifi olarak elde edilen bambu lifi doğal bambu lifi olarak da tanımlanmaktadır [61].

Doğal Bambu Lifi (Sak Lifi)

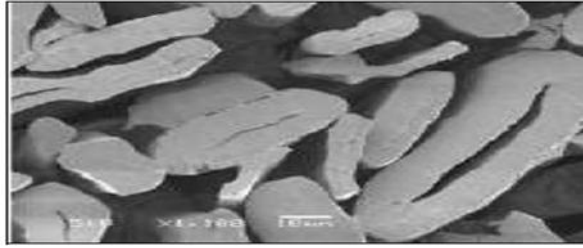
Bambu liflerinin eldesi genel olarak aşağıda maddeler halinde sıralanmış ve Şekil 1.33’ de gösterilmiştir:

- 1) İlk adımda bambu belli bir basınca maruz bırakılıp, kabaca ezilmektedir.
- 2) İkinci adımda ezilen bambu öğütücüde işlenip, liflerine ayrılmaktadır.
- 3) Üçüncü adımda bambu lifleriyle karışmış halde bulunan ince kabuklar ayrıştırılmaktadır.



Şekil 1.33. Doğal Bambu Lifinin Üretim Prosesi.

İlk olarak kesilen bambudan yaprakları uzaklaştırılmaktadır. Sonra bambu liflerinin arasında bulunan ince kabuklar ayrılmaktadır. Daha sonra daha önceden belirlenmiş boyutlarda kesilen parçalar silindirli makine içinde parçalanmaktadır. İstenen lif boyundan daha uzun parçalar halinde kesilen bambular, sadece silindirli veya basınçlı silindirlerden meydana gelen makine içinde ezilmektedir. İlk adımda ezilen bambu vurucu-öğütücü bir makinede liflerine ayrılmaktadır. Bambu kontinü bir şekilde hazneye beslenmekte ve yüksek hızdaki dönen çekicin kesici ve parçalayıcı etkisi sayesinde liflerine ayrılmaktadır. Daha sonra lifler elekten geçerek uzunluklarına göre ayrılmakta ve öğütücünden çıkmaktadır. Şekil 1.34’ de doğal bambu lifinin enine kesit şekli gösterilmektedir.



Şekil 1.34. Doğal bambu lifinin enine kesiti [60].

Rejenere Selülozik Bambu Lifi

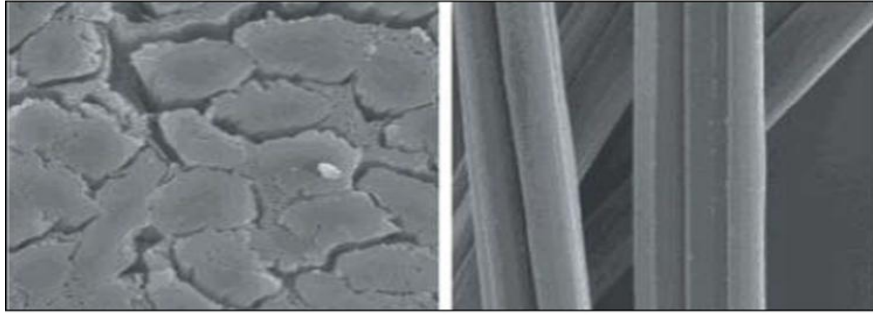
Rejenere selülozik elyaf olan Bambu lifi ilk olarak 2002’ de Çin’ in Hebei şehrinde bulunan Hebei Jigao Chemical Fiber Co. Ltd. adlı kimyasal lif üreticisi firma tarafından geliştirilmiştir [25].

Hidroliz alkalizasyon ve çok fazlı ağartma prensibine dayanan rejenere bambu lifi üretimi aşağıdaki basamaklardan oluşmaktadır:

1. Hazırlık: Bambu yaprakları ve gövdedeki yumuşak ve süngerimsi dokular ekstrakte edilir ve parçalanır.
2. Islatma: Parçalanmış olan bambu selülozu 20-25 °C sıcaklıkta alkali selüloz oluşturmak üzere 1-3 saat süreyle % 15-20’ lik sodyum hidroksit çözeltisine daldırılır.

3. Presleme: Sodyum hidroksit çözeltisinin uzaklaştırılması için bambu alkali selülozu preslenir.
4. Parçalama: Selülozun daha kolay işlenebilmesi ve yüzey alanını artırmak için alkali selüloz küçük parçalara ayrılır.
5. Kurutma: Küçük parçalara ayrılan alkali selüloz, oksijenle temas etmesi için 24 saat sureyle kurumaya bırakılır. Bu süreç esnasında alkali selüloz kısmen okside olur ve yüksek alkaliniteden dolayı daha düşük molekül ağırlığına ulaşır. Bu indirgenme eğirme çözeltisinde uygun viskosite elde etmeye yeterli olacak kısa zincirler oluşması için kontrol edilmelidir.
6. Sülfirizasyon: Bu aşamada, alkali selüloz çözeltisine karbon disulfid eklenerek sülfirizasyon sağlanır.
7. Ksantatlama: Sülfirizasyon aşamasından kalan karbon disulfid buharlaşma yoluyla uzaklaştırılır ve sonuçta selüloz sodyum ksantat oluşur.
8. Çözündürme: Bu aşamada, selüloz sodyum ksantat çözeltisine seyreltik sodyum hidroksit çözeltisi eklenir ve % 5 sodyum hidroksit ve % 7-15 bambu lifi selülozu ihtiva eden viskoz çözeltisi elde edilir.
9. Lif çekimi: Birbirini izleyen olgunlaştırma, filtreleme ve gazlardan arındırma işlemlerinden sonra viskoz bambu selülozu düzelerden seyreltik sülfirik asit çözeltisine gönderilerek selüloz sodyum ksantatın sertleşmesi ve selülozik bambu liflerine dönüştürülmesi sağlanır [60].

Rejenere bambu lifinin kimyasal üretim yönteminin viskon rayon üretimine büyük ölçüde benzerlik göstermesi nedeniyle rejenere bambu lifi bambu viskoz olarak da adlandırılmaktadır. Şekil 1.35’ de rejenere bambu lifinin enin ve boyuna kesit şekli gösterilmektedir.



Şekil 1.35. Rejenere Bambu Lifinin Enine ve Boyuna Kesit Şekli [60].

1.4. Tekstilde Konfor

Günümüzde rahat giyim isteğine olan talep artmaktadır. Bireyler, kendilerini rahat hissettikleri, kullanım ve bakımı kolay olan giysileri tercih etmektedirler. Değişen beklentiler, tekstil ve lif piyasasında büyük rekabetle beraber yeni, cazip ve istekleri karşılayacak ürünlere yönelik araştırmaları hızlandırmıştır. Konfor, bu araştırma alanlarından birisidir. Konfor tam anlamıyla rahatlık demektir, koşullar ne olursa olsun giydiğimiz giysiden psikolojik ve fizyolojik olarak etkilenmemek, içinde kendimizi rahat hissetmektir [39].

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

- Soğuktan korunmak için yüksek termal direnç,
- Ilıman iklim koşullarında etkili ısı transferi için su buharı direncinin düşüklüğü,
- Terleme nedeniyle rahatsızlık hissini önlemek için sıvı taşıma özelliğinin yüksek olması [3].

Giysi kullanıcısının konfor algısında dört husus vardır. Bunlar:

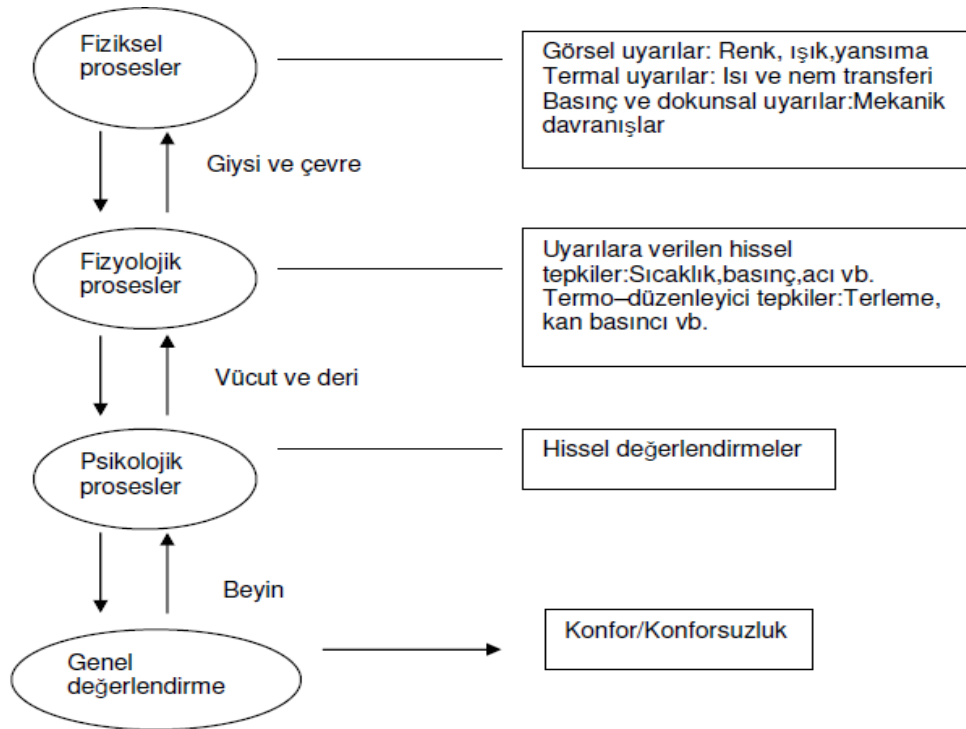
- Giysi içerisinden ısı ve nem iletimi gibi giysi ve çevre arasındaki fiziksel etkileşimler; giysi ve vücut arasındaki mekanik etkileşimler, giysinin ışıgı absorblaması ve yansıtması gibi vücuda sinyaller sağlayan fiziksel etkiler.
- Vücuttaki termal denge, giysi ve çevreye olan dinamik ve termoregüler tepkiler gibi fizyolojik durumlar.

- Vücudun giysi ve çevresiyle etkileşimlerinden doğan sinyalleri ve bu sinyallerin cilt, göz ve diğer organlar tarafından alındığı mekanizmalar olan nörofizyolojik etkileşimler.
- Yukarıda bahsedilen sinyallerden dolayı beyinde meydana gelen hisler ve bu hislerin geçmiş tecrübe ve isteklere göre değerlendirilerek ortaya çıkan subjektif kabuller olan psikolojik etkileşimler [37].

Birçok araştırmacı konforu nötr bir his olarak tanımlar. Bir kişinin konforlu sayılabilmesi için çevre sıcaklığı, nem, rüzgar hızı, ışık gibi çevresel faktörlerle ilgili bir uyarının beyine iletilmemiş olması gerekir. Giysilerimiz veya psikolojik durumumuza bağlı olarak bu faktörlerden herhangi birine hissedilen rahatsızlık duygusu konforu ortadan kaldıracaktır [37]. Konforsuzluk rahatsız olma, soğuk, sıcak, acı, batma, kaşınma, soğukluk hissi, ıslaklık ve giysi içinde aşırı terleme gibi bir kaç kelimeyle kolaylıkla ifade edilmektedir. Bu nedenle, konfor için çok kabul görmüş bir tanım “konforsuzluktan (rahatsızlıktan) ve acıdan bağımsız, doğal bir durum” şeklindedir [38].

Şekil 1.36’ da konfor değerlendirme şeması gösterilmektedir. Şekle göre fiziksel faktörler duyu organlarına gerekli uyarıları sağlamaktadır. Bu uyarılar, fizyolojik sinyallerle beyine gönderilmekte ayrıca terleme, nabız değişikliği gibi vücut tepkilerine yol açmaktadır. Beyin, aldığı sinyalleri çeşitli subjektif algıları tanımlamak için kullanmakta ve eski tecrübeler ve psikolojik beklentilerle karşılaştırarak genel bir değerlendirme yapmaktadır.

Konforlu bir giysi, vücudun ısı ve nem durumunu dengelemektedir. Bu ayarlama insan ile giysi arasında kalan ve mikroklima olarak adlandırılan hava tabakası sayesinde olmaktadır [40]. Mikroklimayı etkileyen faktörler Şekil 1.37’ de görülmektedir. Mikroklima özelliği esas olarak insan, çevre ve giysi olarak üç parametreye bağlıdır. Giysi açısından incelendiğinde, kumaş parametreleri ve tasarım parametreleri konforu etkilemektedir. Kumaş parametrelerinde lif tipi, bitim işlemleri, kalınlık, gözeneklilik, hacimlilik, örgü yapısı gibi kumaş özellikleri öne çıkarken, tasarım parametresi olarak yapısal boşluklar, kumaş katmanı, örtme faktörü, bolluk ve sıkılık konforu etkilemektedir. İnsanın fiziksel, fizyolojik ve psikolojik durumu giysi konforunu etkilemektedir. Ayrıca çevrenin sıcaklığı, nemi, hava akışı ve radyasyonda konfor algısını etkilemektedir.



Şekil 1.36. Konfor değerlendirme şeması [38].



Şekil 1.37. Mikroklimayı etkileyen faktörler [3].

1.4.1.Konfor Parametreleri

Konfor çevre, insan ve giysi parametrelerinin birlikte etkileşimleriyle ortaya çıkan bir kavramdır. Aşağıda bu kavramlar sırayla anlatılmaktadır.

1.4.1.1.Çevre Parametreleri

Isıl konforu sağlamak için gerçekleştirilen ısı transferini etkileyen çevre parametreleri şunlardır:

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

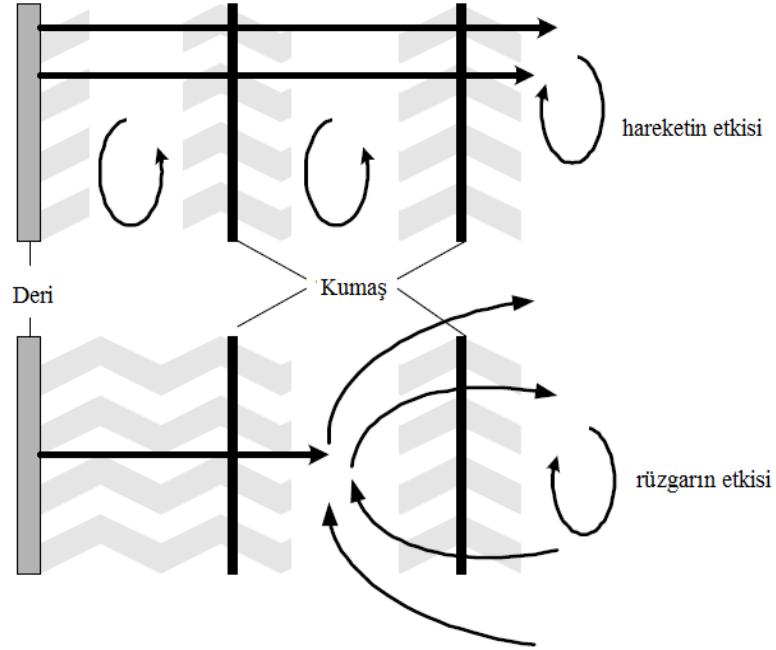
Rutubet: Havadaki rutubet miktarı (nem yoğunluğu) deriden çevreye buhar formunda nem akışını (terleme) belirler. Genellikle, derideki nem yoğunluğu çevreden fazla olduğu için, deriden buharlaşma ile ısı kaybı gerçekleşir. Ters durumlarında (çevre nem yoğunluğunun deriden fazla olması durumunda) insan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

Rüzgâr hızı: Konveksiyon ve ışıma ile ısı iletiminde, artan rüzgâr hızı ile ısı iletimi de artar. Bu yüzden eğer hava rüzgârlı ise, vücut soğuk havada daha çabuk soğur, sıcak havada daha çabuk ısınır. Şekil 1.38 'de rüzgâr ve giysiyi giyen insanın hareketinin katmanlar arasındaki hava tabakasına etkisi görülmektedir. Kişinin hareketi ve rüzgârın etkisiyle katmanlar arasındaki durgun hava hareket ederek katmanlar arasından geçiş yapmaktadır [42].

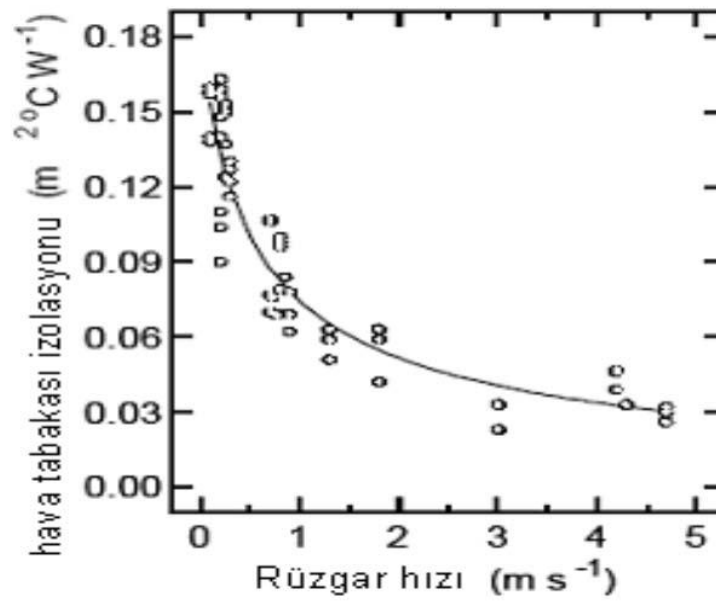
Çevre havadaki hareket: Giysinin dışındaki durgun hava tabakası, dıştaki kumaş katmanının hava geçirgenliğine bağlı olarak, gözenek ve açıklıklarından girerek aradaki hava tabakasını olumsuz yönde etkiler. Çünkü kumaş katmanları arasındaki hava ne kadar hareketsiz olursa giysinin ısı yalıtımı o kadar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

Giysi, rüzgâr veya giyenin hareketleri sonucu hareket edebilir. Rüzgârın giysiye uyguladığı basınç ile giysinin kalınlığı azalır. Bu, kumaş katmanları arasındaki havayı sıkıştırarak çevredeki hava ile yer değiştirmeye zorlar. Çevre havadaki hareketin dış hava katmanına etkisi Şekil 1.39' da görülmektedir. Rüzgâr ve insan hareketinin giysi izolasyonu üzerinde bileşik etkisi oldukça fazla olabilmektedir. Örneğin 4 m/s hızla esen rüzgârda yürümek, giysi izolasyonunun % 60 azalmasına yol açabilir. Konvektif

çevre şartları nedeniyle, su buharı direnci için bu etkiler daha büyüktür. Söz konusu durum için buhar direncinin % 80 azaldığı gözlenmiştir [42].



Şekil 1.38. Rüzgârın ve giyenin hareketinin katmanlar arasındaki hava tabakasına etkisi [43].



Şekil 1.39. Hava hareketinin dış hava katmanına etkisi [42].

1.4.1.2. İnsan Parametreleri

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

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

Ter-giysi-konfor ilişkisi şöyle açıklanabilir. Ter hissedilmeyen şekilde kaldığı sürece, vücut nispeten konforludur. Ancak bu buharın hemen uzaklaştırılmaması, vücut çevresindeki bağıl nemi arttırır, dolayısıyla vücut nemli ve yapışkan hissedilir. Yani konfor kaybolur. İlk olarak, deri ıslandığında giysi de ıslanmaya başlar, sonra yapışkan bir hal alır, giysi ve deri arasındaki sürtünmenin artması, dokunma hislerince beyine iletilerek bulunulan durum konforsuz olarak değerlendirilir. İkinci olarak, yağ giysi çok hızlı bir şekilde soğur. Bu olay hareket sırasında gerçekleşirse; giysi deriden uzaklaştığında içerdiği rutubet buharlaşırken soğur ve giysi tekrar vücuda temas ettiğinde güçlü bir soğukluk hissine neden olur [3].

1.4.1.3. Giysi Parametreleri

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

meydana gelecektir. Isıl konfor açısından ideal kumaş aşağıdaki özellikleri taşımalıdır [3].

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

Tekstillerin ısı özelliklerini etkileyen faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir [3].

- lifin ve kumaş içinde tutulan havanın ısı iletkenliği,
- lifin özgül ısısı,
- kumaş kalınlığı ve katman sayısı,
- kumaşın hacimsel yoğunluğu (kumaş içindeki hava boşluklarının sayısı, büyüklüğü ve dağılımı),
- kumaş yüzeyi (kullanılan lifin tipi, kumaşın yapısı, kumaştaki bitim işlemleri),
- kumaş ve yüzey arasındaki temas alanı,
- deriden kumaşa kontakt ısı kaybı,
- deriden kumaşa doğru ve kumaştan konveksiyon ısı kaybı,
- ışıma (radyasyon) ile ısı kaybı (deri ve kumaş yüzeylerinin emisyon kabiliyeti),
- deri veya kumaştan suyun buharlaşması ile ısı kaybı,
- kumaşın su emmesi nedeniyle ısı kaybı veya artışı,
- dahili atmosferik şartlar: sıcaklık, bağıl nem, çevredeki havanın hareketi [3].

a) Lif Tipi

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

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

Lif seçimi sırasında ilk akla gelen nokta, doğal liflerin genellikle sentetik liflerden daha iyi konfor sağladığıdır. Ancak, doğal lifler yukarıda sayılan konfor özelliklerinin tümünü aynı anda sağlayamamaktadır. Bazı modifiye tipleri dışında, sentetik lifler de bu özelliklerin tümüne sahip değildir. Dolayısıyla, konforu sağlayabilmek için doğal ve sentetik lifleri karışım olarak kullanıp her ikisinin olumlu özelliklerinden faydalanılmaktadır [3].

b) İplik Yapısı

İplik yapısı kumaşın ısı özellikleri açısından belirleyici faktördür. Kesikli liflerden oluşan bir iplik havayı daha çok tutar, bu sebeple ısı geçişine karşı dayanıklıdır. Diğer yandan yüksek bükümlü iplikler daha az hava tutmaktadır. Hava geçirgenliği diğer faktörler gibi iplik yapısından etkilenmektedir. İplikler veya lifler arasındaki boşluklar arttıkça kumaşın hava geçirgenliği artmaktadır [44].

İplik büküm değeri nem geçişinde etkili olan diğer bir faktördür. 35-175 T/m arasındaki büküm değerlerinde, en iyi nem geçişi sağlanmıştır. Ancak büküm, ekonomikliği etkilediğinden, düşük büküm değerlerinde pozitif sonuçların elde edilmesi çok önemlidir. Büküm katsayısı (α değeri), ring ipliklerde ortalama 100-110 civarındayken, yün ipliklerde daha düşüktür. Ayrıca cilt hassasiyeti göz önüne alındığında, ring ipliklere göre OE ipliklerde büküm daha düşük olmalıdır [3].

c) Örgü Yapısı

Giysinin ısı geçirgenliği, kumaş içerisindeki hava boşluklarının sayısına bağlıdır. Tekstil liflerinin ısı iletkenlikleri durgun havadan yüksektir. İdeal yalıtkan malzeme durgun havadır. Hacimli malzemeler yapıları nedeniyle, içlerinde fazla hava tutma kapasitesine sahiptirler [3].

Tüm örme kumaş yapıları için sıklık değeri arttıkça, ısı soğurganlık değeri artmakta, ısı direnç, su buharı ve hava geçirgenliği değerleri azalmaktadır. Farklı örgü yapıları

ısı konfor özelliklerini önemli oranda değiştirmektedir. Örneğin; süprem, rib ve interlok örgülerde sırasıyla ısı direnç ve ısı soğurganlık değeri artarken; su buharı geçirgenliği azalmaktadır. Diğer yandan sentetik ve doğal liflerle oluşturulan çift yüzlü kumaşlarda yüksek nem iletim özelliği sağlanmaktadır [45]. Şekil 1.40' da konfor amaçlı üretilen çok katmanlı kumaşların şekli görülmektedir.



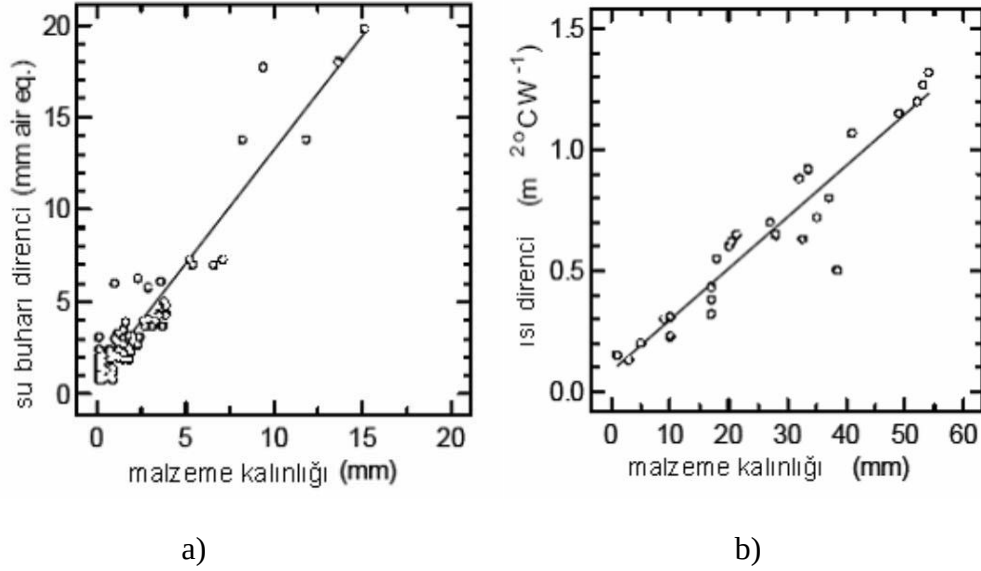
Şekil 1.40. Konfor amaçlı üretilen çok katmanlı kumaşlar [3].

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

d) Kumaş Kalınlığı

Giysi malzemesinin kalınlığı, giysinin ısı ve buhar iletkenliklerini belirleyen en önemli faktörlerdendir. Malzemenin kalınlığı ve dolayısıyla içerdiği hava miktarı arttıkça, malzemenin ısı ve buhar direnci artıp, geçirgenliği azalmaktadır [42]. Şekil 1.41' de

malzeme kalınlığının artmasıyla su buharı direnci ve ısı direncin (yalıtım) lineer bir şekilde arttığı görülmektedir.

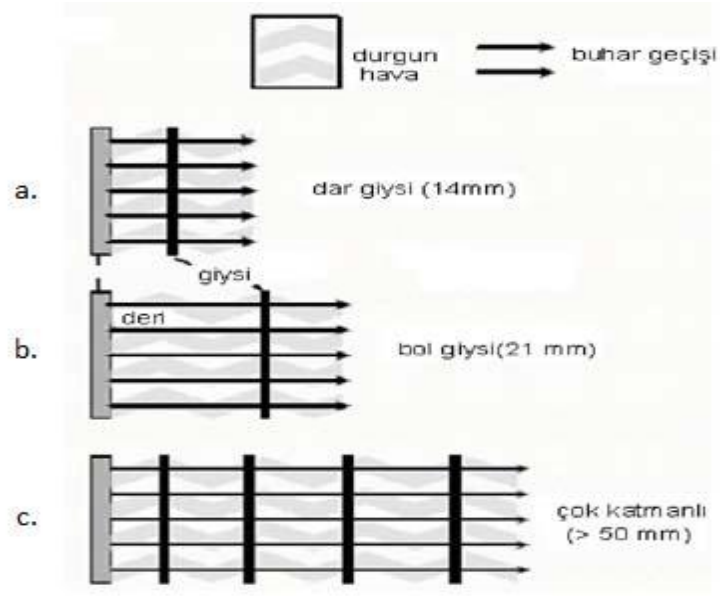


Şekil 1.41. Giysinin a) Su buharı direnci ile kumaş kalınlığı arasındaki b) Isı direnci ile kumaş kalınlığı arasındaki ilişki [42].

e) Giysi Bileşenleri

Giysi birkaç tabakadan oluşuyorsa, tabakalar arasında bulunan ve malzemenin en dışında yer alan havanın özellikleri önemli hale gelir. Giysi vücudu sıkıca sarıyorsa, serbestçe duran giysiden daha az hava içerir. Birkaç tabakadan oluşuyorsa, toplam izolasyon, her bir tabakanın tek başına sahip olduğu izolasyon değerinden büyük olacaktır. Şekil 1.43' de toplam ısı ve su buharı direncine kumaş ve hava katmalarının etkisi şematik olarak gösterilmiştir [3].

Şekil 1.42 (a)' da tek kat ve dar bir giysi giyildiğinde durgun hava miktarının az olduğu ve buhar geçişi için daha kısa mesafe geçildiği görülmektedir. Şekil 1.42 (b)' de ise bir önceki şekle göre daha bol bir giysinin tek kat olarak giyildiği görülmektedir. Burada durgun hava miktarı artarken su buharının geçişi için kat edilen mesafe uzamıştır. Şekil 1.42 (c)' de ise dört kat giysi giyildiğinde hem durgun hava hem de su buharı geçiş aralığı artmıştır. Dolayısıyla dört katlı giyside beklenildiği gibi daha iyi izolasyon sonuçları alınabilecektir.



Şekil 1.42. Toplam ısı ve su buharı direncine kumaş ve hava katmalarının etkisinin şematik gösterimi [42].

Giyisi konforunu 4 başlık altında incelemek mümkündür:

- 1- Psikolojik konfor
- 2- Duyusal konfor
- 3- Vücut hareketi konforu
- 4- Isıl konfor

1.4.2. Psikolojik Konfor

Tekstilde psikolojik konfor, iklimsel, ekonomik, tarihsel, kültürel, sosyal, kişisel ve grupsal beklentilerin bütünü olarak tanımlanmaktadır. İklimsel beklentiler; mevsimlere göre ihtiyaçların değişmesini, tarihsel beklentiler; doğal ürünlere olan eğilimi, kültürel beklentiler; din, gelenek, görenek ve alışkanlıkları, sosyal beklentiler; yaşam tarzı ve modayı, kişisel ve grupsal beklentiler; kişisel tercihleri ifade etmektedir [41].

Psikolojik olarak insanın deri sıcaklığı 33 °C ile 35 °C arasındadır. Deri üzerinde terin birikmediği durumda kişi kendisini konforlu ve rahat hisseder [3].

Psikolojik konforun değerlendirilmesinde kullanıcıların yorumları önemli yer tutar. Ancak bunların objektif yollarla ölçülmesi zordur. Aynı şartlar altında yapılan subjektif ve objektif ölçümlerin karşılaştırılabilir, tartışılabilir olması ile değerlendirme yapmak mümkündür. Bununla birlikte kullanıcıların subjektif yorumlarının ölçülebileceği fiziksel cihazlar yoktur [3].

Psikolojik konfor değerlendirmesinde şu sıra izlenir:

- Ölçülecek özelliğin belirlenmesi,
- Bu özelliği tanımlayan terimlerin çıkartılması,
- Terimlerin şiddetini belirleyen skalanın oluşturulması.

Fritz, 1992 yılındaki kumaş tutumunu incelediği çalışmasında, Tablo 1.6’ da gösterilen yedi dereceli skalayı kullanmıştır. Bu skalada öncelikle veriler toplanır ve skalaya göre yapılan değerlendirmeyle aynı özelliğin objektif ölçümünün karşılaştırılması sağlanır [3].

Tablo 1.6. Fritz’in yedi dereceli skalası [3].

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

1.4.3. Fiziksel Konfor

Fiziksel konfor, vücudun tekstil yüzeyi ile direkt teması anında duyulan hislerin (vücutla mekanik temas) bir sonucudur. Bu temas sonucu hissedilen kumaşın yumuşaklığı, sağladığı hareket serbestliği ve ıslak kumaşın neden olduğu batma, kaşıntı ve yapışma gibi giysi konforunu negatif yönde etkileyen faktörleri içerir. Bu hisleri belirleyen kumaş özellikleri ise yüzey pürüzsüzlüğü, ağırlık, yumuşaklık, yoğunluk ve rijitlik olarak sıralanabilir [37].

Tekstilde fiziksel konfor, bir kumaşın dış çevredeki çarpma, vurma gibi mekanik etkilere ve rüzgâr, soğuk, sıcak, yağmur gibi iklimsel zorluklara karşı vücudun korunması, vücudun faaliyetlerini sürdürebilmesi için gerekli termal ortamı sağlaması olarak ifade edilir [41].

Slater, fiziksel konforu giysi şartlarının insan vücuduna olan etkileriyle ilişkilendirmiştir. Bir tekstil ürünün hareket serbestliğine izin vermesi, istendiğinde vücudun şeklini alması ve vücuda fazla yük bindirmemesi durumunda, fiziksel olarak konfordan söz edilebilir. Kumaş yapısı ve giysi dizaynı, giysinin fiziksel konforu için çok önemlidir. Çünkü bunların deriye sürtünme, sıkı oturma, kaşıntı ve batma gibi etkileri vardır. Bu etkiler (fiziksel konforsuzluk), deriyle temas anında açığa çıkan hislerden veya giysinin vücuda oturmaması, şekil uygunsuzluğundan kaynaklanabilir. Şekil 1.43 'de, fiziksel konforsuzluk haline ait durumlar örneklenmiştir [39].



Şekil 1.43. Fiziksel olarak konforlu olmama halleri [39].

Giyim ile kişinin vücudu ve giysi arasında, dinamik ve sürekli bir temas oluşmaktadır. Bu temasın da bazı karakteristik özellikleri vardır:

- Temas alanı geniştir ve farklı hassasiyette bölgeler içermektedir. Hassasiyeti, temas anında giysinin vücuda, vücudun da giysiye uyguladığı kuvvetle belirlemek mümkündür. Vücudun temas bölgesindeki reseptörleri uyarmaya yetecek kuvvet ne kadar küçükse, hassasiyetin o kadar fazla olduğu söylenebilmektedir.
- Vücudun deri sıcaklığı, terleme oranı ve deri üzerindeki nem miktarı gibi fizyolojik parametreler sürekli olarak değişkenlik göstermektedir ve bu durumda, termal uyarılara sebep olmaktadır.
- Vücut hareket ettikçe, giysi/deri teması kesildiğinden dolayı, tekrar kurulan her temas yeni mekanik uyarılara sebep olmaktadır [46].

1.4.4. Termal (Termofizyolojik veya Isıl) Konfor

Giysi sistemlerinin, vücudun ısı dengesinin kontrolü ve vücuttan kaybedilen nemin kontrolünde büyük bir rolü vardır. Bununla beraber tüm hava olasılıkları için uygun bir giysi sistemi henüz mevcut değildir. Yani bir iklim için uygun olan giysi sistemi diğer iklim için uygun olmayabilir. Soğuk iklimlerde giyilen giysilerden iyi termal izolasyon özelliklerine sahip olmaları istenir. Termal izolasyon sırasıyla; kalınlık, katmanların sayısı, dökümlülük, elyaf yoğunluğu, katmanların esnekliği ve örtücülük gibi çok sayıda faktöre bağlıdır. Bir giysi giyildiği zaman elde edilen termal izolasyon değeri yalnızca giysideki her bir katmanın termal izolasyon değerlerinin toplamına bağlı değil aynı zamanda bu katmalar arasında kalan hava boşluklarının termal izolasyon değerlerinin toplamına bağlıdır. Çünkü kumaştaki hava boşlukları konveksiyon yoluyla ısı kaybına neden olur. Bir giysinin ısı akışına karşı gösterdiği termal direnç, termofizyolojik konforu açısından önemlidir. Giyim esnasında bir kumaşın ısı transferine karşı gösterdiği direnç aşağıdaki 3 faktörün toplamına bağlıdır [47].

1. Materyalin yüzeyinden elde edilen transfer ısısına karşı termal direnç,
2. Kumaş materyalinin termal direnci ve
3. Katmanlar arasındaki havanın termal direnci.

Termal konfor, bir ortamdan duyulan ısıl memnuniyeti ifade eden, his ve duygularla ilgili bir kavram olarak açıklanmaktadır. Yapılan araştırmalarda, konforu etkileyen ana

etkinin genellikle, giysi sisteminin içinden geçen ısı ve nem olduğu görülmüştür. Termal konforun sağlanabilmesi için, giysinin çevresel değişimlere karşı dayanıklı olması ve ıslaklık hissi vermeden nemi uzaklaştırması istenmektedir [3].

Termofizyolojik konfor; giysilerin ısı ve nem iletim özelliklerine, ciltte yarattıkları hisse ve giysi-cilt arasındaki mekanik etkileşimlere bağlıdır [48].

İnsan vücudundaki çoğu biyolojik prosesler sıcaklığa bağlıdır. Bu yüzden vücudun farklı çevre şartlarına göre uygun sıcaklık ve nem dengesinin korunması büyük öneme sahiptir. Termal konfor, konforlu ve ıslak olmayan bir duruma erişimdir. Isı ve nemin kumaş içindeki transferi ile gerçekleşir [49]. Bu kavram, giysiyi oluşturan kumaşın ısı ve nem geçirgenlik özellikleri ile farklı aktiviteler sırasında kumaşın termal dengesinin sağlanmasındaki rolünü içerir. Çevre şartları, aktivite düzeyi ve giysiyi oluşturan kumaşın özelliklerine bağlıdır.

Bir giysinin iyi bir termofizyolojik konfora sahip olabilmesi için, kişinin bulunduğu çevredeki klima şartları ve kişinin aktivitesi ile uyumlu bir ısıl geçirgenlik özelliğine sahip olması gerekmektedir. Kumaşların ısıl iletkenlik değeri, liflerin ısıl iletkenlik katsayısının yanında, kumaş içerisinde hapsedilen hava miktarı ile de yakından ilgilidir. Havanın ısıl iletkenlik katsayısı oldukça düşüktür ve bu nedenle içerisinde fazla miktarda hava ihtiva eden liflerin ısıl iletkenlik katsayıları da düşük olmaktadır [3].

1.4.4.Giysi Termal Özelliklerini Belirleyen Parametreler

1.4.4.1. Özgül Isı

Bir birim kütlesindeki maddenin sıcaklığını 1 °C yükseltmek için gerekli olan ısı miktarıdır (J/gK°). Cam lifleri dışında tüm liflerin özgül ısı değerleri 1.05-1.51 arasında değişmektedir. Suyun özgül ısısı 4.2 Jg⁻¹K⁻¹ olup, suyun emilmesi liflerin özgül ısısını artırmaktadır. Tablo 1.7' de çeşitli liflerin özgül ısıları verilmiştir [3].

Tablo 1.7. Bazı kuru liflerin özgül ısıları [42].

Lifler	Özgül Isı ($\text{Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$)
Pamuk	1.21
Rayon	1.26
Yün	1.36
İpek	1.38
Naylon 6	1.43
Polyester	1.34
Asbest	1.05
Cam	0.80

1.4.4.2. Isıl İletkenlik

Termal iletkenlik konveksiyonun ihmal edilebilir olduğu durumlarda iletim ve ısımanın kombinasyonu sonucu kumaştan ısı akışının termal transfer davranışını tanımlayan bir özelliktir. İletime ısı kaybı kumaşın kalınlığı ve termal iletkenliğine bağlıdır [50].

Isıl iletkenlik aşağıdaki denklemle ifade edilir:

$$k=(Q/A)/(T/L) \quad (1.1)$$

Q: A kesitinden geçen ve L mesafesinde T sıcaklık farkına yol açan ısı miktar Q/A: T/L ısı gradyanına sebep olan ısı akısı tekstil malzemelerinin termal iletkenliğini ölçmek için ISO 8302 standardında belirtilen korumalı sıcak tabaka kullanılır [50].

Isı iletimini etkileyen faktörler sıcaklık, rutubet, rüzgar hızı ve giysi izolasyonudur [3]. Tablo 1.8’ de çeşitli liflerin ısı iletkenlik değerleri verilmektedir.

Tablo 1.8. Çeşitli liflerin ısı iletkenlik değeri.

Lifler	k mWm ⁻¹ K ⁻¹
Pamuk	71
Yün	54
İpek	50
Polivinilklorür	160
Selülozasetat	230
Poliamid	250
Polyester	140
Polietilen	340
Polipropilen	120

1.4.4.3. Isıl Direnç

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

Çoğu kıyafet tasarımında göz önüne alınan en önemli termal parametre ise, kumaşların ısı transferine olan dirençleri yani termal dirençleridir. Kumaş ve giysinin birim alanının termal direnci ise termal yalıtım olarak nitelendirilir, bu nedenle malzemelerin termal yalıtım (izolasyon) özelliğinin ölçümü özellikle termal direncinin belirlenmesi ile mümkündür. Termal direnç ölçümü kondüksiyon (iletim) ve konveksiyon (taşınım) yöntemiyle yapılabilmektedir [3].

a)Kondüksiyon (İletim) Isıl Direnç

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

$$R=h/\lambda \text{ (m}^2\text{K/W)} \quad (1.2)$$

Burada;

R: Termal direnç,

h = kalınlık (mm)

λ = ısı iletkenlik (W/mK)'tir.

Isıl izolasyon değeri ise; “Togmetre” ile ölçölür, Tog SI birimi ile ifade edilir. Tog biriminin ifadesi:

$$1 \text{ Tog} = \text{m}^2\text{K}/10 \text{ Watt' tır.}$$

b)Konveksiyon (Taşınım) Isıl Direnç

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

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

Burada;

A ölçme ünitesinin alanı (m^2),

H ölçme ünitesinin ısıtma gücüdür (W).

T_s , sıcak levhanın (hot plate) sıcaklık değeri,

T_a , iç hava sıcaklık değeridir [51].

1.4.4.4. Isıl Soğurganlık

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

Isıl soğurganlık;

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

ile gösterilir. Burada;

$$\lambda = \text{ısıl iletkenlik (W/mK)}$$

$$\rho = \text{yoğunluk (kgm}^{-3}\text{)}$$

$$c = \text{özellik ısı (J/kgK)'} \text{dır.}$$

1.4.4.5. Isıl Yayılım

Tekstil materyalinden geçen sıcaklığın yayılım hızının bir ölçüsüdür [3]. Isıl yayılım;

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

Burada;

$$\lambda = \text{ısıl iletkenlik (W/mK)}$$

$$\rho = \text{yoğunluk (kgm}^{-3}\text{)}$$

$$c = \text{özellik ısı (J/kgK)'} \text{dır.}$$

1.4.4.6. Su Buharı Geçirgenliği

Terin buharlaşarak deriden uzaklaşması ve böylece aktif durumlarda aşırı ısınmanın önlenmesi konforlu hissetmenin gereğidir. Bazı durumlarda, ıslak vücuttan terin buharlaşma hızı, ter salgılama hızından düşük olabilir; vücut üzerinde terin birikmesi ve yetersiz buhar hareketliliği konforsuzluk olarak algılanır; bu nedenle konforlu bir giysi yüksek su buharı geçirgenliğine sahip kumaşlar, kullanım esnasında terleme ve buharlaşmadan kaynaklanan soğuma efektine yardımcı olur [38]. Su buharı geçirgenliği, su buharının kumaş kalınlığı boyunca gerçekleşen difüzyon oranıdır. Su buharının kumaş kalınlığı boyunca olan difüzyonu I. Fick Kanunu' na göre;

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

Burada;

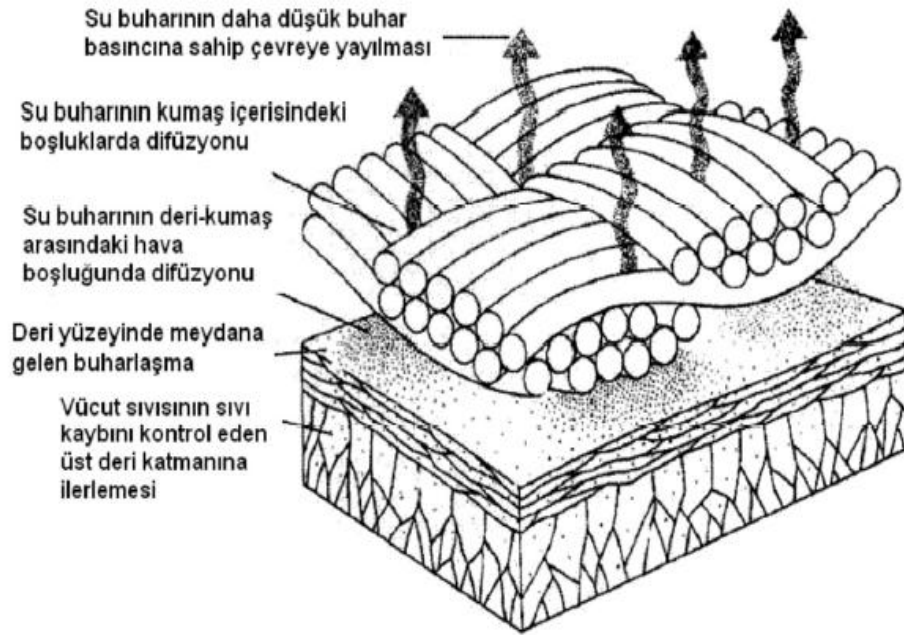
$$Q_w = \text{Buhar transfer oranı (kg/m}^2\text{s)}$$

$$D_a = \text{Su buharı difüzyon katsayısı (m}^2\text{/s)}$$

$$L = \text{Kumaş Kalınlığı (m)}$$

$$\Delta C = \text{Su buharı konsantrasyon farkı (kg/m}^3\text{)'dır [52].}$$

Eşitlikte de görüldüğü gibi su buharının kumaş kalınlığı boyunca transferi, kumaşın iki yüzündeki su buharı basınç değerleri arasındaki farka (gradyan) bağlı olarak gerçekleşir. Formüldeki su buharı difüzyon katsayısı, kumaş yapısının su buharının ilerlemesine hangi oranda izin verdiğinin ölçüsü olan bir sabittir. Kumaşın kalınlığı boyunca olan sıcaklık dağılımına bağlı olarak materyale buhar olarak giren rutubet içeride soğuşabilir ve bu durumda bölgedeki su buharı basıncı doymuş su buharı basıncına eşittir ve buhar transferinin yerini sıvı transfer alır. Su buharı kumaş içerisinden geçişi Şekil 1.44' de gösterilmektedir [53].



Şekil 1.44. Su buharının buhar geçirgen bir kumaştan difüzyonu [53].

1.4.4.7. Su Buharı Dayanımı

Materyalin su buharı geçişine karşı gösterdiği dayanımdır. Bir malzemenin iki yüzeyi arasındaki su buharı basınç farkının, basınç değişimi yönünde birim alandaki buharlaşma ısı akışına oranıdır [3].

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

formülü ile gösterilir. Burada;

$P_m = T_a$ çevre sıcaklığı için pascal cinsinden doymuş kısmi su buharı basıncı (P_m değeri termodinamik tablolarından ortamın sıcaklığı esas alınarak bulunmaktadır).

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

$$q_v = \text{Numune ile ısı akış değeri (W/m}^2\text{)}$$

$$q_0 = \text{Numunesiz ısı akış değeri (W/m}^2\text{)}$$

1.4.4.8. Bağlı Su Buharı Geçirgenliği

Bağlı su buharı geçirgenliği, kumaşın % olarak su buharı geçirebilme yeteneğidir. Bağlı su buharı geçirgenliği [52];

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

Burada,

p: Bağlı su buharı geçirgenlik değeri (%)’ dir [54].

1.4.4.9. Su Buharı İletkenlik İndeksi (I)

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

$$I = S \times R_{ct} / R_{et}$$

Burada,

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

$$R_{ct} = \text{Isıl dayanım}$$

$$R_{et} = \text{Su buharı dayanımı}$$

Su buharı iletkenlik indeksi 0 ile 1 arasında değişir [54].

1.4.4.10. Nem Çekme Özelliği

Tekstil liflerinin, belli sıcaklık ve rutubette sıvıları emme (içine çekme) kabiliyeti olarak tanımlanır. Emilen sıvı miktarı, elyaf türüne ve ortamın rutubet miktarına göre değişir. Liflerin nem çekme özelliği; iplik, dokuma, ağartma ve boyama işlemleri için gereklidir. Rutubetli ortama bırakılan bir kumaş, üzerine su toplar (absorpsiyon). Buna karşılık

nemli veya ıslak bir kumaş, kuru havada üzerinde bulunan suyu kaybeder (desorpsiyon). Su absorpsiyonu ve desorpsiyonu, bir denge kuruluncaya kadar devam eder.

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

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

Mutlak nem: Tekstil materyalindeki su miktarının, kuru materyal ağırlığına oranıdır. Lif üzerindeki nem yüzdesi higrometre cihazı ile ölçülür [55].

1.4.4.11. Hava Geçirgenliği Özellikleri

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

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

Hava geçirgenliği, daha çok dış giysilik olarak kullanılan mamuller, çadır bezi, uyku tulumu, battaniye ve diğer koruyucu giysiler için büyük öneme sahiptir. Hava geçirgenliği, rüzgâr direncinden farklı bir kavramdır; rüzgâr direncinde mamulün yüksek hızdaki hava karşısında gösterdiği davranış incelenirken hava geçirgenliğinde sabit veya düşük hızdaki havanın materyal içindeki geçişi söz konusudur [49].

Bir kumaşın hava geçirgenliği, konfor özelliğini birçok şekilde etkiler. İlk olarak, hava geçirgenliği iyi olan bir malzeme genel olarak buhar veya sıvı fazda suyu da geçirir; bu nedenle su buharı geçirgenliği ve sıvı su iletim özelliği hava geçirgenliği ile yakından ilişkilidir. İkinci olarak, bir kumaşın termal direnci ile üzerindeki durağan hava tabakası arasında kuvvetli ilişki vardır ve hava tabakası kumaş hava geçirgenliğinden

etkilenmektedir. Yüksek hava geçirgenliğine sahip kumaşlar, rüzgârlı ortamda konveksiyonla daha fazla ısı kaybederler.

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

1.5. Önceki Çalışmalar

Fan ve Tsang, çalışmalarında aktif sporlar boyunca sporcuların termal konfor duygusu üzerinde giysi termal özelliklerinin etkisini incelemişlerdir. Objektif ölçümlerin (Termal yalıtım, su buharı direnci ve giysi içerisindeki nem birikimi) gerçekleştirilmesinde terleyen manken kullanılmıştır. Subjektif konfor değerlendirmeleri ise egzersiz öncesi ve sonrası skalalar yardımıyla denekler tarafından gerçekleştirilmiştir. Subjektif konfor değerlendirmeleri ve terleyen mankenden ölçülen değerler arasındaki ilişkiler incelendiğinde, egzersizden önceki konfor algısının giysinin termal özellikleri ile ilişkili olmadığı fakat giysi özellikleri ve konfor algıları ile ilişkili olduğu görülmüştür. Egzersizden sonraki konfor hissinin, giysinin su buharı direnci ve termal mankenden ölçülen giysi içerisindeki nem birikimi ile ilişkili olduğu görülmüştür [56].

Hes vd. iç giyim ürünlerinin giyilmesi esnasında, iç giyimin kişilerin sıcaklık ya da soğukluk hissi üzerindeki etkisini teorik ve deneysel olarak inceleyerek çeşitli iç giyim ürünlerinin termal kapasitelerindeki değişiklikleri Alambeta cihazı ile ölçmüşlerdir. Yapılan çalışmada termal soğurganlık değeri ölçülmüş ve bu değer arttıkça soğukluk hissinin arttığı görülmüştür. Çalışmada kullanılan kumaşlarda PVC, PP ve PAN'dan yapılan kumaşlarda sıcaklık hissi gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda dış giyimin orijinal termal soğurganlığı ne kadar yüksekse, başlangıçta ölçülenin korunması ile termal temastan sonra termal soğurganlığın korunmasının o kadar yüksek olacağı görülmüştür. İç giyimin yüksek termal direncinin dış giyimin termal soğurganlığını arttıracığı görülmüştür. Sonuç olarak, iç giyimin termal direnci ne kadar yüksekse dış giysi giyildiği zaman his o kadar sıcak çıkmıştır [57].

Güney ve Üçgül çalışmalarında, farklı materyal ve tabakalardan oluşmuş membranların termal yalıtım özelliklerini Alambeta cihazında test ederek ve sonuçları grafiklerle karşılaştırarak bu membranların koruyucu giysi içinde konforu nasıl etkileyeceğini tartışmışlardır. Sonuçlara bakıldığında koruyucu giysi dizaynında kullanılmaya başlayan nefes alabilir membranların ve gözenekli yapıların ısı ve buhar transferine izin verdiğinden dolayı bu yapıların iyileştirmek için etkili olabileceği görülmüştür [58].

Özgül yün, akrilik ve pamuk içeren çorapların ısı konfor özellikleri hakkında deneysel çalışmalar yapmıştır. Isıl direnç, ısı iletkenlik ve ısı soğurganlık değerleri Alambeta, bağıl su buharı geçirgenliği değerleri Permetest, hava geçirgenliği değerleri de FX3300 cihazında ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre yün çorapların ısı iletkenlik değerlerinin akrilik çoraplara göre daha düşük olduğu, polyamid içeren çorapların ise pamuklu çoraplara göre daha yüksek ısı iletkenlik ve soğurganlık gösterdiği görülmüştür [59].

Stankovic vd. yaptıkları çalışmada doğal ve rejenere selüloz liflerinin termal konfor özelliklerini kıyaslamışlar keten, pamuk, viskon liflerinden üretilen ipliklerle ve bunların karışımlarıyla örülen kumaşları incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre termal direnç açısından pamuk, keten, viskon, keten/viskon, keten/pamuk şeklinde sıralama olurken, termal iletkenlik açısından keten/pamuk, viskon, keten/viskon, pamuk, keten şeklinde sıralama gerçekleştiği görülmüştür [62].

Frydych ve diğerleri yaptıkları çalışmada farklı dokuma tipindeki pamuk ve tensel liflerinden üretilen kumaşların termal yalıtım özelliklerinin karşılaştırmalı analizini yapmışlardır. Hammaddede olarak % 100 pamuk ve % 100 tencel kullanılmıştır ve bu ipliklerle bezayağı, dimi, ve kanvas doku tipinde kumaşlar dokunmuştur. Alambeta cihazı kullanılarak kumaşların termal iletkenlik, termal direnç, termal soğurganlık ev diğer termal yalıtım özellikleri ölçülmüştür. Test sonuçlarında pamuklu kumaşların tensel kumaşlardan daha iyi termal özelliklere sahip olduğu; fakat tensel kumaşlarda hava geçirgenlik değerlerinin pamuklu kumaşlardan daha yüksek çıktığı görülmüştür. Ayrıca pamuklu kumaşlara göre termal soğurganlık değerinin daha düşük çıktığı görülmüştür. Isı emilimi açısından pamuklu kumaşların daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Bezayağı ile dokunan kumaşların termal iletkenlik değerlerinin diğer 2 tip dokuya göre daha yüksek çıktığı görülmüştür. Bezayağı kumaşların termal

soğurganlık değerlerinin en yüksek, dimi kumaşların ise en düşük olduğu belirlenmiştir [63].

Üte vd. yaptıkları çalışmada doğal renkli pamuk lifi ile Angora Tavşanı lifini farklı oranlarda karıştırarak iplikler üretmiş ve bu ipliklerden çift yüzlü örme kumaşlar elde etmişlerdir. Üretilen kumaşların termal konfor özellikleri ölçülmüş farklı yüzeylerin iç veya dış katman olarak kullanılmasının ve farklı Angora lifi oranlarının bu özelliğe etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak Angora lifi içeren katmanın iç yüzde kullanılması durumunda giysinin daha sıcak his yarattığını ve iplik yapısında Angora oranı artışının daha yüksek ısıl izolasyona ancak daha düşük su buharı geçirgenliğine neden olduğu görülmüştür [64].

Cubric vd. önemli bir kumaş parametresi olan gözenekli yapının ısı transferine etkisini araştırmıştır. Çalışmada 33 süprem örgü kumaş örneği üretilmiş ve termal dayanım testi uygulanmıştır. Örneklerin termal dayanımını ölçmek için korunaklı terleme ocağı (SGHP) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan süprem örgüdeki delikli yapı diğer tekstil yapılarının aksine daha yüksektir. İstatistiksel test sonuçları şunu gösteriyor ki; örme kumaşın lif korelasyonu termal iletkenliği termal dayanımı ve ısı transferini düşürmektedir. Bu çeşit örme kumaş yapıları için yapı içerisinde bulunan hava önemli rol oynar. Termal dayanım kalınlığın ve birim kütle ağırlığının azalmasıyla azalmaktadır. Lineer modülün artmasıyla artmaktadır [65].

Gülsevin' in yaptığı çalışmada, farklı iplik tiplerinden, farklı örgü yapılarında ve sıklıklarda örülen kumaşların konfor özelliklerini araştırmıştır. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve bağıl su buharı geçirgenliği ile ısıl direnç değerlerine etkili olan parametreler saptanmıştır. Araştırmaya göre, büküm katsayısı artışının, iplik numarasının incelmesinin, kumaşta PES ve PP liflerinin kullanılmasının bağıl su buharı geçirgenlik değerini artırdığı; elastan iplik kullanımının ise bu değeri düşürdüğü; OE ipliklerin ve penye ipliklerin karde ipliklerden daha iyi su buharı geçirgenliği sağladığı; süprem gibi boşluklu yapıların ve daha seyrek kumaşların tercih edilmesinin su buharı geçirgenliği için avantajlı olduğu bilgisi elde edilmiştir. Bu sonuçlar, materyalin sahip olduğu gözeneklilik ile açıklanmıştır. Gözeneklilik arttıkça, buharın hareket edilebileceği boşluklar artmakta ve daha fazla su buharı geçişi sağlanmaktadır. Isıl direnç değerleri incelendiğinde ise, büküm katsayısı artışının, iplik

numarasının incelmesinin ve PP filamentli kullanılması ısı direnci düşürdüğü; elastan iplik kullanılması ısı direnci artırdığı; karde iplik kullanılması, penye ve OE iplikten daha yüksek direnç sağladığı; interlok gibi sık yapılı kumaşların daha çok ısı dirence sahip olduğu saptanmıştır. Isıl direnç sonuçları, materyalin bünyesinde tutulan durgun hava miktarı ile açıklanmıştır [66].

Matusiak, katmanlı tekstil yapılarının termal yalıtımları hakkında bir araştırma yapmıştır. Katman malzemesi olarak farklı Thermore, Goretex, Porelle, Windstoper, Sympatex, Osmosis gibi yüksek ısı yalıtımı avantajı sağlayan tekstil malzemeleri kullanılmıştır. Kışın giyinmek için farklı dış tekstiller kullanılmıştır. Bunlar; pamuklu dokuma kumaşlar, termal yalıtımlı tekstil malzemeleri ve ikisinin karışımı şeklinde olmuştur. Dış katmanda pamuklu kumaşları tercih etmişler ve doğrusal yoğunluğa sahip OE pamuk ipliğinden üretilmiş 40 Tex 3 farklı yapıda twill kumaşlar üretilmiştir. Termal yalıtım malzemesi olarak PES nonwoven kumaşlar, 3 katmanlı viskon astar ve PES nonvoven ve PES net seçilmiştir. Kumaş setlerinin termal iletkenlik eşitliği, bileşenlerin termal iletkenlik aritmetik ortalama değerleriyle benzer seviyede olmuştur. Gözenekli dokusuz yüzey yapıları çok yüksek ısı yayılımı ile karakterize edilmiştir [67].

Marmaralı ve diğerleri ısı konfor özelliklerini etkileyen parametreleri inceledikleri çalışmada ısı iletkenlik, ısı direnç, ısı soğurganlık, ısı yayılımı, su buharı geçiş özelliklerinden su buharı geçirgenliği, su buharı dayanımı, bağıl su buharı geçirgenliği ve su buharı iletkenlik indeksi ile ilgili kavramları tanımlamışlardır. Ayrıca konfor parametreleri olan çevre, insan ve giysi parametreleri de anlatılmıştır [54].

Kaplan çalışmasında objektif ve subjektif termal konfor değerlendirmelerinde farklı özelliklerdeki örme kumaşları incelemiştir. Bu çalışma için; % 100 poliester, % 70-30 pamuk- poliester, % 95-5 modifiye poliester (Coolmax)-elastan, % 100 pamuk, % 52-48 modifiye poliester (Coolmax)-poliester, % 95-5 viskon-elastan, % 70-30 viskon-poliakrilonitril, % 93-7 poliamid (Tachtel Fresh Fx)-elastan, % 49-49-2 poliester-modifiye viskon(Viloft)-elastan, % 50-50 poliester-viskon, % 47-53 pamuk-modifiye poliester (Thermolite), % 96-4 poliamid-elastan, % 89-11 poliester-elastan, % 80-20 poliamid-elastan, % 97-3 pamuk-elastan liflerinden üretilmiş çeşitli örme kumaşların dinamik terleyen levha sistemi ile kumaş halinde, termal manken sistemi ve giyim denemeleri ile de giysi olarak termal özellikleri belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçları

değerlendirildiğinde ıslaklık hissi açısından bakıldığında; pamuklu kumaş (%100 pamuk) ve sıvı transferi konusunda avantajlı olduğu ileri sürülen poliester-pamuk (iç-dış) çift katlı kumaş (% 70-30 pamuk-poliester) en yüksek ıslaklık hissine, jakarlı yapısıyla sıvıyı absorbsiyon kapasitesi artırılmış poliester kumaş (% 100 poliester) ise en düşük ıslaklık hissine neden olmuştur. Sıvı absorbsiyonu ve transferi açısından avantajlı olduğu ileri sürülen modifiye poliester lifinden (Coolmax) üretilmiş kumaşın (% 95-5 modifiye poliester (Coolmax)-Elastan) klasik poliester lifinden jakarlı örgü ile üretilen kumaşlardan (% 100 poliester) ıslaklık performansı açısından farklı olmadığı tespit edilmiştir. Su buharı geçirgenliği açısından ele alındığında; futter örgüye sahip poliamid kumaş (% 96-4 poliamid-elastan) diğerlerinden anlamlı derecede düşük su buharı geçirgenliğine sahiptir. Ayrıca subjektif giyim denemelerinde konfor değerlendirmeleri açısından avantaja sahip olan klasik poliesterden üretilmiş ve jakarlı interlok örgüye sahip kumaşlar (% 100 poliester) ile suprem örgüye sahip Coolmax kumaşın (% 95-5 modifiye poliester (Coolmax)-elastan) diğerlerinden daha yüksek su buharı geçirgenliği değerlerine sahip oldukları gözlenmiştir. Subjektif giyim denemeleri sırasında sıvı transferi konusunda belirtilen avantajları gözlenmeyen Coolmax kumaşın su buharı geçirme performansı konusundaki avantajının hammaddesinden çok yapısal özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Sonuçlara göre çift katlı poliester-pamuk kumaşın (% 70-30 pamuk- poliester) su buharı direnci diğerlerinden yüksek çıkmıştır ve bu sonucun bu kumaşın subjektif giyim denemelerindeki düşük performansı ile de uyumlu olduğu görülmüştür.

Kumaşların termal direnç değerleri için elde edilen sonuçlara göre, poliamid kumaşla (% 96-4 poliamid-elastan) poliester-modifiye viskon (Viloft) karışımı kumaş (% 49-49-2 poliester-modifiye viskon (Viloft)- elastan) diğerlerinden daha yüksek termal direnç değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Bu durumun büyük oranda poliester-modifiye viskon karışımı rib örgüye sahip kumaşın kalın ve hacimli yapısına bağlı olduğu belirtilmiştir. Bu kumaşın hammaddesi (poliester-viloft) ve yüzeyine uygulanan şardonlama işleminin de termal direncinin artmasında etkili olduğu belirtilmiştir. Yüksek kalınlık değeri ve yalıtım konusunda avantajlı olduğu belirtilen modifiye poliester lifi (Thermolite) ve pamuktan üretilen ve iç kısmı şardonlanarak daha hacimli bir yapı kazandırılan suprem kumaşın (% 47-53 pamuk-modifiye poliester (Thermolite) ise gruptaki diğer kumaşlardan farklı olmayan termal direnç değerleri vermiştir [53].

Özdil ve diğerleri farklı özellikteki çeşitli iplikler kullanarak 1x1 rib örme kumaşların termal özelliklerini araştırmışlardır. Çalışmada lif sayısı, iplik bükümü ve tarama(combing) değişken faktör olarak ele alınmıştır. Hazırlanan numunelerin termal dayanım, termal absorpsiyon, termal iletkenlik ve su buharı geçirgenliği özellikleri Alambeta ve Permetest cihazlarında ölçülmüştür. Test sonuçlarında pamuk ipliğinin lif sayısı, büküm miktarı ve tarama proseslerindeki farklılıklar 1x1 rib örme kumaşlarda farklı konfor özelliklerine sebep olmuştur. İplik bükümü ve lif sayısı arttıkça termal dayanım değerinin azaldığı ve su buharı geçirgenliği değerinin arttığı görülmüştür. Tarama proseslerindeki değişikliklerin de benzer etki gösterdiği gözlemlenmiştir [68].

Karaca ve diğerleri çalışmasında lif kesit şekli ve dokuma tipinin polyester dokuma kumaşların termal konfor özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada bezayağı ve dimi doku tipinde, 4 farklı kesit şekli olan 8 adet dokuma kumaş incelenmiştir. (Bunlar; yuvarlak, içi boş, yuvarlak, üçgen ve içi boş üçgen). İçi boş olan liflerden üretilen kumaşlar yüksek termal iletkenlik ve termal absorpsiyon gösterirken termal dayanım bakımından su buharı ve hava geçirgenliği değerleri boşluksuz liflerden daha düşük değerler göstermiştir. Üçgen liflerden dimi dokumadaki kumaşlar en düşük termal iletkenlik ve termal absorpsiyon sağlamıştır. Ancak en yüksek termal dayanım su buharı ve hava geçirgenliği değerleri elde edilmiştir [51].

Hes ve Loghin çalışmalarında Alambeta ve Permetest cihazlarında kuru ve ıslak durumda kumaşların termal dayanım, termal iletkenlik ve su buharı geçirgenliğini araştırmışlardır. Çalışma sonunda kalın pamuk ve pamuk-polyester dokuma kumaşların ıslak durumda termal dayanım ve su buharı geçirgenliği değerlerini belirlemiş ve tartışmışlardır. Sonuç olarak kumaştaki nemin artmasıyla birlikte hava geçirgenliği hemen hemen lineer bir şekilde azaldığı gözlemlenmiştir [69].

Ertekin ve Marmaralı çalışmalarında örmede desenlendirme amacıyla sıklıkla kullanılan askı ve atlama yapılarının düz örme kumaşların ısı konfor özellikleri üzerine etkisini incelemişler ve bu kumaş yapılarının ısı konfor parametrelerini test etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre düz örme kumaşların daha yüksek ısı direnç ve düşük hava geçirgenliği değerlerine sahip olduğu, fakat askı ve atlama içeren kumaşların ısı iletkenlik değerlerinin yüksek olduğu saptandığından örmede askı ve atlama yapılarının

kumaşa sağladığı ısı iletkenlik özelliğinden dolayı sıcak mevsimlerde örme kumaşlarda bu yapıların kullanılmasının uygun olduğu önerilmiştir [70].

Varshney ve diğerleri çalışmalarında lif kesiti ve lineer yoğunluğun, polyester kumaşların fiziksel özellikleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. 4 farklı kalınlıkta ve 4 farklı kesit şeklinde polyester lifi seçmişler (dairese, taraklı oval, tetrakelion ve trilobal) ve bunlardan % 100 polyester, % 67/33 polyester-viskoz karışımı 2 set 2/1 dimi kumaşlar üretilmiştir. Çalışmada giyim konforunun termofizyolojik unsuru olarak ısı, hava ve nem geçirgenliği özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, dairese olmayan kumaşlar, dairese olanlara kıyasla yüksek lineer yoğunluk, yüksek termal dayanım, düşük termal iletkenlik ve düşük termal emilim göstermiştir. Kumaşların ıslanabilme davranışları, sonsuz sıvı deposunda ve sınırlı sıvı deposunda olmak üzere 2 durum altında incelenmiştir. Lifi lineer yoğunluğundaki artışın esnekliği arttırdığını fakat su damlasının yayılmasını yavaşlattığı gözlemlenmiştir. Lif kalınlığı ile hava geçirgenliği ve nem buharı geçirgenliği arasında olumlu bir ilişki vardır. Lifi bölgesel şeklinin rolü kütle akışı karakteristiği üzerinde oldukça etkili olduğu gözlemlenmiştir [71].

Karahan ve diğerleri çalışmalarında doğal bambu lifleri hakkında bilgi vermişlerdir. Doğal bambu liflerinin önemliliği artan liflerden olduğunu, üstün konfor ve yüksek performans özellikleri sayesinde giysilerde, ev tekstillerinde, kompozitlerde, jeotekstillerde, endüstriyel tekstillerde kullanılmakta olduğunu belirtmişlerdir. Ring eğirme teknolojisi kullanılarak 6 farklı kalınlıkta (11,8, 14,8, 16,4, 15,7, 24,6, 29,5 Tex) bambu ipliği üretilmiş ve eğirme şartlarıyla ipliğin fiziksel özellikleri arasındaki ilişki incelenmiştir. % 100 bambu ipliklerinin 16.4 Tex'den ince olanlarında istenilen iplik kalitesine ulaşamadığı görülmüş ve bambu ipliğin karışım iplik şeklinde kullanılması önerilmiştir [72].

Demiryürek ve Uysaltürk çalışmalarında viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımı Ne 30/1 ring ipliklerin mekanik (kopma kuvveti ve uzaması) ve fiziksel özellikleri (düzgünsüzlük, tüylülük ve iplik hataları) ile bu ipliklerde üretilen süprem ve 1x1 ribana kumaşların ısı iletim, ısı yayılım, ısı soğurganlık, ısı direnç (yalıtım), hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği özellikleri ile patlama mukavemeti, boncuklanma özellikleri incelenmişler ve bu amaçla, viloft/polyester ve viloft/pamuk karışımlarından

100 %-0 %, 67 %-33 %, 50 %-50 %, 33 %-67 % ve 0 %-100 % şeritler elde edilerek Ne 30/1 ring iplik üretimi gerçekleştirmişlerdir. Bu ipliklerden üretilen süprem ve 1x1 ribana kumaşların konfor özelliklerini incelemişler ve sonuç olarak karışımda viloft oranının artırılmasıyla üretilen kumaşların ısı özelliklerinin iyileştiği görmüşlerdir. Ancak kumaşların su buharı geçirgenliği değerlerinin viloft/polyester karışımları için istatistiksel olarak anlamlı olmadığı, viloft/pamuk karışımları için ise anlamlılık derecesinin zayıf olduğu sonucuna varmışlardır [74].

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada Ne 30/1 ipliklerden süprem örgü yapısında örülmüş %100 (saf) viloft, pamuk, polyester, modal, promodal, bambu, tencel, coolmax kumaşları ile %50/50 oranında karışımı yapılan viloft/polyester, viloft/pamuk, bambu/polyester kumaşlarının termal konfor özellikleri incelenmiştir.

2.1. Gereç

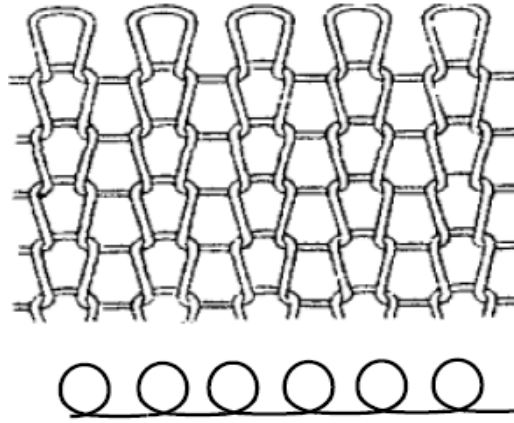
Çalışmada viloft, polyester, coolmax, bambu, tencel, modal, promodal, viskon, ve pamuk elyaflarından üretilmiş süprem örme kumaşlar malzeme olarak belirlenmiştir.

2.2. Yöntem

Çalışmada viloft, polyester, coolmax, bambu, tencel, modal, promodal, viskon, ve pamuk ipliklerden üretilmiş süprem örme kumaşların çeşitli fiziksel, mekanik, termal ve nem geçiş özellikleri test cihazlarıyla belirlenmiştir. Ayrıca bu özelliklere ait veriler Design Expert 6,01 programı kullanılarak karışım genel faktöriyel modeli ile istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Aşağıda sırasıyla örme kumaş üretimi, test cihazları ve istatistiksel yöntemle ilgili bilgi verilmiştir.

2.2.1. Süprem Kumaş Üretimi

RL örgü, süprem veya single jersey olarak da bilinen düz örgü, ya tek yataklı makinelerde ya da çift yataklı makinelerin tek yatağı kullanılarak elde edilen en basit örgü türüdür. İnce bayan çoraplarında, iç ve dış giysilerde, t-shirtlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yuvarlak örme makinelerinde üretilen düz örgüye süprem örgü adı verilmektedir. Şekil 2.1’de süprem örgü yapısı görülmektedir.



Şekil 2.1. Süprem örgü yapısı.

Çalışmada üretilen örme kumaşlar Şekil 2.2.' de gösterilen Terrot marka tek yataklı örme makinesinde üretilmiştir.



Şekil 2.2. Terrot süprem örgü makinesi.

2.2.2. Kullanılan Test Cihazları

Kumaşların termal, mekanik ve fiziksel testleri de ayrıca yapılmıştır. Bu testler sırasıyla terleme korumalı sıcak plaka testi, Permetest, gramaj tespiti, kumaş kalınlığı testi, hava geçirgenliği testi, kumaş görüntü testi, ilmek sıklık ve uzunluk testidir.

2.2.2.1. Permetest Test Cihazı

Deri modeli (skin model) olarak isimlendirilen bu cihaz, ısı hissetme vasıtasıyla kuru ve yaş insan derisini temsil etmektedir. Kumaşların su buharı ve ısı direncini belirlemesini sağlamaktadır. Ölçüm sırasında gözenekli ölçüm yüzeyi nemlendirilir ve üzerine numune yerleştirilir. Aktif yüzeyden dışarı çıkan buharlaşma ısısı cihaz üzerindeki özel bir sistemle ölçülür. Ölçüm sonuçları bir kaydediciye gönderilir ve değerler bir kâğıda grafik formunda aktarılır.

Permetest ile kumaşların su buharı geçirgenliği yüzdeleri ölçülmüş ve kumaşların “nefes alabilirliği” değerlendirilmiştir. Ölçümün esası, atmosfere açık, nemli bir plakadaki elektropotansiyelin, plaka bir kumaş tarafından kapatıldığında meydana gelen değişiminin tespitine dayanmaktadır. Aynı sistem, cihaza yerleştirilen kumaşın ıslak ölçüm platformundan difüzyona açık konumda absorbe ettiği su (sıvı) miktarındaki en küçük değişimi de belirleyerek su buharı geçirgenliğini ölçmektedir. Permetest, ISO 11092 standardına göre yapılan su buharı geçirgenliği ölçümlerinde çalışılan ve insan derisini simule eden 35 °C sıcaklık ve % 40 bağıl nem değerlerinde kondüsyonlanma yerine, laboratuvar ortamında kolaylıkla temin edilen 20 °C sıcaklık ve % 60 bağıl neme sahip, kumaş yüzeyine paralel hava akısı altında ölçüm yapmaktadır [3].

Ölçüm için gerekli numune boyutları 10 cm x 30 cm. olarak ayarlanmıştır. Yapılan çalışmada her bir numunenin su buharı geçirgenliği ölçümü 5 kez tekrarlanmıştır. Permetest cihazı Şekil 2.3’ de gösterilmektedir. Permetest cihazının teknik parametreleri ve ölçüm aralığı Tablo 2.1’ deki gibi sıralanabilir.



Şekil 2.3 Permetest su buharı ölçüm cihazı.

Tablo 2.1 Permetest cihazının teknik parametreleri ve ölçüm aralığı [3].

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

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

İnsan tenine çok yakın ısı ve nem iletimini simule eden (taklit eden) sıcak plaka kullanılan bu test cihazında kumaşlar, filmler, kaplamalar, köpük, deri ve çok katlı

yapılar dahil malzemelerin ısı direnci (R_{ct}) ve su buharı direncini (R_{et}), kararlı şartlar altında ölçülmektedir. Sıcak levha yönteminde TS EN 31092: standardı referans alınmıştır. Şekil 2.4' te verilen ısıl geçirgenlik test cihazının markası Measurement Technology NW , modeli Sweating guarded hot plate 8.2'dir .



Şekil 2.4. Measurement Technology NW hava geçirgenliği test cihazı.

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

Test için Numuneler 300*300 mm ebadında hazırlanır. Bir adet deney noktası için bir kumaşın 3 farklı yerinden numuneler alındıktan sonra bu numuneler 12 saat kondisyonlanır. Test numunesi tene temas edecek tarafı ölçüm plakasına denk gelecek şekilde ve plakanın yüzeyini tamamen kaplayacak şekilde yerleştirilir. Kırıksıklık olmadan yapışkan bant veya bir çerçeve ile numune sabitlenir. Numune olmaksızın elde edilen R_{ct0} değeri kaydedilir, numune ve plakanın ısıl direnci ölçülür ve daha sonra R_{ct0} değeri numuneden elde edilen termal direnç değerinden çıkartılır.

2.2.2.3. Kumaş Kalınlığı Testi

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



Şekil 2.5. SDL Atlas kumaş kalınlığı test cihazı.

2.2.2.4. Hava Geçirgenliği Testi

Hava geçirgenliği; dikey olarak test numunesinden birim zamanda belirli basınç farkı altında geçen hava miktarını ölçme prensibine dayanmaktadır. Söz konusu test, Şekil 2.6' da SDL Atlas marka M021A model hava geçirgenliği test cihazında ERT 140.2-99 standardına uygun şekilde gerçekleştirilmiştir.

24 saat boyunca standart atmosfer koşullarında kondüsyonlanan ana numuneden standarda göre 3 adet numune alınmış ve numuneler cihazın analiz kafasına konulmuş, üzerine metal halka takılarak sabitlenmiştir. Cihaz çalıştırılarak, numuneden hava emişi sağlanmış manometredeki basınç farkı 50 Pa olduğu anda skaladan hava geçişi m/dk olarak okunmuştur (Şekil 2.6.). Her bir numune kumaşın ölçüm sonuçlarının ortalaması alınmış, standart sapmaları ve % CV değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 2.6. SDL Atlas M021A hava geçirgenliği ölçüm cihazı.

2.2.2.5. Kumaş Görüntü Testi

Kumaş görüntüleri Olympus marka CX31 model optik mikroskop kullanılarak elde edilmiştir. Büyütme oranı 20x olarak belirlenmiştir.



Şekil 2.7. Olympus Optik Mikroskop.

2.2.3. Model Seçimi ve Regresyon Analizi

İstatistiksel modeller için Design Expert paket programı kullanılan çalışmada karışım-genel faktöriyel modeli oluşturulduktan sonra regresyon eşitlikleri elde edilerek kumaş özelliklerinin değerlendirilebilmesi ve tahmin edilebilmesi sağlanmıştır. Aşağıda çalışmada kullanılan bazı terim ve kavramlar verilerek model seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar anlatılmıştır.

2.2.3.1. Regresyon Analizi

Tepki ya da bağımlı değişken olarak tanımlanan “Y” ve bağımsız değişken veya regresör olarak tanımlanan n adet “X1, X2...Xn” arasındaki sebep-sonuç ilişkisini matematiksel olarak ortaya koyan yönteme regresyon analizi denilmektedir. Regresyon analizi sonucunda bağımlı değişken bağımsız değişken cinsinden ifade edilerek bir eşitlik elde edilerek farklı olaylar ile ilgili tahminler yapılabilmektedir. Regresyon analizi, aralarında sebep-sonuç ilişkisi bulunan iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi belirlemek ve bu ilişkiyi kullanarak o konu ile ilgili tahminler (estimation) ya da kestirimler (prediction) yapabilmek amacıyla yapılır.

Bağımlı Değişken

Tepki değişkeni veya yanıt olarak da adlandırılmaktadır. Çalışmada termofizyolojik konfor bağımlı değişken olarak değerlendirilmektedir.

Bağımsız Değişken

Regresör olarak da tanımlanan, bağımlı değişken üzerinde etkisi olan değişkenlerdir. Hava geçirgenliği, ısı direnç, su buharı geçirgenliği bağımsız değişken olarak değerlendirilmektedir.

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

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

Burada;

Y Bağımlı değişken

X1, X2, X3..... Xn Bağımsız değişken

β_0 Sabit değer

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

Regresyon analizi sonucu elde edilen fonksiyon istatistiksel bir fonksiyon olduğundan her X değerine karşılık gelen Y değeri aynı olmayıp regresyon denklemi ile elde edilen değer etrafında yer alan ve normal dağılıma benzer dağılım gösteren değerleri içerebilmektedir. Bu nedenle regresyon analizi sonucunda bulunan denklemin geçerliliği belirli bir güven aralığında ifade edilmektedir [73]. Çalışmada kullanılan güven aralığı ise %95 ($\alpha=0.05$) olarak belirlenmiştir.

F- Testi

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

p- Testi

H_0 : Model uygundur.

H_1 : Model uygun değildir.

Hipotezleri tanımlandığında H_0 hipotezinin reddedilmesini sağlayan en küçük anlamlılık seviyesine p-değeri denilmektedir [3]. İstatistiksel değerlendirmede modelin ortaya çıkardığı parametrelerin modele olan katkısının anlamlı veya anlamsız olarak değerlendirilmesinde kullanılan bir değerdir.

2.2.4. ANOVA (Analysis of Variance)

Regresyon modelinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını sonucuna varmak amacıyla kullanılan çizelgeye (tabloya) denilmektedir. Bu tabloda yer alan F-değeri, modelin açıkladığı değişimin (modelin kareler toplamı) açıklanamayan değişime

(hataların kareler toplamı) oranı olmaktadır. ANOVA tablosunda p değerinin 0.05' ten küçük olması durumunda kurulan modelin anlamlı olduğu anlaşılmaktadır.

Korelasyon katsayısı olarak bilinen **R**, bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Bu değer -1...+1 arasında değişmekte olup bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasında +1'e yakın bir korelasyon (ilişki) olması istenen bir durumdur.

R² ise kurulan modelde yer alan terimlerin (bağımsız değişkenlerin) bağımlı değişkeni ne kadar açıkladığını yüzde olarak ifade etmektedir. Her ne kadar **R²** modelin açıklanma yüzdesini ifade etse de modele katkısı olmayan terimlerin modelden çıkartılmasıyla daha doğru bir sonuç elde edilir. Elde edilen yeni **R²** değerine ise **düzeltilmiş R²** denilmektedir. **Tahmin Edilen R²** ise modelin yeni olayları tahmin edebilme yeteneğini gösteren bir değer olmaktadır.

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

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

olmaktadır. Model seçilirken bu değer küçük olması istenmektedir.

Uyum Eksikliği (Lack of Fit)

Seçilen modelin uygunluğunu belirlemek amacıyla yapılan teste uyum eksikliği denilmektedir.

H_0 : Model uygundur.

H_1 : Model uygun değildir.

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

Artık Analizi

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

Çalışmada kullanılan liflerin gruplandırılması Tablo 2.2.' de verilmektedir.

Tablo 2.2. Testlerde kullanılan kumaşların gruplandırılması.

Testlerde kullanılan kumaşların gruplandırılması				
1. grup kumaşlar	2. grup kumaşlar	3. grup kumaşlar	4. grup kumaşlar	5. grup kumaşlar
- % 100 pamuk - % 50/50 pamuk/viloft - % 100 viloft	- % 100 polyester - % 50/50 polyester/viloft - % 100 viloft	- % 100 bambu - % 50/50 bambu/polyester - % 100 polyester	- % 100 pamuk - %100 viskon - %100 viloft - %100 tencel - %100 polyester - %100 coolmax - %100 modal - %100 promodal - %100 bambu	- % 100 polyester - % 100 coolmax

3.BÖLÜM

BULGULAR

Bu çalışmada Ne 30/1 ipliklerden süprem örgü yapısında örülmüş % 100 (saf) viloft, pamuk, polyester, modal, promodal, bambu, tencel, coolmax kumaşları ile % 50/50 oranında karışımı yapılan viloft/polyester, viloft/pamuk, bambu/polyester kumaşlarının termal konfor özellikleri incelenmiştir. Bu bölümde kumaş testleriyle ilgili bulgular verilmektedir.

3.1. Kumaş Testleri

Çalışma da kullanılan kumaş numunelerine ait ısı direnç, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, su buharı geçirgenliği direnci, kumaş kalınlığı, kumaş gramajı, kumaş görüntüleri ve kumaş sıklıklarıyla ilgili test sonuçları bu bölümde sırasıyla verilmektedir.

3.1.1. Terleme Korumalı Sıcak Plaka (Sweating guarded Hotplate) Isıl Direnç (İzolasyon) Test Sonuçları

Çalışmada, konveksiyon yoluyla ölçüm yapan terleme korumalı sıcak plaka (sweating guarded hotplate) cihazı kullanılarak süprem örgü kumaşların ısı direnç özelliklerine ait değerler ölçülmüştür. Ölçüm Measurement Technology NW markalı ve modeli Sweating guarded hot plate 8.2 olan cihazda gerçekleştirilmiştir. Söz konusu ölçüm sonuçları aşağıda verilmektedir.

Tablo 3.1. Kullanılan kumaşlar için ısı direnç test sonuçları.

Kumaşlar	Ölçümler (m ² K/W)			Ortalama	SD	CV(%)
	1	2	3			
Pamuk	0.0278	0.0322	0.0319	0.031	0.002	8.025
Pamuk/viloft	0.0319	0.0311	0.0334	0.032	0.001	3.633
Viskon	0.0227	0.0226	0.0211	0.022	0.001	4.049
Viloft	0.0299	0.0281	0.0287	0.029	0.001	3.171
Tencel	0.0194	0.0197	0.019	0.019	0.000	1.813
Polyester	0.0326	0.0345	0.033	0.033	0.001	3.002
Coolmax	0.029	0.0276	0.0294	0.029	0.001	3.297
Modal	0.0269	0.0277	0.0245	0.026	0.002	6.316
Polyester/viloft	0.0303	0.031	0.0301	0.030	0.000	1.551
Promodal	0.022	0.0215	0.0231	0.022	0.001	3.687
Bambu/polyester	0.0325	0.033	0.0314	0.032	0.001	2.534
Bambu	0.0302	0.0316	0.0291	0.030	0.001	4.135

3.1.2. Hava Geçirgenliği Test Sonuçları

Söz konusu test, SDL Atlas marka M021A model hava geçirgenliği test cihazında ERT 140.2-99 standardına uygun şekilde gerçekleştirilmiştir. Test sonuçları aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Tablo 3.2. Kullanılan kumaşlar için hava geçirgenliği test sonuçları.

Kumaşlar	Ölçümler (mm/s)			Ortalama	SD	CV(%)
	1	2	3			
Pamuk	886	904	909	899.67	12.10	1.344
Pamuk/viloft	651	658	805	704.67	86.96	12.34
Viskon	442	487	465	464.67	22.50	4.842
Viloft	528	532	533	531	2.65	0.498
Tencel	1210	1290	1290	1263.33	46.19	3.656
Polyester	1140	1180	1210	1176.67	35.12	2.984
Coolmax	494	537	552	527.67	30.11	5.705
Modal	699	766	730	731.67	33.53	4.582
Polyester/viloft	765	776	816	785.67	26.84	3.416
Promodal	900	968	972	946.67	40.46	4.274
Bambu/polyester	3190	3280	3115	3195	82.61	2.585
Bambu	2820	2940	3020	2926.67	100.66	3.440

3.1.3. Su Buharı Geçirgenliği Test Sonuçları

Çalışmada Permetest cihazı kullanılarak süprem örgü kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği özelliklerine ait değerler ölçülmüştür.

Tablo 3.3. Kullanılan kumaşlar için bağıl su buharı geçirgenliği sonuçları.

Kumaşlar	Ölçümler (%)					Ortalama	SD	CV(%)
	1	2	3	4	5			
Pamuk	47.4	51.6	55.7	52.8	50.8	51.66	3.02	5.848
Pamuk/viloft	53	54.5	55.3	55.1	55.4	54.66	0.99	1.813
Viskon	57.6	54.55	53.3	58.4	55.9	55.95	2.10	3.760
Viloft	56.1	52	54.5	48.5	56	53.42	3.21	6.009
Tencel	65.5	57.5	59.5	61.4	58.1	60.4	3.22	5.334
Polyester	54.1	50.8	58.2	56.6	56.3	55.2	2.86	5.182
Coolmax	59.2	56.2	53.6	58.1	54.6	56.34	2.34	4.146
Modal	58.2	54.3	56.7	54.8	57.4	56.28	1.68	2.976
Polyester/viloft	58.3	58.1	54.2	50.1	61.1	56.36	4.28	7.585
Promodal	57.4	55.8	57.6	54.6	64.4	57.96	3.80	6.562
Bambu/polyester	51.4	52.2	55.2	51.4	52.1	52.46	1.58	3.006
Bambu	54.2	51.8	52.8	44.3	48.2	50.26	4.00	7.965

3.1.4. Su Buharı Geçirgenliği Direnci Test Sonuçları

Çalışmada Permetest cihazı kullanılarak süprem örgü kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği direnci özelliklerine ait değerler ölçülmüştür.

Tablo 3.4. Kullanılan kumaşlar için su buharı geçirgenliği direnci test sonuçları

Kumaşlar	Ölçümler (m ² Pa/W)					Ortalama	SD	CV(%)
	1	2	3	4	5			
Pamuk	5.9	5.8	5.1	4.9	5.7	5.48	0.449	8.201
Pamuk/viloft	4.1	4	4.1	4.2	3.9	4.06	0.114	2.808
Viskon	4.2	4.4	4.8	3.8	4.3	4.3	0.361	8.385
Viloft	3.9	4.3	3.8	4.8	3.6	4.08	0.476	11.677
Tencel	2.9	4.3	3.6	3.3	3.7	3.56	0.518	14.541
Polyester	3.7	4.3	3.2	3.5	3.7	3.68	0.402	10.937
Coolmax	4.2	4.3	5.1	4.2	4.9	4.54	0.428	9.422
Modal	2.8	3.5	4.7	5	4.5	4.1	0.919	22.42

Tablo 3.4. (devamı).

Kumaşlar	Ölçümler (m^2Pa/W)					Ortalama	SD	CV(%)
	1	2	3	4	5			
Polyester/viloft	3.5	2.9	3.2	3.9	2.7	3.24	0.477	14.737
Promodal	4.4	4.7	4.4	5.1	3.7	4.46	0.513	11.498
Bambu/polyester	4.1	4.1	3.8	4.5	4	4.1	0.255	6.218
Bambu	3.7	3.9	3.8	5.3	4.2	4.18	0.653	15.632

3.1.5. Gramaj Testi

Tez çalışmasında kullanılan numunelerin ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla Ohrus Pioneer marka elektronik terazi kullanılmıştır.

Tablo 3.5. Kullanılan kumaşlar için gramaj ölçüm sonuçları.

Kumaşlar	Ölçümler ($g/100cm^2$)			Ortalama	SD	CV(%)
	1	2	3			
Pamuk	1.21	1.19	1.22	1.21	0.02	1.265
Pamuk/viloft	1.30	1.28	1.31	1.30	0.02	1.178
Viskon	1.46	1.43	1.46	1.45	0.02	1.194
Viloft	1.35	1.33	1.37	1.35	0.02	1.481
Tencel	1.39	1.39	1.40	1.39	0.01	0.414
Polyester	1.23	1.20	1.27	1.23	0.04	2.847
Coolmax	1.43	1.42	1.45	1.43	0.02	1.065
Modal	1.29	1.29	1.32	1.30	0.02	1.332
Polyester/viloft	1.31	1.32	1.33	1.32	0.01	0.757
Promodal	1.28	1.29	1.26	1.28	0.02	1.196
Bambu/polyester	0.73	0.74	0.73	0.73	0.01	0.787
Bambu	0.73	0.74	0.75	0.74	0.01	1.351

3.1.6. Kumaş Kalınlığı Testi

Kumaş kalınlığı testleri belli bir basınç altında ölçülerek tespit edilmektedir. Kumaş kalınlığı kumaşların ısı tutuculuk ve hacimsel özellikleri üzerinde etkisi vardır. Kumaş kalınlığı testleri SDL Atlas marka dijital kumaş kalınlığı test cihazında TS 7128 EN ISO 5084' ye göre yapılmıştır.

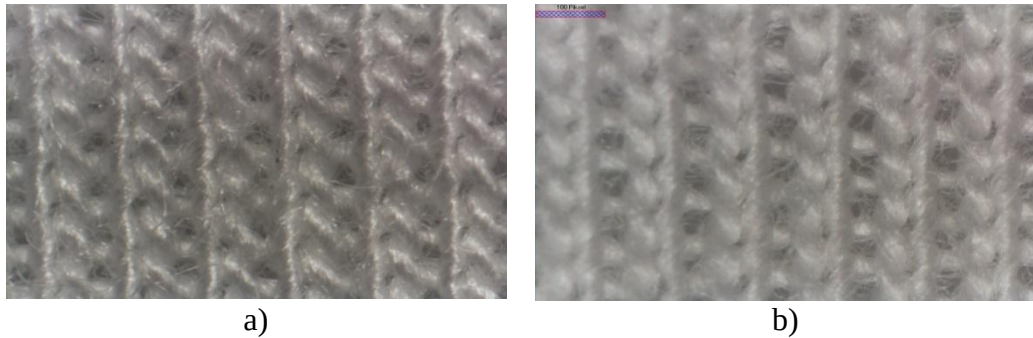
Tablo 3.6. Kullanılan kumaşlar için kumaş kalınlığı test sonuçları.

Kumaşlar	Ölçümler			Ortalama (mm)	SD	CV(%)
	1	2	3			
Pamuk	0.656	0.666	0.675	0.666	0.010	1.428
Pamuk/viloft	0.692	0.697	0.687	0.692	0.005	0.722
Viskon	0.66	0.662	0.646	0.656	0.009	1.328
Viloft	0.726	0.72	0.733	0.726	0.007	0.895
Tencel	0.665	0.669	0.675	0.670	0.005	0.751
Polyester	0.63	0.648	0.666	0.648	0.018	2.777
Coolmax	0.645	0.646	0.682	0.658	0.021	3.205
Modal	0.581	0.617	0.625	0.608	0.023	3.857
Polyester/viloft	0.668	0.672	0.68	0.673	0.006	0.907
Promodal	0.618	0.622	0.644	0.625	0.014	2.230
Bambu/polyester	0.597	0.597	0.584	0.593	0.008	1.266
Bambu	0.645	0.654	0.656	0.652	0.006	0.899

3.1.7. Kumaş Görüntüleri

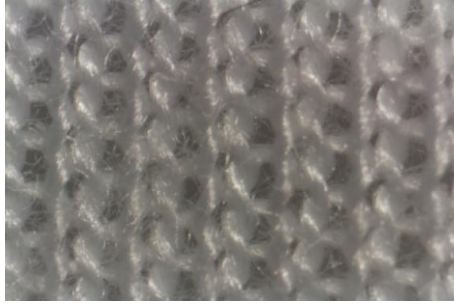
Kumaş görüntüleri Olympus marka CX31 model optik mikroskop kullanılmıştır. Viloft, pamuk, polyester, modal, promodal, bambu, tencel, coolmax kumaşları ile % 50/50 oranında karışımı yapılan viloft/polyester, viloft/pamuk, bambu/polyester süprem örme kumaşların mikroskop altında görüntüleri aşağıdaki şekillerde görülmektedir.

3.1.7.1. Viloft ve Pamuk Süprem Örme Kumaşların Görüntüleri



Şekil 3.1. a) % 100 viloft, b) % 100 pamuk kumaşların görüntüleri (x20).

3.1.7.2. Polyester ve Tencel Süprem Örm Kumaşların Görüntüleri



a)



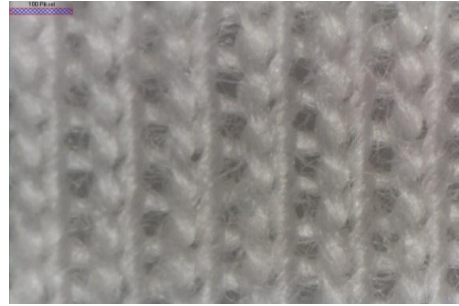
b)

Şekil 3.2. a) % 100 polyester, b) % 100 tencel kumaşların görüntüleri (x20).

3.1.7.3. Modal ve Promodal Süprem Örm Kumaşların Görüntüleri



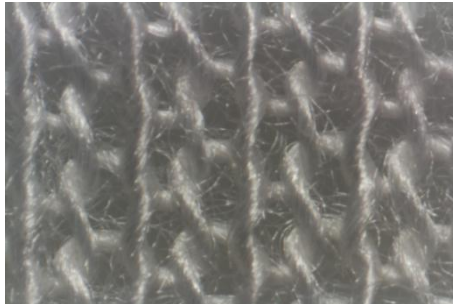
a)



b)

Şekil 3.3. a) % 100 modal, b) % 100 promodal kumaşların görüntüleri (x20).

3.1.7.4. Bambu ve Coolmax Süprem Örm Kumaşların Görüntüleri



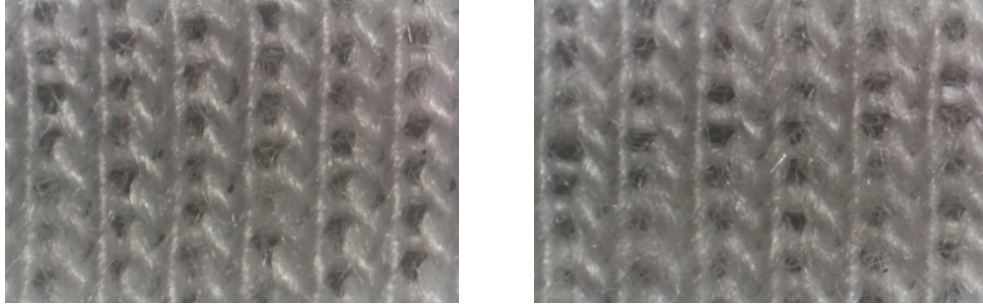
a)



b)

Şekil 3.4. a) % 100 bambu, b) % 100 coolmax kumaşların görüntüleri (x20).

3.1.7.5. Viloft/polyester ve Viloft/pamuk Süprem Örme Kumaşların Görüntüleri

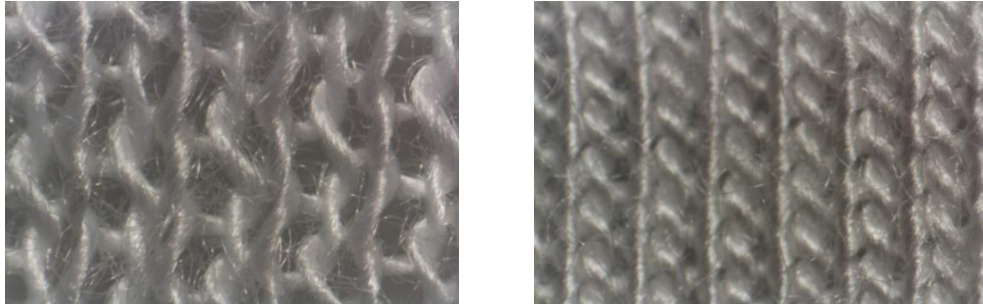


a)

b)

Şekil 3.5. a) % 50-50 Viloft/polyester, b) % 50-50 Viloft/pamuk kumaşların görüntüleri (x20).

3.1.7.6. Bambu/Polyester ve Viskon Süprem Örme Kumaşların Görüntüleri



a)

b)

Şekil 3.6. a) % 50-50 Bambu/polyester, b) % 100 viskon kumaşların görüntüleri (x20).

Tablo 3.7. Kumaşların ilmek sıklık ve uzunluk değerleri.

Kumaşlar	İlmek Sıklığı (adet/cm)	May Sıklığı (adet/cm)	İlmek Uzunluğu (cm)
Pamuk	19	11	0.3
Pamuk/viloft	21	14	0.3
Viskon	20	15	0.3
Viloft	21	14	0.3
Tencel	23	13	0.25
Polyester	19	14	0.35
Coolmax	21	15	0.3
Modal	18	15	0.3
Polyester/viloft	20	14	0.25
Promodal	20	14	0.25
Bambu/polyester	18	10	0.4
Bambu	11	9	0.4

4. BÖLÜM

TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma

Bu bölümde tez kapsamında temin edilen % 100 pamuk, viskon, viloft, tencel, polyester, coolmax, modal, promodal, bambu ile % 50/50 oranında karışım halinde olan pamuk/viloft, polyester/viloft ve bambu/polyester süprem kumaşların termal konfor özellikleri, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği özellikleri istatistiksel analiz teknikleri kullanılarak incelenmiştir. İstatistiksel analiz, genel faktöriyel modeli esas alınarak Design Expert 6.0.1 paket programında gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel model oluşturulurken dikkat edilmesi gereken hususlar Gereç ve Yöntem bölümünde anlatılmıştır. Design Expert paket programı kullanılarak yürütülen çalışmada bu hususlar dikkate alınarak faktöriyel modeller oluşturulmuştur. Oluşturulan modelin ardından farklı kumaş örneklerine bağlı olarak yukarıda sayılan özelliklerin tahmin edilebilmesi için regresyon denklemleri oluşturulmuştur.

Yukarıda sayılan, kumaş özellikleri için oluşturulan istatistiksel modeller oluşturulmuştur. Her bir test için Design Expert paket programı ile elde edilen Varyans Analizi (ANOVA – Analysis of Variance) tablosu, istatistiksel özetler, regresyon eşitlikleri ve grafikleri aşağıda verilmektedir.

Karışım ürünler için model seçimi ile ilgili prosedürlerin izahı “hava geçirgenliği” özelliği için detaylı olarak anlatılmıştır. Diğer özellikler için model seçimi tekrar edilmemiştir. % 100 olan ürünler için genel faktöriyel tasarım yapılmıştır. Ancak buradaki değişkenlerin tamamı kategorik değişken olduğu için yalnız bir tane model ortaya çıkmaktadır.

4.1.1. Hava Geçirgenliği

Hava geçirgenliği belirli bir hava basıncı altında kumaştan geçen hava miktarı (debisi) olarak tanımlanabilir. Bu çalışmada kullanılan örme kumaşlar ince olduğundan hava geçirgenliği testi 50 Pa basınç altında gerçekleştirilmiştir.

4.1.1.1. Pamuk/viloft karışımli kumaşların hava geçirgenliği özelliği

Tablo 4.1' de hava geçirgenliği model seçimi için farklı modellerde elde edilen F-testi ve buna karşılık gelen p-değerleri verilmektedir. Burada F değeri en yüksek olan ve p-değeri 0.05' ten küçük olan lineer model, hava geçirgenliği özelliğinin analizi için program tarafından önerilmektedir.

Tablo 4.1. Hava geçirgenliği için pamuk/viloft karışımli kumaşlarda farklı modellere ait F-testi.

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kareler toplamı	F değeri	p-değeri	Öneri
Ortalama	$4,56 \times 10^9$	1	$4,56 \times 10^9$			
<u>Lineer</u>	$2,04 \times 10^8$	<u>1</u>	$2,04 \times 10^8$	<u>91.14</u>	<u>< 0.0001</u>	<u>Önerilen model</u>
Kuadratik	227.56	1	227.56	0.088	0.7762	
Artıklar	15431.33	6	2571.89			
Toplam	$4,78 \times 10^9$	9	$5,31 \times 10^8$			

Tasarım için uygun olabilecek model belirlenmesine rağmen en uygun modelin seçimi için F-testi tek başına yeterli olmamaktadır. Uyum eksikliği testi yapılarak modelin yeterli olup olmadığı test edilmelidir. Tablo 4.2' de hava geçirgenliği için uyum eksikliği (lack of fit) tablosu gösterilmektedir. Uyum eksikliği testinde p-değeri en yüksek olan model uygun olacağından lineer model, en uygun model olarak belirlenmiştir.

Tablo. 4.2. Pamuk/viloft kumaşın hava geçirgenliği özelliği için uyum eksikliği (lack of fit) testi.

Model	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kareler toplamı	F değeri	p-değeri	Öneri
Lineer	227.56	1	227.56	0.088	0.7762	Önerilen model
Kuadratik	0,00	0				
Hata	15431.33	6	2571.89			

Uyum eksikliği dışında, modellerin ortaya çıkardığı standart sapma, R^2 , uyarlanmış R^2 , tahmini R^2 ve PRESS değerlerine de bakılarak en uygun model için bilgi sahibi olunabilmektedir. R^2 değerlerinin yüksek olması, ancak standart sapma ve PRESS değerlerinin düşük olması istenen bir durumdur. Tablo 4.3' te verilen pamuk/viloft karışımı kumaşın hava geçirgenliği özelliği için istatistik özetlerine göre en düşük standart sapma (47,30), PRESS (20067.51) ve en yüksek R^2 (0.92), düzeltilmiş R^2 (0.92), tahmin edilen R^2 (0.91) değerlerine sahip olan lineer modelin en uygun model olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 4.3. Pamuk/viloft kumaşın hava geçirgenliği özelliği için istatistik sonuçlar.

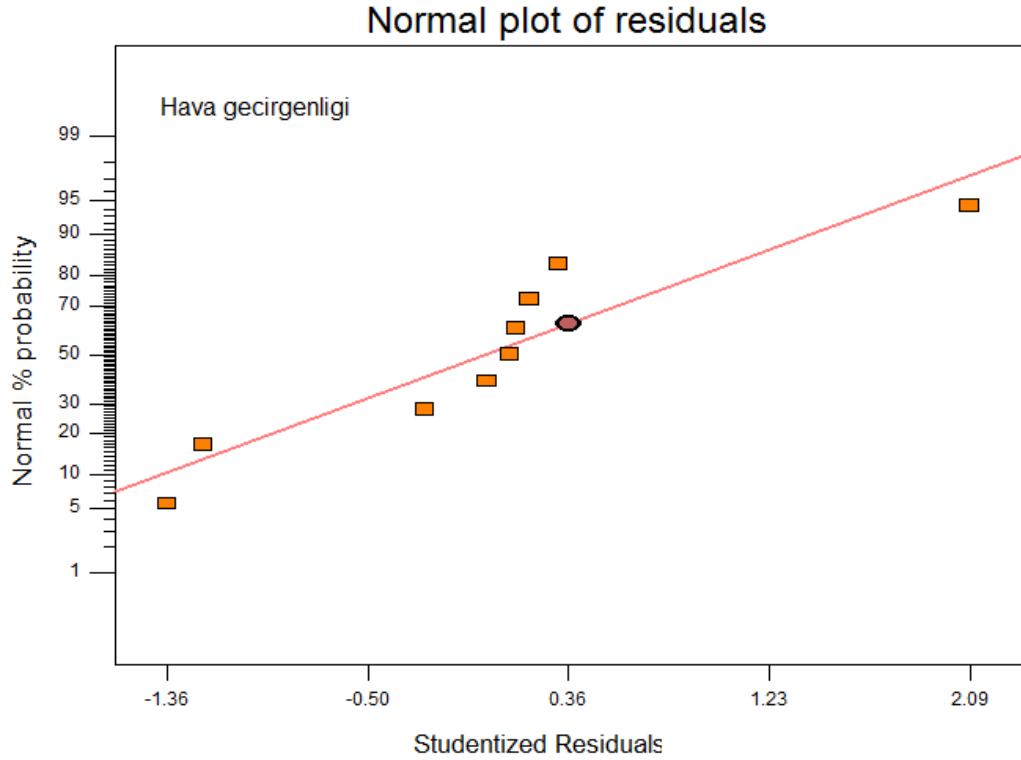
Karışım	Standart sapma	R^2	Düzeltilmiş R^2	Tahmin edl. R^2	PRESS	Öneri
Lineer	47.30	0.9287	0.9185	0.9086	20067.51	Önerilen
Kuadratik	50.71	0.9297	0.9063	0.8418	34720.50	

Viloft/pamuk karışımı kumaşın hava geçirgenliği için lineer modelin en uygun model olduğu tespit edildikten sonra bu modelin verdiği sonuçların incelenmesi aşamasına geçirilebilir. Öncelikle ANOVA tablosu oluşturularak modelde yer alan bağımsız değişkenlerin modele katkısının anlamlı olup olmadığı, F değerleri ve bu değerlere karşılık gelen p-değerleri ile değerlendirilmektedir. Hava geçirgenliği için oluşturulan modele ait pamuk/viloft karışımı kumaşlara ait varyans analizi tablosu (ANOVA) değerleri Tablo 4.4' te verilmektedir. Burada % 95' lik güven aralığında p-değeri 0.05' ten küçük değerlerin modele katkısı anlamlıdır. Uyum eksikliğinin anlamlı olması istenen bir durumdur. Bu haliyle modelin uyumlu olduğu değerlendirilmektedir.

Tablo 4.4 Pamuk/viloft karışımı kumaşların hava geçirgenliği özelliği için lineer model ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler toplamı	SD	Kareler ortalaması	F- değeri	p- değeri	Anlamlılık
Model	$2,04 \times 10^8$	1	$2,04 \times 10^8$	91.14	< 0.0001	Anlamlı
A	$2,04 \times 10^8$	1	$2,04 \times 10^8$	91.14	< 0.0001	Anlamlı
Artıklar	15658.89	7	2236.98			
Lack of Fit	227.56	1	227.56	0.088	0.7762	Anlamlı değil
Hata	15431.33	6	2571.89			
Düz. Toplam	$2,20 \times 10^8$	8				

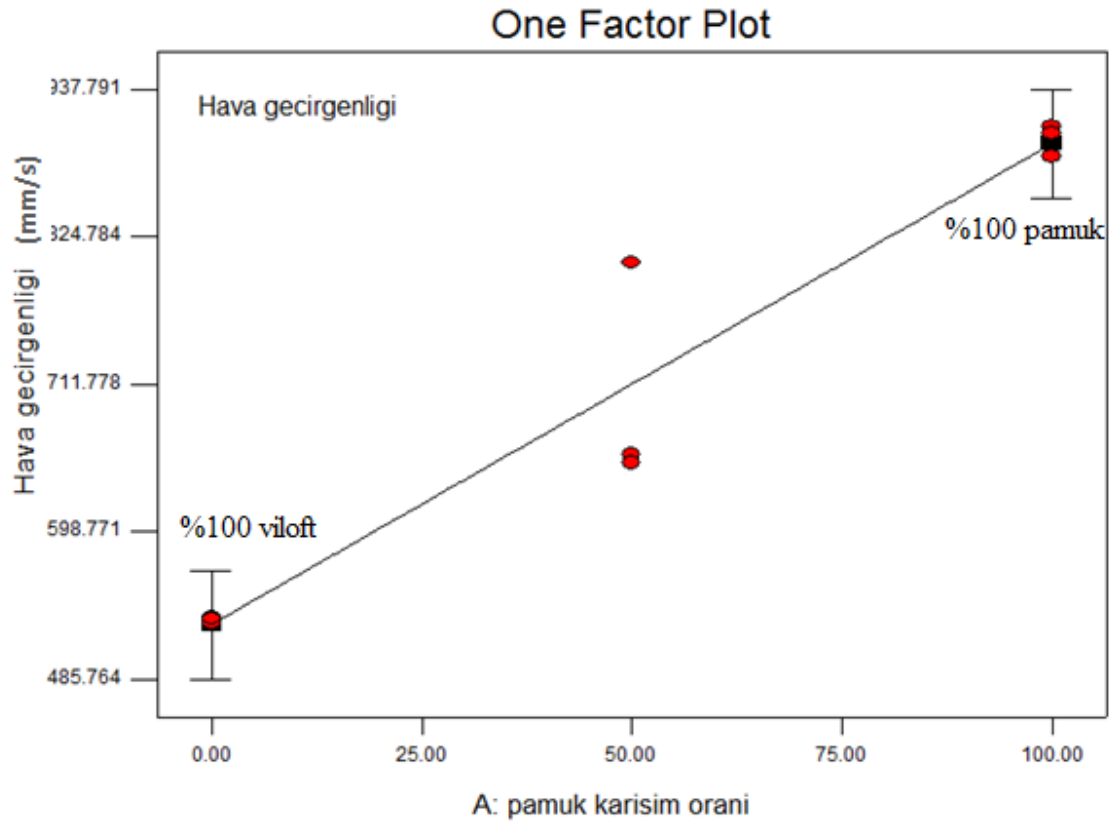
Şekil 4.1’ de pamuk/viloft karışımı kumaşların hava geçirgenliği sonuçlarına ait normal dağılım grafiği verilmektedir. Burada artıkların normal olasılık eksenine göre bir doğru üzerinde yer alması istenen bir durumdur. Şekil incelendiğinde artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer aldığı görüldüğünden hava geçirgenliği değerlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir. Eşitlik (4.1)’ de ise hava geçirgenliğine ait regresyon denklemi verilmektedir.



Şekil 4.1. Pamuk/viloft karışımli kumaşların hava geçirgenliği için normal dağılım grafiği.

$$\text{Hava geçirgenliği} = 527.44 + 3.69 * (\text{pamuk oranı}) \quad (4.1)$$

Normal dağılım testi yapıldıktan sonra, eşitlik (4.1)' de verilen denklemin ortaya çıkardığı regresyon doğrusu incelenebilir. Şekil 4.2' de pamuk karışım oranına bağlı olarak ortaya çıkan hava geçirgenliği bir doğru olarak gösterilmiştir. Şekilde deneysel sonuçlardan elde edilen değerler nokta ile gösterilmiştir. Regresyon doğrusu ise bu noktalarla yaklaşık olarak geçmektedir. Şekilden, örme kumaş içerisinde pamuk karışım oranının artmasıyla hava geçirgenliği değerlerinin attığı görülmüştür. Bu durumun karışımda kullanılan elyafların yüzey özellikleriyle ilgili olduğu düşünülebilir. Viloft elyafı, (Şekil 1.26) tırtıklı bir yüzeye ve geniş bir yüzey alanına sahip olduğundan hava ile daha fazla temas geçer ve hava geçirgenliğine direnç gösterir. Bu yüzden karışımdaki viloft elyafının artmasıyla hava geçirgenliğinin düştüğü söylenebilir.



Şekil 4.2. Pamuk karışım kumaşların karşılaştırılması

Model seçimi için gerekli bilgiler verildiğinden, buradan sonraki özelliklerin incelenmesi için model seçimi aşamaları tekrar edilmeyecektir. Hangi modelin uygun olduğu belirlenip ANOVA tablosu verildikten sonra uygun modelin ortaya çıkardığı regresyon denklemleri ve eğrileri incelenecektir.

4.1.1.2. Polyester/viloft karışım kumaşların hava geçirgenliği özelliği

Polyester/viloft karışım kumaşlar için kuadratik modelin en uygun model olduğu belirlenmiştir. Tablo 4.5' de kuadratik modele ait ANOVA tablosu görülmektedir. Burada karışım oranının hava geçirgenliğine olan etkisinin anlamlı olduğu görülmektedir.

Tablo 4.5. Polyester/viloft- polyester karışımı kumaşların hava geçirgenliği özelliği için kuadratik model de ANOVA tablosu.

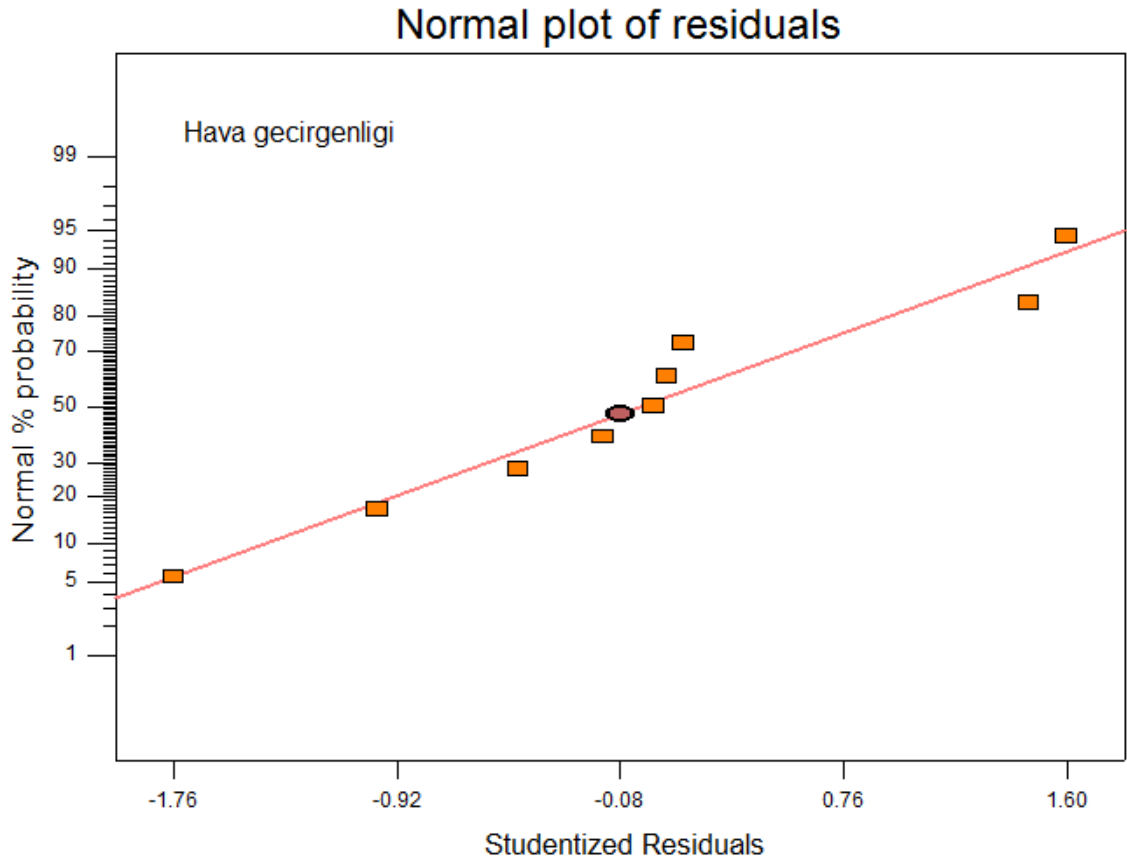
Kaynak	Kareler toplamı	SD	Kareler ortalaması	F değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	6.35×10^8	2	3.17×10^8	485.51	< 0.0001	Anlamlı
A	6.25×10^8	1	6.25×10^8	956.81	< 0.0001	Anlamlı
A²	9293.39	1	9293.39	14.22	0.0093	Anlamlı
Hata	3921.33	6	653.56			
Düz. Toplam	6.39×10^8	8				

Tablo 4.6’ da ise seçilen modele ait (kuadratik model) istatistiksel özetler verilmektedir. Burada, modelin hava geçirgenliğini açıklama oranı olarak da bilinen R^2 değerinin 0.9939 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.6. Polyester/viloft- polyester karışımı kumaşların hava geçirgenliği özelliği için istatistiksel özet.

Std. Sapma	25.56
Ortalama	831.11
C.V.	3.08
PRESS	8823.00
R^2	0.9939
Uyarlanmış R^2	0.9918

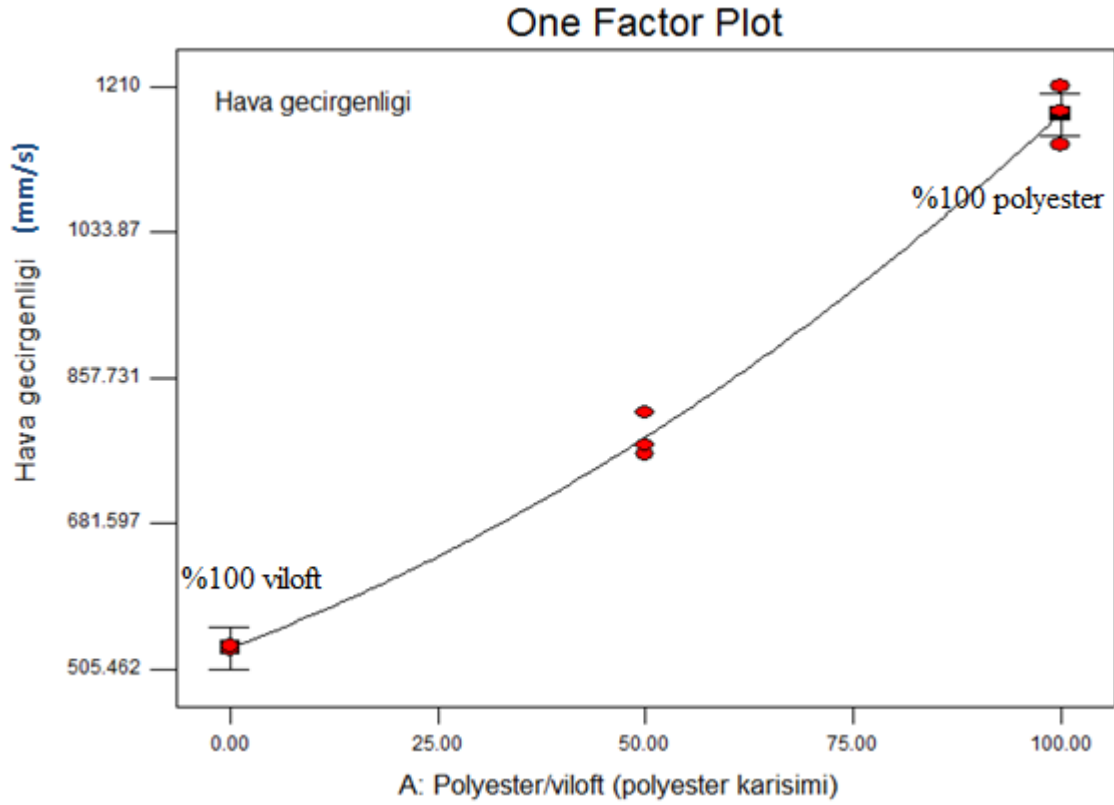
Şekil 4.3’ de polyester/viloft karışımı kumaşların hava geçirgenliği testi sonuçlarına ait normal dağılım grafiği verilmektedir. Şekil incelendiğinde artıkların yaklaşık olarak bir doğru üzerinde yer aldığı görülmektedir. Artıkların bir doğru üzerinde yer alması hava geçirgenliği değerlerinin normal dağılıma uyduğunu göstermektedir. Eşitlik (4.2)’ de ise hava geçirgenliği için polyester/viloft kumaşına ait regresyon denklemi verilmiştir.



Şekil 4.3. Polyester karışumlu kumaşların hava geçirgenliği için normal dağılım grafiği

$$\text{Hava geçirgenliği} = 531 + 3.73 * (\text{polyester oranı}) + 0.027 * (\text{polyester oranı})^2 \quad (4.2)$$

Polyester karışumlu kumaşların normal dağılım testi yapıldıktan sonra, eşitlik (4.2)' de verilen denklemin ortaya çıkardığı regresyon eğrisi incelenebilir. Şekil 4.4' de polyester karışım oranına bağlı olarak ortaya çıkan hava geçirgenliği bir eğri olarak gösterilmiştir. Şekilde deneysel sonuçlardan elde edilen değerler nokta ile gösterilmiştir. Regresyon eğrisi ise bu noktalara yaklaşık olarak geçmektedir. Şekle göre örme kumaş içerisindeki polyester karışım oranının artmasıyla birlikte kumaşın hava geçirgenliği değerinin de arttığı görülmüştür. Bu durumun ortaya çıkmasının nedeninin viloft elyafının yüzey şekline bağlı olduğu söylenebilir. Çalışmada kullanılan polyester elyafı yuvarlak kesite sahiptir. Oysa ki viloft elyafı tırtıklı bir yüzeye sahiptir ve daha geniş yüzey alanı vardır. Bu yüzden polyester oranının artmasıyla hava geçirgenliği de artmaktadır.



Şekil 4.4. Polyester/viloft- polyester karışimli kumaşların karşılaştırılması.

4.1.1.3. Bambu/polyester karışimli kumaşların hava geçirgenliği özelliği

Bambu/polyester karışimli kumaşların hava geçirgenliği özelliği için en uygun modelin kuadratik model olduğu program tarafından belirlenmiş ve kuadratik modele ait ANOVA değerleri Tablo 4.7’ de görülmektedir. Burada karışım oranının hava geçirgenliği üzerine olan etkisinin anlamlı olduğu görülmektedir.

Tablo 4.7 Bambu/polyester - bambu karışimli kumaşların hava geçirgenliği özelliği için kuadratik modelde ANOVA tablosu.

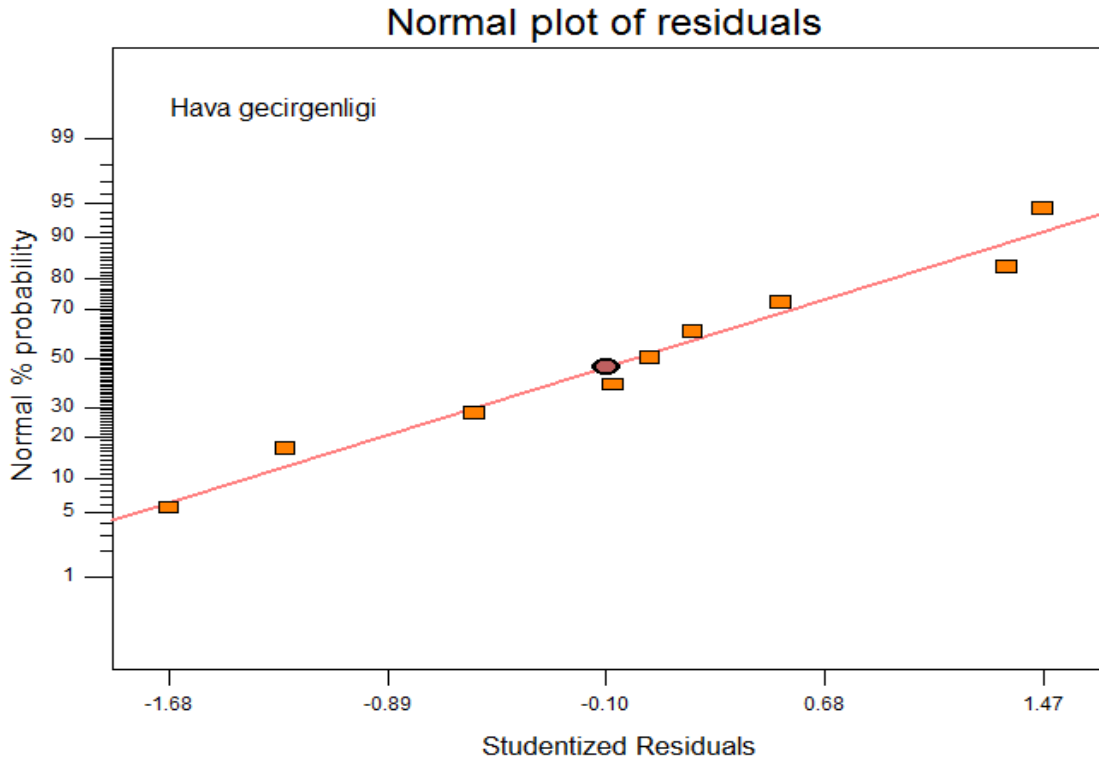
Kaynak	Kareler toplamı	SD	Ortalama kareler	F değeri	p- değeri	Anlamlılık
Model	7.21×10^9	2	3.60×10^9	594.35	< 0.0001	Anlamlı
A	4.59×10^9	1	4.59×10^9	757.56	< 0.0001	Anlamlı
A ²	2.61×10^9	1	2.61×10^9	431.15	< 0.0001	Anlamlı
Hata	36383.33	6	6063.89			
Düz. Toplam	7.25×10^9	8				

Tablo 4.8’ de ise seçilen modele ait istatistiksel özetler verilmektedir. Özete göre R^2 değerinin 0.9950 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.8. Bambu/polyester - bambu karışımı kumaşların hava geçirgenliği özelliği için istatistiksel özet.

Std. Sapma	77.87
Ortalama	2432.78
C.V.	3.20
PRESS	81862.50
R^2	0.9950
Uyarlanmış R^2	0.9933

Şekil 4.5’ te bambu/polyester karışımı kumaşların hava geçirgenliği test sonuçlarına ait normal dağılım grafiği verilmektedir. Burada artıklar normal olasılık doğrusu üzerinde yer almaktadır. Bu istenilen bir durumdur. Şekilde artıkların doğru üzerinde yer aldığı görüldüğünden hava geçirgenliği değerlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir.

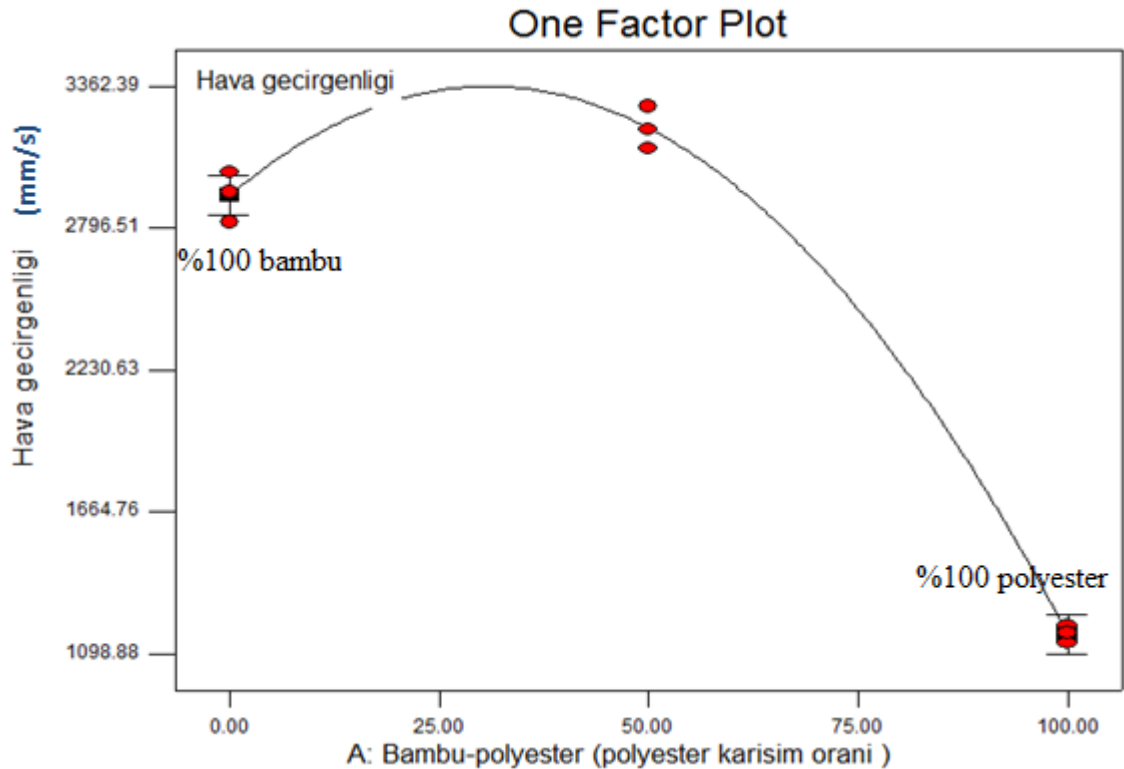


Şekil 4.5. Bambu karışımı kumaşların hava geçirgenliği özelliği için normal dağılım grafiği.

Eşitlik (4.3)' te hava geçirgenliği için bambu/polyester kumaşlara ait regresyon denklemi verilmiştir.

$$\text{Hava geçirgenliği} = 2926.66 + 28.23 * (\text{polyester oranı}) - 0.45 * (\text{polyester oranı})^2 \quad (4.3)$$

Normal dağılım testi yapılmasının ardından Şekil 4.6' da verilen regresyon eğrisi incelenebilir. Şekilde bambu/polyester karışımli kumaşlarda karışım oranına bağlı olarak ortaya çıkan hava geçirgenliği bir eğri olarak gösterilmiştir. Şekle göre % 100 bambu kumaşlarda hava geçirgenliğinin % 100 polyester kumaşlara göre daha yüksek olduğu, fakat % 50-50 bambu/polyester karışımli kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Şekil 3.4 'de % 100 bambu ve % 50-50 bambu kumaşın ilmek-iplik uzunlukları ve yüzey görüntüleri incelendiğinde % 100 polyester kumaşa göre daha seyrek yapıda olduğu görülmektedir. Bu yüzden % 100 bambu ve % 50-50 bambu/polyester kumaşın kumaş geçirgenliği yüksek iken % 100 polyesterin hava geçirgenliği düşük çıkmıştır. % 100 bambunun % 50-50' den az çıkması elyafın iplik haline getirildiğinde daha fazla hacim kaplaması % 100 olanların daha düzgün (uniform) yapıda olmasına bağlanabilir.



Şekil 4.6. Bambu/polyester karışımli kumaşların karşılaştırılması.

4.1.1.4. % 100 ürünlerin hava geçirgenliği özelliği

Karışımli kumaşların (bambu/polyester) hava geçirgenliği özellikleri incelendikten sonra % 100 ürünlerin hava geçirgenliği değerlerine bakılmıştır. Tablo 4.9’ da % 100 ürünler için ANOVA tablosu değerleri verilmiştir. Tabloda % 100 ürünlerin arasında hava geçirgenliği açısından anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir.

Tablo 4.9. % 100 Ürünler için ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler toplamı	SD	Ortalama kareler	F değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	1.34×10^{10}	8	1.68×10^9	264.65	< 0.0001	Anlamlı
A	1.34×10^{10}	8	1.68×10^9	264.65	< 0.0001	Anlamlı
Hata	1.14×10^8	18	6332.96			
Düz. Toplam	1.35×10^{10}	26				

Tablo 4.10’ da ise % 100 ürünler için istatistiksel özet verilmiştir. Tabloda standart sapma, ortalama, CV, R^2 , uyarlanmış R^2 ve PRESS değerleri görülmektedir. R^2 değerinin yüksek olması istenen bir durumdur. R^2 değerinin 0.9916 olması modelin hava geçirgenliğini % 99 oranında açıkladığı anlamına gelmektedir.

Tablo 4.10. % 100 Ürünlerin hava geçirgenliği özelliği için istatistiksel özet.

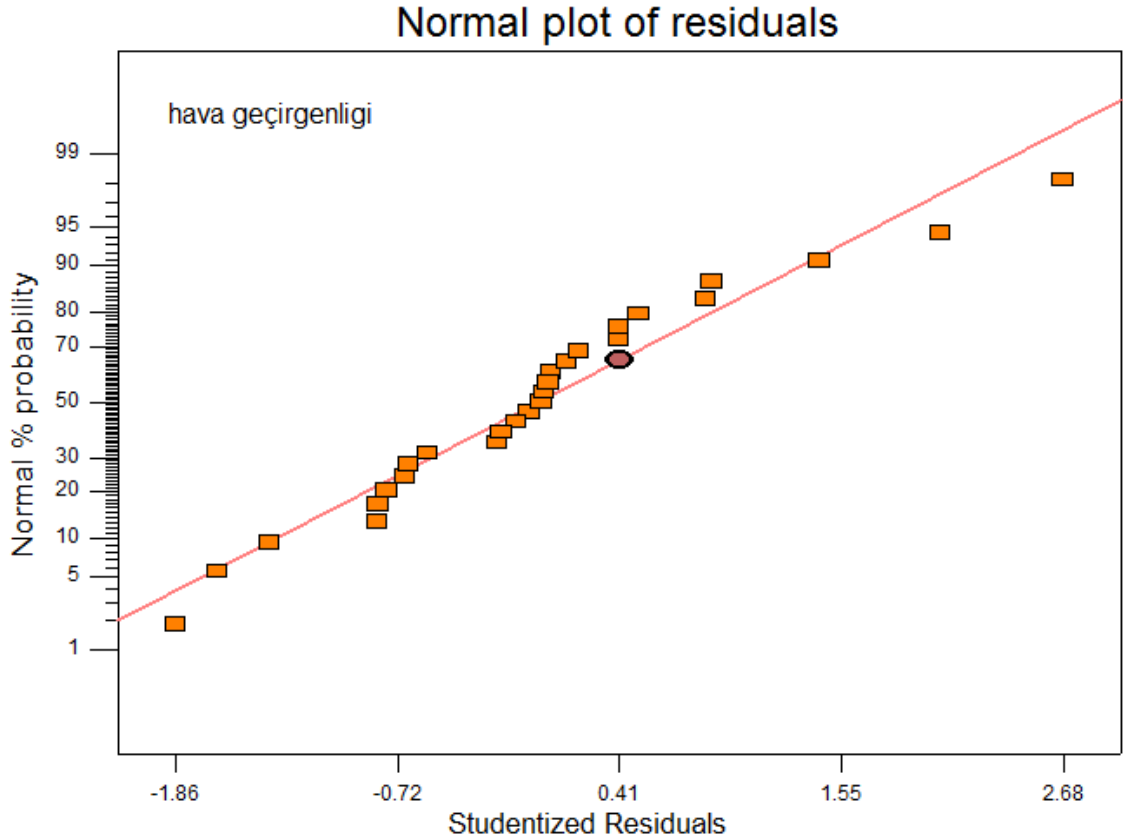
Std sapma	79.58
Ortalama	1067.22
C.V.	7.46
PRESS	2.57×10^8
R^2	0.9916
Uyarlanmış R^2	0.9878

Tablo 4.11’ de % 100 ürünler için Tukey testi görülmektedir. Bu tabloya göre karşılaştırması yapılan kumaş örneklerinin arasında hava geçirgenliği özelliği açısından anlamlı farklılıkların olduğu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 4.11. % 100 ürünler için Tukey testi.

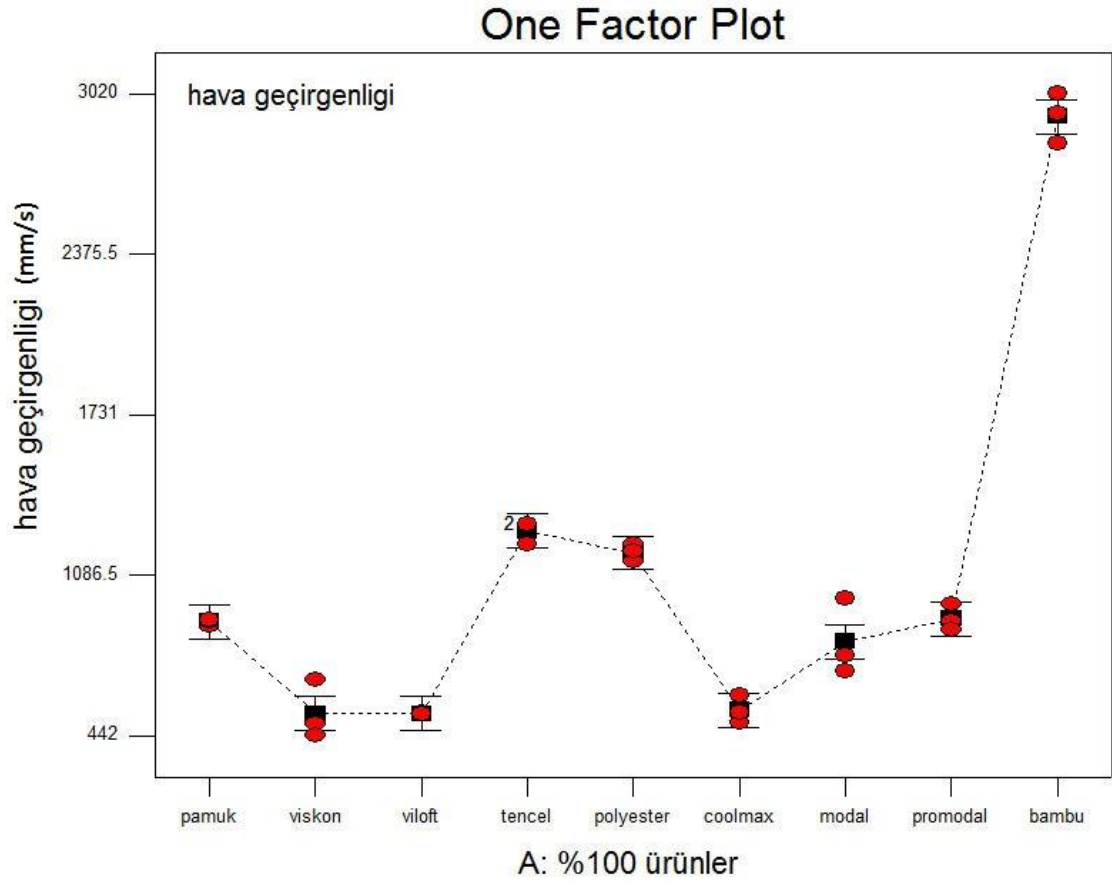
Karşılaştırma	Ortalama farklılıkları	SD	Standart hata	t-değeri	p-değeri	Anlamlılık
Pamuk-viskon	368.33	1	64.98	5.67	< 0.0001	Anlamlı
Pamuk-viloft	368.67	1	64.98	5.67	< 0.0001	Anlamlı
Pamuk-tencel	-363.67	1	64.98	-5.60	< 0.0001	Anlamlı
Pamuk-polyester	-277.00	1	64.98	-4.26	0.0005	Anlamlı
Pamuk-coolmax	355.33	1	64.98	5.47	< 0.0001	Anlamlı
Pamuk-bambu	-2027.00	1	64.98	-31.20	< 0.0001	Anlamlı
Viskon-tencel	-732.00	1	64.98	-11.27	< 0.0001	Anlamlı
Viskon-polyester	-645.33	1	64.98	-9.93	< 0.0001	Anlamlı
Viskon-modal	-288.33	1	64.98	-4.44	0.0003	Anlamlı
Viskon-promodal	-381.00	1	64.98	-5.86	< 0.0001	Anlamlı
Viskon-bambu	-2395.33	1	64.98	-36.86	< 0.0001	Anlamlı
Viloft-tencel	-732.33	1	64.98	-11.27	< 0.0001	Anlamlı
Viloft-polyester	-645.67	1	64.98	-9.94	< 0.0001	Anlamlı
Viloft-modal	-288.67	1	64.98	-4.44	0.0003	Anlamlı
Viloft-promodal	-381.33	1	64.98	-5.87	< 0.0001	Anlamlı
Viloft-bambu	-2395.67	1	64.98	-36.87	< 0.0001	Anlamlı
Tencel-coolmax	719.00	1	64.98	11.07	< 0.0001	Anlamlı
Tencel-modal	443.67	1	64.98	6.83	< 0.0001	Anlamlı
Tencel-promodal	351.00	1	64.98	5.40	< 0.0001	Anlamlı
Tencel-bambu	-1663.33	1	64.98	-25.60	< 0.0001	Anlamlı
Polyestercoolmax	632.33	1	64.98	9.73	< 0.0001	Anlamlı
Polyester-modal	357.00	1	64.98	5.49	< 0.0001	Anlamlı
Polyester-promodal	264.33	1	64.98	4.07	0.0007	Anlamlı
Polyester-bambu	-1750.00	1	64.98	-26.93	< 0.0001	Anlamlı
Coolmax-modal	-275.33	1	64.98	-4.24	0.0005	Anlamlı
Coolmax-promodal	-368.00	1	64.98	-5.66	< 0.0001	Anlamlı
Coolmax-bambu	-2382.33	1	64.98	-36.66	< 0.0001	Anlamlı
Modal-bambu	-2107.00	1	64.98	-32.43	< 0.0001	Anlamlı

Şekil 4.7' de % 100 ürünler için normal dağılım grafiği verilmektedir. Grafiğe göre dağılım normal dağılıma uyar şekilde ve veriler çizgi boyunca sıralandığından hava geçirgenliği değerlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir.



Şekil 4.7. % 100 ürünlerin hava geçirgenliği özelliği için normal dağılım grafiği.

Şekil 4.8’ de % 100 viskon, viloft, coolmax kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin en düşük değerlere sahip olduğu ve yaklaşık olarak birbirine yakın olduğu görülürken en yüksek hava geçirgenliği değerinin bambu kumaşlara ait olduğu görülmektedir. Bambu liflerinden üretilmiş kumaş yapısının gevşek olmasından dolayı hava geçirgenliği değeri yüksek çıkmaktadır. Diğer kumaşlarda enine kesiti yuvarlak olan tencel, polyester gibi elyaflardan elde edilen kumaşların hava geçirgenlikleri enine kesiti düzgün olmayan pamuk, viloft, viskon, coolmax, modal, promodal gibi elyaflardan daha yüksek çıkmıştır.



Şekil 4.8. % 100 ürünlerin karşılaştırılması.

4.1.1.5. Polyester/coolmax kumaşın hava geçirgenliği özelliği

Tablo 4.12 ‘ de polyester/coolmax kumaşlar için faktöriyel modelde ANOVA tablosu verilmektedir. Tabloya bakıldığında iki kumaş numunesi arasında hava geçirgenliği özelliği açısından anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir.

Tablo 4.12. Polyester/coolmax kumaşın hava geçirgenliği özelliği üzerine faktöriyel model ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler toplamı	SD	Ortalama kareler toplamı	F değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	6.32×10^8	1	6.32×10^8	590.56	< 0.0001	Anlamlı
A	6.32×10^8	1	6.32×10^8	590.56	< 0.0001	Anlamlı
Hata	4279.33	4	1069.83			
Düz. Toplam	6.36×10^8	5				

Tablo 4.13’ de polyester/coolmax kumaşlar için istatistiksel özet verilmektedir. Tabloya göre faktöriyel modelin polyester/coolmax kumaşlar için hava geçirgenliği özelliğini açıklama oranı olarak bilinen R^2 değerinin 0.9933 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.13. Polyester/coolmax kumaşın hava geçirgenliği özelliği için istatistiksel özet.

Std. Sapma	32.71
Ortalama	852.17
C.V.	3.84
PRESS	9628.50
R^2	0.9933
Uyarlanmış R^2	0.9916

İstatistiksel özeti incelenmesinin ardından polyester/coolmax kumaşlar için Tablo 4.14’ de Tukey testi verilmektedir. Tukey testine göre karşılaştırılan iki farklı kumaş örneğinin hava geçirgenliği özelliği açısından anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir.

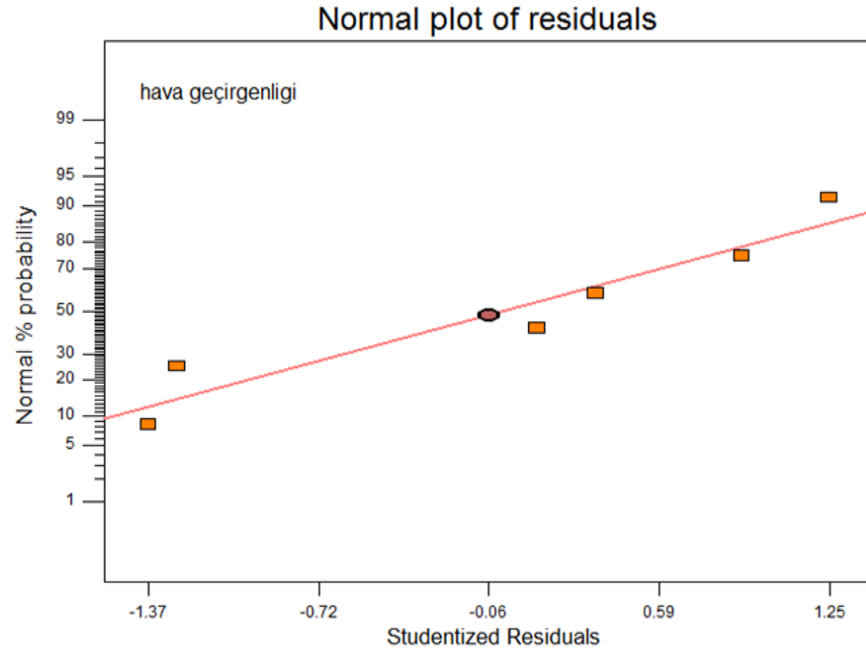
Tablo 4.14. Polyester/coolmax kumaş için Tukey testi.

Karşılaştırma	Ortalama farklılıkları	SD	Standart hata	t değeri	p değeri	Anlamlılık
Polyester-coolmax	649.00	1	26.71	24.30	< 0.0001	Anlamlı

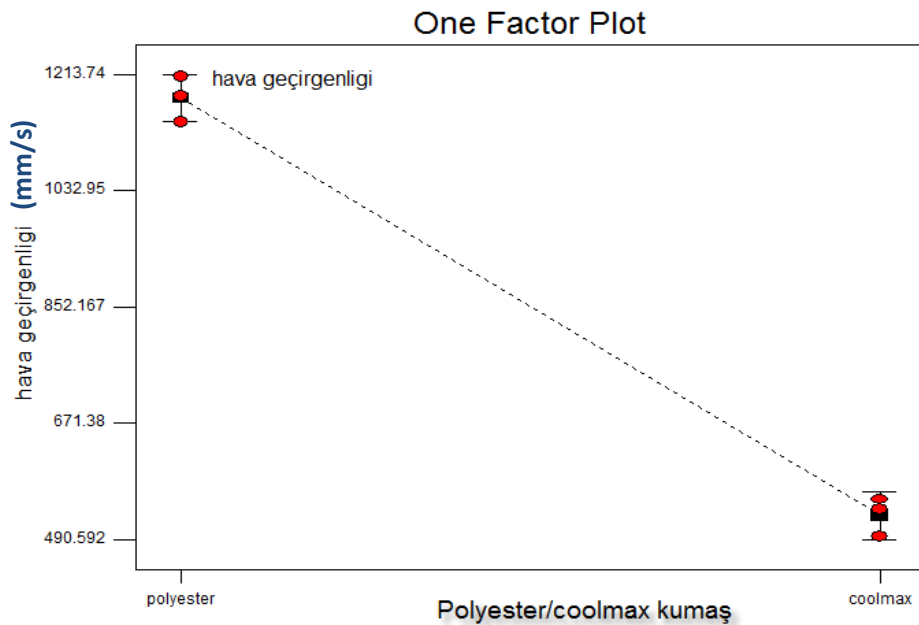
Şekil 4.9’ da polyester/coolmax kumaşların hava geçirgenliği sonuçlarına ait normal dağılım grafiği verilmektedir. Şekil incelendiğinde artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer aldığı görüldüğünden hava geçirgenliği değerlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir.

Polyester/coolmax kumaşlara ait hava geçirgenliği özelliği için normal dağılım grafiği incelendikten sonra değerler için regresyon doğrusu Şekil 4.10’ da verilmektedir. Şekle göre polyester liflerden üretilmiş örme kumaşların hava geçirgenliği değeri yüksek iken coolmax liflerden üretilmiş kumaşların hava geçirgenliği değerinin düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebi olarak coolmax liflerinin kesit şekli gösterilebilir (Şekil

1.15). Coolmax lifler oluklu (okta lobal veya 8 loblu) kesit şekline sahiptir. Kesit alanını artıran bu oluklar sayesinde yüzey alanı artırılmış olan coolmax esaslı kumaşlar hava geçişine direnç göstermektedir. Bundan dolayı hava geçirgenliği değeri polyester elyafından üretilmiş kumaşlara göre daha düşük olduğu söylenebilir.



Şekil 4.9. Polyester/coolmax kumaşın hava geçirgenliği özelliği için normal dağılım grafiği.



Şekil 4.10. Polyester/coolmax kumaşların karşılaştırılması.

4.1.2. Isıl (Termal) Direnç

Isıl direnç, materyalin ısı akışına dayanımıdır. Bir malzemenin ne kadar iyi izolasyon sağladığının ölçüsü olan bu parametre genellikle malzeme kalınlığı ile doğru, ısı iletkenlik değeriyle ters orantılı olarak ifade edilmektedir. Bu çalışmada kumaşların ısı direnç (R_{ct}) testleri terleme korumalı sıcak plakalı cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Terleme korumalı sıcak plaka (hotplate) cihazı taşınım-konveksiyon (convection) metoduna göre ölçüm yapmaktadır. Bu çalışmada hotplate cihazlarından elde edilen sonuçlar sırasıyla istatistiksel olarak incelenmiştir.

4.1.2.1. Pamuk/viloft karışımı kumaşların ısı direnç özelliği

Pamuk/viloft karışımı kumaşların ısı direnç özelliği için kuadratik model seçilmiştir. Tablo 4.15’ de pamuk/viloft karışımı kumaşlarda ısı direnç özelliği için ANOVA tablosu verilmektedir. Tabloya göre % 95’ lik güven aralığında p değeri 0.05’ ten küçük değerlerin modele katkısının anlamlı olduğu değerlendirilmektedir.

Tablo 4.15. Pamuk/viloft karışımı kumaşlarda ısı direnç özelliği için ANOVA tablosu.

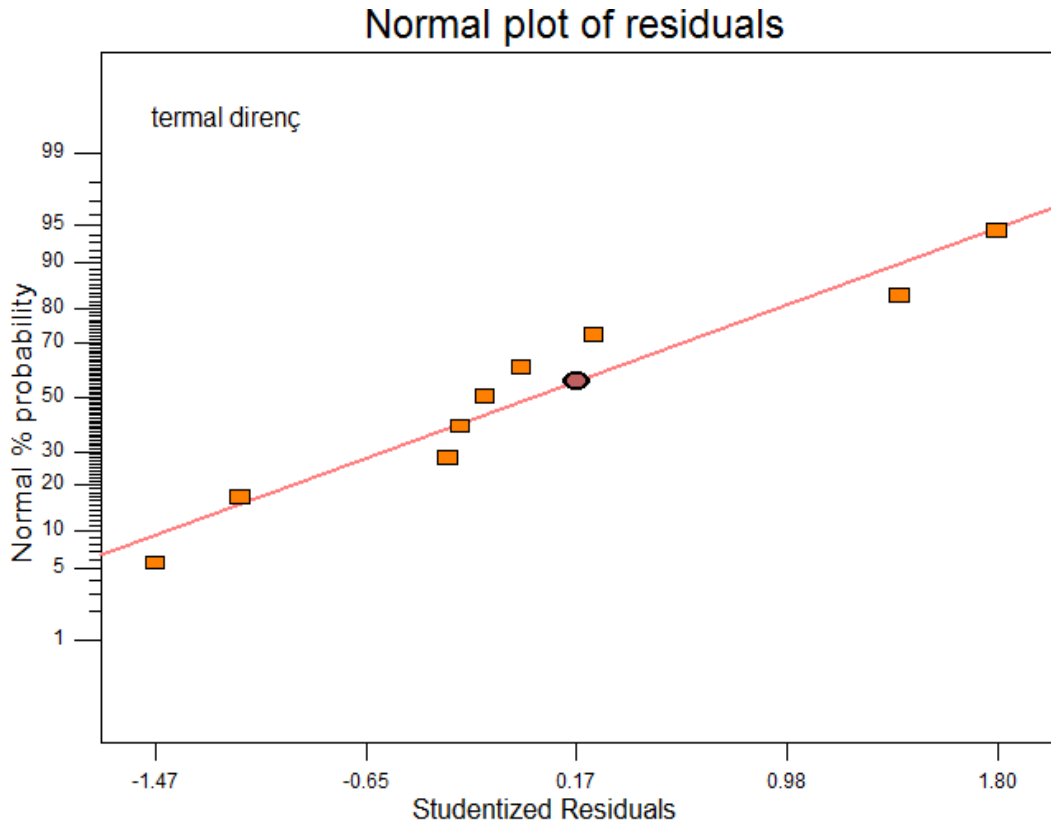
Kaynak	Kareler toplamı	SD	Ortalama kareler	F değeri	p- değeri	Anlamlılık
Model	2.03×10^2	2	1.01×10^2	13.66	0.0058	Anlamlı
A	1.47×10^2	1	1.47×10^2	19.84	0.0043	Anlamlı
A²	5.56×10^3	1	5.56×10^3	7.49	0.0339	Anlamlı
Hata	4.45×10^3	6	7.42×10^4			
Düz. Toplam	2.47×10^2	8				

ANOVA tablosu verileri incelendikten sonra Tablo 4.16’ da pamuk/viloft karışımı kumaşlarda ısı direnç özelliği için istatistiksel özet verilmektedir. R^2 değeri 0.8200 olarak görülmektedir. R^2 değerine göre modelin ısı direnç özelliğini açıklama oranı %82 olarak görülmektedir. Model, kalan % 18’ i ise açıklayamamaktadır. Bu tür hatalar ısı direncin başka nedenlere bağlı olmasından kaynaklanabilir.

Tablo 4.16. Pamuk/viloft karışımli kumaşlarda ısı direnç özelliği için istatistiksel özet.

Std. Sapma	8.62x10
Ortalama	0.031
C.V.	2.78
PRESS	100
R ²	0.8200
Uyarlanmış R ²	0.7599

Şekil 4.11' de pamuk/viloft karışımli kumaşlarda ısı direnç özelliği için normal dağılım grafiği verilmektedir. Şekil incelendiğinde artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer aldığı görüldüğünden hava geçirgenliği değerlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir. Eşitlik (4.4)' te ise pamuk/viloft kumaşa ait regresyon denklemi verilmektedir.

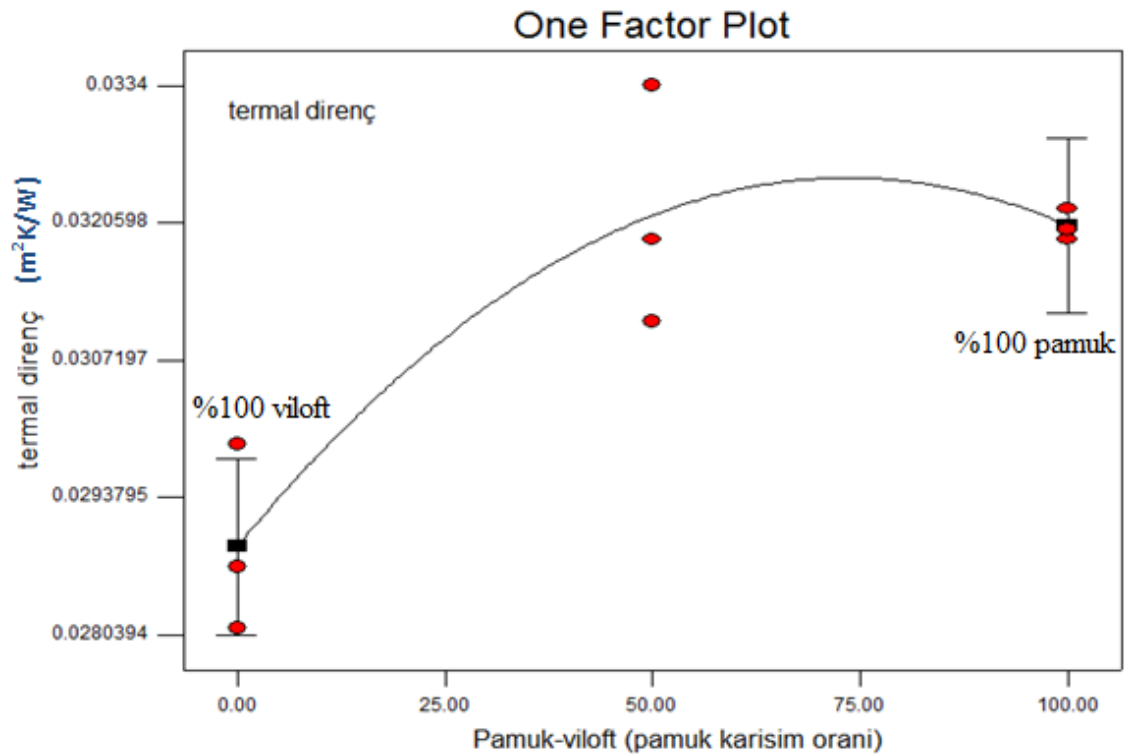


Şekil 4.11. Pamuk/viloft karışımli kumaşlarda ısı direnç için normal dağılım grafiği.

$$\text{Isıl direnç} = 0.029 + 9.80 \times 10^{-5} * (\text{pamuk oranı}) - 6.67 \times 10^{-7} * (\text{pamuk oranı})^2 \quad (4.4)$$

Normal dağılım testinin ardından Şekil 4.12' deki regresyon eğrisi incelenebilir. Şekle göre artan pamuk karışım oranı doğrultusunda artan ısı direnç değerleri bir noktaya gelindikten sonra azalmaya başlamaktadır. % 100 pamuklu kumaşların ısı direnç değerinin % 100 viloft kumaşlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Birinci bölümde Tablo 1.8' de verilen liflerin ısı iletkenlik değerleri incelendiğinde pamuğun ısı iletkenliğinin rejenere selülozik elyaftan daha az olduğu görülmektedir. Isı iletkenlik ile ısı direnç ters orantılı olduğundan pamuğun vilofta göre ısı direncinin yüksek çıkması beklenen bir durumdur. Ancak regresyon eğrisine göre yaklaşık (50/50) pamuk viloft oranlı karışımda maksimum ısı direncin ortaya çıktığı görülmüştür. Bu durumun sebebi viloftun yassı kesitinin karışım iplik içerisinde hava boşluklarına sebep olması ve ısı yalıtıma katkıda bulunmasıdır.



Şekil 4.12. Pamuk/viloft karışım kumaşların karşılaştırılması.

4.1.2.2. Polyester/viloft karışımli kumaşların ısı direnç özelliği

Tablo 4.17’ de polyester/viloft karışımli kumaşlarda ısı direnç özelliği için ANOVA tablosu verilmektedir. Program tarafından önerilen lineer modelde p-değeri 0.05’ten küçük olan değerlerin modele katkısının anlamlı olduğu değerlendirilmektedir.

Tablo 4.17. Polyester/viloft karışımli kumaşlarda ısı direnç özelliği için ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler toplamı	SD	Ortalama kareler	F- değeri	p- değeri	Anlamlılık
Model	2.99×10^{-2}	1	2.99×10^{-2}	41.71	0.0003	Anlamlı
A	2.99×10^{-2}	1	2.99×10^{-2}	41.71	0.0003	Anlamlı
Artıklar	5.02×10^{-3}	7	7.18×10^{-4}			
Uyumsuzluk	8.89×10^{-4}	1	8.89×10^{-4}	1.29	0.2993	Anlamlı değil
Hata	4.13×10^{-3}	6	6.89×10^{-4}			
Düz. Toplam	3.50×10^{-2}	8				

Paket programın önerdiği model olan lineer modele ait istatistik özet Tablo 4.18’ de verilmektedir. Modelin ısı direnci açıklama yüzdesi olan R^2 değeri 0.8563 olarak görülmektedir.

Tablo 4.18. Polyester/viloft karışımli kumaşlarda ısı direnç özelliği için istatistiksel özet.

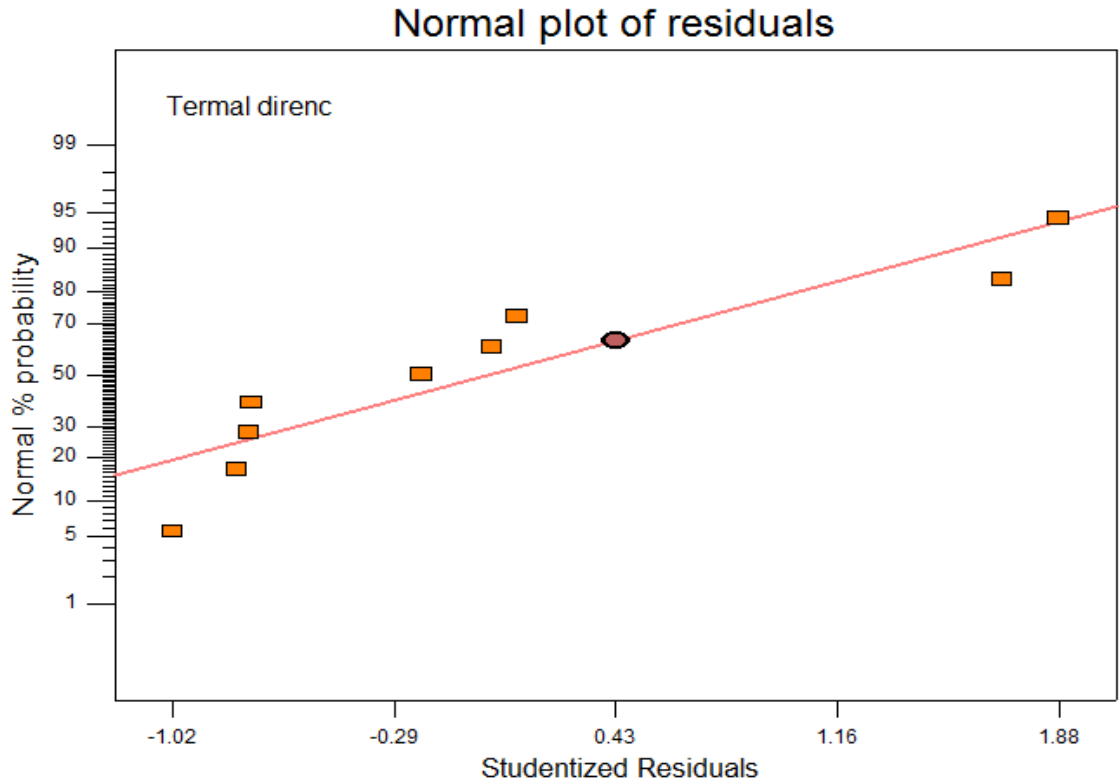
Std. Sapma	8.47×10^{-1}
Ortalama	0.031
C.V.	2.74
PRESS	8.95×10^{-3}
R^2	0.8563
Uyarlanmış R^2	0.8358

Şekil 4.13’ de polyester/viloft karışımli kumaşların ısı direnç sonuçlarına ait normal dağılım grafiği verilmektedir. Burada artıkların normal olasılık eksenine göre bir doğru

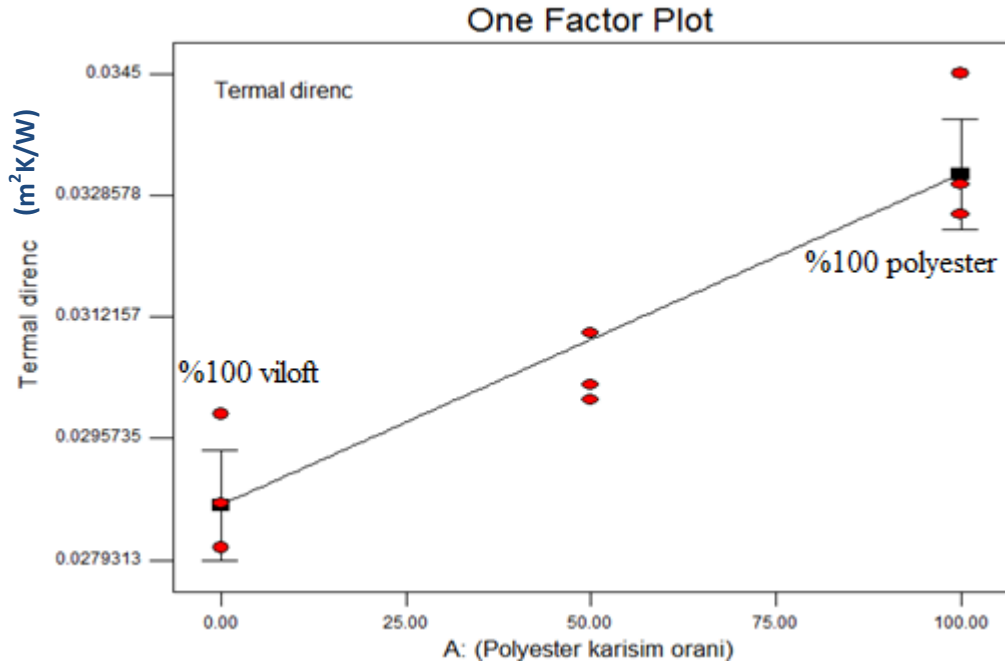
üzerinde yer alması istenen bir durumdur. Eşitlik (4.5)' te ise ısı direnç için polyester/viloft kumaşına ait regresyon denklemi verilmektedir.

$$\text{Isıl direnç} = 0.028 + 4.466 \times 10^{-5} * (\text{polyester oranı}) \quad (4.5)$$

Şekil 4.14' de polyester/viloft karışımlı kumaşlar için regresyon doğrusu verilmiştir. Şekle göre polyester kumaşlar için ısı direnç değeri yüksek iken viloft kumaşların ısı direnç değerleri düşük çıkmıştır. Tablo 1.8' de polyester elyafının ısı iletkenliğinin selüloz esaslı liflere göre daha düşük olduğu görülmektedir.



Şekil 4.13. Polyester/viloft karışımlı kumaşların ısı direnç için normal dağılım grafiği.



Şekil 4.14. Polyester/vilofit karışım kumaşların karşılaştırılması.

4.1.2.3. Polyester/bambu karışım kumaşların ısı direnç özelliği

Tablo 4.19’ da polyester/bambu karışım kumaşların ısı direnç özelliği için ANOVA tablosu verilmektedir. Paket program tarafından lineer model önerilmektedir. Tabloya göre p-değeri 0.05’ ten küçük değerlerin modele katkısının anlamlı olduğu değerlendirilmektedir.

Tablo 4.19. Polyester/bambu karışım kumaşların ısı direnç özelliği için ANOVA tablosu.

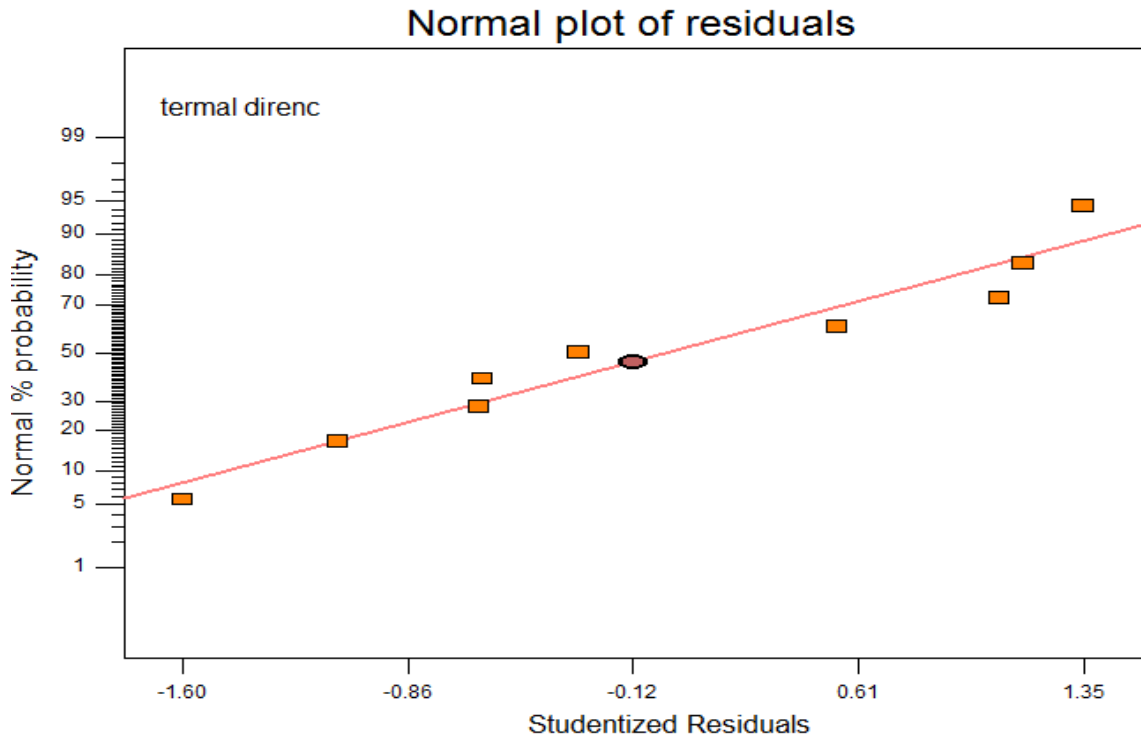
Kaynak	Kareler toplamı	SD	Ortalama kareler	F değeri	p- değeri	Anlamlılık
Model	1.41×10^2	1	1.41×10^2	14.27	0.0069	Anlamlı
A	1.41×10^2	1	1.41×10^2	14.27	0.0069	Anlamlı
Artıklar	6.92×10^3	7	9.89×10^4			
Uyumsuzluk	4.36×10^4	1	4.36×10^4	0.40	0.5490	Anlamlı değil
Hata	6.49×10^3	6	1.08×10^3			
Düz. Toplam	2.10×10^2	8				

Tablo 4.20’ de polyester/bambu karışım kumaşların ısı direnç özelliği için istatistiksel özet verilmektedir. Modelin ısı direnci açıklama oranı olarak bilinen R^2 değeri 0.6708 olarak görülmektedir.

Tablo 4.20. Polyester/bambu karışımı kumaşların ısı direnç özelliği için istatistiksel özet.

Std. Sapma	9.94×10^1
Ortalama	0.032
C.V.	3.11
PRESS	1.22×10^2
R^2	0.6708
Uyarlanmış R^2	0.6238

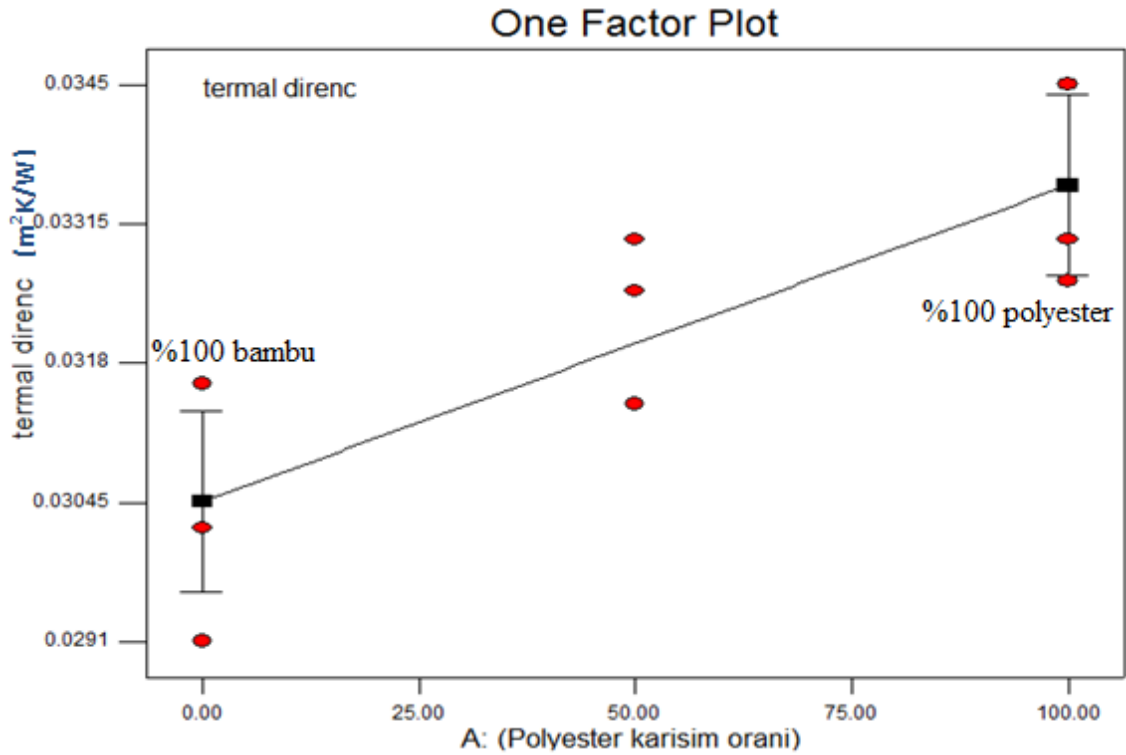
Şekil 4.15’ de polyester/bambu karışımı kumaşların ısı direnç sonuçlarına ait normal dağılım grafiği verilmektedir. Şekilde artıkların normal olasılık eksenine göre bir doğru üzerinde yer alması istenen bir durumdur. Şekil incelendiğinde artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer aldığı görüldüğünden ısı direnç değerlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir. Eşitlik (4.6)’ da ise ısı direnç özelliği için polyester/bambu kumaşlara ait regresyon denklemi verilmiştir.



Şekil 4.15. Polyester/bambu karışımı kumaşların ısı direnç için normal dağılım grafiği.

$$\text{Isıl direnç} = +0.03 + 3.066 \times 10^{-5} * (\text{Polyester oranı}) \quad (4.6)$$

Normal dağılım testi yapıldıktan sonra, eşitlik (4.6)' da verilen denklemin ortaya çıkardığı regresyon doğrusu incelenebilir. Şekil 4.16' da polyester karışım oranına bağlı olarak ortaya çıkan ısı direnç bir doğru olarak gösterilmiştir. Şekilde deneysel sonuçlardan elde edilen değerler nokta ile gösterilmiştir. Regresyon doğrusu ise bu noktalara yaklaşık olarak geçmektedir. Şekilde örme kumaş içerisindeki polyester elyaf oranının artmasıyla ısı direnç değerlerinin arttığı görülmüştür. Bambu rejenere selülozik bir elyaftır. Tablo 1.8' de verilen değerlere göre selülozik elyafların ısı iletkenlik değeri polyestere göre daha yüksektir. Isıl direnç açısından ise tam tersi bir durum söz konusudur.



Şekil 4.16. Polyester/bambu karışım kumaşların karşılaştırılması.

4.1.2.4. %100 ürünlerin ısı direnç sonuçları

Polyester/bambu karışım kumaşların ısı direnç özelliği ile ilgili test sonuçları incelendikten sonra % 100 ürünler için ANOVA tablosu Tablo 4.21' de verilmektedir.

Tabloda faktöriyel modelde % 100 ürünler için ısıl direnç özelliğinin anlamlı olduğu görülmektedir.

Tablo 4.21. %100 ürünler de ısıl direnç özelliği için ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler toplamı	SD	Ortalama kareler	F değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	5.29×10^1	8	6.61×10^2	40.42	< 0.0001	Anlamlı
A	5.29×10^1	8	6.61×10^2	40.42	< 0.0001	Anlamlı
Hata	2.94×10^2	18	1.64×10^3			
Düz. Toplam	5.58×10^1	26				

Tablo 4.22’ de % 100 ürünler için istatistiksel özet verilmektedir. Burada modelin ısıl direnç özelliğini açıklama oranı olarak da bilinen R^2 değerinin 0.9473 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.22. %100 ürünlerin ısıl direnç özelliği için istatistiksel özet.

Std. Sapma	1.28×10
Ortalama	0.027
C.V.	4.76
PRESS	6.62×10^2
R^2	0.9473
Uyarlanmış R^2	0.9238

% 100 ürünlerden üretilmiş kumaşlar için Tukey testi sonuçları Tablo 4.23’ de verilmektedir. Genel olarak kumaş türleri arasında anlamlı farklılıkların olduğu görülmektedir.

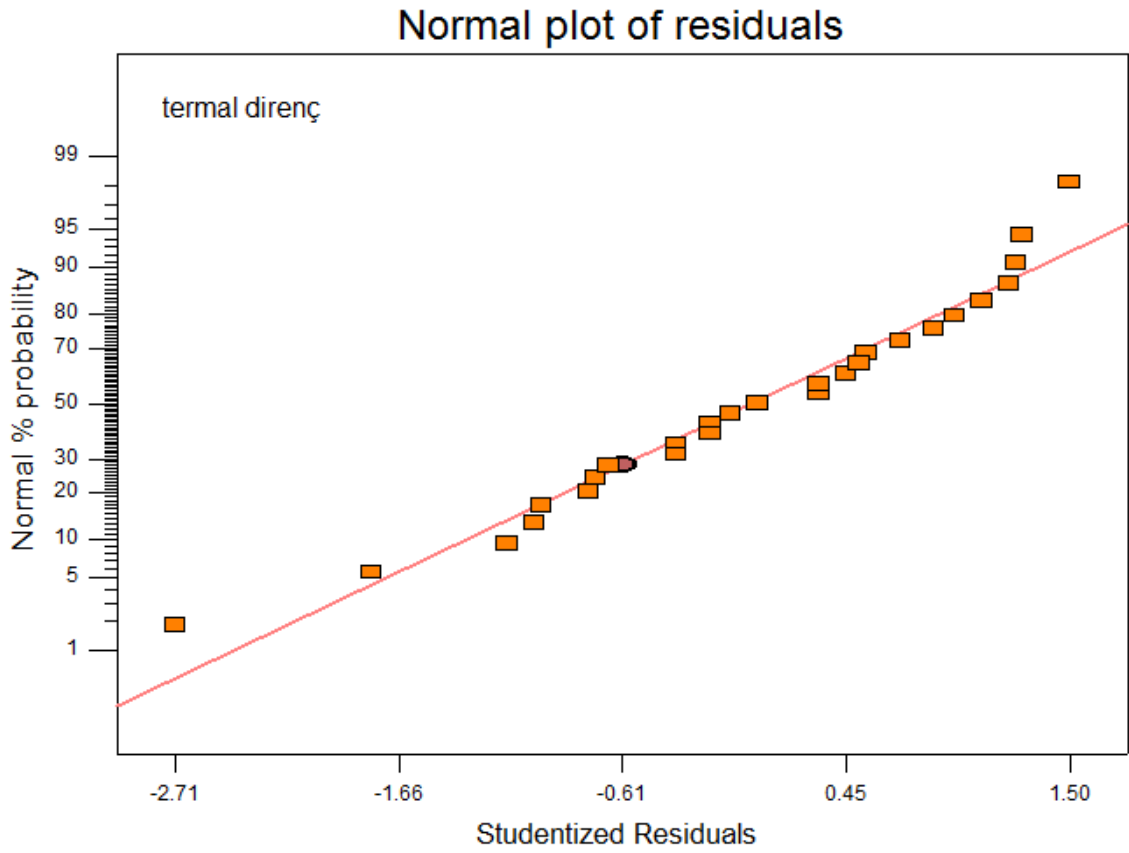
Şekil 4.17’ de ise % 100 ürünlerin ısıl direnç özelliğine ait normal dağılım grafiği görülmektedir. Artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer aldığı görüldüğünden ısıl direnç değerlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir.

Tablo 4.23. % 100 ürünler için Tukey testi.

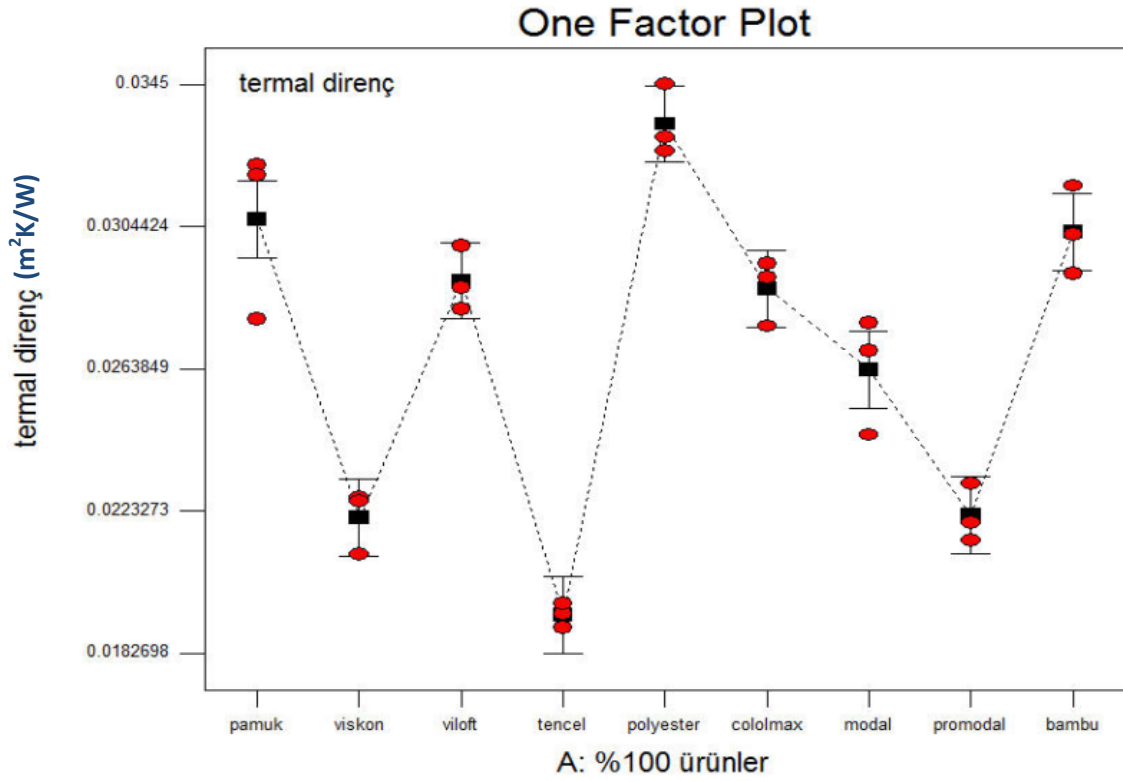
Karşılaştırma	Ortalama farklılıkları	SD	Standart hata	t-değeri	p-değeri	Anlamlılık
Pamuk-viskon	8.50x10	1	1.04x10	8.14	< 0.0001	Anlamlı
Pamuk-viloft	1.73x10	1	1.04x10	1.66	0.1142	Anlamlı değil
Pamuk-tencel	0.011	1	1.04x10	10.79	< 0.0001	Anlamlı
Pamuk-polyester	-2.73x10	1	1.04x10	-2.62	0.0174	Anlamlı
Pamuk-coolmax	1.97x10	1	1.04x10	1.88	0.0759	Anlamlı değil
Pamuk-modal	4.27x10	1	1.04x10	4.09	0.0007	Anlamlı
Pamuk-promodal	8.43x10	1	1.04x10	8.08	< 0.0001	Anlamlı
Pamuk-bambu	3.33x10	1	1.04x10	0.32	0.7532	Anlamlı değil
Viskon-viloft	-6.77x10	1	1.04x10	-6.48	< 0.0001	Anlamlı
Viskon-tencel	2.77x10	1	1.04x10	2.65	0.0163	Anlamlı
Viskon-polyester	-0.011	1	1.04x10	-10.76	< 0.0001	Anlamlı
Viskon-coolmax	-6.53x10	1	1.04x10	-6.26	< 0.0001	Anlamlı
Viskon-modal	-4.23x10	1	1.04x10	-4.05	0.0007	Anlamlı
Viskon promodal	-6.67x10 ⁻²	1	1.04x10	-0.064	0.9498	Anlamlı değil
Viskon-bambu	-8.17x10	1	1.04x10	-7.82	< 0.0001	Anlamlı
Viloft-tencel	9.53x10	1	1.04x10	9.13	< 0.0001	Anlamlı
Viloft-polyester	-4.47x10	1	1.04x10	-4.28	0.0005	Anlamlı
Viloft-coolmax	2.33x10 ⁻¹	1	1.04x10	0.22	0.8257	Anlamlı değil
Viloft-modal	2.53x10	1	1.04x10	2.43	0.0260	Anlamlı
Viloft-promodal	6.70x10	1	1.04x10	6.42	< 0.0001	Anlamlı
Viloft-bambu	-1.40x10	1	1.04x10	-1.34	0.1967	Anlamlı değil
Tencel-polyester	-0.014	1	1.04x10	-13.41	< 0.0001	Anlamlı
Tencel-coolmax	-9.30x10	1	1.04x10	-8.91	< 0.0001	Anlamlı
Tencel-modal	-7.00x10	1	1.04x10	-6.70	< 0.0001	Anlamlı
Tencel-promodal	-2.83x10	1	1.04x10	-2.71	0.0142	Anlamlı
Tencel-bambu	-0.011	1	1.04x10	-10.47	< 0.0001	Anlamlı
Polyester-coolmax	4.70x10	1	1.04x10	4.50	0.0003	Anlamlı
Polyester-modal	7.00x10	1	1.04x10	6.70	< 0.0001	Anlamlı
Polyesterpromodal	0.011	1	1.04x10	9.69	< 0.0001	Anlamlı
Polyester-bambu	3.07x10	1	1.04x10	2.94	0.0088	Anlamlı
Coolmax-modal	2.30x10	1	1.04x10	2.20	0.0409	Anlamlı
Coolmax-promodal	6.47x10	1	1.04x10	6.19	< 0.0001	Anlamlı
Coolmax-bambu	-1.63x10	1	1.04x10	-1.56	0.1352	Anlamlı değil
Modal-promodal	4.17x10	1	1.04x10	3.99	0.0009	Anlamlı
Modal-bambu	-3.93x10	1	1.04x10	-3.77	0.0014	Anlamlı
Promodal-bambu	-8.10x10	1	1.04x10	-7.76	< 0.0001	Anlamlı

Normal dağılım testi yapıldıktan sonra regresyon eğrisi incelenebilir. Şekil 4.18' de % 100 ürünler için grafik verilmiştir. Şekle göre en yüksek ısı direnci gösteren kumaş

polyester kumaşlar olurken en düşük ısıl direnç değerleri % 100 viskon, tencel, promodala aittir. Rejenere selüloziklerin düşük çıkmasının sebebi bu elyafların ısıl iletkenliğinin yüksek olmasına bağlıdır (Tablo 1.8.). Viloftun diğer rejenere selüloziklere göre ısıl direncinin yüksek çıkmasının sebebi yassı kesitine ve tırtıklı yüzeyine bağlıdır. İplik içerisinde daha fazla hava kesecikleri olduğundan, diğer rejenere selüloziklerden daha fazla ısıl dirence sahiptir.



Şekil 4.17. % 100 ürünlerin ısıl direnç özelliği için normal dağılım grafiği.



Şekil 4.18. % 100 ürünlerin karşılaştırılması.

4.1.2.5. Polyester/coolmax liflerden üretilmiş kumaşların ısı direnç özelliği

Tablo 4.24' de polyester/coolmax liflerden üretilmiş kumaşlar için ANOVA tablosu verilmektedir. Tabloya göre % 95' lik güven aralığında 0.05' ten küçük değerlerin modele katkısının anlamlı olduğu değerlendirilmektedir.

Tablo 4.24. Polyester/coolmax liflerden üretilmiş kumaşlar için ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler toplamı	SD	Ortalama kareler	F değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	3.31x10 ²	1	3.31x10 ²	34.94	0.0041	Anlamlı
A	3.31x10 ²	1	3.31x10 ²	34.94	0.0041	Anlamlı
Hata	3.79x10 ³	4	9.48x10 ⁴			
Düz. Toplam	3.69x10 ²	5				

ANOVA tablosunun incelenmesinin ardından Tablo 4.25’ de polyester/coolmax kumaşlar için istatistiksel özet verilmektedir. Burada, modelin ısı direnci açıklama oranı olarak da bilinen R^2 değerinin 0.8973 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.25. Polyester/coolmax liflerden üretilmiş kumaşlar için istatistiksel özet.

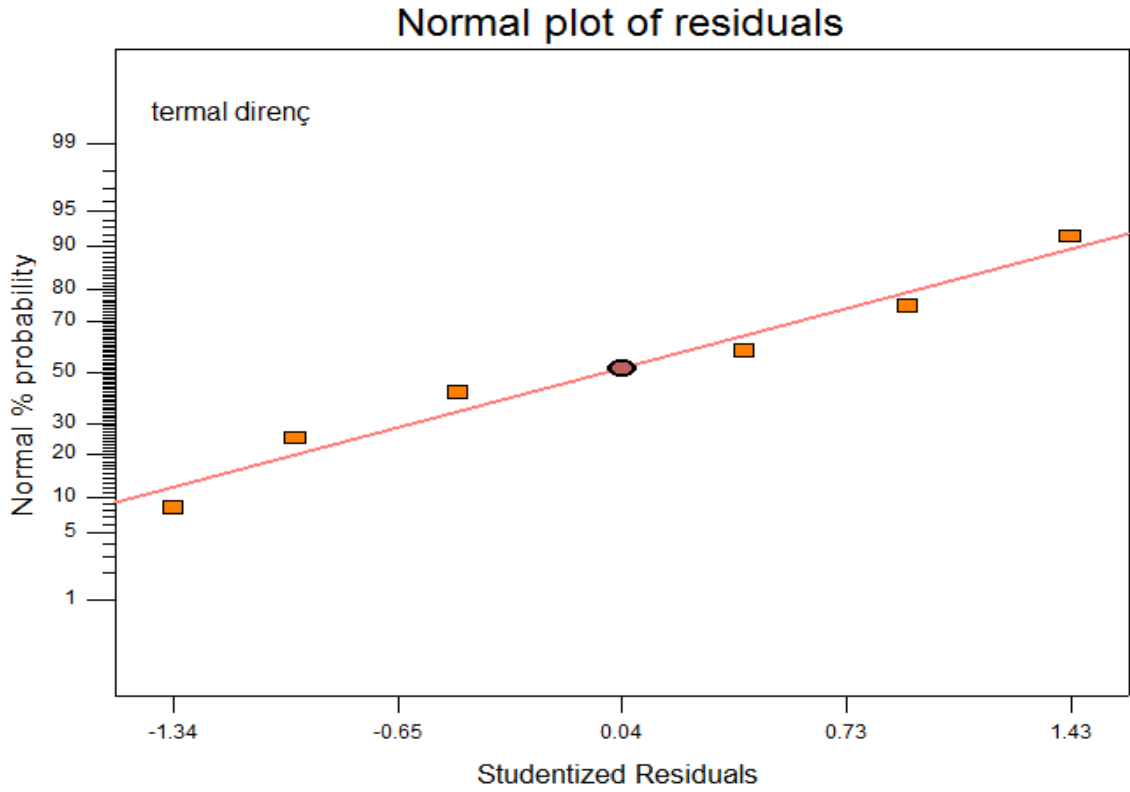
Std. Sapma	9.74x10
Ortalama	0.031
C.V.	3.14
PRESS	8.54x10 ³
R^2	0.8973
Uyarlanmış R^2	0.8716

Tablo 4.26’ da polyester/coolmax liflerden üretilmiş kumaşlar için Tukey testi verilmektedir. Yapılan karşılaştırmaya göre bu iki farklı kumaş tipi arasında ısı direnç özelliği açısından farklılık olduğu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 4.26. Polyester/coolmax liflerden üretilmiş kumaşlar için Tukey testi.

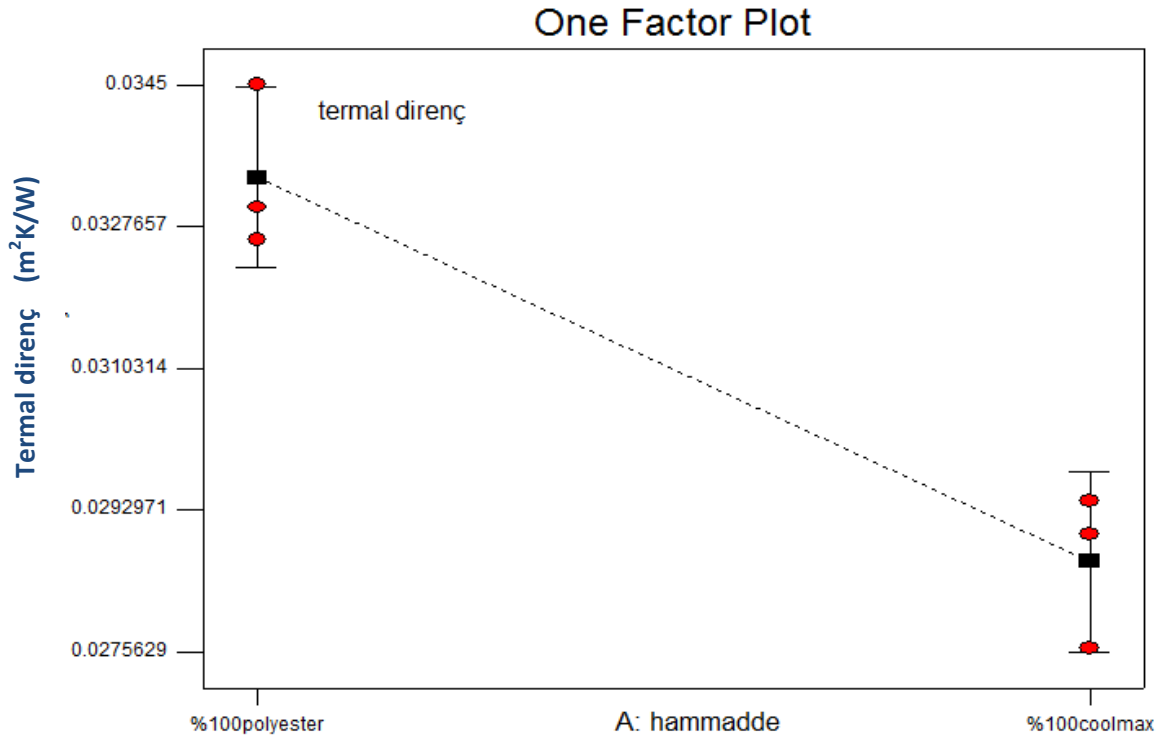
Karşılaştırma	Ortalama farklılıkları	SD	Standart hata	t- değeri	p- değeri	Anlamlılık
Polyester-coolmax	4.70X10	1	7.95x10	5.91	0.0041	Anlamlı

Şekil 4.19’ da polyester/coolmax kumaşların ısı direnç sonuçlarına ait normal dağılım grafiği verilmektedir. Şekil incelendiğinde artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer aldığından ısı direnç değerlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir.



Şekil 4.19. Polyester/coolmax liflerden üretilmiş kumaşların ısı direnç için normal dağılım grafiği.

Normal dağılım testi yapıldıktan sonra, Şekil 4.20' de polyester/coolmax liflerden üretilmiş kumaşlar için regresyon doğrusu verilmektedir. Şekil incelendiğinde coolmax liflerden üretilmiş kumaşların ısı direnç değerleri düşükken polyester liflerden üretilmiş kumaşların ısı direnç değerleri yüksek çıkmıştır. Coolmax lifi oluklu bir yapıya sahip olduğu için bu liften üretilmiş kumaşların yüzeyinde hava boşlukları fazla olmaktadır. Coolmax kumaşların polyester kumaşlara oranla daha düşük ısı direnç değeri göstermesinin sebebinin bu olduğu düşünülebilir.



Şekil 4.20. Polyester/coolmax liflerden üretilmiş kumaşların karşılaştırılması.

4.1.3. Su Buharı Geçirgenliği

Su buharı geçirgenliği günümüzde termofizyolojik konforun önemli bir parametresi olarak görülmektedir. İnsan teninde oluşan terin vücuttan uzaklaştırılabilmesi insanın konfor hissini artıran bir etkidir. Bunun için kumaşların su buharı geçirgenliğinin yüksek olması istenir. Su buharı geçirgenliği denklemi eşitlik (4.7)' de verilmektedir.

$$p\% = 100 \times q_s / q_0 \quad (4.7)$$

4.1.3.1. Pamuk/viloft kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği

Tablo 4.27' de pamuk/viloft- pamuk karışımli kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği için ANOVA tablosu verilmiştir. Burada % 95' lik güven aralığında p-değeri 0.05' ten küçük değerlerin modele katkısının anlamlı olduğu değerlendirilmektedir.

Tablo 4.27. Pamuk/viloft kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği için kuadratik model de ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler toplamı	SD	Ortalama kareler	F değeri	p- değeri	Anlamlılık
Model	53.47	2	26.73	10.34	0.0024	Anlamlı
A	40.00	1	40.00	15.48	0.0020	Anlamlı
A²	13.47	1	13.47	5.21	0.0415	Anlamlı
Hata	31.01	12	2.58			
Düz. Toplam	84.48	14				

Program tarafından önerilen kuadratik modele ait istatistiksel özetler Tablo 4.28’ de verilmektedir. Modelin su buharı geçirgenliğini açıklama oranı olarak bilinen R² değerinin 0.6329 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.28. Pamuk/viloft- pamuk karışımı kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği için istatistiksel özet.

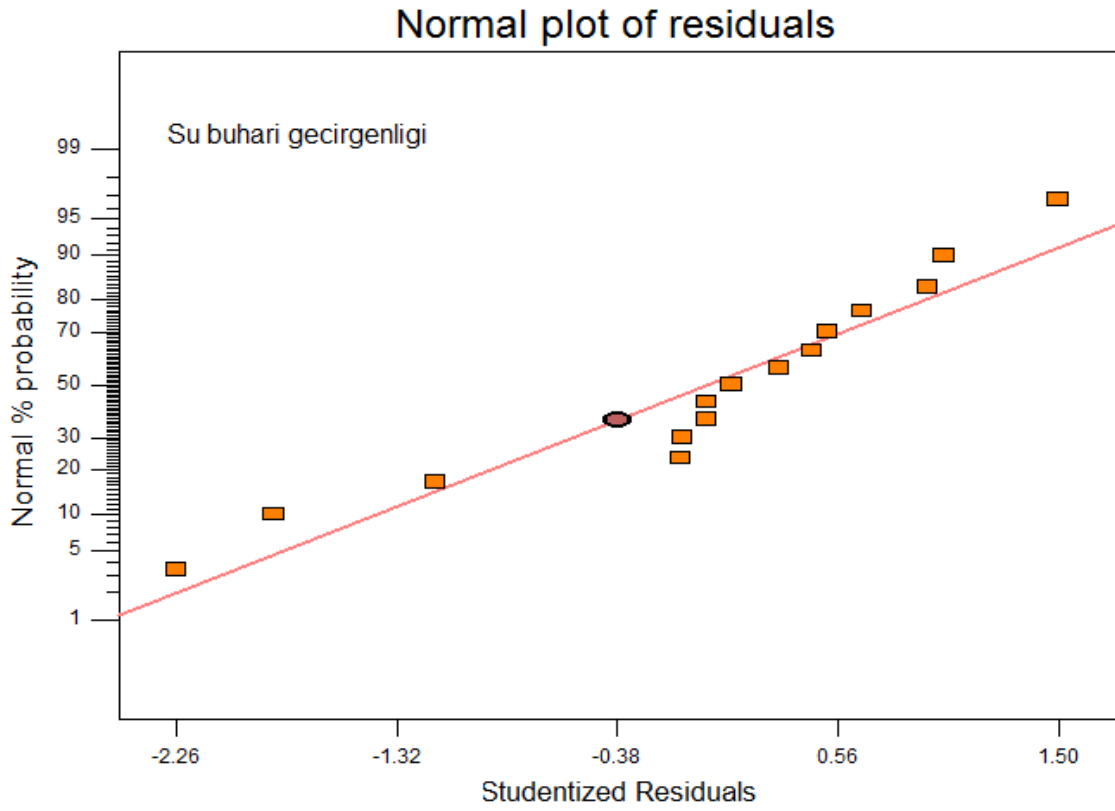
Std. Sapma	1.61
Ortalama	53.32
C.V.	3.01
PRESS	48.46
R ²	0.6329
Uyarlanmış R ²	0.5717

Şekil 4.21’ de pamuk/viloft karışımı kumaşların su buharı direnci sonuçlarına ait normal dağılım grafiği verilmektedir. Burada artıkların normal olasılık eksenine göre bir doğru üzerinde olması istenen bir durumdur. Şekil incelendiğinde artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer aldığı görüldüğünden su buharı geçirgenliği değerlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir. Eşitlik (4.8)’ de ise su buharı geçirgenliği için pamuk/viloft kumaşa ait regresyon denklemi verilmiştir.

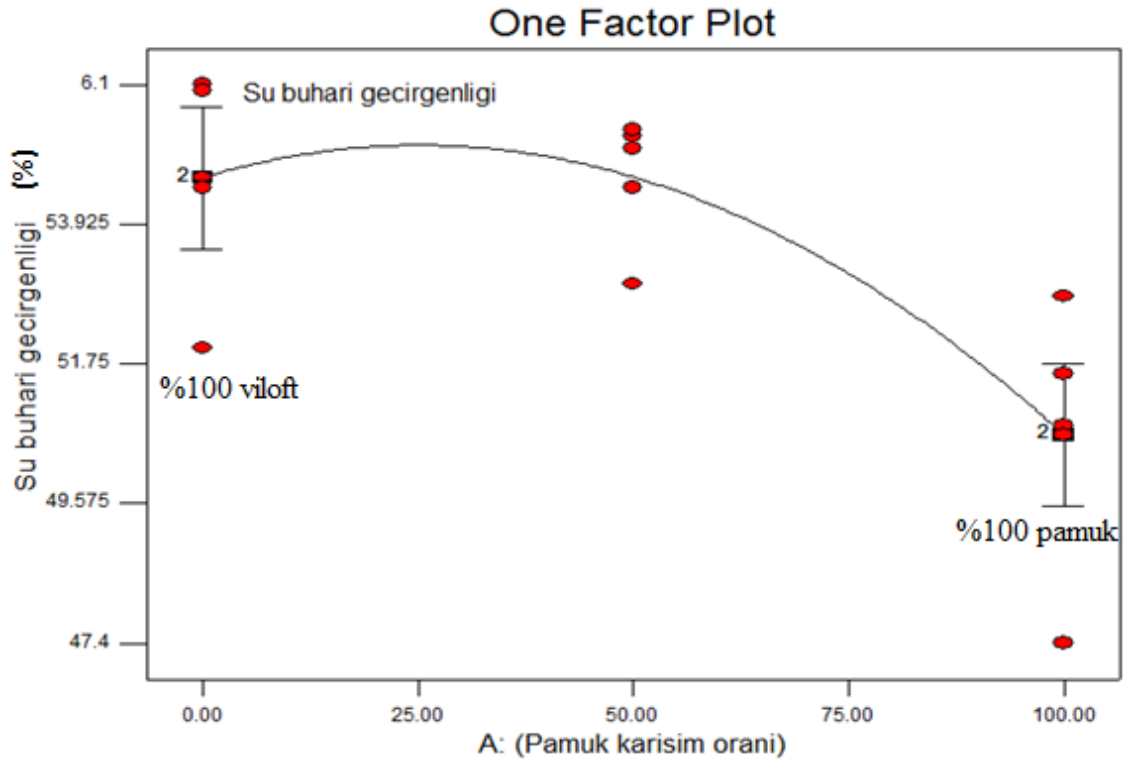
$$\text{Su buharı geçirgenliği} = +54.650 + 0.040 * (\text{pamuk oranı}) - 8.040 \times 10^{-4} * (\text{pamuk oranı})^2 \quad (4.8)$$

Normal dağılım testi yapıldıktan sonra regresyon eğrisi incelenebilir. Pamuk karışım oranına bağlı olarak ortaya çıkan su buharı geçirgenliği bir eğri olarak Şekil 4.22’ de

gösterilmiştir. Şekilde deneysel sonuçlardan elde edilen değerler nokta ile gösterilmiştir. Regresyon eğrisi bu noktalara yaklaşık olarak geçmektedir. Şekilden, örme kumaş içerisindeki pamuk karışım oranının artmasıyla su buharı geçirgenliği değerlerinin azaldığı görülmüştür. Viloft elyafının kesit şeklinin tırtıklı olmasından dolayı yüzey alanı fazladır ve bu durum su buharı geçirgenliğini arttırmaktadır. Viloft elyaf oranının azalmasıyla birlikte su buharı geçirgenliği de azalmaktadır.



Şekil 4.21. Pamuk karışım kumaşların su buharı geçirgenliği için normal dağılım grafiği.



Şekil 4.22. Pamuk/viloft- pamuk karışım kumaşların karşılaştırılması.

4.1.3.2. Polyester/viloft karışım kumaşlarda su buharı geçirgenliği

Tablo 4.29’ da polyester/viloft karışım kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği için kuadratik model de ANOVA tablosu verilmiştir. Burada % 95’ lik güven aralığında p- değeri 0.05’ ten küçük değerlerin modele katkısının anlamlı olmadığı görülmektedir.

Tablo 4.29. Polyester/viloft karışım kumaşlarda su buharı geçirgenliği için ANOVA tablosu.

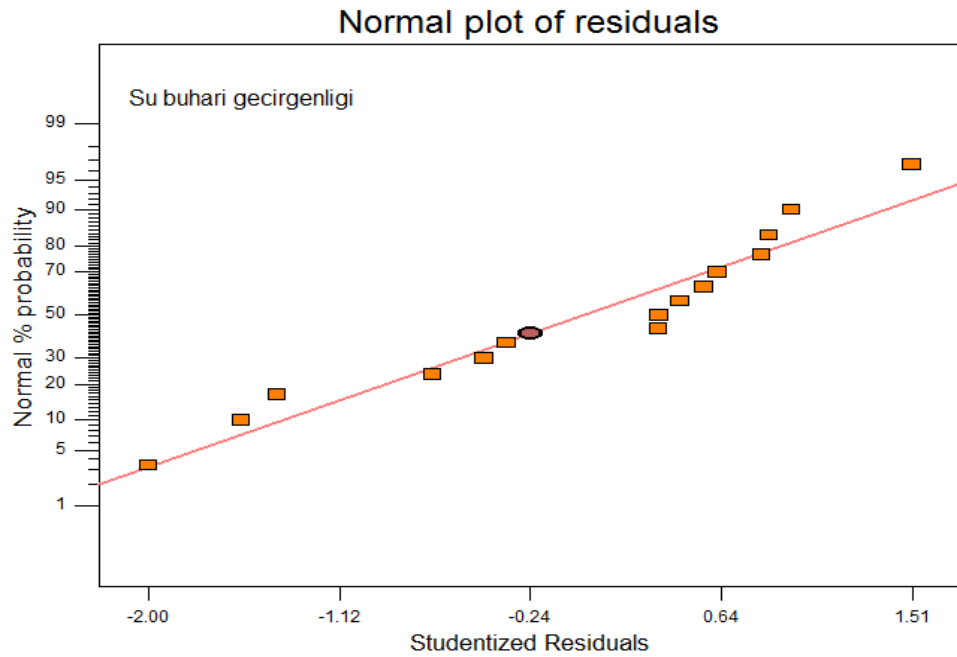
Kaynak	Kareler toplamı	SD	Ortalama kareler	F- değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	21.93	2	10.96	0.89	0.4344	Anlamlı değil
A	7.92	1	7.92	0.65	0.4371	Anlamlı değil
A ²	14.01	1	14.01	1.14	0.3061	Anlamlı değil
Hata	147.08	12	12.26			
Düz. Toplam	169.01	14				

Tablo 4.30’ da polyester/viloft karışımli kumaşlarda su buharı geçirgenliği için istatistiksel özet görülmektedir. R^2 değerinin düşük olması ve modelin anlamlı olmaması sonuçların değerlendirilmesini güçleştirmektedir. Modelin su buharı geçirgenliğini açıklama oranı olarak bilinen R^2 değerinin 0.1298 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.30. Polyester/viloft karışımli kumaşlarda su buharı geçirgenliği için istatistiksel özet.

Std. Sapma	3.50
Ortalama	54.99
C.V.	6.37
PRESS	229.81
R^2	0.1298
Uyarlanmış R^2	-0.0153

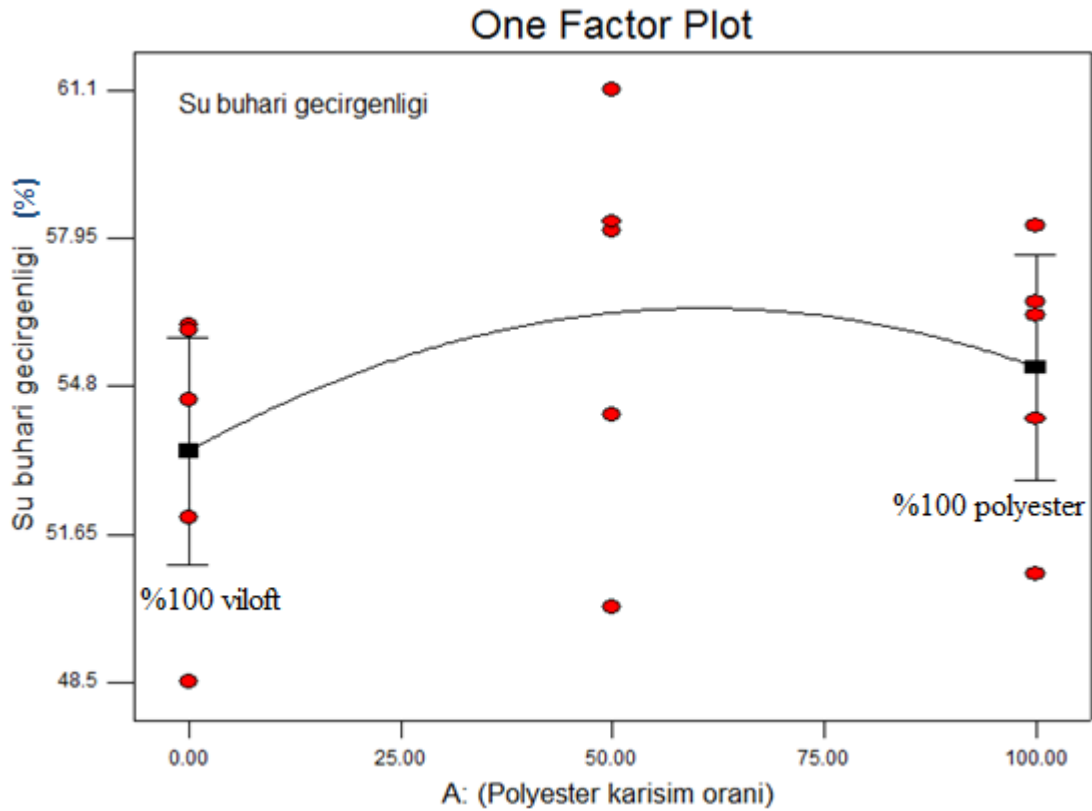
Şekil 4.23’ de polyester/viloft karışımli kumaşların su buharı direnci sonuçlarına ait normal dağılım grafiği verilmektedir. Şekil incelendiğinde artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer aldığı görüldüğünden su buharı geçirgenliği değerlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir. Eşitlik (4.9)’ de ise su buharı geçirgenliği için polyester/viloft kumaşa ait regresyon denklemi verilmiştir.



Şekil 4.23. Polyester/viloft karışımli kumaşların su buharı geçirgenliği için normal dağılım grafiği.

$$\text{Su buharı geçirgenliği} = +53.42 + 0.09 * (\text{Polyester oranı}) - 8.20 \times 10^{-4} * (\text{Polyester oranı})^2 \quad (4.9)$$

Normal dağılım testi yapıldıktan sonra regresyon eğrisi incelenebilir. Polyester karışım oranına bağlı olarak ortaya çıkan su buharı geçirgenliği bir eğri olarak Şekil 4.24’ de gösterilmiştir. Şekilde deneysel sonuçlardan elde edilen değerler nokta ile gösterilmiştir. Regresyon eğrisi bu noktalara yaklaşık olarak geçmektedir. Şekilden, örme kumaş içerisindeki polyester karışım oranının artmasıyla su buharı geçirgenliği değerlerinin bir miktar arttığı görülmüştür. Ancak model anlamlı olmadığı için sonuçların değerlendirilmesi doğru olmayacaktır.



Şekil 4.24. Polyester/viloft karışım kumaşların karşılaştırılması.

4.1.3.3. Bambu/polyester kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği

Tablo 4.31’ de bambu/polyester kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği için lineer model de ANOVA tablosu verilmektedir. Burada karışım oranının su buharı geçirgenliğine olan etkisinin anlamlı olduğu görülmektedir.

Tablo 4.31. Bambu/polyester kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği için lineer model de ANOVA tablosu.

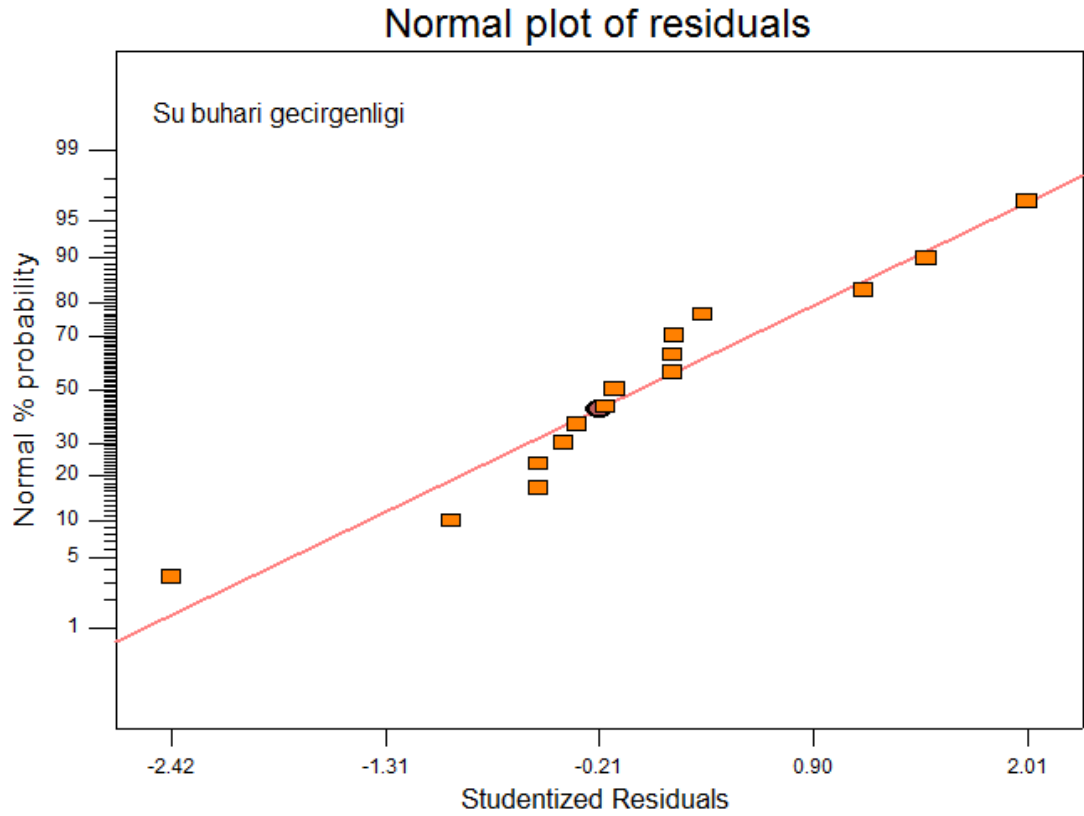
Kaynak	Kareler toplamı	SD	Ortalama kareler	F değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	123.20	1	123.20	27.99	0.0001	Anlamlı
A	123.20	1	123.20	27.99	0.0001	Anlamlı
Artıklar	57.22	13	4.40			
Uyumsuzluk	3.40	1	3.40	0.76	0.4010	Anlamlı değil
Hata	53.82	12	4.48			
Düz. Toplam	180.42	14				

ANOVA tablosunun incelenmesinin ardından Tablo 4.32’ de bambu/polyester karışımı kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği için istatistiksel özet verilmiştir. Lineer modelin su buharı geçirgenliğini açıklama oranı olarak da bilinen R^2 değerinin 0.6829 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.32. Bambu/polyester kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği için istatistiksel özet.

Std. Sapma	2.10
Ortalama	52.45
C.V.	4.00
PRESS	81.56
R^2	0.6829
Uyarlanmış R^2	0.6585

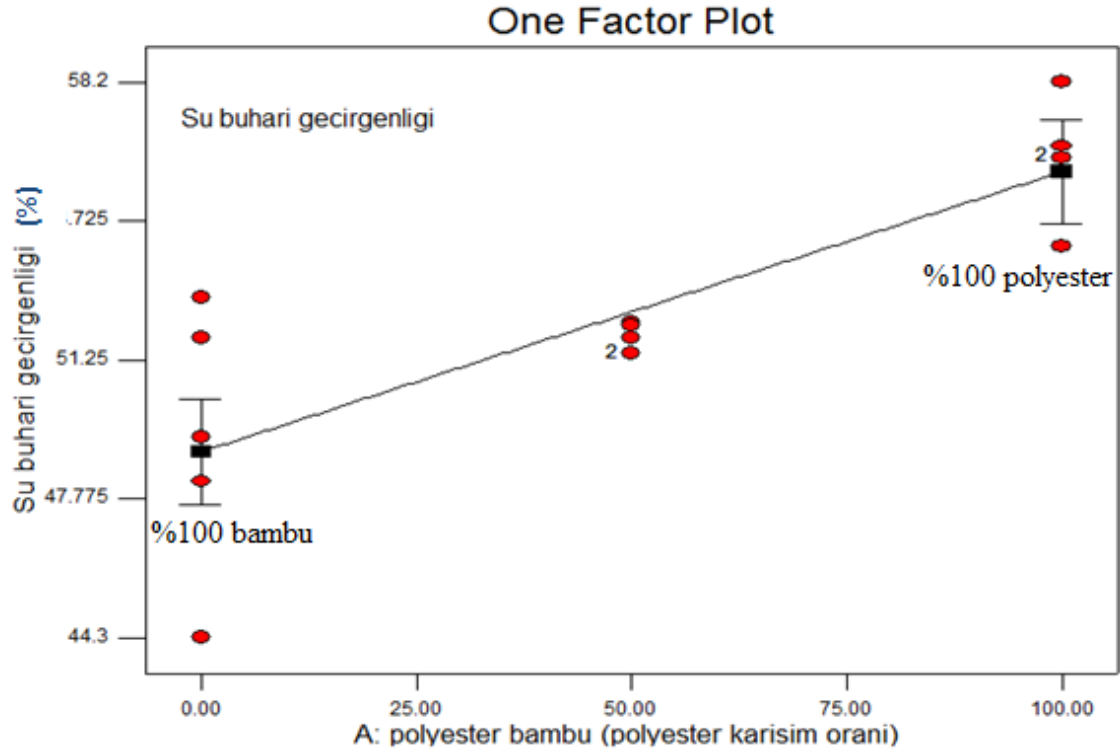
Şekil 4.25’ de bambu/polyester karışımı kumaşların su buharı geçirgenliği sonuçlarına ait normal dağılım grafiği verilmektedir. Şekil incelendiğinde artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer aldığı görüldüğünden su buharı geçirgenliği değerlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir. Eşitlik (4.10)’ da ise su buharı geçirgenliği için bambu/polyester kumaşına ait regresyon denklemi verilmiştir.



Şekil 4.25. Bambu/polyester- (polyester karışım oranı) kumaşların su buharı geçirgenliği için normal dağılım grafiği.

$$\text{Su buharı geçirgenliği} = +48.94 + 0.07 * (\text{polyester oranı}) \quad (4.10)$$

Normal dağılım testi yapıldıktan sonra eşitlik (4.10)' da verilen denklemin ortaya çıkarttığı regresyon doğrusu incelenebilir. Şekil 4.26' da polyester karışım oranına bağlı olarak ortaya çıkan su buharı geçirgenliği bir doğru olarak gösterilmektedir. Şekilde deneysel sonuçlardan elde edilen değerler nokta ile gösterilmiştir. Regresyon doğrusu bu noktalara yaklaşık olarak geçmektedir. Şekilden örme kumaş içerisindeki polyester elyaf oranının artmasıyla birlikte su buharı geçirgenliği değerinin arttığı görülmektedir. Bambu lifinin nem çekme özelliği polyestere göre fazla olduğundan, sentetik liflerin su buharı geçirgenliği değeri bambu liflerin su buharı geçirgenliğine göre daha yüksek çıkmıştır. Bu durumun ortaya çıkmasında sentetik liflerin nem transferi özelliğinin yüksek olması olabilir.



Şekil 4.26. Bambu/polyester kumaşların karşılaştırılması.

4.1.3.4. % 100 ürünlerde su buharı geçirgenliği özelliği

Bambu/polyester karışımli kumaşların deneysel sonuçları incelendikten sonra tablo 4.33' de % 100 ürünlerde su buharı geçirgenliği özelliği için ANOVA tablosu verilmektedir.

Tablo 4.33. % 100 ürünlerde su buharı geçirgenliği özelliği için ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler toplamı	SD	Ortalama kareler	F değeri	p- değeri	Anlamlılık
Model	388.70	8	48.59	5.39	0.0002	Anlamlı
A	388.70	8	48.59	5.39	0.0002	Anlamlı
Hata	324.75	36	9.02			
Düz. Toplam	713.45	44				

Tablo 4.34’ de % 100 ürünlerde su buharı geçirgenliği özelliği için istatistiksel özet verilmektedir. Burada, modelin su buharı geçirgenliğini açıklama oranı olarak da bilinen R^2 değerinin 0.5448 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.34. % 100 ürünlerde su buharı geçirgenliği özelliği için istatistiksel özet.

Std. Sapma	3.00
Ortalama	55.27
C.V.	5.43
PRESS	507.43
R^2	0.5448
Uyarlanmış R^2	0.4437

% 100 ürünler için istatistiksel özet tablosu incelendikten sonra su buharı geçirgenliği için Tablo 4.35’ de Tukey testi verilmektedir. Tukey testine göre bazı kumaş türleri arasında su buharı geçirgenliği özelliği açısından anlamlı farklılıklar varken bazıları arasındaki farkın anlamlı olmadığı görülmektedir.

Tablo 4.35. % 100 ürünlerde su buharı geçirgenliği özelliği için Tukey testi.

Karşılaştırma	Ortalama farklılıkları	SD	Standart hata	t değeri	p- değeri	Anlamlılık
Pamuk-viskon	-4.29	1	1.90	-2.26	0.0301	Anlamlı
Pamuk-viloft	-1.76	1	1.90	-0.93	0.3603	Anlamlı değil
Pamuk-tencel	-8.74	1	1.90	-4.60	< 0.0001	Anlamlı
Pamuk polyester	-3.54	1	1.90	-1.86	0.0706	Anlamlı değil
Pamuk-coolmax	-4.68	1	1.90	-2.46	0.0187	Anlamlı
Pamuk-modal	-4.62	1	1.90	-2.43	0.0201	Anlamlı
Pamuk-promodal	-6.30	1	1.90	-3.32	0.0021	Anlamlı
Pamuk-bambu	1.40	1	1.90	0.74	0.4659	Anlamlı değil
Viskon-viloft	2.53	1	1.90	1.33	0.1913	Anlamlı değil
Viskon-tencel	-4.45	1	1.90	-2.34	0.0248	Anlamlı
Viskon-polyester	0.75	1	1.90	0.39	0.6953	Anlamlı değil
Viskon-coolmax	-0.39	1	1.90	-0.21	0.8385	Anlamlı değil
Viskon-modal	-0.33	1	1.90	-0.17	0.8631	Anlamlı değil
Viskon-promodal	-2.01	1	1.90	-1.06	0.2970	Anlamlı değil
Viskon-bambu	5.69	1	1.90	3.00	0.0049	Anlamlı

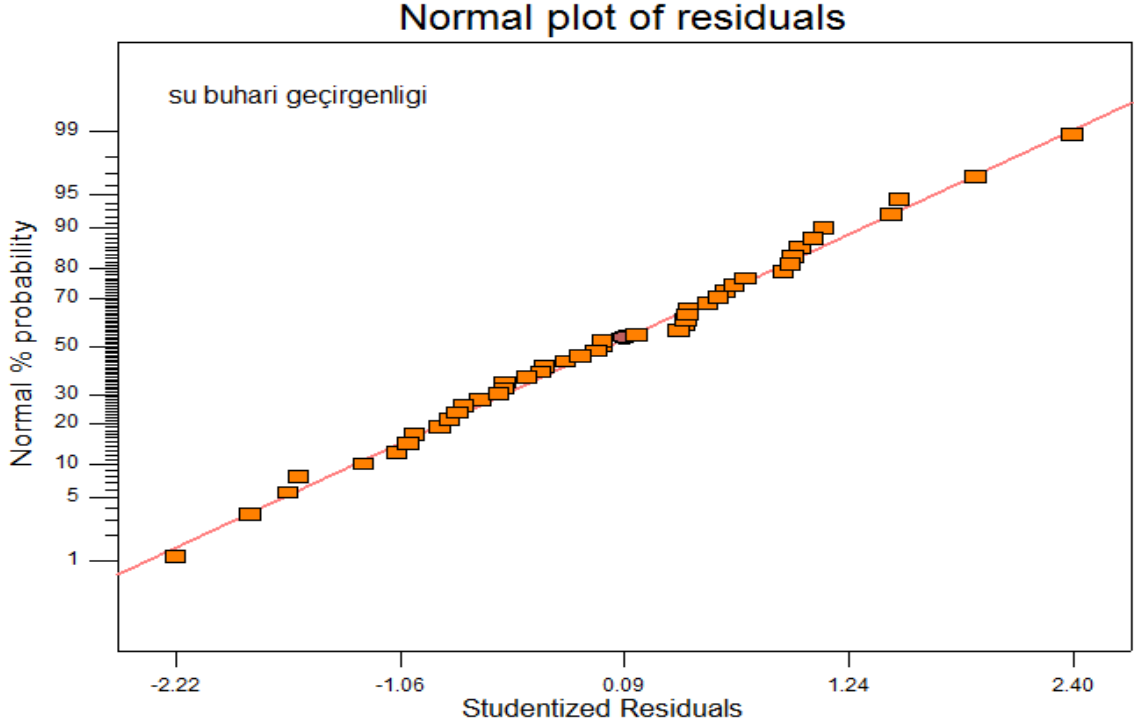
Tablo 4.35. (devamı)

Viloft-tencel	-6.98	1	1.90	-3.67	0.0008	Anlamlı
Viloft-polyester	-1.78	1	1.90	-0.94	0.3550	Anlamlı değil
Viloft-coolmax	-2.92	1	1.90	-1.54	0.1330	Anlamlı değil
Viloft-modal	-2.86	1	1.90	-1.51	0.1409	Anlamlı değil
Viloft-promodal	-4.54	1	1.90	-2.39	0.0222	Anlamlı
Viloft-bambu	3.16	1	1.90	1.66	0.1049	Anlamlı değil
Tencel-polyester	5.20	1	1.90	2.74	0.0096	Anlamlı
Tencel-coolmax	4.06	1	1.90	2.14	0.0394	Anlamlı
Tencel-modal	4.12	1	1.90	2.17	0.0368	Anlamlı
Tencel-promodal	2.44	1	1.90	1.28	0.2072	Anlamlı değil
Tencel-bambu	10.14	1	1.90	5.34	< 0.0001	Anlamlı
Polyester-coolmax	-1.14	1	1.90	-0.60	0.5522	Anlamlı değil
Polyester-modal	-1.08	1	1.90	-0.57	0.5732	Anlamlı değil
Polyester-promodal	-2.76	1	1.90	-1.45	0.1549	Anlamlı değil
Polyester-bambu	4.94	1	1.90	2.60	0.0134	Anlamlı
Coolmax-modal	0.060	1	1.90	0.032	0.9750	Anlamlı değil
Coolmax-promodal	-1.62	1	1.90	-0.85	0.3994	Anlamlı değil
Coolmax-bambu	6.08	1	1.90	3.20	0.0029	Anlamlı
Modal-promodal	-1.68	1	1.90	-0.88	0.3823	Anlamlı değil
Modal-bambu	6.02	1	1.90	3.17	0.0031	Anlamlı
Promodal-bambu	7.70	1	1.90	4.05	0.0003	Anlamlı

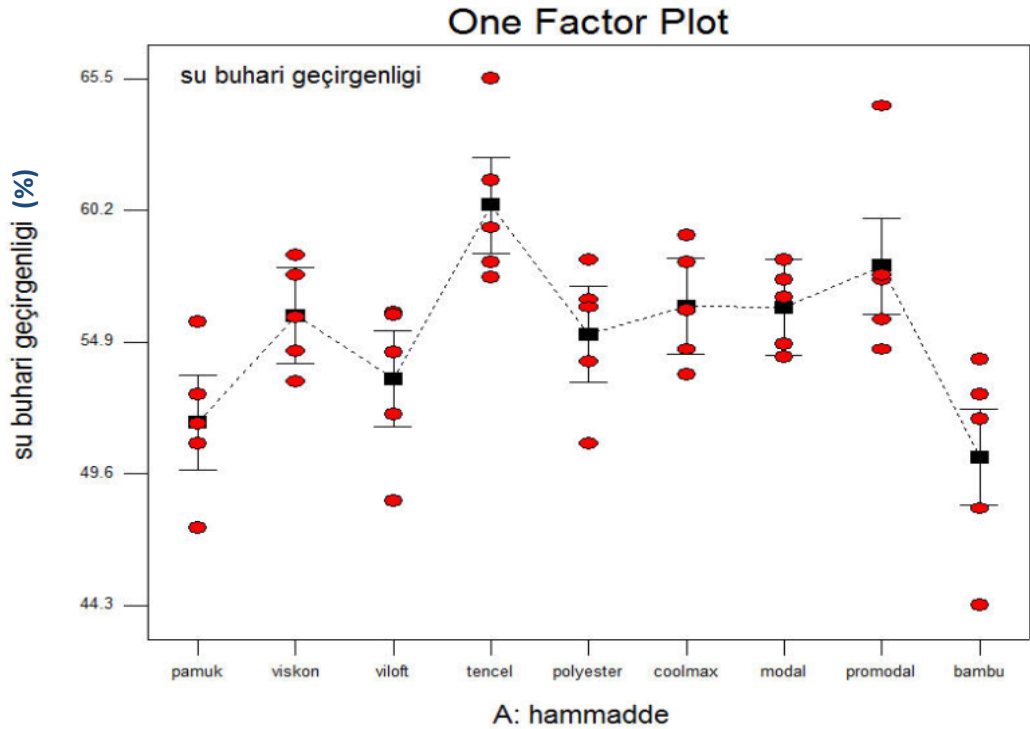
Şekil 4.27’ de % 100 ürünlerde normal dağılım grafiği verilmektedir. Burada artıkların normal olasılık eksenine göre bir doğru üzerinde yer alması istenen bir durumdur. Şekil incelendiğinde artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer aldığı görüldüğünden su buharı geçirgenliği değerlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir.

% 100 ürünlerde normal dağılım grafiği incelendikten sonra Şekil 4.28’ de su buharı geçirgenliği için grafik incelenebilir. Şekilde deneysel sonuçlardan elde edilen veriler nokta ile gösterilmiştir. Burada, % 100 pamuk ve % 100 bambu liflerinin su buharı geçirgenliği değerlerinin yaklaşık olduğu görülmektedir. Tencel liflerinden üretilmiş kumaşların en yüksek su buharı geçirgenliği değerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun ortaya çıkmasına sebep olarak tencel liflerinin yüksek fibrilasyon özelliğine sahip olması gösterilebilir. Fibrilasyon tek bir filament içindeki mikroliflerin uzunlamasına ayrılması olarak tanımlanır. Tencel, fibrilasyonun kolaylıkla meydana

geldiği bir liftir. Tencel liflerindeki yüksek fibrilleşmeden dolayı yüksek su buharı geçirgenliğine sahip olduğu söylenebilir.



Şekil 4.27. % 100 ürünlerin su buharı geçirgenliği için normal dağılım grafiği.



Şekil 4.28. % 100 ürünlerin karşılaştırılması.

4.1.3.5. Polyester/coolmax kumaşın su buharı geçirgenliği özelliği

Tablo 4.36’ da polyester/coolmax kumaşın su buharı geçirgenliği özelliği üzerine faktöriyel model ANOVA tablosu verilmektedir. Tabloya göre polyester/coolmax kumaşlar arasında hava geçirgenliği açısından anlamlı bir farklılık olmadığı ortaya çıkmıştır. Tabloya göre % 95’ lik güven aralığında 0.05’ ten büyük değerlerin modele katkısının anlamlı olmaması söz konusudur. Tabloya göre modelin anlamlı olmadığı görülmektedir.

Tablo 4.36. Polyester/coolmax kumaşın su buharı geçirgenliği özelliği üzerine faktöriyel model ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler toplamı	SD	Ortalama kareler	F değeri	p- değeri	Anlamlılık
Model	3.25	1	3.25	0.48	0.5096	Anlamlı değil
A	3.25	1	3.25	0.48	0.5096	Anlamlı değil
Hata	54.57	8	6.82			
Düz. Toplam	57.82	9				

Tablo 4.37’ de polyester/coolmax kumaşa ait istatistiksel özet verilmektedir. Modelin su buharı geçirgenliğini açıklama oranı olarak bilinen R^2 değeri 0.0562 olarak görülmektedir. Bu modelin su buharı geçirgenliğini açıklayamadığı anlamına gelmektedir.

Tablo 4.37. Polyester/coolmax kumaşın hava geçirgenliği özelliği için istatistiksel özet.

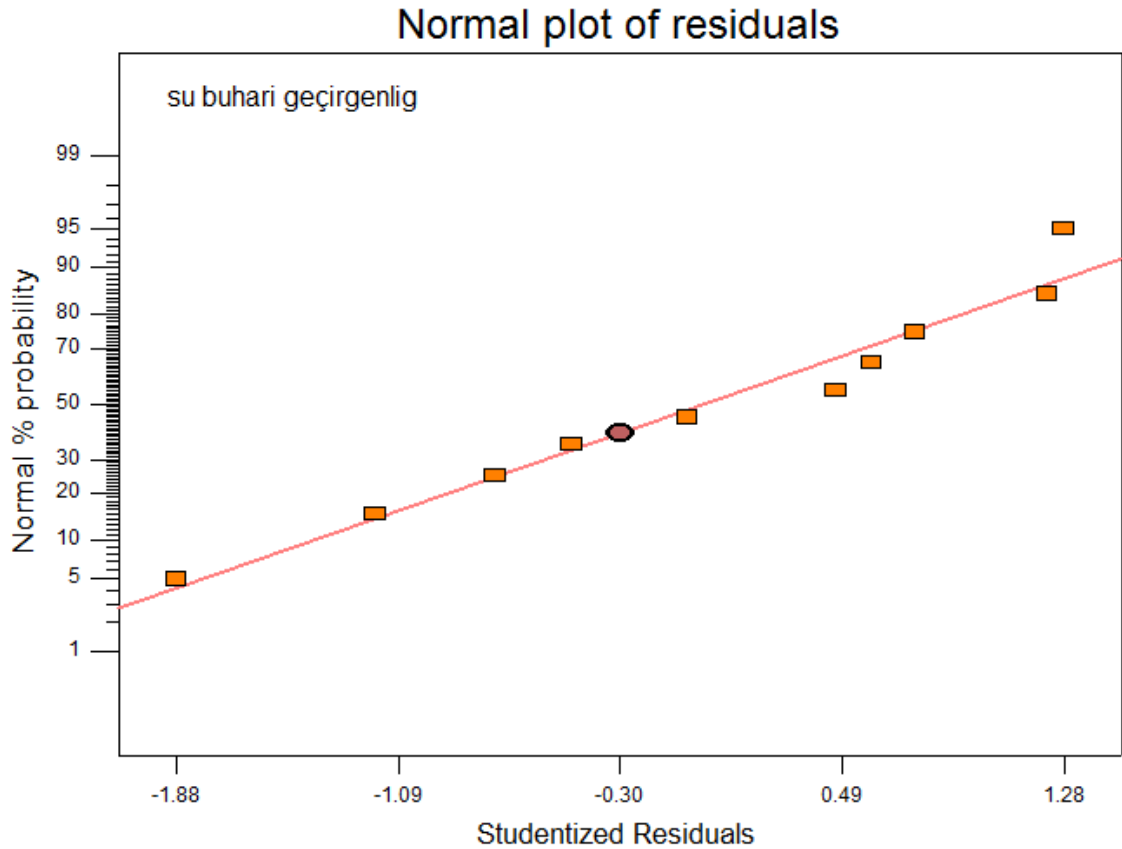
Std. Sapma	2.61
Ortalama	55.77
C.V.	4.68
PRESS	85.27
R^2	0.0562
Uyarlanmış R^2	-0.0618

Tablo 4.38’ de polyester/coolmax kumaşın hava geçirgenliği özelliği için Tukey testi sonuçları verilmektedir. Test sonuçlarına göre su buharı geçirgenliği açısından polyester ve coolmax kumaşlar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmektedir.

Tablo 4.38. Polyester/coolmax kumaşın hava geçirgenliği özelliği için Tukey testi.

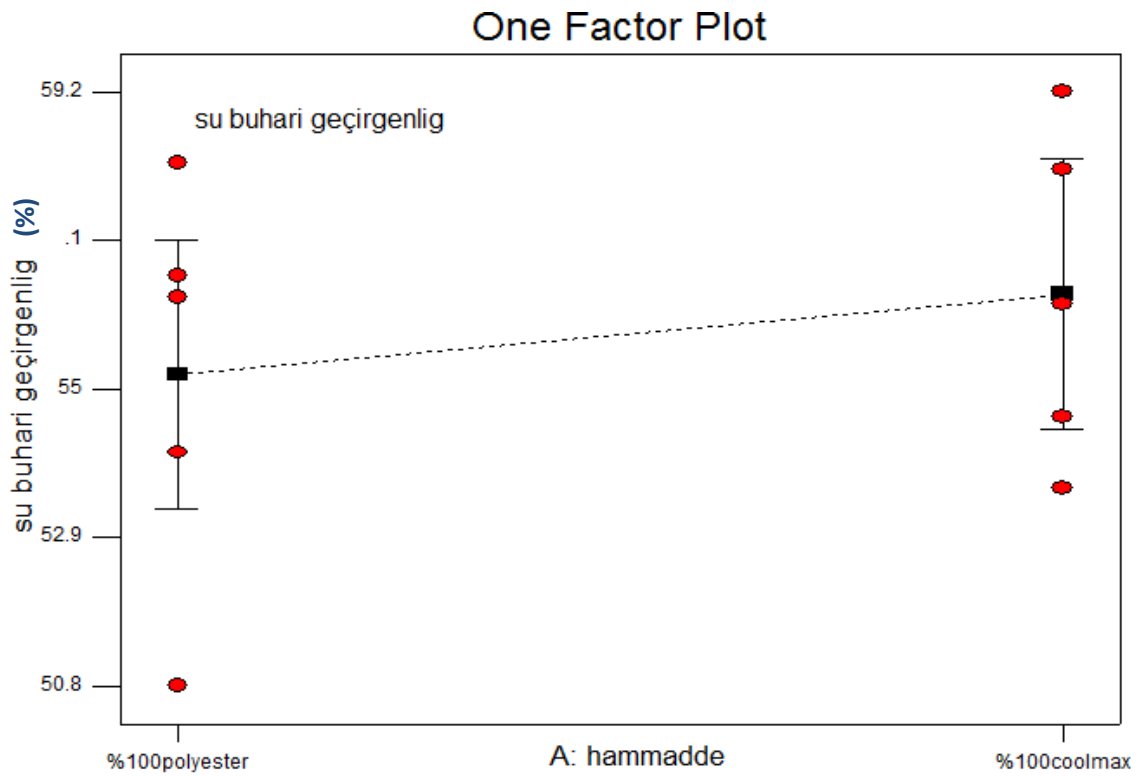
Karşılaştırma	Ortalama farklılıkları	SD	Standart hata	t değeri	p değeri	Anlamlılık
Polyester-coolmax	-1.14	1	1.65	-0.69	0.5096	Anlamlı değil

Şekil 4.29’ da polyester/coolmax kumaşın normal dağılım grafiği verilmektedir. Burada artıkların normal olasılık eksenine göre bir doğru üzerinde yer alması istenen bir durumdur. Şekil incelendiğinde artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer aldığı görüldüğünden su buharı direnci değerlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir.



Şekil 4.29. Polyester/coolmax kumaşın su buharı geçirgenliği için normal dağılım grafiği.

Normal dağılım testi yapıldıktan sonra regresyon doğrusu incelenebilir. Şekil 4.30' da Polyester/coolmax kumaşın regresyon doğrusu verilmiştir. Şekilde deneysel sonuçlardan elde edilen değerler nokta ile gösterilmiştir. Regresyon doğrusu ise bu noktalara yaklaşık olarak geçmektedir. Polyester/coolmax kumaşlar arasında su buharı geçirgenliği özelliği açısından çok fazla farklılık olmadığı fakat coolmax lifinin biraz daha fazla su buharı geçirgenliğine sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun ortaya çıkmasına sebep olarak coolmax lifinin mikrokanaallı kesite sahip olması söylenebilir.



Şekil 4.30. Polyester/coolmax kumaşın karşılaştırılması.

4.1.4. Su Buharı Geçirgenliği Direnci

Materyalin su buharı geçişine karşı gösterdiği dayanımdır. Bir malzemenin iki yüzeyi arasındaki su buharı basınç farkının, basınç değişimi yönünde birim alandaki buharlaşma ısı akışına oranıdır.

4.1.4.1. Pamuk/viloft karışımı kumaşların su buharı geçirgenliği direnci

Tablo 4.39’ da pamuk/viloft- pamuk karışımı kumaşların su buharı geçirgenliği direnci özelliği için kuadratik model de ANOVA tablosu verilmektedir. Bu kumaşlar için kuadratik modelin en uygun model olduğu program tarafından önerilmektedir. Burada karışım oranının su buharı geçirgenliği direncine olan etkisinin anlamlı olduğu görülmektedir.

Tablo 4.39. Pamuk/viloft- pamuk karışımı kumaşların su buharı geçirgenliği direnci özelliği için kuadratik model de ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler toplamı	SD	Ortalama kareler	F değeri	p- değeri	Anlamlılık
Model	7.56	2	3.78	40.52	< 0.0001	Anlamlı
A	6.24	1	6.24	66.87	< 0.0001	Anlamlı
A²	1.32	1	1.32	14.18	0.0027	Anlamlı
Hata	1.12	12	0.093			
Düz. Toplam	8.68	14				

ANOVA tablosu incelendikten sonra seçilen modele ait istatistiksel özet Tablo 4.40’ da verilmektedir. Burada, modelin su buharı geçirgenliği direncini açıklama oranı olarak da bilinen R² değerinin 0.8710 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.40. Pamuk/viloft- pamuk karışımı kumaşların su buharı geçirgenliği direnci özelliği için istatistiksel özet.

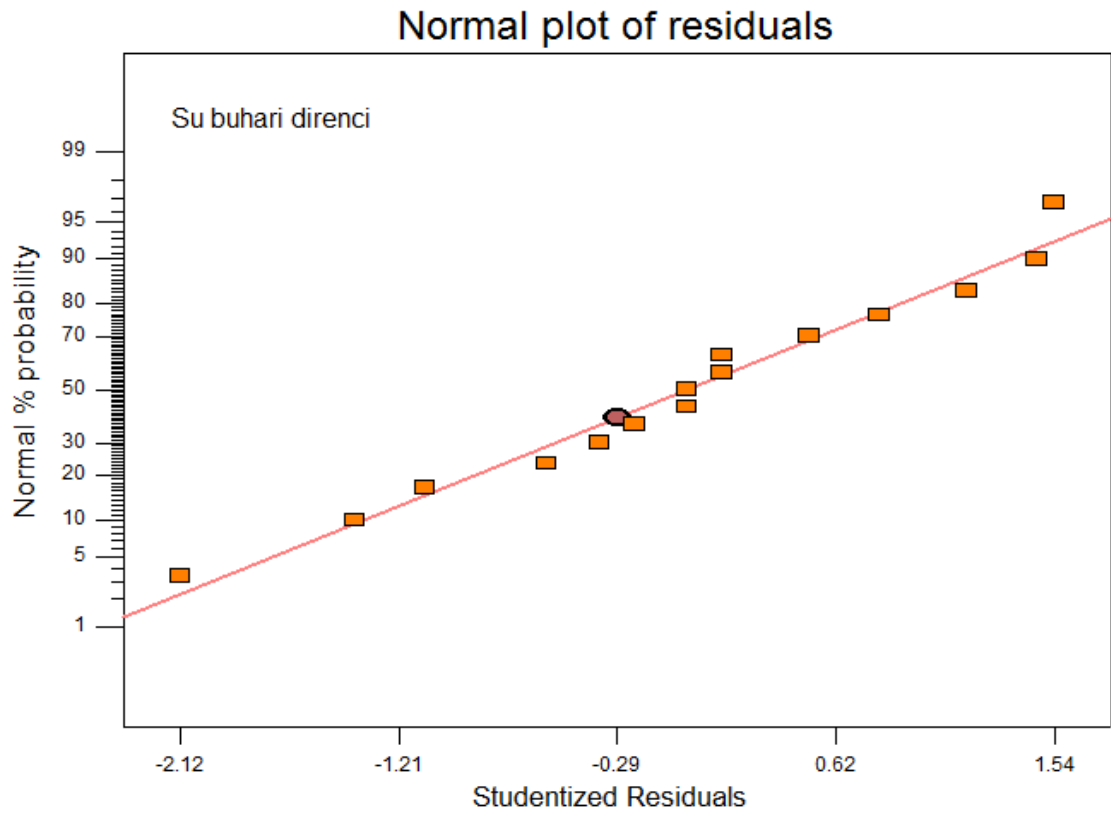
Std. Sapma	0.31
Ortalama	4.48
C.V.	6.82
PRESS	1.75
R ²	0.8710
Uyarlanmış R ²	0.8495

Şekil 4.31’ de pamuk/viloft kumaşın normal dağılım grafiği verilmektedir. Şekil incelendiğinde artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer aldığı görüldüğünden su

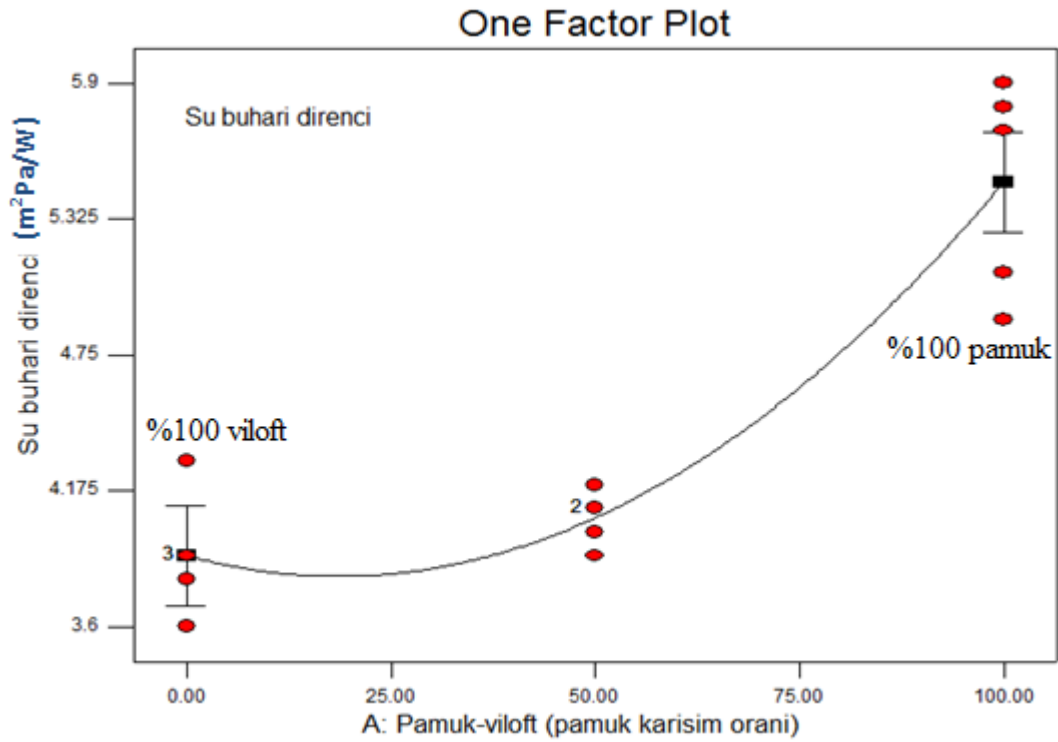
buharı direnci değerlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir. Eşitlik (4.11)' de ise su buharı geçirgenliği direnci için pamuk/viloft kumaşa ait regresyon denklemi verilmektedir.

Şekil 4.32' de pamuk/viloft- pamuk karışımlı kumaşların regresyon eğrisi verilmektedir. Şekle göre karışımdaki pamuk oranının artmasıyla birlikte su buharı direnci değerinin arttığı görülmektedir.

$$\text{Su buharı direnci} = +3.90 - 9.40 \times 10^3 * (\text{Pamuk oranı}) + 2.52 \times 10^4 * (\text{pamuk oranı})^2 \quad (4.11)$$



Şekil 4.31. Pamuk/viloft- pamuk karışımlı kumaşların su buharı direnci normal dağılım tablosu.



Şekil 4.32. Pamuk/viloft- pamuk karışım kumaşların karşılaştırılması.

4.1.4.2. Polyester/viloft karışım kumaşlarda su buharı direnci özelliği

Tablo 4.41’ de polyester/viloft karışım kumaşların su buharı geçirgenliği direnci özelliği için kuadratik model de ANOVA tablosu verilmektedir. Bu kumaşlar için kuadratik modelin en uygun model olduğu program tarafından önerilmektedir. Burada karışım oranının su buharı geçirgenliği direncine olan etkisinin anlamlı olduğu görülmektedir.

Tablo 4.41. Polyester/viloft karışım kumaşlarda su buharı direnci özelliği için ANOVA tablosu.

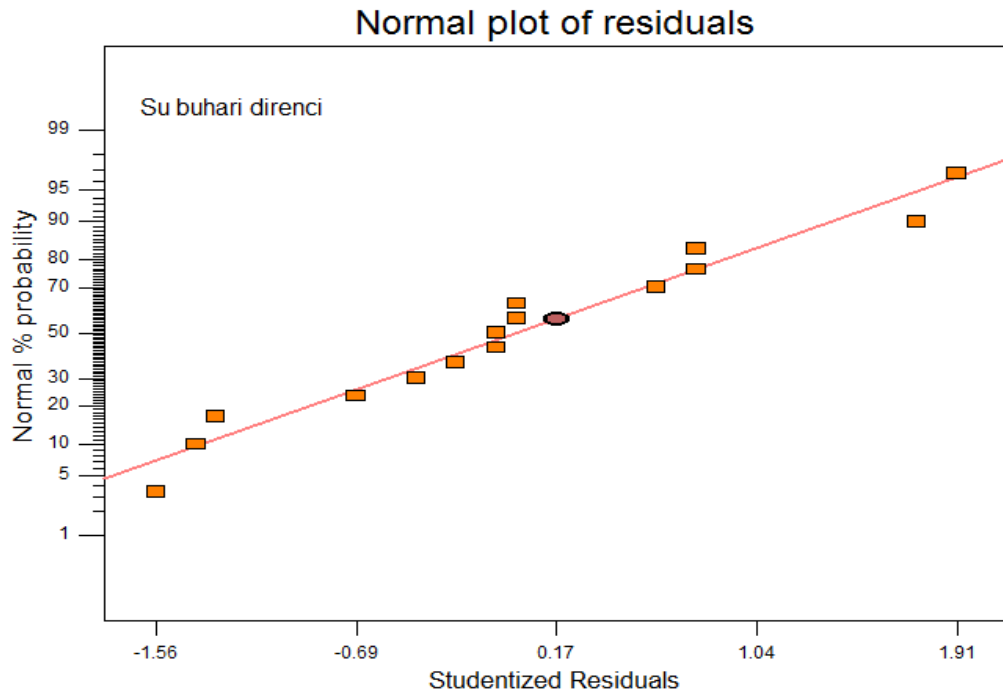
Kaynak	Kareler toplamı	SD	Ortalama kareler	F değeri	p- değeri	Anlamlılık
Model	1.77	2	0.88	13.27	0.0009	Anlamlı
A	0.36	1	0.36	5.41	0.0383	Anlamlı
A ²	1.41	1	1.41	21.12	0.0006	Anlamlı
Hata	0.80	12	0.067			
Düz. Toplam	2.57	14				

ANOVA tablosu incelendikten sonra seçilen modele ait istatistiksel özet tablo 4.42’ de verilmektedir. Burada, modelin su buharı geçirgenliği direncini açıklama oranı olarak da bilinen R^2 değerinin 0.6886 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.42. Polyester/viloft- polyester karışımli kumaşlar için istatistiksel özet.

Std. Sapma	0.26
Ortalama	3.49
C.V.	7.39
PRESS	1.25
R^2	0.6886
Uyarlanmış R^2	0.6367

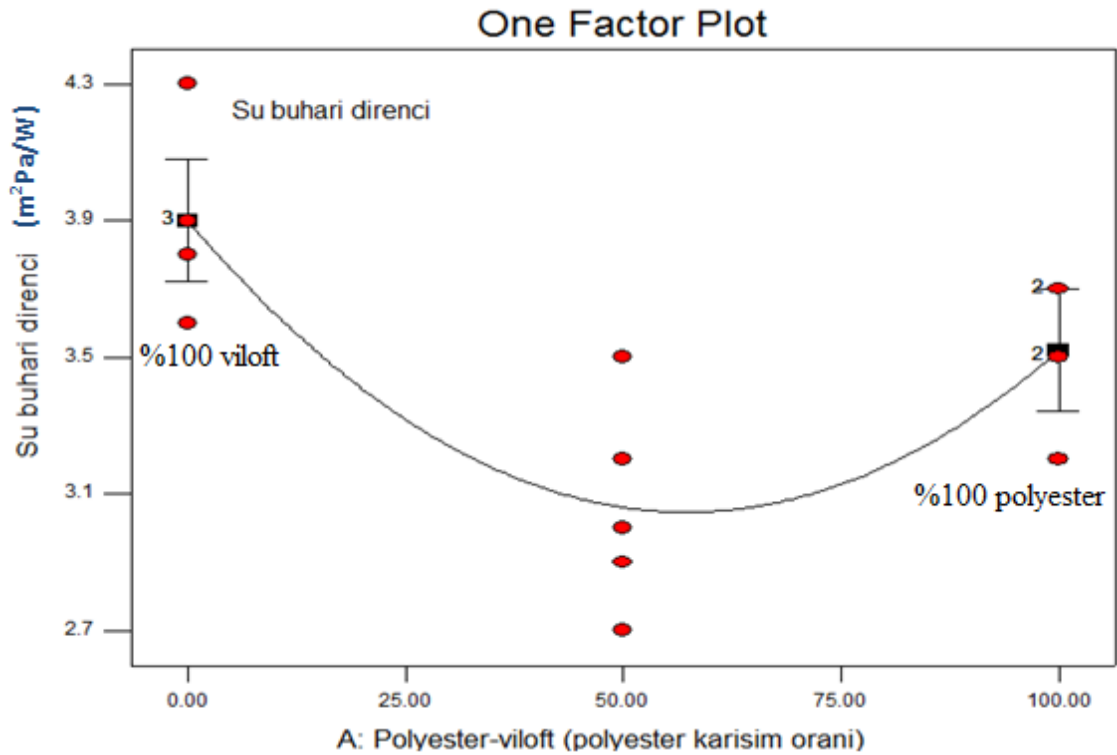
Şekil 4.33’ de polyester/viloft kumaşın normal dağılım grafiği verilmektedir. Şekil incelendiğinde artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer aldığı görüldüğünden su buharı direnci değerlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir. Eşitlik (4.12)’ de ise su buharı geçirgenliği direnci için polyester/viloft kumaşa ait regresyon denklemi verilmektedir.



Şekil 4.33. Polyester/viloft- polyester karışımli kumaşların su buharı direnci için normal dağılım grafiği.

$$\text{Su buharı direnci} = +3.9 - 0.029 * (\text{polyester oranı}) + 2.6 \times 10^{-4} * (\text{polyester oranı})^2 \quad (4.12)$$

Şekil 4.34’ de polyester/viloft karışımli kumaşların regresyon eğrisi verilmektedir. Şekle göre karışımındaki polyester oranının artmasıyla birlikte azalan su buharı direnci değerinin karışım oranı %50/50’ ye geldikten sonra arttığı görülmektedir. Şekilde % 100 polyester kumaşların su buharı direnci değerinin % 100 viloft kumaşların değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir.



Şekil 4.34. Polyester/viloft- polyester karışımli kumaşların karşılaştırılması.

4.1.4.3. Bambu/polyester kumaşların su buharı geçirgenliği direnci özelliği

Tablo 4.43’ de bambu/polyester kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği için kuadratik model de ANOVA tablosu verilmektedir. Burada karışım oranının su buharı geçirgenliği direncine olan etkisinin anlamlı olduğu görülmektedir.

Tablo 4.43. Bambu/polyester kumaşların su buharı geçirgenliği direnci özelliği için ANOVA tablosu.

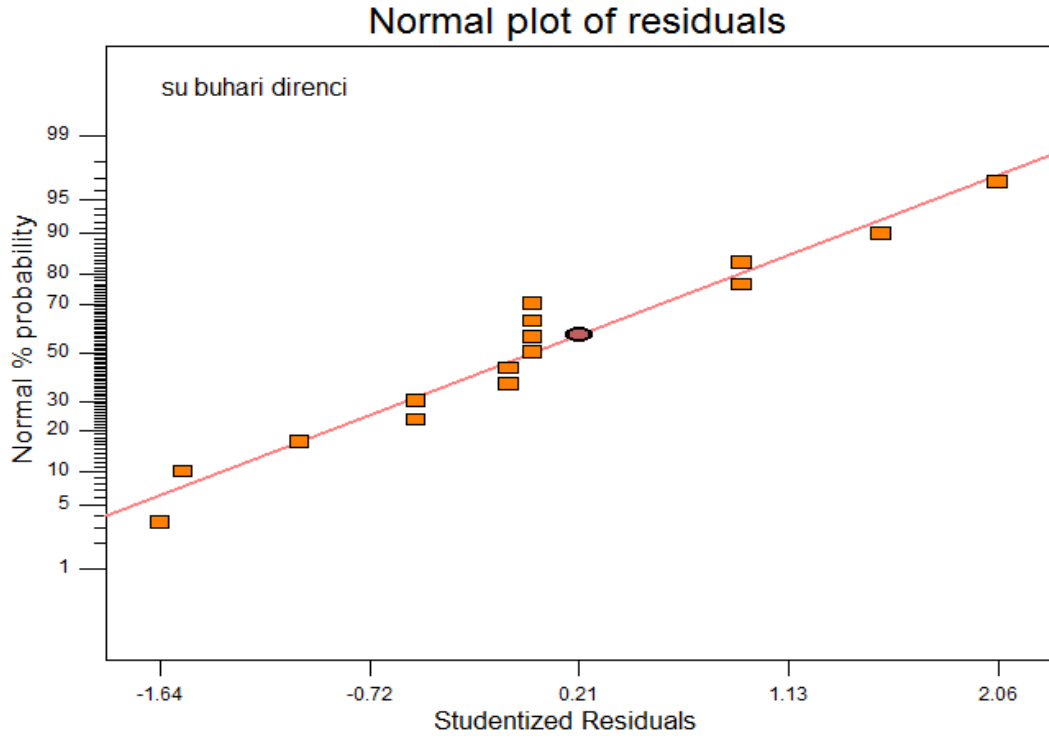
Kaynak	Kareler toplamı	SD	Ortalama kareler	F değeri	p- değeri	Anlamlılık
Model	0.87	2	0.43	9.17	0.0038	Anlamlı
A	0.36	1	0.36	7.63	0.0172	Anlamlı
A²	0.51	1	0.51	10.71	0.0067	Anlamlı
Hata	0.57	12	0.047			
Düz. Toplam	1.44	14				

ANOVA tablosunun incelenmesinin ardından Tablo 4.44’ de bambu/polyester karışımı kumaşların su buharı geçirgenliği direnci özelliği için istatistiksel özet verilmiştir. Kuadratik modelin su buharı geçirgenliği direncini açıklama oranı olarak da bilinen R^2 değerinin 0.6045 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.44. Bambu/polyester kumaşlar için istatistiksel özet.

Std. Sapma	0.22
Ortalama	3.84
C.V.	5.67
PRESS	0.89
R^2	0.6045
Uyarlanmış R^2	0.5385

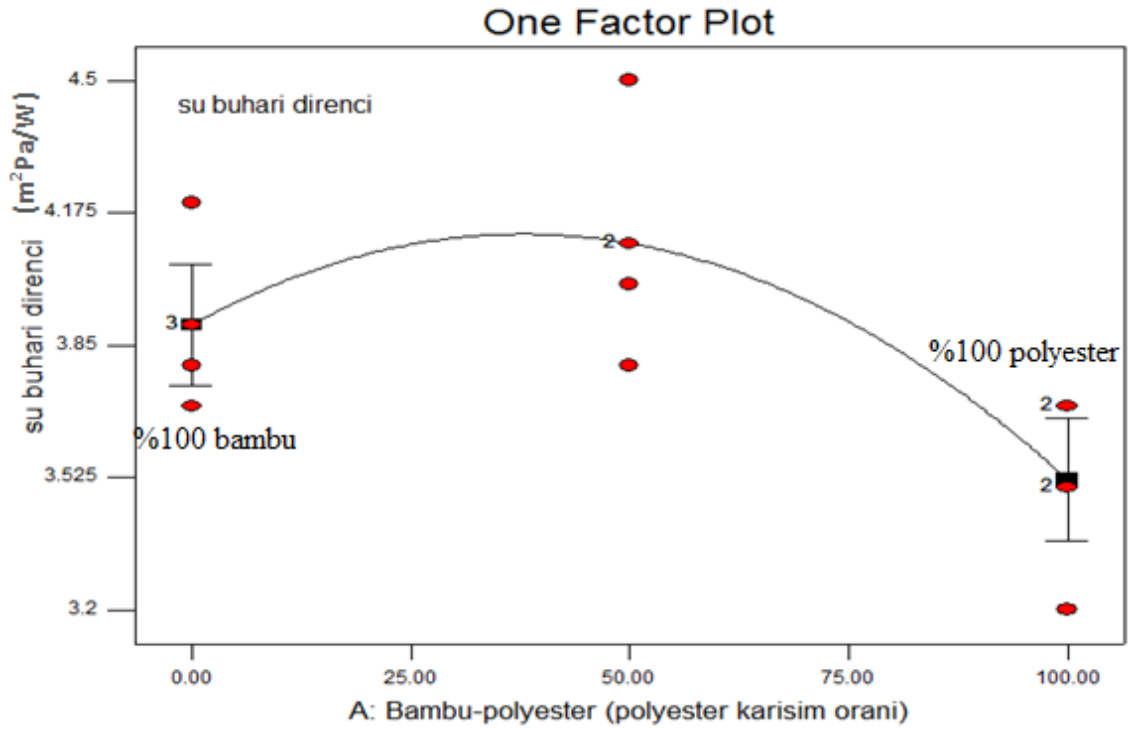
Şekil 4.35’ de bambu/polyester karışımı kumaşların su buharı geçirgenliği direnci sonuçlarına ait normal dağılım grafiği verilmektedir. Şekil incelendiğinde artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer aldığı görüldüğünden su buharı geçirgenliği direnci değerlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir. Eşitlik (4.13)’ de ise su buharı geçirgenliği direnci için bambu/polyester kumaşına ait regresyon denklemi verilmiştir.



Şekil 4.35. Bambu/polyester kumaşların su buharı direnci için normal dağılım grafiği.

$$\text{Su buharı direnci} = +3.9 + 0.011 * (\text{polyester oranı}) - 1.560 \times 10^4 * (\text{polyester oranı})^2 \quad (4.13)$$

Normal dağılım testi yapıldıktan sonra eşitlik (4.13)' de verilen denklemin ortaya çıkarttığı regresyon doğrusu incelenebilir. Şekil 4.36' da polyester karışım oranına bağlı olarak ortaya çıkan su buharı geçirgenliği direnci bir eğri olarak gösterilmektedir. Şekilde deneysel sonuçlardan elde edilen değerler nokta ile gösterilmiştir. Regresyon eğrisi bu noktalara yaklaşık olarak geçmektedir. Şekilden örme kumaş içerisindeki polyester elyaf oranının artmasıyla birlikte su buharı geçirgenliği direnci değerinin azaldığı görülmektedir.



Şekil 4.36. Bambu/polyester-(polyester karışım oranı) kumaşların karşılaştırılması.

4.1.4.4. % 100 ürünlerin su buharı geçirgenliği direnci özelliği

Tablo 4.45' de % 100 ürünlerde su buharı geçirgenliği direnci özelliği için ANOVA tablosu verilmektedir. Tabloya göre model % 100 ürünlerin su buharı geçirgenliği direnci açısından anlamlıdır.

Tablo 4.45.% 100 ürünlerin su buharı geçirgenliği direnci özelliği için ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler toplamı	SD	Ortalama kareler	F değeri	p- değeri	Anlamlılık
Model	12.50	8	1.56	5.19	0.0002	Anlamlı
A	12.50	8	1.56	5.19	0.0002	Anlamlı
Hata	10.83	36	0.30			
Düz. Toplam	23.32	44				

Tablo 4.46’ da % 100 ürünlerde su buharı geçirgenliği direnci özelliği için istatistik özet verilmektedir. Burada, modelin su buharı geçirgenliği direncini açıklama oranı olarak da bilinen R^2 değerinin 0.5357 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.46. % 100 ürünlerin su buharı geçirgenliği direnci özelliği için istatistiksel özet.

Std. Sapma	0.55
Ortalama	4.26
C.V.	12.86
PRESS	16.92
R^2	0.5357
Uyarlanmış R^2	0.4326

% 100 ürünler için istatistik özet tablosu incelendikten sonra su buharı geçirgenliği direnci için Tablo 4.47’ de Tukey testi verilmektedir. Tukey testine göre bazı kumaş türleri arasında su buharı geçirgenliği özelliği açısından anlamlı farklılıklar varken bazıları arasındaki farkın anlamlı olmadığı görülmektedir.

Tablo 4.47. % 100 ürünlerin su buharı geçirgenliği direnci özelliği için Tukey testi.

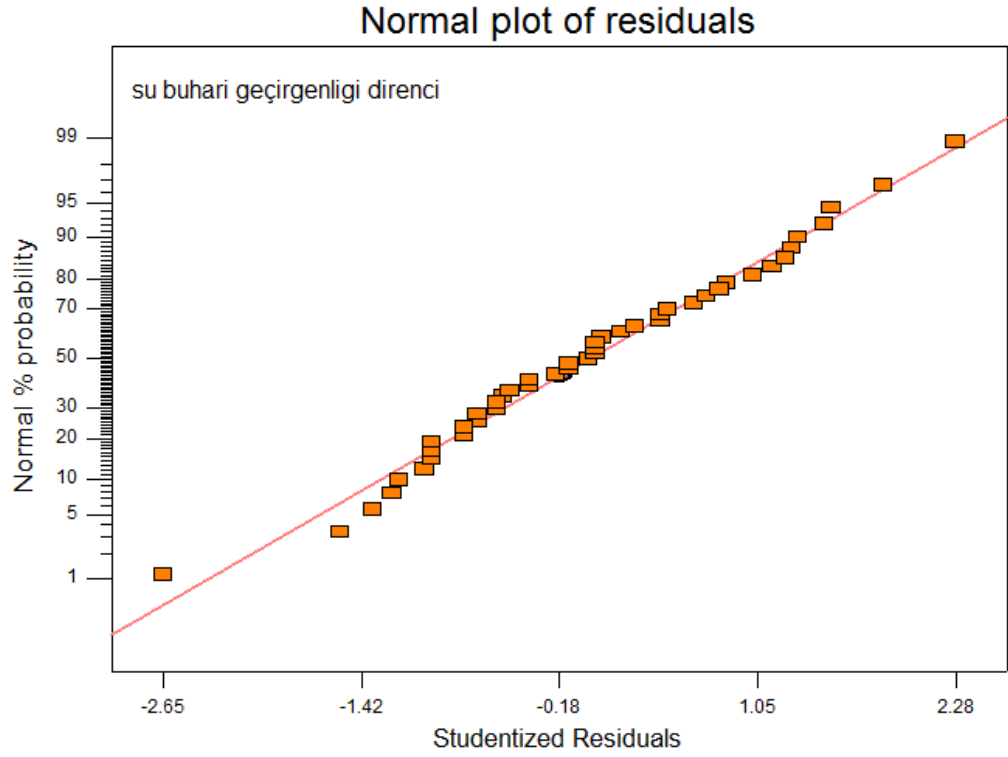
Karşılaştırma	Ortalama farklılıkları	SD	Standart hata	t-değeri	p-değeri	Anlamlılık
Pamuk-viskon	1.18	1	0.35	3.40	0.0017	Anlamlı
Pamuk-viloft	1.40	1	0.35	4.04	0.0003	Anlamlı
Pamuk-tencel	1.92	1	0.35	5.54	< 0.0001	Anlamlı
Pamuk-polyester	1.80	1	0.35	5.19	< 0.0001	Anlamlı
Pamuk-coolmax	0.94	1	0.35	2.71	0.0102	Anlamlı
Pamuk-modal	1.38	1	0.35	3.98	0.0003	Anlamlı
Pamuk-promodal	1.02	1	0.35	2.94	0.0057	Anlamlı
Pamuk-bambu	1.30	1	0.35	3.75	0.0006	Anlamlı
Viskon-viloft	0.22	1	0.35	0.63	0.5299	Anlamlı değil
Viskon-tencel	0.74	1	0.35	2.13	0.0398	Anlamlı
Viskon-polyester	0.62	1	0.35	1.79	0.0823	Anlamlı değil
Viskon-coolmax	-0.24	1	0.35	-0.69	0.4934	Anlamlı değil
Viskon-modal	0.20	1	0.35	0.58	0.5678	Anlamlı değil
Viskon-promodal	-0.16	1	0.35	-0.46	0.6474	Anlamlı değil
Viskon-bambu	0.12	1	0.35	0.35	0.7314	Anlamlı değil
Viloft-tencel	0.52	1	0.35	1.50	0.1425	Anlamlı değil

Tablo 4.47. (devamı)

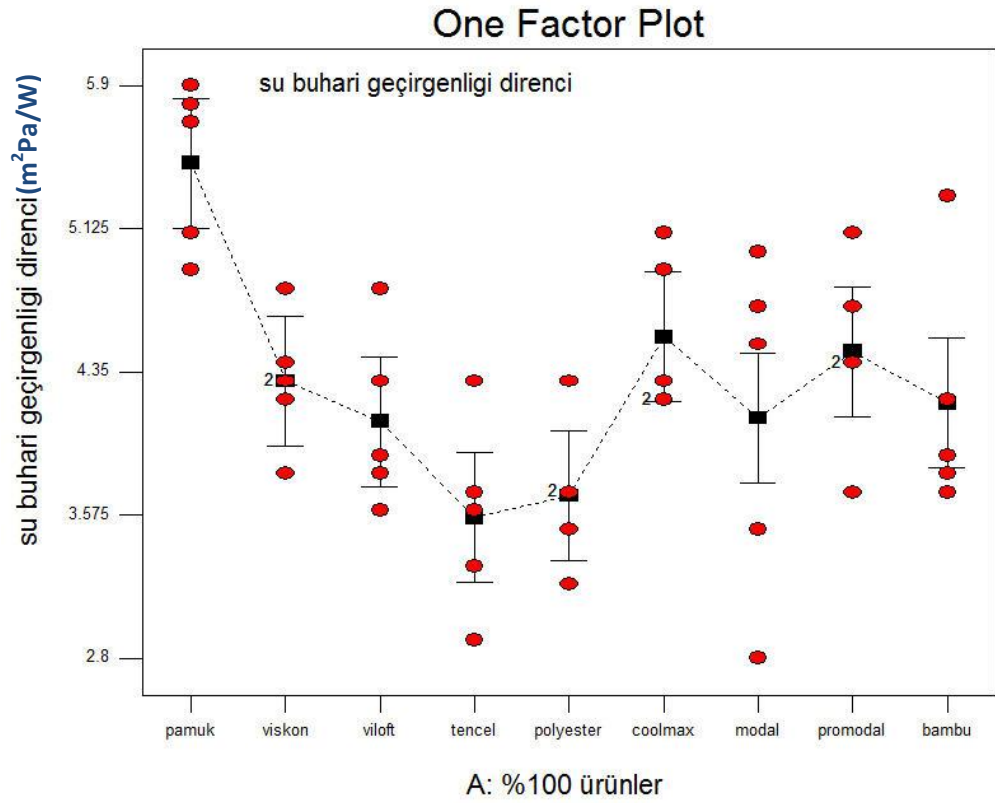
Viloft-polyester	0.40	1	0.35	1.15	0.2564	Anlamlı değil
Viloft-coolmax	-0.46	1	0.35	-1.33	0.1931	Anlamlı değil
Viloft-modal	-0.020	1	0.35	-0.058	0.9543	Anlamlı değil
Viloft-promodal	-0.38	1	0.35	-1.10	0.2806	Anlamlı değil
Viloft-bambu	-0.100	1	0.35	-0.29	0.7748	Anlamlı değil
Tencel-polyester	-0.12	1	0.35	-0.35	0.7314	Anlamlı değil
Tencel-coolmax	-0.98	1	0.35	-2.83	0.0077	Anlamlı
Tencel-modal	-0.54	1	0.35	-1.56	0.1283	Anlamlı değil
Tencel promodal	-0.90	1	0.35	-2.59	0.0136	Anlamlı
Tencel-bambu	-0.62	1	0.35	-1.79	0.0823	Anlamlı değil
Polyester-coolmax	-0.86	1	0.35	-2.48	0.0180	Anlamlı
Polyester-modal	-0.42	1	0.35	-1.21	0.2338	Anlamlı değil
Polyester-promodal	-0.78	1	0.35	-2.25	0.0307	Anlamlı
Polyester-bambu	-0.50	1	0.35	-1.44	0.1581	Anlamlı değil
Coolmax-modal	0.44	1	0.35	1.27	0.2128	Anlamlı değil
Coolmax-promodal	0.080	1	0.35	0.23	0.8189	Anlamlı değil
Coolmax-bambu	0.36	1	0.35	1.04	0.3062	Anlamlı değil
Modal-promodal	-0.36	1	0.35	-1.04	0.3062	Anlamlı değil
Modal-bambu	-0.080	1	0.35	-0.23	0.8189	Anlamlı değil
Promodal-bambu	0.28	1	0.35	0.81	0.4248	Anlamlı değil

Şekil 4.37' de % 100 ürünlerde normal dağılım grafiği verilmektedir. Burada artıkların normal olasılık eksenine göre bir doğru üzerinde yer alması istenen bir durumdur. Şekil incelendiğinde artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer aldığı görüldüğünden su buharı geçirgenliği direnci değerlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir.

Şekil 4.38' de % 100 ürünlerin su buharı geçirgenliği direnci özelliği için kumaşların karşılaştırılması görülmektedir. Şekle göre en yüksek su buharı direnci değerine sahip olan kumaş pamuk elyafından üretilmiş kumaşlardır. Rejenere selülozik liflerin su buharı direnci değerleri birbirlerine yaklaşık olarak çıkmıştır.



Şekil 4.37. % 100 ürünlerin su buhari direnci için normal dağılım tablosu.



Şekil 4.38. % 100 ürünlerin karşılaştırılması.

4.1.4.5. Polyester/coolmax kumaşın su buharı geçirgenliği direnci özelliği

Tablo 4.48’ de polyester/coolmax kumaşın su buharı geçirgenliği direnci özelliği üzerine faktöriyel model ANOVA tablosu verilmektedir. Tabloya göre % 95’ lik güven aralığında 0.05’ ten küçük değerlerin modele katkısının anlamlı olduğu değerlendirilmektedir.

Tablo 4.48. Polyester/coolmax kumaşın su buharı geçirgenliği direnci özelliği üzerine faktöriyel model ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler toplamı	SD	Ortalama kareler	F- değeri	p-değeri	Anlamlılık
Model	1.85	1	1.85	10.72	0.0113	Anlamlı
A	1.85	1	1.85	10.72	0.0113	Anlamlı
Hata	1.38	8	0.17			
Düz. Toplam	3.23	9				

ANOVA tablosunun incelenmesinin ardından polyester/coolmax kumaşın su buharı geçirgenliği direnci özelliği için istatistiksel özet Tablo 4.49’ da verilmektedir. Modelin su buharı direncini açıklama oranı olarak da bilinen R^2 değerinin 0.5726 olduğu görülmektedir.

Tablo 4.49. Polyester/coolmax kumaşın su buharı geçirgenliği direnci özelliği üzerine istatistiksel özet.

Std. Sapma	0.42
Ortalama	4.11
C.V.	10.11
PRESS	2.16
R^2	0.5726
Uyarlanmış R^2	0.5192

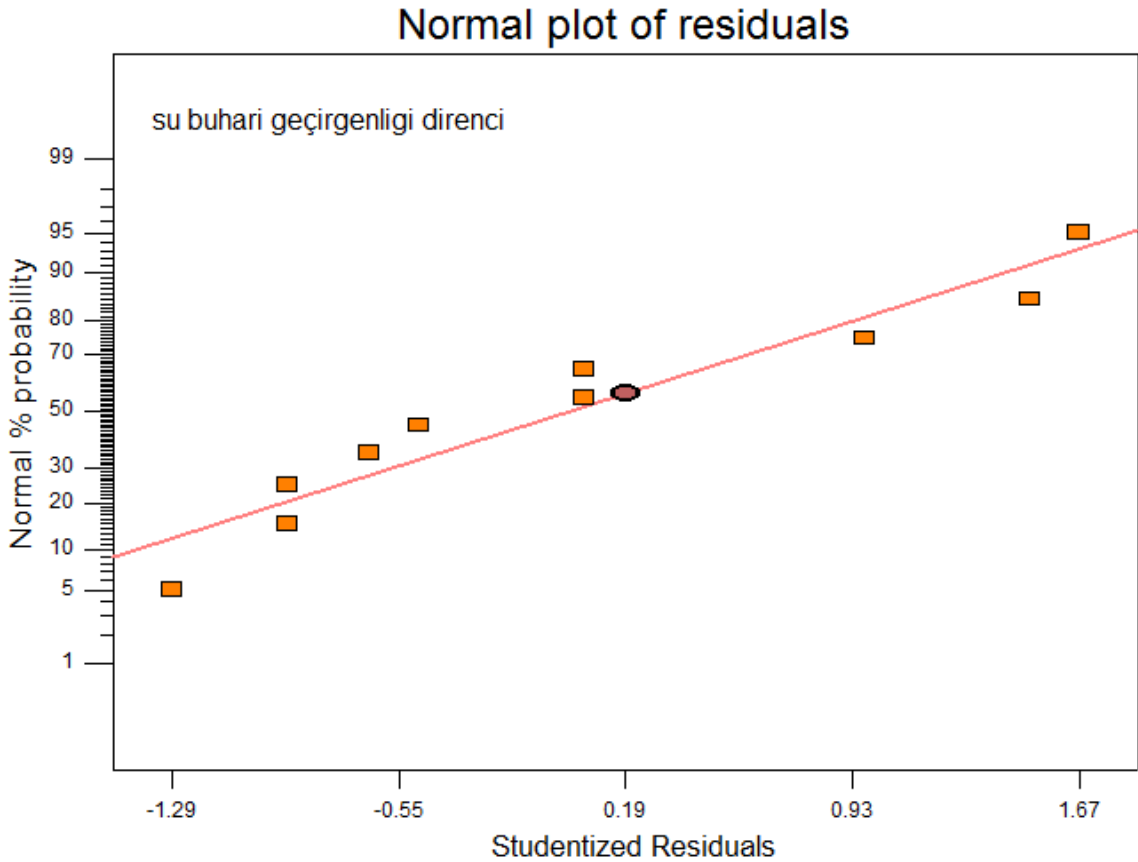
Polyester/coolmax kumaşlar için istatistiksel özeti incelenmesinin ardından Tablo 4.50’ de polyester/coolmax kumaşın su buharı geçirgenliği direnci özelliği için Tukey

testi verilmektedir. Tabloya göre su buharı direnci açısından polyester ve coolmax kumaşlar arasında anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir.

Tablo 4.50. Polyester/coolmax kumaşın su buharı geçirgenliği direnci özelliği için Tukey testi.

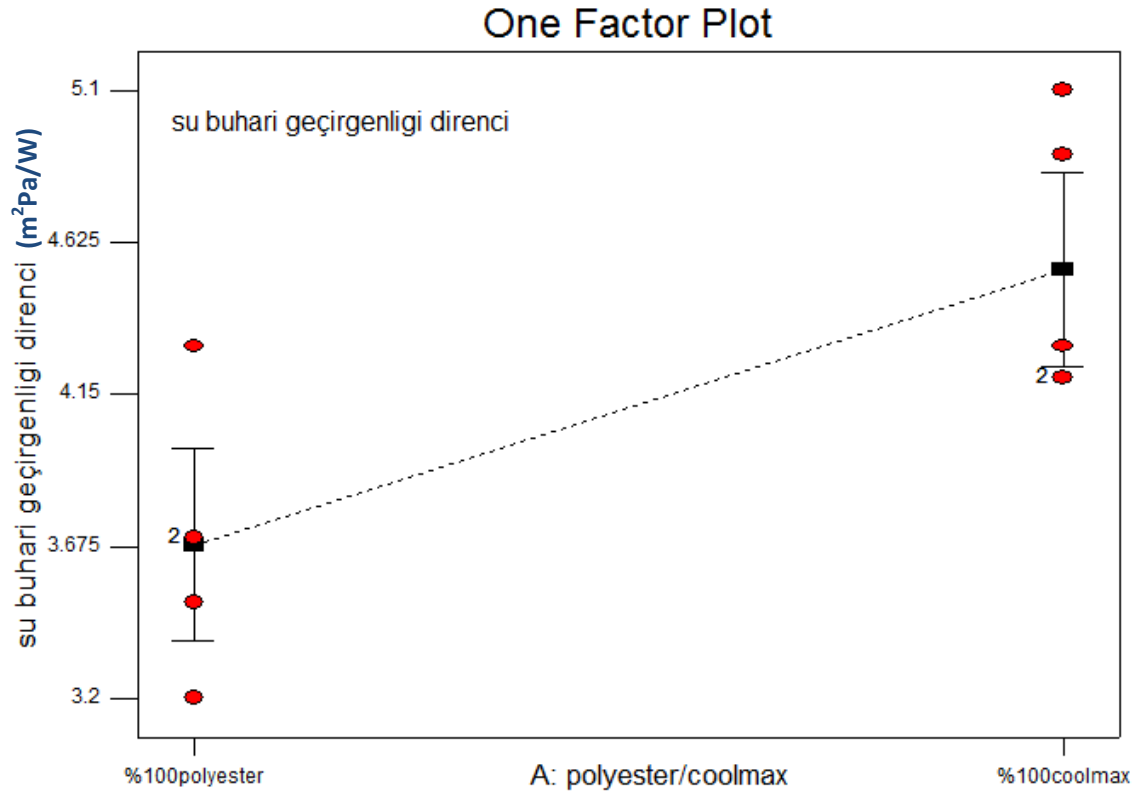
Karşılaştırma	Ortalama farklılıkları	SD	Standart hata	t-değeri	p- değeri	Anlamlılık
Polyester-coolmax	-0.86	1	0.26	-3.27	0.0113	Anlamlı

Şekil 4.39’ da polyester/coolmax kumaşın normal dağılım grafiği verilmektedir. Burada artıkların normal olasılık eksenine göre bir doğru üzerinde yer alması istenen bir durumdur. Şekil incelendiğinde artıkların yaklaşık olarak doğru üzerinde yer aldığı görüldüğünden su buharı direnci değerlerinin normal dağılıma uyduğu söylenebilir.



Şekil 4.39. Polyester/coolmax kumaşın su buharı direnci için normal dağılım grafiği.

Normal dağılım testi yapıldıktan sonra regresyon doğrusu incelenebilir. Şekil 4.40' da polyester/coolmax kumaşın regresyon doğrusu verilmiştir. Şekilde deneysel sonuçlardan elde edilen değerler nokta ile gösterilmiştir. Regresyon doğrusu ise bu noktalara yaklaşık olarak geçmektedir. Polyester/coolmax kumaşlar su buharı geçirgenliği direnci özelliği açısından karşılaştırıldığında coolmax kumaşların daha yüksek su buharı direncine sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun ortaya çıkmasına sebep olarak coolmax lifinin kesit şekli gösterilebilir (Şekil 1.15). Coolmax lifi mikrokanailli kesite sahip olduğundan dolayı su buharı geçişine karşı direnç göstermektedir.



Şekil 4.40. Polyester/coolmax kumaşların karşılaştırılması.

4.2. Sonuç

Çalışmada, Ne 30/1 ipliklerden süprem örgü yapısında örülmüş % 100 (saf) viloft, pamuk, polyester, modal, promodal, bambu, tencel, coolmax kumaşları ile %50/50

oranında karışımı yapılan viloft/polyester, viloft/pamuk, bambu/polyester kumaşlar elde edilmiştir.

Çalışmanın ilk kısmında Ne 30/1 olarak üretilen süprem örgü yapısındaki kumaşların ısı iletkenlik, ısı direnç (yalıtım), hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, gibi termal, fiziksel ve mekanik özellikleri, kullanılan istatistiksel analiz teknikleri ile analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

1. Viloft pamuk karışımlı kumaşlarda, viloft elyafının tırtıklı yüzeye sahip olmasından dolayı hava ile daha fazla temas geçen viloft elyafı, hava geçirgenliği değerinin düşmesine sebep olmaktadır. Polyester viloft karışımlı kumaşlara bakıldığında da aynı durum söz konusu olmaktadır. Yuvarlak yüzey şekline sahip olan polyester elyafının hava geçirgenliği değeri tırtıklı yüzey şekline sahip olan viloft elyafına göre daha yüksek çıkmaktadır.
2. Bambu polyester karışımlı kumaşlarda, karışımlı kumaşların hava geçirgenliği değerleri % 100 bambu ve % 100 polyester kumaşların hava geçirgenliği değerlerine göre, daha yüksek çıkmıştır. % 100 bambu ve polyester kumaşlarda kullanılan ipliklerdeki elyaf düzeninin daha üniform bir yapıya sahip olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.
3. % 100 ürünlerin hava geçirgenliği değerleri incelendiğinde en yüksek hava geçirgenliği değerine sahip olan kumaşların bambu kumaşlar olduğu görülmektedir. Çalışmada kullanılan bambu kumaş yapısının gevşek olmasından dolayı yüksek hava geçirgenliği değerine sahip olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kesit şekilleri düzgün olmayan pamuk, viloft, viskon, coolmax, modal, promodal gibi elyafların hava geçirgenliği değerleri düşük çıkmıştır.
4. Viloft elyafının yüzey yapısının tırtıklı ve dikdörtgen kesitli olmasından dolayı, iplik içerisindeki hava miktarı artırmaktadır. Ayrıca viloft elyaf yüzdesinin karışım içerisinde artırılmasıyla iplik tüylülüğü de arttığından kumaş üzerinde yer alan hava kesecikleri de artmaktadır. Dolayısıyla karışım içerisinde viloft elyaf oranının artırılması, iplik ve kumaş içerisindeki hava miktarını artırdığından viloft elyafı bakımından zengin olan viloft/pamuk kumaşların daha düşük ısı iletim değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Ancak polyester karışımlı

kumaşların ısı iletim değerleri, genel olarak viloft oranı artırıldıkça artmaktadır. Bu durum elyafların ısı iletkenlik değerleri ile açıklanabilir. Polyesterin ısı iletkenlik değeri 0.141 W/mK olup rejenere selüloz liflere (0.289 W/mK) nazaran daha düşüktür. Dolayısıyla viloft/polyester karışımli kumaşların ısı iletkenlik değeri viloft oranı artırıldıkça artmaktadır.

5. Terleme korumalı sıcak plaka kullanılan ısı testlerde, kumaş bir adet levha üzerine yerleştirilir ve kumaşın üzerinde 1m/s'lik bir hava akımı oluşturulur. Bu hava akımı ile sistem içerisinde konveksiyon sağlanmış olur. Bu ölçüm yönteminde ise ısı direncin test alanı ile doğru orantılı olduğu ancak sıcak levhayı 35°C'de sabit tutmak için gereken elektrik gücü ile ters orantılı olduğu görülmektedir. Selülozik esaslı elyafların ısı iletkenlik değerleri yüksek iken ısı direnç değerleri düşük çıkmaktadır. Bundan dolayı polyester oranının artmasıyla polyester bambu karışımli kumaşların ısı direnç değerlerinin artması söz konusu olmuştur. Viloft elyaflarının ısı direnç değerlerine bakıldığında diğer rejenere selülozik elyaflara göre daha düşük çıkmıştır. Buna sebep olarak, yassı elyaf kesiti ve tırtıklı yüzey şekli gösterilebilir.
6. İstatistiksel analiz neticesinde polyester viloft karışımli kumaşlar arasında su buharı geçirgenliği özelliği için anlamlı bir farklılık çıkmamıştır. Pamuk viloft karışımli kumaşlarda ise anlamlı bir farklılık vardır. Su buharı geçirgenliği anlamlı çıkmasına rağmen elde edilen p-değerleri 0.05'e yakın olduğundan karışım oranının etkisinin zayıf olduğu görülmüştür.

4.3. Öneriler

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

1. Çalışmada polyester lif kesiti dairesel olarak seçilmiştir. Enine kesiti farklı polyester lifi kullanılarak benzer bir çalışma yürütülebilir.
2. Çalışmada % 50/50 karışımli kumaşları üzerinde testler yapılmıştır. Karışım oranları değiştirilerek benzer çalışmalar yürütülebilir.

3. Çalışmada kullanılan süprem kumaşların yanı sıra farklı kumaş yapıları (ribana, interlok vs.) kullanılarak benzer bir çalışma yürütülebilir.
4. Viloft elyaf karışımlarından elde edilen dokuma kumaş konfor özelliklerini inceleyen bir çalışma yürütülebilir.
5. Bambu lifinin hava geçirgenliği değerinin yüksek olmasından dolayı üreticilerin giyimde bambu lif esaslı ürün gamını genişletmeleri kapsamında çalışmalar yürütülebilir.
6. Termofizyolojik konforun tüketiciler açısından öneminin üreticilere, yapılan çalışmalar ışığında benimsetilmesi ve üreticileri termofizyolojik konfor konusunda ARGE-ÜRGE çalışmaları yapılabilir.
7. Çalışmada Ne 30/1 ipliklerden üretilen kumaşların konfor özellikleri incelenmiştir farklı iplik numaralarında üretilen kumaşların konfor özelliklerine bakılabilir.
8. Tencel, modal ve promodal liflerinin su buharı geçirgenliğinin yüksek olmasından dolayı bu ürünler karışım yapılarak benzer çalışmalar yürütülebilir.

KAYNAKLAR

1. Beskisiz, E., 2010. Örme Kumaşların Nem Alma Özelliklerinin Geliştirilmesi İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 1-2s.
2. Ashaboğlu, B., 2012. Tekstil Ürünlerine Çevresel Yaklaşımlar. Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
3. Uysaltürk, D., 2013. Viloft/pamuk ve Viloft/polyester Karışım İplik Özelliklerinin ve Örme Kumaş Termofizyolojik Konfor Özelliklerinin İncelenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.
4. Textile World,2013. (Websayfası:http://www.textileworld.com/Articles/2013/January/January_February_issue/Textiles_2013.html), (Erişim tarihi: Nisan 2013).
5. Tekstil World 2013 (Web sayfası:<http://www.textileworld.com>), (Erişim tarihi: Nisan 2013).
6. The Global Fiber Demand in 2012. (Web sayfası: <http://www.lenzing.com>), (Erişim tarihi: Mayıs 2013).
7. Monthly Economic Letter September 2013. (Web sayfası: <http://www.cottoninc.com/corporate/Market-Data>), (Erişim tarihi: Mayıs 2013).
8. James Mills 2011. (Web sayfası: <http://www.afcot.org>), (Erişim tarihi: Mayıs 2013).
9. Tekstil Sektörü İhracat Performans Değerlendirmesi 2013 Ocak-Mart (Web sayfası: <http://www.akib.org.tr>), (Erişim tarihi: Mayıs 2013).
10. Ünal, Ç. 2007. Pamuk ve Farklı Tipte Viskon Karışımı İpliklerden Örülen Düz Örgü Kumaşların Boyutsal ve Fiziksel Özellikleri. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyon.
11. Kırca, G. 2012. Pamuk Rejenere Selüloz ve Karışımlarından Oluşan Örme Mamüllerin Enzimatik Modifikasyonu ve Optimizasyonu. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

12. Swicofil, 2012. (Web sayfası: <http://www.swicofil.com>), (Erişim tarihi: Mayıs 2013).
13. Alhalabi, K., 2007. Suriye ve Türkiye’de Üretilen Pamuk Liflerinin Özelliklerinin ve Eğrilme Yeteneklerinin Karşılaştırılmalı İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 43.
14. Adamhasan, A.,2008. Poliester/polianilin, Pamuk Polianilin Kompozit Kumaşlarının Hazırlanması ve Elektriksel Özelliklerinin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
15. Demiryürek, O., 2004. Sentetik Lif Üretiminde Kullanılan Ekstrüderler ve Ekstrüder-Pompa Sisteminin Tasarım Esasları. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 163s.
16. Ömeroğlu, S., Karaca, E., Becerir, B., Akbaş, E., B., 2011. Farklı Kesite Sahip Filamentlerden Oluşan Poliester İpliklerde Bükümün Mukavemet Üzerine Etkisi. **Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 16 (2).
17. Altınok, U., 2008. Tekstil Yüzeylerinin Antibakteriyel Özelliklerinin Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 31-34.
18. Coolmax. (Web sayfası: <http://www.coolmaxfabric.com>), (Erişim tarihi: Mayıs 2013).
19. MasoodTextile Mills. (Web sayfası: <http://www.masoodtextile.com>) , (Erişim tarihi: Haziran 2013).
20. (Web sayfası: <http://www.advancedfibres.eu/coolmax-2>), (Erişim tarihi: Mayıs 2013).
21. Onofrei, E., 2011. The Influence of Knitted Fabrics’ Structure on the Thermal and Moisture Management Properties, University of Minho, Portugal.
22. Performance Fabrics. (Web sayfası: <http://www.dibisport.com>), (Erişim tarihi: Haziran 2013).
23. Özmen, B., 2010. Bambu ve Pamuk Elyafından Üretilen Havlu Kumaşların Kullanım Özellikleri Açısından Karşılaştırılması. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, s.6.

24. Yüksek, Ö., İ., 2008. Bambu İplik Özelliklerinde Etkili Faktörler Üzerine Bir Araştırma. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, s.4.
25. Liu, G., Zhang, H., Hu, X., 2004. The dyeing behaviours of bamboo fiber with reactive dyes and the product development, *Proceedings of the Textile Institute 83rd World Conference*, May 23-27, pp. 696-699.
26. (Web sayfası: <http://www.temyad.com>), (Erişim tarihi: Mayıs 2013).
27. Ardiç, Y., 2007. Selülozik Liflerin Farklı Şartlarda Fibrilleşme ve Yorulma Davranışlarının İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
28. Yel, H., 2009. Selüloz Filmlerin Sandviç Levhalarda Yüzey Kaplama Malzemesi Olarak Kullanım Olanakları. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
29. (Web sayfası: <http://www.forestcluster.fi/sites.pdf>), (Erişim tarihi: Nisan 2013).
30. (Web sayfası: <http://www.cirfs.org>), (Erişim tarihi: Mayıs 2013).
31. Kelheim-Fibers. 2012.
32. Günaydın, M.N., 2009. Rejenere Selülozik Lifler Karakteristik Özellikleri ve Tekstilde Kullanım Alanları. **TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası Tekstil ve Mühendis Dergisi**, İzmir.
33. (Web sayfası: <http://www.karsu.com.tr>), (Erişim tarihi: Mayıs 2013).
34. Umur, Y., 2010. Selülozik Esaslı Liflerde Fibrilleşmenin Kopma Yüğü ve Uzama Oranı Üzerine Etkisi. Uludağ Üniversitesi, **Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 15 (1), Bursa, s.121-133.
35. (Web sayfası: <http://www.textileworld.com>), (Erişim tarihi: Mayıs 2013).
36. Healthcare Textiles Literature (Web sayfası: <http://shodhganga.inflibnet>), (Erişim tarihi: Eylül 2013).
37. Karalomlu, E., 2010. Askeri Amaçlı Kullanılan Fonksiyonel Kumaşların Konfor Özelliklerinin İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.

38. Güneşoğlu, S., 2005. Sportif Amaçlı Giysilerin Konfor Özelliklerinin Araştırılması. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa.
39. Arı, E., 2010. Polyester/ Yün Karışımı Dokuma Kumaşların Konfor Özelliklerinin Kes-F Sistemi ile Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
40. Işıktaş, H.,2009. Geri Kazanılan Yünlerden Elde Edilen Kumaşların Islak Haldeki Konfor Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
41. Yıldırım, M., 2008. Üç Boyutlu Boşluklu Yuvarlak Örme Kumaşların Antistatik ve Termal Özelliklerinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.
42. Marmaralı, A., 2006. Giysilerde Isıl Konforu Etkileyen Parametreler. **Tekstil ve Konfeksiyon**, s. 241-246.
43. Havenith, G., 2002. The interaction of clothing and thermoregulation, **Exogenous Dermatology**, Vol:1, No:5, 221-230.
44. Arslan, B., 2006. Ev Tipi Yıkamanın Çeşitli İplik ve Örgü Tipinden Mamül Viskon Kumaşlar Üzerindeki Etkileri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.12, İstanbul.
45. Marmaralı A., Nida Oğlakçioğlu, 2013.Giysilerde Isıl Konfor. 11. *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Isıl Konfor Sempozyumu*, s.1957-1963, İzmir.
46. Yüksel, H.,G., 2010. Subjektif Konfor Değerlendirmeleri ile Laboratuvar Testleri Arasındaki İlişkiler. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.8, İzmir.
47. Sivri, Ç., 2008. Membranla Lamine Edilmiş Nefes Alabilir Kumaşların Konfor Özelliklerinin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.6, Isparta.
48. Namlıgöz, E., S. 2010. Farklı İpliklerden Dokunan Kumaşlara Çeşitli Bitim İşlem Yöntemleri ile Kimyasal Maddeleri Uygulamanın Kumaşların Fizyolojik Özelliklerine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, s.7, İzmir.

49. Kaplan, S., Okur, A., 2005. Kumaşların Geçirgenlik İletkenlik Özelliklerinin Giysi Termal Konforu Üzerindeki Etkileri. **Tekstil Maraton**, Mart-Nisan: 56-65.
50. Çavdaroğlu, P., 2013. Dikişsiz Yuvarlak Örmek Makinelerinde Üretilen İçlik Kumaşların Konfor Özellikleri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.24, İstanbul.
51. Karaca E., Kahraman N., Ömeroğlu S., Becerir B., 2012. Effects of fiber cross sectional shape and weave pattern on thermal comfort properties of polyester woven fabrics, **Fibres and Textiles in Eastern Europe**, 3 (92): 67-72.
52. Turan, RB., Okur, A., 2008. Kumaşlarda hava geçirgenliği, **Tekstil ve Mühendis**, (72) :17 25.
53. Kaplan, S., 2009. Kumaşların Mekanik Özelliklerinden ve Geçirgenlik Özelliklerinden Yararlanılarak Giysi Konforunun Tahminlenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 236s.
54. Marmaralı, A., Özdil, N., Dönmez Kretschmar, S., Gülsevin Oğlakcıoğlu, N., 2006. Giysilerde ısı konforu etkileyen parametreler, **Tekstil ve Konfeksiyon**, (4): 241-246
55. Atmaca, İ., 2006. Isıl Konfor Parametrelerinin İnsan Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa, 149 s.
56. Fan, J., ve Tsang H. W. K., 2008. Effect of clothing thermal properties on the thermal comfort sensation during active sports. **Textile Research Journal**, 78/4: 111-118.
57. Hes, L., Offermann, P., Dvorakova, I., 2001. The effect of underwear on thermal contact feeling caused by dressing up and wearing of garments.
58. Güney, F., ve Üçgül, İ., 2010. Koruyucu giysiler içindeki nefes alabilir membranların termal yalıtım özellikleri. **Tekstil ve konfeksiyon**.
59. Özdil, N., 2008. Çoraplarda ısı konfor özellikleri üzerine bir çalışma. **Tekstil ve konfeksiyon**.
60. Erdumlu, N., 2008. Bambu Lifi ve Özellikleri. İstanbul Teknik Üniversitesi, **Tekstil Teknolojileri ve Elektronik Dergisi**, İstanbul. S.45-50.

61. Çarkıt, G., 2012. Bambu- Pamuk Karışımli Örme Kumaşların Özelliklerinin İncelenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, s.5.
62. Stankovic, S.B., Popovic, D., Poparic, G. B., 2008. Thermal properties of textile fabrics made of natural and regenerated cellulose fibers. **Polymer Testing**, 27: 41-48.
63. Frydrych, I., Dziworska, G., Bilska, J., 2002. Comparative analysis of the thermal insulation properties of fabrics made of natural and man- made cellulose fibres. **Fibres&Textiles in Eastern Europe**, October/December:40-44.
64. Üte, B. T., Oğlakçioğlu, N., Çelik, P., Marmaralı, A., Kadoğlu, H., 2008. Doğal renkli pamuk ve angora tavşan lifi karışımından üretilen ipliklerin özellikleri ve örgü kumaşların ısı konforuna etkileri üzerine bir araştırma. **Tekstil ve Konfeksiyon**, 3: 191-197.
65. Cubric, S., Skenderi, Z., Mihelic-Bogdanic, A., Andrassy, M., 2012. Experimental study of thermal resistance of knitted fabrics. **Experimental Thermal and Fluid Science**, December:1-6.
66. Gülsevin, N., 2005. Spor Giysilerin Konfor Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, s.80.
67. Matusiak, M., 2006. Investigation of the thermal insulation properties of multilayer textiles. **Institute of Textile Architecture**, 59:98-102.
68. Özdil, N., Marmaralı A., Kretschmar Dönmez, S., 2006. Effect of yarn properties on thermal comfort of knitted fabrics. **International Journal of Thermal Sciences**, 46: 1318-1322.
69. Hes, L., Lognin, C., 2009. Heat, moisture and air transfer properties of selected woven fabrics in wet state. *Journal of Fiber Bioengineering Informatics*, 141-149.
70. Ertekin, G., Marmaralı. A., 2011. Askı ve atlamının düz örgü kumaşların ısı konfor özelliklerine etkileri, *Tekstil ve Mühendis*, 18(83): 21-26.

71. Varshney, K., Kothari, K., Dhamija, S., 2010. A study on thermophysiological comfort properties of fabrics in relation to constituent fibre fineness and cross-sectional shapes. **Journal of The Textile Institute**, 37-41.
72. Karahan, A., Öktem, T., Seventekin, N. 2006. Doğal Bambu Lifleri. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 236-240.
73. Zervent Ünal, B., 2007. Dokunmuş Havlu Kumaşların Üretim Parametreleri ve Performans Özelliklerinin Optimizasyonu, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 232 s.
74. Demiryürek, O., Uysaltürk, D., 2014. Statistical Analyses and Properties of Viloft/Polyester and Viloft/Cotton Blended Ring-Spun Yarns. **Fibres & Textiles in Eastern Europe**; 22, 1(103): 22-27.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Büşra ŞAHİN

Uyruğu : Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 25.11.1987-Tirebolu/GİRESUN

Medeni Durumu: Bekâr

Telefon: 05375150386

E-mail: busra_sahin87@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

2011-2014	Erciyes Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı	Yüksek Lisans
2006-2010	Erciyes Üniversitesi Tekstil Mühendisliği	Lisans
2001-2005	Tirebolu YDA Lisesi/GİRESUN	Lise