

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**KOMPAKT EĞİRME PRENSİBİYLE ÜRETİLEN
PAMUK İPLİKLERİNDE İPLİK ÖZELLİKLERİ İLE
LİF ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN
FONKSİYONEL OLARAK TAHMİNLENMESİ
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Memik Bünyamin ÜZÜMCÜ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hüseyin KADOĞLU

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi : 25.12.2017

**Bornova-İZMİR
2017**

Memik Bünyamin ÜZÜMCÜ tarafından doktora tezi olarak sunulan “Kompakt Eğirme Prensibiyle Üretilen Pamuk İpliklerinde İplik Özellikleri ile Lif Özellikleri Arasındaki İlişkinin Fonksiyonel Olarak Tahminlenmesi Üzerine Bir Araştırma” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 25.12.2017 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı

: Prof. Dr. Sema DALAMUTÇU

Raportör Üye

: Doç. Dr. Serdar ALIŞ

Üye

: Prof. Dr. Hüseyin KADIOĞLU

Üye

: Prof. Dr. Mustafa Ertan ÜREYEN

Üye

: Doç. Dr. Pınar ÇELİK

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Doktora Tezi olarak sunduğum “Kompakt Eğirme Prensibiyle Üretilen Pamuk İpliklerinde İplik Özellikleri ile Lif Özellikleri Arasındaki İlişkinin Fonksiyonel Olarak Tahminlenmesi Üzerine Bir Araştırma” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

25 / 12 / 2017

Memik Bünyamin ÜZÜMCÜ

ÖZET**KOMPAKT EĞİRME PRENSİBİYLE ÜRETİLEN PAMUK
İPLİKLERİNDE İPLİK ÖZELLİKLERİ İLE LİF ÖZELLİKLERİ
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN FONKSİYONEL OLARAK
TAHMİNLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

ÜZÜMCÜ, Memik Bünyamin

Doktora Tezi, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hüseyin KADOĞLU

Aralık 2017, 112 sayfa

Son yıllarda, tekstil sektörünün gelişen teknolojiye ayak uydurmak ve artan müşteri beklentilerini karşılamak adına yeni yatırımlar yapması gerekliliği doğmuştur. Bunun yanı sıra, hammadde ve enerji gibi maliyet kalemlerindeki dalgalanmalar üreticileri sistemlerini geliştirmeye, ürünlerine katma değer katmaya ve bir yandan da randımanları arttırarak oluşan durumu kompanse etmek için çalışmaya zorlamaktadır. İplik sektöründe de geçerli olan bu durum nedeniyle üreticiler ya yeni makine yatırımlarının pahalılığından dolayı makinelerini modernize eden sistemlere, ya da son ürünün özelliklerini arttıran ve/veya yüksek üretim hızları ve düşük maliyet avantajları sağlayan yeni eğirme sistemlerine yönelmektedir.

Bu çalışmada ölçülebilen bazı pamuk lifi özelliklerinden yararlanarak bu liflerden üretilen kompakt ipliklerin özelliklerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Bu amaçla, Ne 1,3 numarada fitil kullanılarak 4 farklı iplik numarasında (Ne 40, Ne 50, Ne 60 ve Ne 70) ve Ne 2,0 fitil kullanılarak 6 farklı iplik numarasında (Ne 40, Ne 50, Ne 60, Ne 70, Ne 80 ve Ne 90) iplikler 3 farklı büküm katsayısıyla (α_e 3.8, α_e 4.3 ve α_e 4.8) üretilmişlerdir. Bu ipliklere yapılan testler sonucunda elde edilen bulgular ile HVI ve AFIS ile elde edilen lif özellikleri istatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmiş ve iplik özelliklerinin tahminlenmesine yarayacak denklemler geliştirilmeye çalışılmıştır.

Anahtar sözcükler: Kompakt iplik eğirme sistemi, regresyon analizi, HVI, AFIS, iplik özellikleri, tahminleme

ABSTRACT**AN INVESTIGATION ABOUT ESTIMATING THE FUNCTIONAL
RELATIONSHIP OF COMPACT-SPUN COTTON YARN
PROPERTIES AND FIBER PROPERTIES**

ÜZÜMCÜ, Memik Bünyamin

PhD in Textile Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Hüseyin KADOĞLU

February 2017, 112 pages

In recent years, awareness of following technology has risen and new investment in these technologies in order to meet the expectations of customers became a necessity. On the other hand, costs of raw material, energy and etc. forced producers to improve their systems, add value to their products and optimize their process efficiency. This situation is a fact for yarn producers, too. For this reason, they tend to modernize their systems and/or tend to new spinning systems which allow lower costs and higher production.

In this study, the main goal is to estimate compact-spun yarn properties by using fiber properties. In order to achieve this, yarns with 4 different yarn counts (Ne 40, Ne 50, Ne 60 ve Ne 70) from Ne 1,3 rovings and yarns with 6 different yarn counts (Ne 40, Ne 50, Ne 60, Ne 70, Ne 80 ve Ne 90) by using Ne 2,0 rovings were produced. All yarns were produced with 3 different twist coefficient which were α_e 3.8, α_e 4.3 ve α_e 4.8. Fiber properties (gathered by using HVI and AFIS) were analyzed and equations which allow us to estimate yarn properties were created.

Keywords: Compact spinning system, regression analysis, HVI, AFIS, yarn properties, estimation



TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince; değerli vaktini bana ayıran saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Hüseyin KADOĞLU'na, sıkılmadan her soruma yanıt veren saygıdeğer hocalarım Doç Dr. Pınar Çelik'e ve Doç. Dr. Tuba BEDEZ ÜTE'ye, testlerin yapılmasında benden hiçbir yardımı esirgemeyen çok değerli arkadaşım Ali Galip BAYRAKTAR'a ve bünyesinde çalıştığı Göl İplik Şeremet Tekstil San. ve Tic. A.Ş.'ye, manevi destekleriyle beni motive eden Burak SARI'ya, hammadde temininde yardımcı olan Sayın Mehmet Akif DEĞİRMENDERE ve SÖKTAŞ Dokuma İşletmeleri Sanayi Ve Ticaret A.Ş.'ye, denemelerin gerçekleştirilmesi aşamasında yardımları için Zeki YİĞEN'e, fiziksel tekstil muayeneleri laboratuvarında testleri yaparken manevi desteklerini esirgemeyen Seyhan YAŞAR ve Gülsüm ÖMÜR'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, bu süreç boyunca desteğini hep hissettiğim kıymetli eşim Özlem ÜZÜMCÜ'ye, daha şimdiden bir anlayış abidesi olan minik kızım Ayşe Yağmur ÜZÜMCÜ'ye, beni yetiştirip bugünlere getiren ve her ihtiyaç duyduğumda yanımda olan annem, babam ve kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
TEŞEKKÜR	XIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIX
ÇİZELGELER DİZİNİ	XXIIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XXIIII
1. GİRİŞ	1
2.1 Pamuk lifinin günümüzdeki durumu	5
2.2 Lifin Yapısı	9
2.3 Lifin Fiziksel Özellikleri	11
2.3.1 Uzunluk	12
2.3.2 İncelik	13
2.3.3 Olgunluk	14
2.3.4 Mukavemet ve kopma uzaması	15
2.3.5 Renk	16
2.4 Lifin özelliklerini belirleme yöntemleri	17

İÇİNDEKİLER (Devamı)

	<u>Sayfa</u>
2.4.1 HVI	18
2.4.2 AFIS.....	22
3.1 Kompakt iplik eğirme tarihçesi	25
3.2 Kompakt iplik eğirme prensibi	25
3.3 Kompakt iplik eğirme sistemleri	27
3.3.1 Emiş yolu ile kompaktlaştırma yapan sistemler	27
3.3.1.1 Rieter K KİES.....	27
3.3.1.2 Suessen Elite KİES	29
3.3.1.3 Zinser KİES	30
3.3.2 Mekanik kompaktlaştırma yapan sistemler	31
3.3.2.1 RoCoS.....	31
4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	32
4.1 Kompakt iplik eğirme sistemi ile ilgili çalışmalar.....	32
5. MATERYAL-METOT	46
5.1 Materyal.....	46
5.2 Deneyisel Çalışma	46

İÇİNDEKİLER (Devamı)

	<u>Sayfa</u>
5.2.1 İplik eğirme işlemi	48
5.3 Hammadde Özelliklerinin Belirlenmesi	50
5.3.1 Lif özelliklerinin belirlenmesi	50
5.3.1.1 HVI testi.....	50
5.3.2 Fıtil Özelliklerinin Belirlenmesi	51
5.4 İplik Özelliklerinin Belirlenmesi	51
5.4.1 İplik Numarası	51
5.4.2 Büküm	52
5.4.3 İplik mukavemeti	53
5.4.4 Kopma uzaması	53
5.4.5 Düzgünsüzlük	54
5.4.6 İplik hataları.....	54
5.4.7 Tüylülük.....	55
5.4.8 Diğer iplik özellikleri.....	55
5.5 Sonuçların Değerlendirilmesi ve Tahminleme Denkleminin Oluşturulması.	56
6. BULGULAR.....	60

İÇİNDEKİLER (Devamı)

Sayfa

6.1	Lif Özelliklerine ait Bulgular.....	60
6.1.1	HVI Sonuçları.....	60
6.1.2	AFIS Sonuçları	66
6.2	Fitel Düzgünsüzlüğü Bulguları	70
6.3	İplik Özelliklerine ait Bulgular.....	71
7.	SONUÇLAR.....	72
7.1	Lif özelliklerinin incelenmesi.....	72
7.2	İplik Özelliklerinin incelenmesi ve tahminleme denklemlerinin oluşturulması.....	73
7.2.1	Korelasyon testi	73
7.2.2	İplik mukavemetinin tahminlenmesi	76
7.2.2.1	HVI değerleri ile iplik mukavemetinin tahminlenmesi	76
7.2.2.2	AFIS değerleri ile iplik mukavemetinin tahminlenmesi.....	80
7.2.3	İplik düzgünsüzlüğünün tahminlenmesi.....	84
7.2.3.1	HVI değerleri ile iplik düzgünsüzlüğünün tahminlenmesi.....	84
7.2.3.2	AFIS değerleri ile iplik düzgünsüzlüğünün tahminlenmesi	88

İÇİNDEKİLER (Devamı)Sayfa

7.2.4	İplik hatalarının tahminlenmesi	91
7.2.4.1	HVI değerleri ile iplik hatalarının tahminlenmesi	91
7.2.4.2	AFIS değerleri ile iplik hatalarının tahminlenmesi	98
8.	GENEL SONUÇLAR.....	103
	KAYNAKLAR DİZİNİ.....	107
	ÖZGEÇMİS	112

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Tekstilde kullanılan lif çeşitleri	3
Şekil 2.2 Bitkisel liflerin sınıflandırılması	4
Şekil 2.3 Pamuk fiyatının 2012-2017 yılları arasında değişimi	9
Şekil 2.4 Lifin kurumasıyla kıvrımlı yapı kazanması.....	10
Şekil 2.5 Lifin kuruma öncesi ve sonrası mikroskop görüntüleri.....	10
Şekil 2.6 Selüloz moleküllerinin yerleşimi ve selüloz I kristal latis.....	11
Şekil 2.7 Pamuk lifinin enine kesiti.....	13
Şekil 2.8 Microner, incelik ve olgunluk oranı ilişkisi	15
Şekil 2.9 Parlaklık ve sarılığa göre pamuk renk derecesi değerinin belirlenmesi .	17
Şekil 2.10 Uster HVI 1000	21
Şekil 2.11 Uster AFIS PRO 2	23
Şekil 3.1 Ring iplik eğirme sisteminde eğirme üçgeni	26
Şekil 3.2 KİES’de eğirme üçgeni	27
Şekil 3.3 Rieter K 45 emme tamburu ve çekim bölgesine monte edilişi.....	28
Şekil 3.4 Rieter K45 primo ve linea kompakt kılavuzları	28
Şekil 3.5 Suessen Elite kompakt elemanları.....	30

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devamı)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.6 Zinser KİES ve delikli apron.....	30
Şekil 3.7 Rotorcraft RoCoS Green kompakt komponentleri	31
Şekil 5.1 Uster Tester 5	51
Şekil 5.2 Uster Tester 5 FA modülü	52
Şekil 5.3 Zweigle D 315 Büküm Ölçüm Cihazı	53
Şekil 5.4 Uster Tensorapid 4	53
Şekil 5.5 Lif sonuçlarının değerlendirilmesinde uygulanan işlemler	56
Şekil 5.6 Tahminleme denklemi oluşturulmasında uygulanan işlemler	58
Şekil 6.1 Harmanlara göre üst yarı uzunluğun değişimi.....	61
Şekil 6.2 Harmanlara göre üniformite indeksi değişimi.....	61
Şekil 6.3 Harmanlara göre lif mukavemeti değişimi	62
Şekil 6.4 Harmanlara göre kopma uzaması değişimi	62
Şekil 6.5 Harmanlara göre kısa lif indeksi değişimi.....	63
Şekil 6.6 Harmanlara göre olgunluk oranı değişimi.....	63
Şekil 6.7 Harmanlara göre mikroner değişimi.....	64
Şekil 6.8 Harmanlara göre parlaklık değişimi	64

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devamı)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 6.9 Harmanlara göre sarılık değişimi	65
Şekil 6.10 Harmanlara göre çepel alanı değişimi	65
Şekil 6.11 Harmanlara göre toplam neps sayısı değişimi.....	67
Şekil 6.12 Harmanlara göre uzunluk değerlerinin değişimi	67
Şekil 6.13 Harmanlara göre Kısa lif içeriği değişimi	68
Şekil 6.14 Harmanlara göre % 5 uzunluk değişimi	68
Şekil 6.15 Harmanlara göre lif inceliği değişimi.....	69
Şekil 6.16 Harmanlara göre olgunluk oranı değişimi.....	69
Şekil 6.17 Harmanlara göre olgun olmayan lif içeriği değişimi.....	70
Şekil 6.18 Harmanlara göre fitil düzgünsüzlüğü değişimi	71
Şekil 7.1 Ölçülen-Tahminlenen iplik mukavemeti (HVI)	79
Şekil 7.2 Mukavemet kalıntılarının dağılımı (HVI)	79
Şekil 7.3 Ölçülen-tahminlenen iplik mukavemeti (AFIS).....	83
Şekil 7.4 Mukavemet kalıntılarının dağılımı (AFIS).....	84
Şekil 7.5 Ölçülen-tahminlenen iplik düzgünsüzlüğü (HVI)	87
Şekil 7.6 Düzgünsüzlük kalıntı dağılımı (HVI).....	87

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devamı)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 7.7 Ölçülen tahminlenen iplik düzgünsüzlüğü (AFIS).....	90
Şekil 7.8 Düzgünsüzlük kalıntı dağılımı (AFIS)	91
Şekil 7.9 Ölçülen-tahminlenen kalın yer sayısı (HVI)	94
Şekil 7.10 Kalın yer sayısı kalıntı dağılımı (HVI).....	94
Şekil 7.11 Ölçülen-tahminlenen neps sayısı (HVI)	97
Şekil 7.12 Neps sayısı kalıntı dağılımı (HVI)	97
Şekil 7.13 Ölçülen-tahminlenen kalın yer sayısı (AFIS).....	99
Şekil 7.14 Kalın yer sayısı kalıntı dağılımı (AFIS)	100
Şekil 7.15 Ölçülen-tahminlenen neps sayısı (AFIS).....	102
Şekil 7.16 Neps sayısı kalıntı dağılımı (AFIS).....	102

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 Ülkelere göre dünya pamuk üretim miktarları	5
Çizelge 2.2 Ülkelere göre dünya pamuk ihracat miktarları	6
Çizelge 2.3 Ülkelere göre dünya pamuk tüketim miktarları.....	7
Çizelge 2.4 Ülkelere göre dünya pamuk ithalat miktarları	7
Çizelge 2.5 2016 Türkiye Pamuk ihracatının ülkelere göre dağılımı	8
Çizelge 2.6 2016 yılı Türkiye pamuk ithalatının ülkelere göre dağılımı.....	9
Çizelge 2.7 Pamuk lifinin içerdiği maddeler	11
Çizelge 2.8 Farklı kısa lif eğirme sistemlerinde öne çıkan lif parametreleri.....	12
Çizelge 2.9 Mikroner değerlerine göre liflerin sınıflandırılması.....	14
Çizelge 2.10 Bazı liflerin mukavemet ve kopma uzaması değerleri	16
Çizelge 2.11 HVI cihazı yardımıyla elde edilen lif özellikleri	19
Çizelge 2.12 Uster HVI 1000 modülleri.....	21
Çizelge 2.13 Uster AFIS PRO 2 modülleri ve yapılan ölçümler.....	22
Çizelge 2.14 Uster AFIS PRO 2 modülleri, verileri ve açıklamaları	22
Çizelge 5.1 Ne 1.3 ve Ne 2.0 fitil numaralarındaki harmanlar için üretim planı ..	47
Çizelge 5.2 Ne 1.3 ve Ne 2.0 Fitiller için kullanılan çekim oranları.....	48

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devamı)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 5.3 Makine Parametreleri	49
Çizelge 5.4 Makine Özellikleri.....	50
Çizelge 6.1 HVI sonuçları	60
Çizelge 6.2 AFIS sonuçları.....	66
Çizelge 6.3 Fitillerin ölçülen düzgünsüzlük değerleri.....	70
Çizelge 7.1 Lif özellikleri için ANOVA testi sonuçları	72
Çizelge 7.2 HVI lif özellikleri korelasyonları	73
Çizelge 7.3 HVI lif özellikleri ile iplik özelliklerinin korelasyonları.....	74
Çizelge 7.4 AFIS lif özellikleri korelasyonları.....	75
Çizelge 7.5 AFIS lif özellikleri ile iplik özelliklerinin korelasyonları	76
Çizelge 7.6 İplik mukavemeti regresyon analizi sonuçları (HVI).....	77
Çizelge 7.7 İplik mukavemeti farklıserpimsellik gidermeli regresyon analizi sonuçları (HVI)	78
Çizelge 7.8 Mukavemet analizindeki bağımsız değişkenlerin VIF değerleri (HVI)	78
Çizelge 7.9 İplik mukavemeti regresyon analizi sonuçları (AFIS)	81
Çizelge 7.10 İplik mukavemeti farklıserpimsellik gidermeli regresyon analizi sonuçları (AFIS)	82

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devamı)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 7.11 Mukavemet analizindeki bağımsız değişkenlerin VIF değerleri (AFIS).....	82
Çizelge 7.12 İplik düzgünsüzlüğü regresyon analizi sonuçları (HVI)	85
Çizelge 7.13 İplik düzgünsüzlüğü farklıserpimsellik gidermeli regresyon analizi sonuçları (HVI).....	86
Çizelge 7.14 Düzgünsüzlük analizindeki bağımsız değişkenlerin VIF değerleri (HVI)	86
Çizelge 7.15 İplik düzgünsüzlüğü regresyon analizi sonuçları (AFIS).....	89
Çizelge 7.16 Düzgünsüzlük analizindeki bağımsız değişkenlerin VIF değerleri (AFIS).....	90
Çizelge 7.17 Kalım yer regresyon analizi sonuçları (HVI)	92
Çizelge 7.18 Kalın yer farklıserpimsellik gidermeli regresyon analizi sonuçları (AFIS).....	93
Çizelge 7.19 kalın yer sayısı analizindeki bağımsız değişkenlerin VIF değerleri (HVI)	93
Çizelge 7.20 Neps sayısı regresyon analizi sonuçları (HVI).....	95
Çizelge 7.21 Neps sayısı farklıserpimsellik gidermeli regresyon analizi sonuçları (HVI).....	96

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devamı)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 7.22 Neps sayısı analizindeki bağımsız değişkenlerin VIF değerleri (HVI)	96
Çizelge 7.23 Kalın yer sayısı farklıserpimsellik gidermeli regresyon analizi sonuçları (AFIS)	98
Çizelge 7.24 Kalın yer sayısı analizindeki bağımsız değişkenlerin VIF değerleri (AFIS).....	99
Çizelge 7.25 Neps sayısı farklıserpimsellik gidermeli regresyon analizi sonuçları (AFIS)	101
Çizelge 7.26 Neps sayısı analizindeki bağımsız değişkenlerin VIF değerleri (AFIS).....	101
Çizelge 8.1 İplik özellikleri için oluşturulan tahminleme denklemleri ve R^2 değerleri.....	104

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
KİES	Kompakt İplik Eğirme Sistemi



1. GİRİŞ

Milattan önce 3000 yıllarından başlayarak günümüze kadar giyinme ihtiyacımız için kullandığımız pamuk, hala en önemli tekstil lifi seçeneklerinden birini oluşturmaktadır. Lifin eğirilmeye yatkınlığı ve son ürün halindeki konfor özellikleri, tekstil sektörü için önemini sürdürmesini garanti etmektedir. 20. yüzyılın başlarında sentetik liflerin keşfi her ne kadar tekstil için önemli bir adım olsa da, pamuk lifinin hakkıyla yerleştiği tahtına zarar verememiştir.

Sanayi devrimi ile makinelerin kullanılmaya başlanmasından iplik üretimi de nasibini almış ve 1730 yılında ilk makine ile pamuk lifinin eğirilmesi gerçekleştirilmiştir. 19. Yüzyılın başında geliştirilen ring iplik eğirme sistemi, ilk üretiminden bu yana en çok tercih edilen eğirme yöntemidir. Ring iplik makineleri geçen bunca zamana rağmen prensip olarak kendini korusa da, özellikle son ürün açısından belli başlı modifikasyonlara uğramış ve bu sistem üzerinden yeni eğirme prensipleri türetilmiştir. Siro, özlü iplik ve kompakt eğirme sistemleri bu yeni türetilmiş eğirme sistemlerindendir.

Siro, özlü iplik ve kompakt eğirme sistemlerinde hâlihazırda iki temel bölümden oluşan ring eğirme sisteminden ikinci bölüm olan büküm/sarım bölgesinde değişikliğe gidilmemiş, çekim bölgesinde gerekli modifikasyonlar yapılmıştır.

Ring iplik eğirme sisteminde çekim bölgesinden ayrılan lifler; çıkış silindirlerinin kıştırma bölgesinden itibaren, bükümün başladığı noktaya kadar eğirme üçgeni adını alan bir bölge oluşturmaktadırlar. Teoride tek bir çizgisel hat boyunca ilerlemesi gereken lifler, iletim işlemi sırasında birbirlerinden uzaklaşarak çekim silindiri eninde yayılma eğilimi gösterirler. Bu sebeple oluşan eğirme üçgeni; tüylülük, lif uçuntuları, iplik enine kesitinde lifler arasında gerilim farklılıkları ve liflerin iplik bünyesine teorideki gibi tamamen düzenli yerleşmemesi gibi sorunlara neden olmaktadır.

Kompakt iplik eğirme sisteminin geliştirilme ihtiyacı, eğirme üçgeninin olumsuz etkilerini elimine etme isteğinden kaynaklanmıştır. Sistemin temel prensibi, eğirme üçgeni taban genişliğini mümkün olduğunca minimize etmektir.

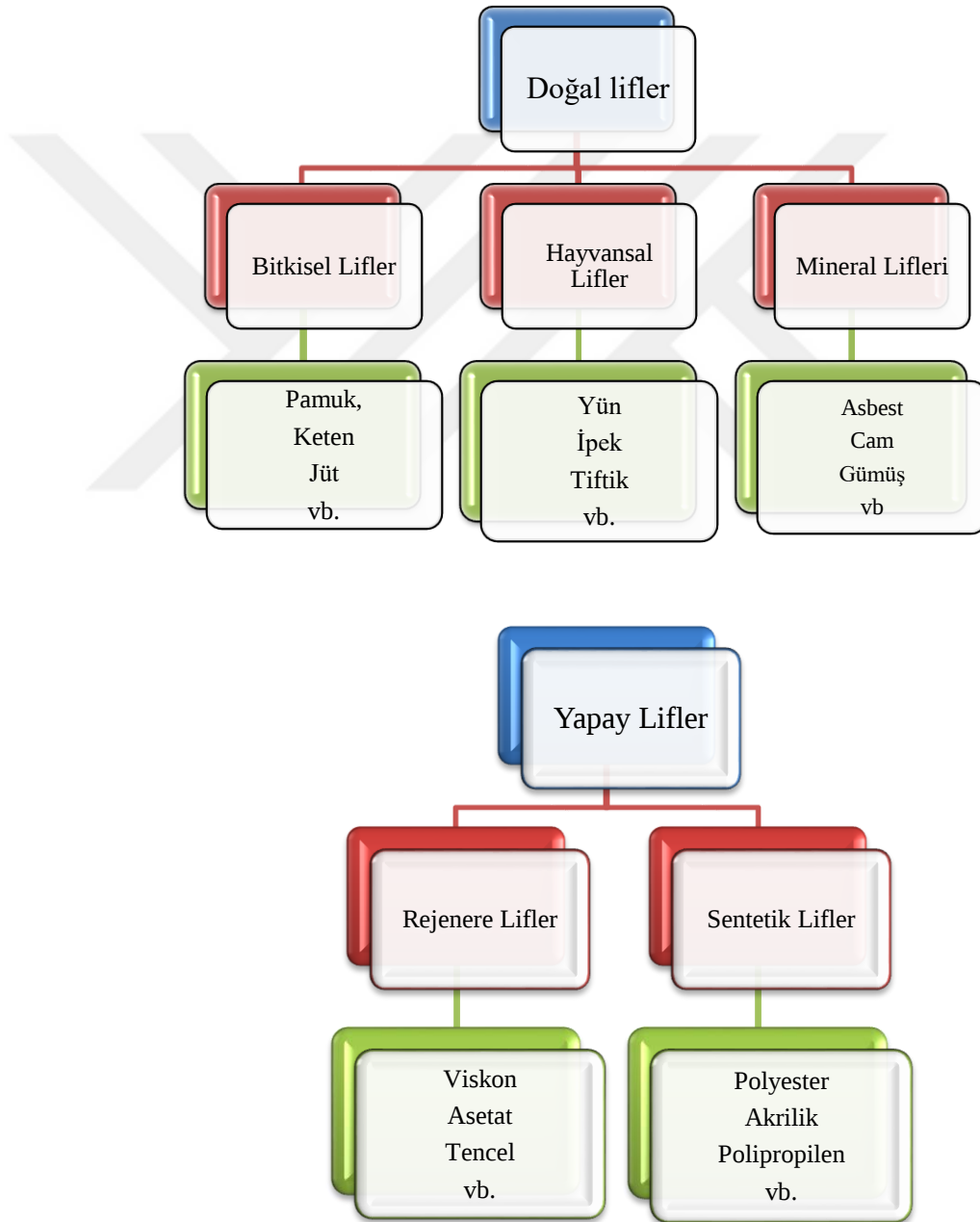
Bu sayede üçgenin kenarlarında kalarak lif uçuntularına, tüylere ve sonuç olarak iplikten beklenen teorik mukavemete ulaşamamaya neden olan liflerin, iplik yapısına istenildiği gibi katılmasını amaçlanmaktadır. Konu hakkında yapılan çalışmalar sistemin bu açıdan beklentileri büyük ölçüde sağladığını kanıtlamaktadır.

Bu çalışmada; ölçülen pamuk lifi özelliklerinden yararlanarak, bu liflerden üretilecek olan kompakt ipliklerin özelliklerinin belirlenmesine çalışılacaktır. Bu amaçla iplik özelliklerinin ölçülmesi sonucunda elde edilecek bulgular ile lif özellikleri, istatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edilecek ve iplik özelliklerinin tahminlenmesine yarayacak denklemler geliştirilecektir.



2. PAMUK

Yün, ipek, pamuk ve keten gibi bazı lifler sahip oldukları “doğal” özellikleri nedeniyle tekstil ürünleri haline getirilmeye uygundurlar (Hess, 1957). Doğal lifler olarak adlandırdığımız bu lifler, temelde üç gruba ayrılmaktadırlar: bitkisel lifler, hayvansal lifler ve mineral lifleri. Bitkisel lifler kategorisine giren pamuk lifleri, tohum liflerinin en bilinen örneğidir. Şekil 2.1’de tekstil liflerinin sınıflandırılması verilmiştir.



Şekil 2.1 Tekstilde kullanılan lif çeşitleri

Şekil 2.1’de verilen doğal lifler içerisinde önemli bir yer tutan bitkisel lifler, bitkide bulundukları yerlere göre; tohum lifleri, gövde lifleri, yaprak ve meyve lifleri olarak dört bölüme ayrılmaktadırlar. Pamuk lifleri bu kategoriler arasından kapok ile birlikte, tohum lifleri içerisinde yer almaktadır. Pamuk ve diğer liflerin kategorileri Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.2 Bitkisel liflerin sınıflandırılması (Murthy, 2015)

Tekstil ürünlerinde sağlık ve güvenin sembolü haline gelmiş olan pamuk lifleri, tüketim ve üretimde en yüksek değerlere sahip olan doğal tekstil lifleridir. Yapılan çalışmalarda, Pakistan’da ise M.Ö 3000 yılından kalma pamuklu ürünler bulunmuştur (<https://www.cotton.org/pubs/cottoncounts/story/upload/The-Story-of-Cotton-73k-PDF.pdf>). Dolayısıyla, pamuk lifinin insanoğlunun yaşamında ve gelişiminde önemli bir yer tuttuğu açıktır.

Lifin eğrilebilirliğinin kolay olması, tercih edilmesindeki ilk faktördür. Bunun yanı sıra sahip olduğu konfor özellikleri ve insanoğlunun alışkanlıkları pamuğu tekstil endüstrisi için vazgeçilmez bir hammadde yapmıştır. Bu bölümde pamuk liflerinin üretim ve tüketim düzeyleri ile bazı fiziksel özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir.

2.1 Pamuk lifinin günümüzdeki durumu

Pamuk dünya üzerinde Asya'dan Avrupa'ya, Amerikadan Afrika'ya kadar pek çok yerde üretilmektedir. Üretim miktarları incelendiğinde (Çizelge 2.1) üretimde başı çeken ilk üç ülkenin sırasıyla Hindistan, Çin ve Amerika Birleşik Devletleri olduğu görülmektedir. Ülkemiz 2017/2018 yılında öngörülen 800.000 ton üretimi ile yedinci büyük pamuk üreticisi durumundadır.

Çizelge 2.1 Ülkelere göre dünya pamuk üretim miktarları (milyon ton)(www.cotton.inc)

	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018 Eylül	2017/2018 Ekim	2017/2018 payı (%)
Hindistan	6,7	6.4	5.6	5.9	5.9	6.5	24,7
Çin	7,1	6.5	4.8	5.0	4.6	5.3	20,15
ABD	2,8	3.6	2.8	3.7	3.5	4.6	17,49
Pakistan	2,1	2.3	1.5	1.7	1.8	2.0	7,6
Brezilya	1,7	1.5	1.3	1.5	1.4	1.7	6,46
Avustralya	0,9	0.5	0.6	0.9	0.9	1.1	4,18
Türkiye	0,5	0.7	0.6	0.7	0.8	0.8	3,04
Özbekistan	0,9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	3,04
Meksika	0,2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	1,14
Burkina	0,3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	1,14
Türkmenistan	0,3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	1,14
Mali	0,2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	1,14
Yunanistan	0,3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	1,14
Dünyanın Geri Kalanı	2,1	2.1	1.7	1.8	1.7	2.0	7,6

Dünyanın en büyük pamuk ihracatçısı konumunda Amerika Birleşik Devletleri bulunmaktadır (Çizelge 2.2). ABD üretmiş olduğu pamuğun (4.6 milyon ton) büyük bir kısmını ihraç etmektedir (3.2 milyon ton). Çizelge incelendiğinde; Burkina Faso, Mali, Benin ve Fildişi sahilleri gibi sanayisi gelişmemiş ülkeler ürettikleri pamuğun neredeyse tamamını ihraç ettiği görülmektedir. Türkiye ise, dünya pamuk ihracat verileri incelendiğinde, ilk on ülke arasında yer almamaktadır.

Çizelge 2.2 Ülkelere göre dünya pamuk ihracat miktarları (milyon ton)(www.cotton.inc)

	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018 Eylül	2017/2018 Ekim	2017/2018 payı (%)
ABD	2.3	2.4	2.0	3.2	2.6	3.2	38,55
Hindistan	2.0	0.9	1.3	1.0	0.9	1.0	12,04
Avustralya	1.1	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9	10,84
Brezilya	0.5	0.9	0.9	0.6	0.6	0.8	9,63
Özbekistan	0.6	0.5	0.5	0.3	0.5	0.3	3,61
Burkina	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	3,61
Mali	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	3,61
Yunanistan	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	2,41
Benin	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	1,2
Fildişi Sahilleri	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	1,2
Türkmenistan	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	1,2
Kamerun	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1,2
Pakistan	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	1,2
Dünyanın Geri Kalanı	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	9,63

Pamuk tüketimi açısından ilk sırada Çin yer almaktadır. Tekstil sektöründe önemli bir yere sahip olan Çin yılda 8,4 milyon ton pamuk tüketmektedir (Çizelge 2.3). Bu da Çin'i en önemli pamuk ithalatçılarından biri yapmaktadır (Çizelge 2.4). Önemli iplik üreticilerinden biri olan Hindistan, tüketim sıralamasında 5,3 milyon ton ile ikinci sırada yer almaktadır.

Çizelge 2.3 Ülkelere göre dünya pamuk tüketim miktarları (milyon ton)(www.cotton.inc)

	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018 Eylül	2017/2018 Ekim	2017/2018 payı (%)
Çin	7,5	7,4	7,6	8,2	7,7	8,4	32,81
Hindistan	5,1	5,3	5,3	5,1	5,2	5,3	20,7
Pakistan	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,3	8,98
Bangladeş	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	5,86
Türkiye	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	5,86
Vietnam	0,7	0,9	1	1,2	1	1,3	5,07
Brezilya	0,9	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	2,73
ABD	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	2,73
Endonezya	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	2,73
Meksika	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,56
Özbekistan	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	1,56
Tayland	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,17
G. Kore	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,78
Dünyanın Geri Kalanı	2,1	2,1	2	1,9	2	1,9	7,42

Türkiye, 1,5 milyon tonluk pamuk tüketimiyle beşinci büyük tüketici konumundadır. Tüketim miktarımızın yaklaşık olarak yarısını üretebildiğimiz göz önüne alındığında Çizelge 2.4’de görülebileceği gibi, önemli pamuk ithalatçılarından biri Türkiye’dir.

Çizelge 2.4 Ülkelere göre dünya pamuk ithalat miktarları (milyon ton)(www.cotton.inc)

	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018 Eylül	2017/2018 Ekim	2017/2018 payı (%)
Bangladeş	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.6	19,75
Vietnam	0.7	0.9	1.0	1.2	1.0	1.4	17,28
Çin	3.1	1.8	1.0	1.1	1.0	1.1	13,58
Endonezya	0.7	0.7	0.6	0.7	0.8	0.7	8,64
Türkiye	0.9	0.8	0.9	0.8	0.6	0.7	8,64
Pakistan	0.3	0.2	0.7	0.5	0.5	0.5	6,17
Hindistan	0.1	0.3	0.2	0.6	0.4	0.3	3,7
Tayland	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	3,7
G. Kore	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	2,47
Meksika	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	2,47
Tayvan	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	2,47
Malezya	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1,23
Mısır	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1,23
Dünyanın Geri Kalanı	0.9	0.8	0.8	0.7	0.8	0.7	8,64

Ülkemizin pamuk ihracatı incelendiğinde, ilk sırada karşımıza dünyanın en büyük pamuk ithalatçısı olan Bangladeş çıkmaktadır (Çizelge 2.4). Sonrasında İtalya ve Almanya gibi A.B. ülkelerine en fazla ihracatın gerçekleştirildiği görülmektedir (Çizelge 2.5). Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Müdürlüğü 2016 yılı pamuk raporuna göre, toplam ihracat miktarımız 124 milyon doları bulmaktadır (Pamuk raporu 2016).

Çizelge 2.5 2016 Türkiye Pamuk ihracatının ülkelere göre dağılımı

Sıra	Ülke	İhracat(Bin \$)	Payı (%)
1	Bangladeş	22.311	17,9
2	İtalya	12.028	9,67
3	Almanya	8.543	6,87
4	Polonya	8.471	6,81
5	Vietnam	8.426	6,77
6	Hollanda	8.150	6,55
7	Endonezya	7.983	6,42
8	Kayseri Serbest Bölgesi	5.362	4,31
9	Yunanistan	5.288	4,25
10	Mersin Serbest Bölgesi	5.232	4,20
	Diğer	32.643	26,23
	Toplam	124.442	100,00

İplik üretim kapasitesi yüksek olan ülkemizin yeterli pamuk üretim miktarına ulaşamadığı için, bu lifin ithalatını yapması beklenen bir sonuçtur. İthalatın hangi ülkelere gerçekleştirildiği çizelge 2.6’da verilmiştir. Buna göre en fazla pamuk tedarik ettiğimiz ülke % 41,89’luk payla Amerika Birleşik Devletleri’dir. Üretim/Tüketim dengelerimiz göz önüne alındığında, pamuk tüketimimizin yaklaşık dörtte birini ABD’den ithal edilen liflerle gerçekleştirdiğimiz söylenebilir. Bunun dışında Brezilya ve Türkmenistan’dan büyük miktarda lif tedarik edildiği görülmektedir. 2016 yılı pamuk raporuna göre toplam ihracat miktarımız 1,2 milyar doları bulmaktadır (Pamuk raporu 2016).

Çizelge 2.6 2016 yılı Türkiye pamuk ithalatının ülkelere göre dağılımı

Sıra	Ülke	İhracat(Bin \$)	Payı (%)
1	ABD	518.926	41,89
2	Brezilya	180.137	14,54
3	Türkmenistan	169.682	13,70
4	Yunanistan	113.176	9,14
5	Burkina Faso	43.610	3,52
6	Suriye	27.046	2,18
7	Hindistan	24.183	1,95
8	Tacikistan	24.111	1,95
9	Özbekistan	17.882	1,44
10	Fildişi Sahilleri	17.427	1,41
	Diğer	102.487	8,27
	Toplam	1.238.673	100,00

Pamuk fiyatının yıllar içindeki değişimi incelendiğinde (Şekil 2.3), lifin yıllar içinde inişli çıkışlı bir trend izlese de, ortalama 70 cent/libre civarında seyrettiği görülmektedir.

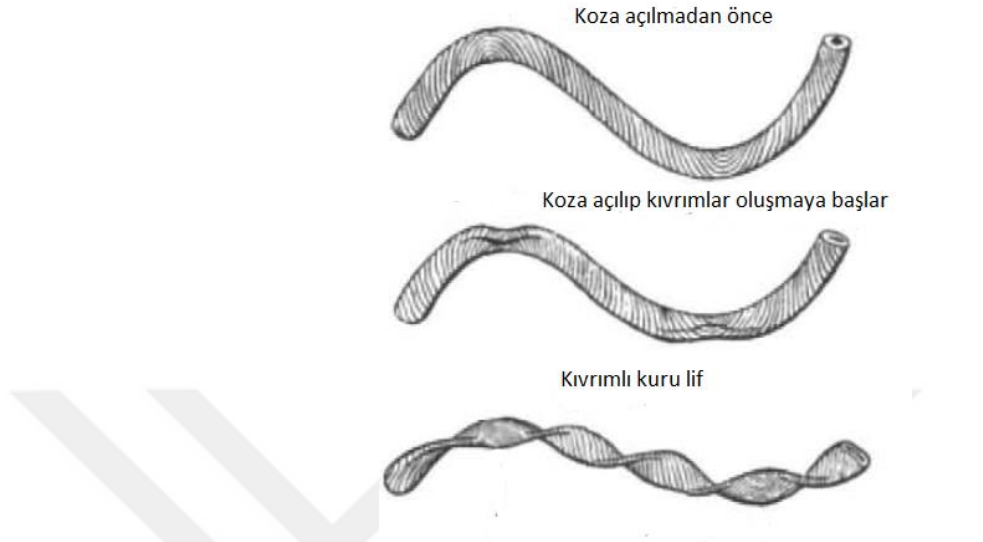


Şekil 2.3 Pamuk fiyatının 2012-2017 yılları arasında değişimi

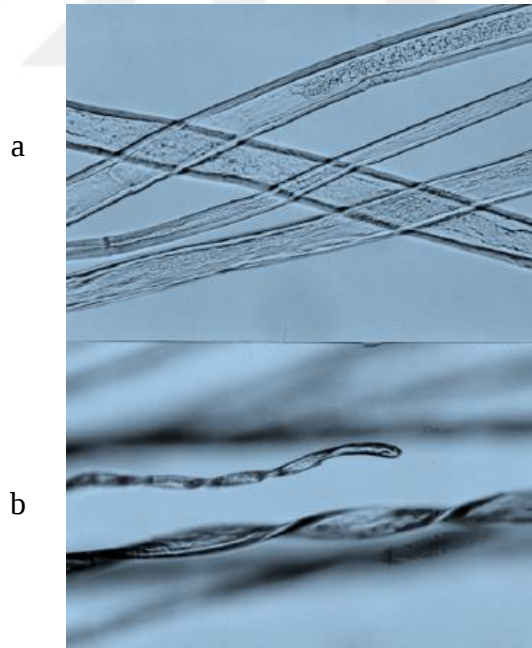
2.2 Lifin Yapısı

Gossypium ailesine ait olan pamuk lifinin, bir tohum lifi olduğu önceki bölümde belirtilmiştir. Her bir tohum üzerinde yaklaşık 20.000 lif taşıyabilirken, çok sayıda tohum içeren koza içerisindeki lif sayısı 150.000 ve daha fazla sayıda olabilmektedir (Cook, 2001). Lif kurumadan önce silindirik bir enine kesite sahipken, kuruyunca lümen adı verilen lif içi boşluk çökmekte ve life

fasulye/böbrek şekline benzer bir enine kesit görünümü kazandırmaktadır. Bunun dışında, lif kuruyunca büklümlü/kıvrımlı bir yapı kazanmaktadır. Bu değişim şekil 2.4’de verilmiştir. Ayrıca Şekil 2.5’de mikroskop görüntüleri verilmiştir.



Şekil 2.4 Lifin kurumasıyla kıvrımlı yapı kazanması (Cook, 2001)



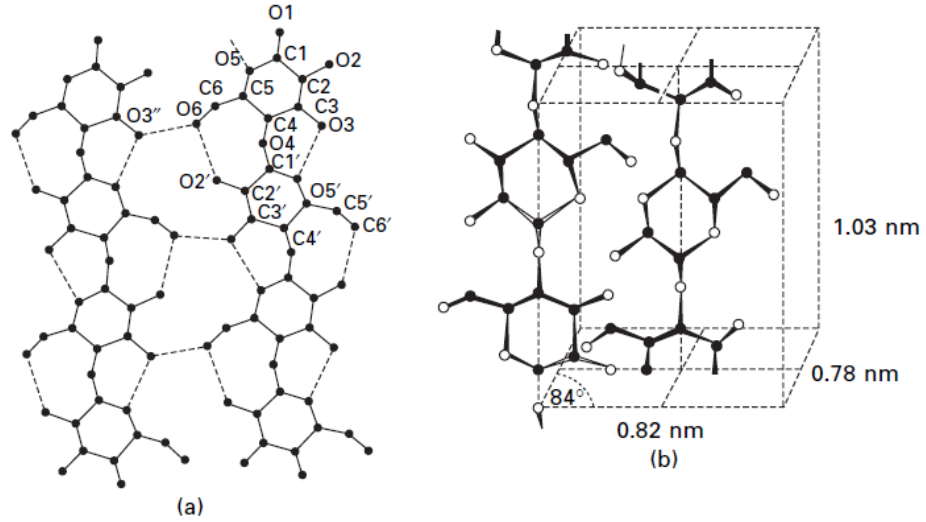
Şekil 2.5 Lifin kuruma öncesi ve sonrası mikroskop görüntüleri (Gordon and Hsieh, 2007)

Peki, bahsi geçen bu lifin kimyasal bileşimi ne şekildedir? Pamuk selüloz esaslı bir liftir. Lifin büyük bir kısmı (%88-%96,5) α -selülozdan oluşmaktadır. Lifin içerdiği maddeler ve onların yüzdelik dilimleri çizelge 2.7’de verilmiştir (Yazıcıoğlu, 1999).

Çizelge 2.7 Pamuk lifinin içerdiği maddeler (Yazıcıoğlu, 1999)

Bileşikler	Tipik (%)	En az (%)	En çok (%)
Selüloz	94	88	96
Protein (NX6.25)	1,3	1,1	1,9
Pektik Maddeler	0,9	0,7	1,2
Kül	1,2	0,7	2,6
Mumlu Maddeler	0,6	0,3	1
Malik, Sitrik v.b Asitler	0,8	0,5	1
Şeker	0,3	-	-
Diğerleri	0,9	-	-

Sekonder çeper neredeyse tamamen selülozdan meydana gelmişken selüloz dışı maddeler genellikle primer çeper ve lümeninde bulunmaktadır (Gordon and Hsieh, 2007). Lifin temelini oluşturan selülözün ((C₆ H₁₀O₅)_n) yapısı şekil 2.6’da verilmiştir.



Şekil 2.6 Selüloz moleküllerinin yerleşimi (a) ve selüloz I kristal latis (b) (Gordon and Hsieh, 2007)

2.3 Lifin Fiziksel Özellikleri

Çeşitli eğirme sistemleriyle pamuk lifinin eğrilmesinde, farklı lif parametreleri önem kazanmaktadır (Gordon and Hsieh, 2007). Literatürde de sıkça geçen ve lif fiziksel özelliklerini de içeren bu parametreler Çizelge 2.8’de

verilmiştir. Bu bölümde lifin incelik, uzunluk ve mukavemet gibi bazı fiziksel özellikleri incelenecektir.

Çizelge 2.8 Farklı kısa lif eğirme sistemlerinde öne çıkan lif parametreleri (Gordon and Hsieh, 2007)

Önem Sırası	Ring	Open End	Air-jet
1	Uzunluk	Mukavemet	Uzunluk
2	Mukavemet	İncelik	Çepel
3	İncelik	Uzunluk	İncelik
4		Çepel	Mukavemet

2.3.1 Uzunluk

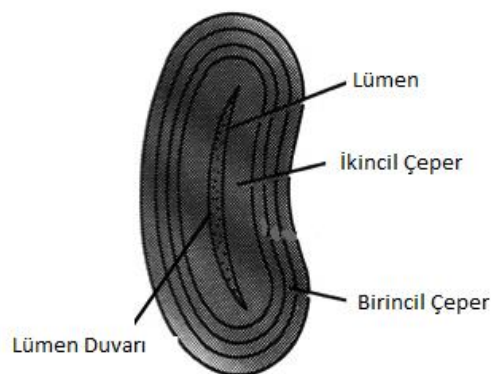
Tekstilde kullanılan en kısa doğal liflerden biri olan pamuk lifinin genetik bir özelliği olan lif uzunluğu, eğirme işlemleri sırasında büyük önem taşımaktadır. Lifin uzunluğu, meydana getirilecek olan ipliğin özellikle mukavemeti açısından büyük önem taşımaktadır. Lifin uzunluğu arttıkça, liflerin birbirine sürtünmesi ile meydana gelen iplik mukavemeti, temas yüzey alanının artmasıyla artacaktır (Gordon and Hsieh, 2007).

Pamuk üzerine yapılan çalışmalar, lifin uzunluğunun sıcaklıktan, su kaynaklarından ve ışıktan etkilendiğini ortaya koymuştur. Dünya pamuk üretiminin %90'lık bölümünü Upland pamuk çeşitleri (*G. Hirsutum*) oluşturmaktayken, bu liflerin şapel uzunluğu 25,4 mm ile 28,6 mm arasındadır. Yeni Upland çeşitlerinde bu uzunluk 32 mm'ye kadar çıkmaktadır. "Sea Island ve mısır pamuklarını içeren Pima tipi pamuklar, dünya üretiminden %8'lik bir pay almaktadır ve bu pamuk cinslerinin lif uzunlukları 32 mm ile 50,8 mm arasında değişkenlik göstermektedir. *G. Arboreum* ve *G. Herbaceum* gibi pamuk tipleri geri kalan %2'lik kısmı oluşturmaktadır. Ancak bu lifler 25,4 mm'ye kadar olan uzunlukları ve kalın yapılarıyla pek tercih edilmezler (Gordon and Hsieh, 2007).

2.3.2 İncelik

Lifin inceliği genel olarak microner ile ifade edilmektedir. Hava akımıyla incelik ölçen bir yöntem olan mikroner yönteminde boyutları sabit bir alana yerleştirilen lif numunesinin içerisinde hava akımı geçirilmekte ve havaya karşı gösterilen direnç ile değerlendirme yapılmaktadır (Saville, 1999).

İncelik ve olgunluk birbirinden etkilenen özelliklerdir. Olgunluğu az olan bir lif incedir ancak ince olması üretimde pek bir avantaj sağlamaz, zira olgun olmayan liflerin oluşumuna neden olduğu “neps”, iplik kalitesi için olumsuz etkilere neden olmakta ve ayrıca üretimi de olumsuz etkimektedir.



Şekil 2.7 Pamuk lifinin enine kesiti (Bunsel, 2009)

Literatür incelendiğinde, ince liflerin kullanıldığı ipliklerde kalın lifli ipliklere nazaran, kritik büküm noktasının aşılmasından sonra iplik mukavemetindeki düşüşün çok daha hızlı olduğu belirtilmiştir. Bunun nedenin ise ince liflerin kalın liflere nazaran daha kırılğan olması gösterilmiştir (Fiori and Brown, 1951).

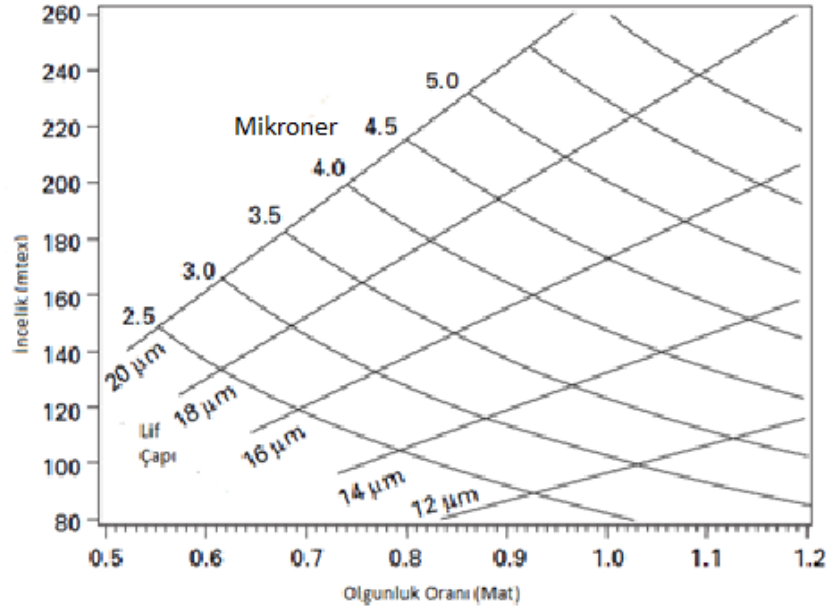
Liflerin microner değerlerine göre sınıflandırılması çizelge 2.9'da verilmiştir. Buradan, lifin kalınlaşmasıyla mikroner değerinin arttığı görülmektedir.

Çizelge 2.9 Mikroner değerlerine göre liflerin sınıflandırılması (Bedez Üte, 2012)

Mikroner	Sınıflandırma
<3	Cok ince
3,0 – 3,9	İnce
4,0 – 4,9	Orta
5,0 – 5,9	Kaba
6<	Cok kaba

2.3.3 Olgunluk

Olgunluk lifin enine boyut özellikleri arasında önemli bir yere sahiptir. Hasat zamanıyla orantılı olan bu özellik, lifin inceliğine de etki etmektedir. Ayrıca, yüksek olgunluğa sahip olan liflerin yüksek mukavemete sahip olduğu literatürde belirtilmiştir (Fouk and Mcallister III, 2002). Olgunluk arttıkça hücre çeperi, dolayısıyla da lif kalınlaşmaktadır. Bu lif özelliği her ne kadar kalıtsal olsa da, çevre koşullarından oldukça etkilenmekte ve söylendiği gibi hasat zamanına da bağlı olmaktadır. Lifin olgunluk, incelik, ve mikroner oranlarının ilişkileri şekil 2.8'deki grafikte verilmiştir.



Şekil 2.8 Microner, incelik ve olgunluk oranı ilişkisi (Morton and Hearle, 2008)

Olgun olmayan lif içeriği yüksek olan pamuk lifiyle çalışırken, ya da çok ince liflerle çalışırken –ki bu liflerin de olgunlukları düşük olacaktır- karşılaşılan en önemli sorun neps oluşumudur. Ölü lifler olarak da tanımlanabilen bu lifler yüzey sürtünmeleri sırasında sonradan açılmayacak lif topakları oluşturmakta ve bu oluşuma neps adı verilmektedir.

Yukarıda da bahsedildiği gibi neps oluşumuna neden olan olgun olmayan liflerin kullanılmaması için, üretime girecek liflerin HVI lif ölçüm cihazı ile ölçülen olgunluk oranı (mat) değerlerinin 0,8-0,9 arasında olması gerekmektedir.

2.3.4 Mukavemet ve kopma uzaması

Lifin mukavemeti, lifin kalite özelliklerinin en önemlilerinden biridir. Lif mukavemetinden bahsedildiğinde, kopma yüküne karşı göstermiş olduğu direnç belirtilmektedir ve bu direnç lifin koptuğu andaki koparma yüküne eşittir.

İplik mukavemetine büyük etkide bulunan lif mukavemeti genel olarak gr/tex ya da N/tex birimiyle ifade edilir. Literatürde, lif mukavemetinin %30-%70'inin iplik mukavemetine yansıdığı belirtilmiştir (Foulk and Mcallister III, 2002). Lifin mukavemetini arttıracak ya da geliştirecek olan bölümü, ikincil çeper ve buradaki selüloz içeriğidir.

Düşük sıcaklıklarda (geç dönem pamuklarında), selüloz sentezi düşmektedir. Bununla birlikte selüloz oranı ile yüksek korelasyona sahip olan kristalinite ve lif mukavemeti de düşmektedir (Mauney and Stewart, 1986).

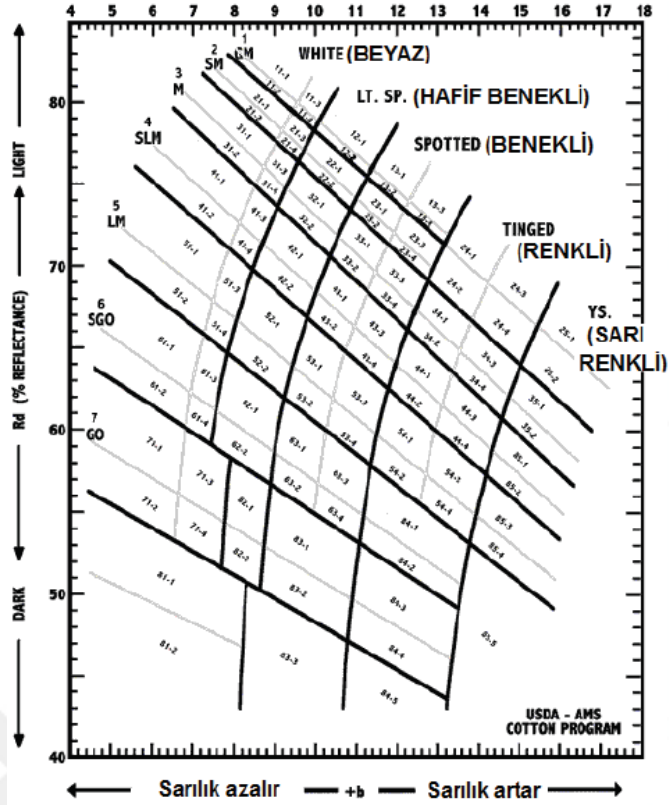
Farklı lif çeşitlerinin mukavemet ve kopma uzamalarının karşılaştırılması Çizelge 2.10'da verilmiştir.

Çizelge 2.10 Bazı liflerin mukavemet ve kopma uzaması değerleri (Morton and Hearle, 2008)

Lif	Mukavemet (N/tex)	Kopma Uzaması (%)
Pamuk (St Vincent)	0,45	6,8
Pamuk (Upper)	0,32	7,1
Pamuk (Bengals)	0,19	5,6
Keten	0,54	3
Jüt	0,31	1,8
Kenevir	0,47	2,2
Ramî	0,59	3,7
Asetat	0,13	23,7
İpek	0,38	23,4
Nylon	0,47	26
Yün (Botany 64s)	0,11	42,5
Yün (Crossbred 64s)	0,14	42,9
Yün (Crossbred 36s)	0,13	29,8
Cam	0,75	2,5

2.3.5 Renk

Renk lifin derecelendirilmesinin (grade) yapılmasında, geçmişten beri kullanılan bir lif özelliğidir. Geçmişte uzman kişiler tarafından sübjektif değerlendirmeye belirlenen bu lif özelliği günümüzde makineler tarafından ölçülmektedir. Modern sistemler lifin parlaklık (Rd) ve sarılık (+b) değerlerini ölçerek renk derecesi adı verilen bir değer oluşturmaktadır (Yazıcıoğlu, 1999). Renk derecesi (colour grade) ile ilgili Nickerson/Hunter eğrisi şekil 2.9'da verilmiştir.



Şekil 2.9 Parlaklık ve sarılığa göre pamuk renk derecesi değerinin belirlenmesi (Bedez Üte, 2012)

Lifin renk özellikleri boyanma ile ilgili özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu noktada lifin rengi boyama öncesi ağartma işlemini ve dolayısıyla son ürün maliyetini etkilerken, aynı zamanda boyanabilirliği üzerinde de etkisi söz konusudur (Yazıcıoğlu, 1999).

2.4 Lifin özelliklerini belirleme yöntemleri

Pamuk lifinin özelliklerini belirlenmesi, özellikle son üründen beklenen niteliğin elde edilip edilememesi anlamında büyük önem taşımaktadır. Kaliteli bir lif kullanımı, nitelikli son ürünlerin elde edilmesine olanak sağlayan özellikte iplik üretilmesini garanti etmektedir. Ancak, üretici ve tüketici için yalnızca ürün kalitesi önem taşımamaktadır. Ürünün maliyeti de oldukça önemli bir parametredir. Bu nedenden dolayı üretici, kalite maliyet dengesinin, kendisi ve tüketicisi için uygun olmasını sağlayacağı ve optimum lif kalite değerlerini elde edebileceği harmanları oluşturmaktadır.

Lifin özelliğinin bilinmesinin bu denli önemli olması, iplik üreticisine lifin kalite değerleri bilerek hammadde tedarik etme zorunluluğunu doğurmuştur. Geçmişte lifin kalitesinin belirlenmesi, genel olarak eksperler ve onların kullandığı basit araçlar ve yöntemler yardımıyla, belli başlı birkaç lif özelliği (uzunluk, renk gibi) değerlendirilerek yapılmaktaydı. Günümüzde ise gelişmiş sistemler kullanılarak lifin pek çok özelliği belirlenmekte ve gerek elyaf üreticisi gerekse tüketicisi olan iplikçiler için kolaylık sağlanmaktadır.

Bahsedilen bu sistemler içerisinde günümüzde lif standardizasyonu denilince akla gelen ilk cihaz Uster firmasının üretmiş olduğu HVI (High Volume Instrument)'dır. Bunun dışında yine aynı firmanın başka bir ürünü olan AFIS (Advanced Fiber Information System) genel olarak proses etkinliği analizi için kullanılan ve yine lif özelliklerini değerlendiren bir cihazdır.

Bu bölümde bu iki sistem ayrı başlıklar altında incelenmiştir.

2.4.1 HVI

HVI günümüzde pamuk lifinin kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan ilk ve en önemli cihazdır. Bu cihazdan önce; mukavemet, uzama ve incelik gibi lif özelliklerinin ölçümü Pressley tester, Stelometer ve Fibronaire ile yapılmaktaydı (Foulk and Mcallister III, 2002). Uster tarafından geliştirilen bu cihaz, lifin Çizelge 2.11'de verilen özelliklerini ölçmektedir. Ölçüm yapılan lifin nem yüzdesinin TS 4102'ye göre %6,75-%8,25 arasında olması gerekmektedir (www.izladas.com).

Çizelge 2.11 HVI cihazı yardımıyla elde edilen lif özellikleri

	Açıklama
Mic	Lif İnceliği
ML (mm)	Ortalama Uzunluk
UHML (mm)	Üst yarı Ortalama Uzunluk
UI (%)	Üniformite indeksi
SFI	Kısa lif indeksi
SCI	Eğirilebilirlik indeksi
STR (g/tex)	Mukavemet
ELG (%)	Kopma Uzaması
%Rd	Parlaklık
+b	Sarılık
CG	Renk derecesi
Area	Yüzde çepel
Cnt	Çepel sayısı
Trash Grade	Yabancı madde derecesi
Neps	nep miktarı

Cihazın ölçtüğü bu değerlerin kısa açıklamaları şu şekildedir (BedezÜte, 2012):

- **Mic**: Mikroner cinsinden lifin inceliğini göstermektedir.
- **ML**: Lif demetinin ortalama uzunluğunu mm cinsinden veren değerdir.
- **UHML**: Liflerin en uzun %50 sinin ağırlık esaslı ortalamasını verir değerdir. 25,1 mm'den kısa lifler “kısa” olarak değerlendirilirken, 32 mm ve üstü değerler “ekstra uzun” olarak değerlendirilmektedir.
- **Üniformite indeksi**: Ortalama uzunluk ve üst yarı ortalama uzunluk değerleri kullanılarak hesaplanan bu değer lif uzunluk dağılımı hakkında bilgi vermektedir. Kullanılan bir başka değer ise %50 span uzunluğu ve %2,5 span uzunluğu kullanılarak hesaplanan üniformite oranıdır.
- **SFI**: 12,7 mm'den kısa liflerin yüzdesini veren bu HVI verisi değerlendirilirken, bu değer 6'dan düşük olması “çok düşük”, 18'den yüksek olması ise “çok yüksek” olarak ifade edilmektedir.

- SCI: Mukavemet, incelik ve uzunluk gibi bazı ölçülen lif değerleri kullanılarak hesaplanan ve lifin eğrilebilirlik derecesini gösteren bir HVI verisidir.
- STR: kopma mukavemetini gösteren veridir.
- ELG: yüzde olarak kopma uzamasını verir.
- %Rd: Nickerson/hunter skalasına göre değerlendirilen ve lifin parlaklığını veren bu veri renk derecesi hesaplanırken kullanılmaktadır.
- +b: parlaklık gibi aynı skala ile değerlendirilen ve lifin sarılığını gösteren HVI verisidir.
- Colour Grade: Sarılık ve parlaklık kullanılarak belirlenmektedir.
- Cnt: ölçüm yapılan numune içerisindeki çepel miktarını verir.
- Trash Area: Ölçüm yapılan tüm alanla çepellerin kapladığı alanın oranlanmasıyla hesaplanan bir veridir.
- Trash Grade: Amerikan tarım bakanlığının standartlarına göre çepel sınıfını göstermektedir.
- Neps: lif içerisindeki neps miktarını göstermektedir.



Şekil 2.3 Uster HVI 1000 (Uster HVI Brochure)

Şekil 2.11’de HVI 1000 cihazının görünümü verilmiştir. Makinanın farklı modüllerinde yukarıda bahsedilen lif özellikleri ölçülmektedir. Ölçümlerden önce, lif demetini ölçüme uygun bir şekilde hazırlayan bir numune hazırlama bölümü bulunmaktadır. Neps modülü gibi bazı modüller opsiyoneldir. HVI 1000 M1000 cihazının modülleri ve hangi ölçümleri gerçekleştirdikleri Çizelge 2.12 ‘de verilmiştir.

Çizelge 2.12 Uster HVI 1000 modülleri (Uster HVI Brochure)

Modül	İşlem
Nep	lifin nep içeriğini ölçer. Opsiyoneldir.
Numune hazırlayıcı	ölçüme uygun numune hazırlama
Otomatik renk tablası	renk ölçüm numunesini hazırlama
Uzunluk/mukavemet	liflerin uzunluk ve mukavemet ölçümlerini yapar.
Mikroner	Liflerin incelik ve olgunluk ölçümlerini yapar.
Renk/Çepel	Liflerin renk ve çepel ile ilgili özellikleri ölçülür.

2.4.2 AFIS

Uster AFIS, genel olarak proses etkinliğini belirleme amacıyla kullanılan bir lif ölçüm cihazıdır. HVI'ın yapmış olduğu gibi lif ölçümünü demet halinde değil, tek lif üzerinden yapmaktadır. Cihazın HVI gibi farklı modülleri bulunmakta ve buralarda life ait farklı özellikler incelenmektedir. Çizelge 2.13'de cihazda ölçülen lif özellikleri ve bu özelliklerin ölçüldüğü modüller verilmiştir.

Çizelge 2.13 Uster AFIS PRO 2 modülleri ve yapılan ölçümler (Uster AFIS Brochure)

Modül	İşlem
T Modülü	Çepel ve toz içeriğini ölçer
NLM	Neps uzunluk ve olgunluk ile ilgili özellikler ölçülür

Yukarıda bahsedilen modüllerin verdiği veriler ve açıklamaları Çizelge 2.14'de verilmiştir. Buna göre uzunlukla ilgili iki farklı sonuç verildiği görülmektedir. Bunlar ağırlıkça ve sayıca sonuçlardır.

Çizelge 2.14 Uster AFIS PRO 2 modülleri, verileri ve açıklamaları (Bedez Üte, 2012; Uster AFIS Brochure)

Modül	Veri	Açıklama
NLM	SFC(n, w) (%)	Kısa lif yüzdesi
	UQL(w) (mm veya inç)	Üst çeyrek uzunluk (liflerin %25'i tarafından geçilen uzunluk)
	5% (n) (mm) .	Liflerin %5'i tarafından geçilen uzunluk
	2.5% (mm)	Liflerin %2,5'i tarafından geçilen uzunluk.
	Fine (mtex)	Lif inceliği (doğrusal yoğunluk)
	IFC (%)	Olgun olmayan lif yüzdesi
	Mat ratio	Olgunluk oranı
	D(n) (µm)	Lif çapı
	D(n)CV (%)	Lif çapının varyasyon katsayısı
	Weight (gr)	Numune ağırlığı
	Nep (µm)	Ortalama neps boyutu
	Nep (Cnt/gr)	1 gramdaki neps sayısı
	SCN (µm)	Ortalama tohum kabuğu nepsi boyutu
	SCN (Cnt/gr)	1 gramdaki Tohum kabuğu nepsi sayısı
T	Total (Cnt/g)	1 gramdaki toplam partikül sayısı
	Mean size (µm)	Ortalama partikül boyutu
	Dust (Cnt/g)	1 gramdaki toz partikülü sayısı
	Trash (Cnt/g)	1 gramdaki çepel partikülü sayısı
	V.F.M. (%) [%]	Görünür yabancı madde yüzdesi

Şekil 2.12’de görünümü verilen AFIS cihazının kullanılması işletme içerisinde çalışan tarak, cer vb. gibi makinelerin ayarlarının ve çalışma elemanlarının durumunun değerlendirilmesine, life yaptıkları etkinin ortaya çıkarılmasıyla yardımcı olmaktadır. Buna göre, lifin maruz kaldığı işlemler sonucunda zarar görüp görmediği, temizliğinin (gerek neps gerekse yabancı maddeler açısından) yeterli ölçüde yapılıp yapılmadığı, bu cihaz sayesinde ortaya çıkarılmaktadır. Dolayısıyla işletme içindeki durumun netlik kazanmasına ve üreticinin buna göre gerekli düzenlemeleri yapmasına imkan sağlamaktadır.



Şekil 2.11 Uster AFIS PRO 2 (AFIS PRO 2 Brochure)

3. KOMPAKT İPLİK EĞİRME SİSTEMİ

Son yıllarda tekstil sektörünün gelişen teknolojiye ayak uydurmak ve artan müşteri beklentilerini karşılamak adına yeni yatırımlar yapması gerekliliği doğmuştur. Bunun yanı sıra, hammadde ve enerji gibi maliyet kalemlerindeki dalgalanmalar, üreticileri sistemlerini geliştirmeye, ürünlerine katma değer katmaya ve bir yandan da randımanları arttırarak oluşan durumu kompanse etmek için çalışmaya zorlamaktadır. İplik sektöründe de geçerli olan bu durum nedeniyle, üreticiler ya yeni makine yatırımlarının pahalılığından dolayı makinelerini modernize eden sistemlere, ya da son ürünün özelliklerini arttıran ve/veya yüksek üretim hızları ve düşük maliyet avantajları sağlayan yeni eğirme sistemlerine yönelmektedir.

Klasik ring eğirme sistemi, 1800'lü yıllardan beri iplikçilik sektöründe hem iplik üretilebilirliği açısından hem de ipliğin sahip olduğu üstün özellikleri sebebiyle vazgeçilmez konumdadır. Ancak bu sistemin de modernizasyona ihtiyacı oluşmuştur. Üretim hızlarının arttırılması konusunda yapılan çalışmaların yanında iplik özelliklerini iyileştirmek için yapılan çalışmalar da bulunmaktadır. Son dönemlerde ortaya çıkan özlü iplik, siro-spun ve KİES ring iplik eğirme makinesinin büküm bölgesi aynı kalmışken, çekim bölgesi üzerinde değişikliklere gidilmiştir. Böylelikle ring iplikleriyle kıyaslandığında farklı/üstün özelliklerde iplik üretimlerinin yapılabilmesi sağlanmıştır.

Kompakt iplik eğirme sistemi ile ring iplik eğirme sisteminde iplik özelliklerine etki eden eğirme üçgeni problemi ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Bunun için lifleri çekim bölgesinde kondense etmeye yarayan kompakt üniteleri geliştirilmiş ve çekim bölgesinin çıkış bölgesine uygulanmıştır. Farklı makine üreticilerinin sistemleri genellikle liflerin toplanmasını hava basıncı ile sağlamaya çalışmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında, literatürde uzun liflerle ince iplik numaraları üretmede avantajlı olduğu vurgulanan Rieter sistemi kullanılmıştır (Göktepe et al, 2006).

3.1 Kompakt iplik eğirme tarihçesi

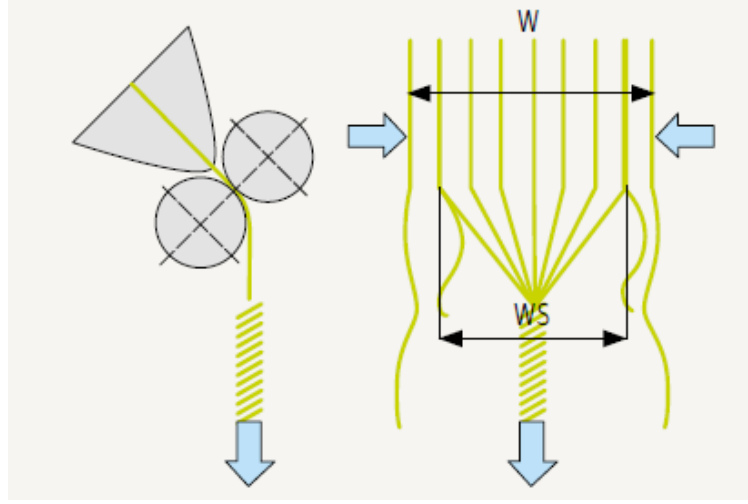
Kompakt iplik eğirme sistemi mantığının ortaya çıkışı Dr. Ernest Fehrer'in Rieter firmasıyla yürüttüğü ve şeritten iplik üretimini sağlayacak bir sistemin geliştirilmesi sırasında olmuştur. Bu çalışmada kullanılan emme ve basınçlı havanın iplik üzerinde olumlu etki yarattığı görülmüştür. Liflerin yoğunlaştırılarak toplanmasının iplik üzerine olumlu etki yapması üzerine birçok fikir denenmiş, 1999 ITMA Paris'de İsviçre'den Rieter, Almanya'dan ise Zinser ve Suessen firmaları geliştirdikleri aerodinamik/pnömatik kompakt sistemlerini tanıtmışlar ve bu sistemlerle eğirme üçgeninin ortadan kaldırılarak iplik kalitesinin geliştirildiğini belirtmişlerdir. Farklı yapılarıdaki bu sistemler sonraki bölümde açıklanmıştır (Lawrence, 2010).

3.2 Kompakt iplik eğirme prensibi

Bu sistemin temel amacı, eğirme üçgenini ortadan kaldırmaya da minimize etmektir. Eğirme üçgeni, çıkış silindirinden çıkan liflerin tamamını kapsayan bölge taban, büküm başlangıç noktası da tepe noktası olarak düşünüldüğünde, bu ikisi arasındaki bölgedir. Bu bölgenin oluşturabileceği sorunlar şu şekildedir:

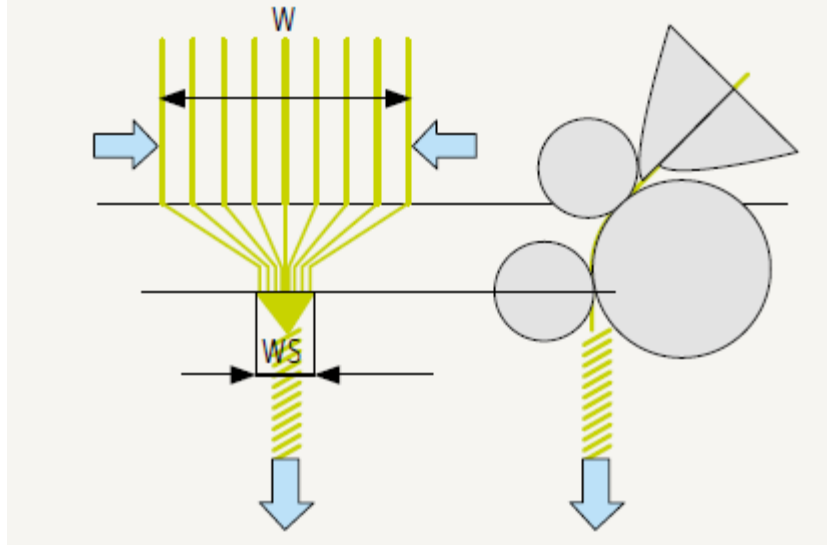
- Çıkış silindirinin merkezine yakın noktalardan çıkan lifler, yani eğirme üçgeninin ortasındaki lifler, kenarlardan gelip ipliğe katılan liflere kıyasla daha az gerilimle iplik bünyesine katılmaktadır. Bu gerilim farkı ipliğin mukavemetine olumsuz etki etmektedir.
- Çıkış silindirlerinin kenarlarına yakın, merkezden uzak kalmış lifler ipliğe katılamayıp uçuntu oluşturabilirler.
- Aynı şekilde çıkış silindirlerinin kenarlarına yakın bir şekilde çekim bölgesini terk eden liflerin bir kısmı yalnızca bir uçları iplikte olacak şekilde ipliğe katılabilir ve tüylülük oluşturabilirler.

Yukarıda bahsedilen nedenlerden ötürü, eğirme üçgeninin ipliğin kalitesine olumsuz etki edebileceği belirtilmektedir (Lord, 2003).



Şekil 4.1 Ring iplik eğirme sisteminde eğirme üçgeni (Klein and Stalder, 2016)

Yukarıda da belirtildiği gibi eğirme kompakt iplik eğirme sisteminin (KİES) meydana getirilme ve kullanım amacı eğirme üçgeninin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmaktır. Bu amaçla gelecek bölümde ayrıntılı bir şekilde anlatılacak olan sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler yapısal farklılıkları olsa da, temelde aynı problemi hedef almaktadır. Yapılan işlem, eğirme üçgeninin taban genişliğini minimize edecek şekilde liflerin birbirlerine yakınlaştırılarak, çekim bölgesini terk etmesini sağlamaktır. Şekil 3.2'deki KİES'de meydana gelen eğirme üçgeni tabanı ile şekil 3.1'deki ring iplik eğirme sisteminde meydana gelen eğirme üçgeni tabanı karşılaştırıldığında, eğirme üçgeninin kompakt iplik eğirme sisteminde küçültüldüğü görülmektedir.



Şekil 3.2 KİES’de eğirme üçgeni (Klein and Stalder, 2016)

3.3 Kompakt iplik eğirme sistemleri

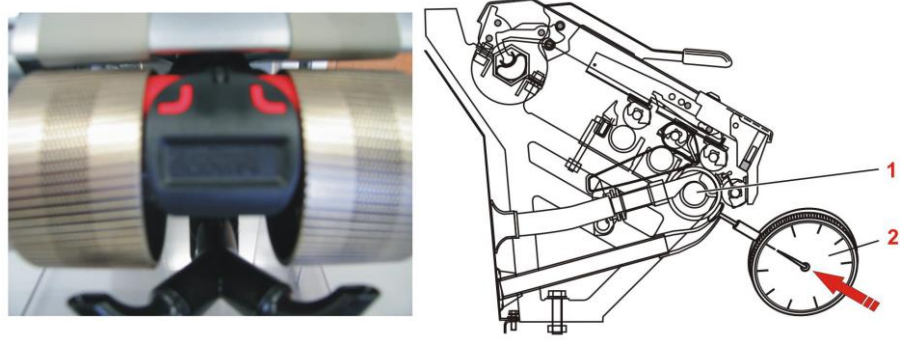
Bir önceki bölümde bahsedildiği üzere farklı KİES’ler mevcuttur. Bunlar temelde aynı amaca hizmet etse de yapısal olarak ve sonuç ürün kalitesi açısından farklılıklar göstermektedir. Emiş yolu ile kompaktlaştırma ve mekanik yöntemlerle kompaktlaştırma yapan sistemler bulunmaktadır.

3.3.1 Emiş yolu ile kompaktlaştırma yapan sistemler

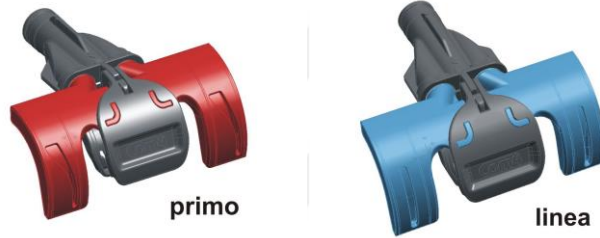
KİES’lerden bahsedildiğinde akla ilk gelen sistemler, emiş yoluyla kompaktlaştırma yapmaktadır. İplik makinesi üreticilerinden Rieter, Zinser ve Suessen’in bu prensiple çalışan eğirme sistemleri bulunmaktadır.

3.3.1.1 Rieter K KİES

Bölümün başında da belirtildiği gibi, kompakt iplik eğirme sisteminin temellerini atan Rieter’in geliştirmiş olduğu sistemin esasını, çıkış sisteminin sonuna yerleştirilmiş olan perfore bir tambur ve bunun içerisine takılıp çıkarılabilen ve farklı tipleri bulunan bir kompakt kılavuzu oluşturmaktadır. Çalışmamızda kullanılan Rieter K45 iplik eğirme makinesinin emme tamburu şekil 3.3’ de verilmiştir. Şekil 3.4’de ise bu tambur içerisine yerleştirilen kompakt kılavuzu çeşitleri bulunmaktadır.



Şekil 3.3 Rieter K 45 emme tamburu (solda) ve çekim bölgesine monte edilişi (Rieter K45 kataloğu)



Şekil 3.4 Rieter K45 primo ve linea kompakt kılavuzları (Rieter K45 kataloğu)

Bu çalışmada Rieter K45 KİES kullanıldığı için bu sistemin ürettiği ipliklere etkisi bulunan makine parametreleri incelenmiştir. Bu makine özellikleri ve açıklamaları şu şekildedir (Rieter K45 kataloğu):

- **İğ Devri:** İğ devri makinenin üretim kapasitesini etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Yani, $L = \frac{n_{iğ}}{T/m}$ denkleminde de belirlenebileceği gibi belirli bir büküm katsayısına sahip iplik üretiminde arttırılan iğ devri $L(m/dk)$ üretim hızında artışa neden olmaktadır. Burada $n_{iğ}$ iğ devrini ve T/m 'de metredeki büküm sayısını göstermektedir. Rieter K45 kompakt iplik makinesinde 25000 d/dk iğ devrine kadar çıkılabilmektedir.

Belirli bir büküm katsayısındaki ipliği üretirken iğ devrini arttırmak üretimi arttıracaktır ancak üreticinin isteği bununla sınırlı kalmamaktadır. İplik üreticisi daha hızlı bir şekilde kalite bozulmadan iplik üretimini gerçekleştirmek istemektedir.

Kompakt eğirme sistemiyle üretilen ipliklerde tüylülüğün az olması, ipliğin kopçayı yağlama efekti etkisini azaltmakta ve iş devrinin artışı ile kopça ömrünün azalması daha kritik bir hal almaktadır.

- Apron ve Manşon: Apron ve manşonlar kullanılacak hammaddenin cinsine göre belirlenirler. Apronla ilgili en önemli değişiklik apronun üzerine takıldığı kafesle yapılmaktadır. Lif uzunluğuna göre değiştirilen apron kafesinin genişliği lif tutulma süresini etkilemekte olup, en uzun liften daha uzun olmak zorundadır.

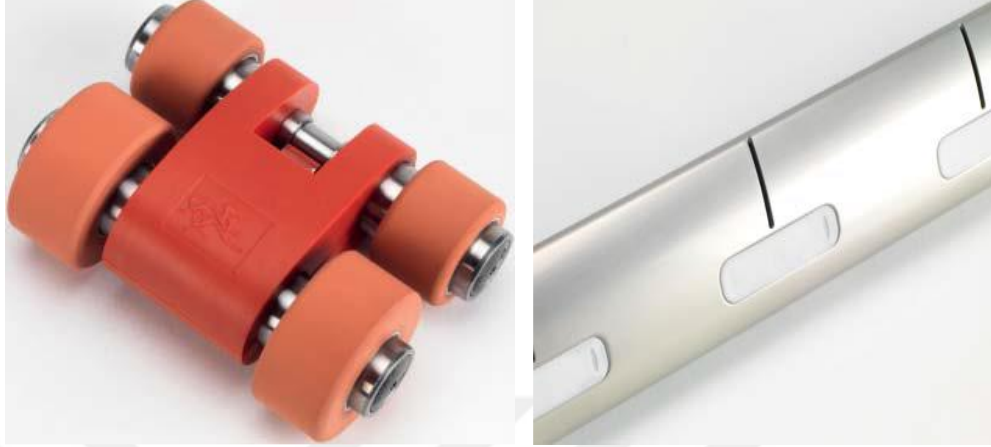
Manşonda ise yine özellikle lif cinsine bağlı olarak shore sertlikleri değiştirilmektedir. Manşonların shore sertlikleri renkleriyle belirtilmiş olup aynı zamanda manşonun yan duvarında da yazıyla belirtilmiştir.

- Klips: Klips, apron kafesine takılan plastik bir parçadır. Bu parçanın kalınlığı üst apron ile alt apronun birbirine ne kadar yaklaşabileceğini belirleyen faktörlerden biridir. Klipsler üretilecek olan ipliğin numarasına göre değiştirilirler.
- Kopça: Kopçalar farklı özelliklerine göre sınıflandırılmaktadırlar. Bu özellikler arasında; kopçanın temel şekli, kaplaması ve kesit yapısı bulunmaktadır. Bunun dışında kopçaları tanıtırken kullanılan en önemli özelliği kopça ağırlığıdır. Kopçanın şekli kullanıldığı makinenin bilezik yapısına göre değişmektedir. Kaplama, ne tür lifle çalışıldığına ve kullanım ömrüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Kesit yapısı ise hangi sistemde kullanıldığı ve ne çeşit bir iplik üretileceğine bağlı olarak değiştirilmektedir. Kopça ağırlığı üretilecek numaraya göre belirlenmektedir.

3.3.1.2 Suessen Elite KİES

Suessen firmasının KİES için tasarladığı Elite sistemi ring eğirme sistemine monte edilerek kullanılabilir. Sistem çekim bölgesinin sonuna ilave edilen ve makine boyunca uzanan bir hava emiş kanalı, bu kanalın çekim bölgesinin çıkışında bulunan kanal açıklığı (kompakt kılavuzu), bunun üzerine

yerleştirilmiş bir aprondan ve kanalın üzerine denk gelen bölgeye yerleştirilen manşon kaplı silindirlerden meydana gelmektedir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Suessen Elite kompakt elemanları (Suessen Elite Broşürü)

3.3.1.3 Zinser KİES

Zinser'in geliştirmiş olduğu KİES'de kompaktlaştırma Rieter ve Suessen firmalarının sistemlerindeki gibi alttan hava emişi ile değil, çekim bölgesinin sonunda üste yerleştirilmiş olan delikli bir apron vasıtasıyla yapılmaktadır. Şekil 3.6'da Zinser 351 2Impact FX sisteminin çekim bölgesi ve kompaktlaştırma için kullanılan delikli apron görülmektedir.



Şekil 3.6 Zinser KİES ve delikli apron (Zinser 351 2Impact FX Broşürü)

3.3.2 Mekanik kompaktlaştırma yapan sistemler

3.3.2.1 RoCoS

2003 yılında ITMA fuarında Rotorcraft tarafından tanıtılan bu kompakt eğirme sistemi mekanik kompakt eğirme sistemi olarak nitelendirilmektedir (Kenru ve Duru Baykal, 2014). Kompaktlaştırma elemanı çekim bölgesinde çıkarılan çıkış silindirin yerine yerleştirilmektedir. Bu bölgede mekanik zorlama ile liflerin geçebileceği alan oluşturulmuş ve liflerin bu bölgede toplanarak çekim bölgesini terk etmesi sağlanarak kompakt ipliği üretiminin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Bu sistemin en büyük avantajı maliyettir. Bu KİES ile üretilen ipliklerin klasik ring iplik eğirme sistemine kıyasla daha yüksek mukavemet ve daha düşük tüylülüğe sahip olduğu belirtilmiştir (Yılmaz et al, 2013).



Şekil 3.7 Rotorcraft RoCoS Green kompakt komponentleri (RoCoS Broşürü)

4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ticari anlamda, tekstil sektörüne ilk olarak ITMA -99 Paris fuarıyla giriş yapan kompakt iplik eğirme sistemleri bugüne kadar pek çok çalışmanın odak noktası olmuştur. Çalışmaların ana hatlarını genel olarak konvansiyonel ring sistemi ile kompakt eğirme sistemlerinin gerek sistem, gerekse de ürün/son ürün açısından karşılaştırmaları oluşturmaktadır. Bu bölümde eğirme sistemi ve tahminleme ile ilgili çalışmalar ayrı ayrı incelenmiştir.

4.1 Kompakt iplik eğirme sistemi ile ilgili çalışmalar

Cheng ve Yu yapmış oldukları çalışmada RIETER K40 sisteminde üretilmiş kompakt iplikleriyle konvansiyonel ring ipliklerinin yapısal farklılıklarını incelemişlerdir. Aynı hammadde (34-38 mm/penye) kullanılarak 4 farklı numarada (Ne 38, Ne 50, Ne 60 ve Ne 80) iplikler üretilmiştir. Üretilen ipliklerin mukavemet, düzgünsüzlük, iplik hatası ve tüylülük değerleri karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve farklılıkların nedenleri açıklanmıştır. Liflerin iplik içerisinde yerleşimleri incelendiğinde, kompakt ipliklerinde ring ipliklerine nazaran liflerin birbirlerine daha paralel olduğu ve neredeyse tamamının iplik bünyesine katıldığı belirtilmiştir. İpliklerde ince yer sayısının birbirine yakın olduğu ancak kalın yer ve neps hata sayısının kompakt ipliklerde daha fazla olduğu; bunun nedenin de çekim bölgesinde apronların sıkıştırma noktası ile çıkış kısırtma noktası arasındaki mesafenin konvansiyonel sisteme göre daha fazla olması ve kısa liflerin bu bölgede düzgün çekime uğramaması olduğu ifade edilmiştir. Tüylülük açısından kompakt sisteminin daha avantajlı olduğu ancak bu etkinliğin ipliğin kalınlaşmasıyla birlikte azaldığı belirtilmiştir. Bu azalma, ipliğin kalınlaşmasıyla birlikte artan lif sayısı ve hava ile oluşturulan vakumun yetersiz kalmasıyla açıklanmıştır. Bir başka sebep ise kısa liflerin hava emişinin yapıldığı deliklerin azalmasıdır. İplik mukavemetleri incelendiğinde kompakt ipliklerinin mukavemetlerinin konvansiyonel sistem ipliklerine nazaran daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun nedeni olarak, küçülen eğirme üçgeniyle birlikte iplik bünyesine daha düzenli bir şekilde katılan lif sayısının artması gösterilmiştir. Kopma uzaması özelliği içinde mukavemetle benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Sonuç olarak ince iplik üretirken sistemin oldukça avantajlı ancak özellikle ilk kurulum

maliyetinden ötürü pahalı olduğu belirtilmiş ve kaliteli tekstil üretiminde kullanılabileceği belirtilmiştir (Cheng and Yu, 2003).

Yılmaz ve Usal çalışmalarında aynı materyali kullanarak (%100 Penye pamuk Ne 0.81 fitil) 3 farklı sistemde iplik üretimi yapmış ve bu ipliklerin özellikleri karşılaştırılmıştır. Sistemler olarak konvansiyonel ring, kompakt (RoCoS) ve kompakt ile jet ring sistemlerinin kombinasyonu olan kompakt-jet kullanılmıştır. Bu ipliklerin üretimleri aynı büküm katsayısı, çekim, iğ hızı ve kopça tipi gibi parametrelerle yapılmıştır. Makalede sözü geçen kompakt-jet sistemi çıkış silindirlerinin yaklaşık 6 cm aşağısında ve domuz kuyruğunun yukarısına yerleştirilen bir hava düzesiyle oluşturulmuştur. Bu sayede, iplikten ayrılan lif uçlarının iplik bünyesine katılacağı ve böylelikle özellikle tüylülükte önemli avantajlar elde edileceği varsayımında bulunulmuştur. Oluşturulan ipliklerin görünüşleri incelendiğinde en düzgün yüzeyin kompakt-jet ipliklerde, en düzgünsüz yapının ise iplik bünyesinden sarkan liflerinin çokluğuyla ring ipliklerinde olduğu belirlenmiştir. Kompakt-jet sisteminde yüzey lifleri iplik üzerine sarılmış ancak hepsi bu aşamayı tamamlayamamıştır. Bu nedenle düzgün bir sarılma formasyonu yoktur. İplik tüylülüğü hem Uster sisteminde hem de Zweigle'de ölçülmüş ve iki metotta da kompakt-jet sisteminin tüylülüğü en düşük bulunmuştur. Tüylülüğü en yüksek iplik ise ring ipliği olmuştur. Düzeler ile oluşturulan hava akımı sayesinde uzun tüylerin iplik üzerine sarıldığı, bu sırada da kısa tüylerinde üzerinin kaplandığı sonucuna varılmıştır. Düze kullanımının büküme etki edip etmediği için de testler yapılmış ve önemli bir değişiklik olmadığı görülmüştür. Mukavemet açısından kompakt ve kompakt-jet sistemleri arasında önemli bir farkın olmadığı ancak kompakt jet ipliklerinin ring ipliklerine karşı önemli üstünlüğü bulunduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak önemli olmasa da kopma uzamasının en yüksek ring ipliklerinde en düşük ise kompakt-jet ipliklerinde olduğu söylenmiştir. Bobinleme işlemiyle tüylülüğün arttığı, bunun nedeninin ise işlem sırasında ipliğin sürtünmelere maruz kalması olduğu ifade edilmiştir (Yılmaz and Usal, 2011).

Krifa ve Ethridge yapmış oldukları çalışmada kısa- orta pamuk stapelinin kullanılması durumunda kompakt teknolojisinin getirilerini incelemiştir. Genel etkilerin dışında çeşitli lif özelliklerini interaksiyonların etkilerine odaklanılmıştır.

Sonuçlara göre, bazı lif özellik kombinasyonlarında kompakt sistemi önemli bir tüylülük azalmasına neden olmamıştır. Ancak, iplik mukavemet ve uzama özellikleri bu interaksiyonlardan etkilenmemiş, kompakt sistemiyle daha yüksek sonuçlara ulaşılmıştır. Çalışmada Ne 26 ($\alpha_m = 127$) iplikler hem ring hem de kompakt sistemlerinde üretilmişlerdir. Bu ipliklere Uster Tester 3, Uster Tensorapid ve Zweigle G566 ile testler yapılmıştır. Bu sonuçlarla iplik tüylülüğü, mukavemet özellikleri ve lif karakteristikleri arasındaki bağıntılar incelenmiştir. sonuçta kompakt sisteminin tüylülük ve mukavemet özelliklerinde genel iyileştirme yaptığı ancak iplik tüylülüğünü azaltmada bazı interaksiyonların etkili olduğu belirtilmiştir. Kompakt sistemiyle maksimum tüylülük azaltmaya kısa ve üniform olmayan pamuk kullanımıyla ulaşılmıştır. Uzun ve üniform liflerle önemli bir tüylülük azaltması elde edilememiştir. Sonuç olarak lif seçiminin iplik üreticisi için önemli olduğu belirtilmiştir (Krifa and Ethridge, 2006)

Başal ve Oxenham çalışmalarında 5 farklı büküm seviyesiyle konvansiyonel ve kompakt iplikleri üretmiş ve bunların özellikleri ve yapısal parametrelerini karşılaştırmışlardır. İzli lif tekniğinin geliştirilmiş bir versiyonu ile imaj analiz uygulaması kombine edilerek iplik yapısı incelenmiştir. Çalışmada PIMA %100 pamuk ve %50 pamuk-%50 polyester karışımlarıyla iplik üretimi yapılmıştır. Büküm katsayıları olarak 2.8, 3.2, 3.6, 4.0 ve 4.4 seçilmiştir. %100 pamuk liflerine %0,5 oranında siyah izleme lifi eklenmiştir. %50 pamuk-%50 polyester ipliklerinin varyans analizi sonuçlarına göre bükümün iplik düzgünsüzlüğü üzerinde önemli etkisi olduğu ancak bu etkinin en çok düşük büküm katsayılı (2.8) ile yüksek bükümlüler arasında olduğu belirlenmiştir. Bükümü artırmak ince ve kalın yer sayısında düşüşe neden olmuş ve tüylülük açısından yüksek büküm ve kompakt sisteminin kullanılmasının düşüşe neden olduğu gözlemlenmiştir. Konvansiyonel sistemde bükümün artmasının mukavemeti arttırdığı ancak kompakt sisteminde daha düşük bir büküm değerinde (4.0) maksimum mukavemete ulaşıldığı belirtilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre büküm katsayısının ve sistemin etkileri önemsiz bulunmuştur. Büküm ve sistem arasındaki interaksiyon yalnızca tüylülük ve mukavemet üzerinde önemli bulunmuştur. Kompakt ve konvansiyonel ipliklerin tüylülük değerleri arasındaki fark bükümün artmasıyla azalmıştır. Aynı eğilim büküm katsayısı 4.0'a kadar mukavemet içinde geçerli olmuştur. Buradan kompakt eğirme sisteminin daha

düşük büküm katsayılarında avantajlarının daha belirgin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İplik yapısı incelendiğinde, kompakt ipliklerinde lif migrasyonu oranı ve genliğinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Lif migrasyon oranının daha yüksek olması eğirme üçgeninin minimize edilmesine, genliğin yüksek olması ise bu ipliklerdeki yoğunluğa bağlanmıştır. Kompakt ipliklerindeki yüksek mukavemetin, yüksek oran ve genlikteki lif migrasyon değerlerinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Bir diğer önemli bulgunun ise düşük büküm katsayılarında ve %100 pamuk ile çalışıldığında kompakt ipliğin üstünlüğünün daha fazla olduğudur (Başal and Oxenham, 2006)

Göktepe vd.'nin yaptıkları çalışma 3 farklı kompakt sisteminin iplik özelliklerinin karşılaştırılması üzerinedir. Zinser, Rieter ve Suessen firmalarının kompakt sistemleri sırasıyla kullanılmıştır. Bu sistemlerle %100 pamuk penye Ne 20/1, Ne 30/1 ve Ne 41/1 iplikleri üretilmiştir. Üretim parametreleri farklı sistemlerde sabit tutulmuştur. Her bir iplik tipinden 20'şer bobin yapılmış ve bu iplikler kondisyonlandıktan sonra Uster Tester 4, Uster Tensorapid ve Zweigle G566 test cihazlarında teste tabi tutulmuştur. Zinser sisteminin delikli apronlu sistemiyle, çalışmadaki numara aralığında en iyi tüylülük değerlerine ulaşılmıştır. Burada, nedenlerden birinin, bu sistemin en yüksek emme basıncına sahip olması olduğu (3430 Pa) belirtilmiştir. Rieter sisteminde Ne 20 ipliklerinde en kötü tüylülük sonuçları oluşmuşken Ne 30 ve Ne 41 ipliklerde diğer iki sistemin arasında sonuçlar oluşturmıştır. Bu da sistemin düşük lif kontrolüne ve dolayısıyla kalın numaralarda istenen sonuçları verememesine bağlanmıştır. Suessen sisteminde tüylülük varyasyonu en yüksek olmuş, buna neden olarak da yüzeydeki apronun zaman zaman tıkanması verilmiştir. Düzgünsüzlükte Zinser en iyi sonuçları kalın numaralarda, Rieter ince numaralarda vermiştir. Suessen en kötü düzgünsüzlük sonuçlarına sahiptir. Zinser sisteminin düzgünsüzlüğünün ince numaralarda kötü çıkmasının emme kuvvetinin ince numaralara göre fazla gelmesinin olabileceği söylenmiştir. İplik hatalarında da düzgünsüzlüğe benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Rieter sisteminin iplik hatalarında yüksek sonuçlar vermesinin liflerin tutunma noktaları arasındaki mesafenin yüksek buna kıyasla lif uzunluğunun kısa kalması gösterilmiştir. Bu sistemde uzun lif kullanmanın avantajlı olacağı belirtilmiştir. Mukavemet sonuçlarında da Zinser kalın orta numarada, Rieter ince numarada daha avantajlı bulunmuştur. Çalışma sonucunda,

ince numaralar için Rieter, kalın- orta numaralarda Zinser kompakt sisteminin avantajlı olduğu belirtilmiştir (Göktepe et al., 2006)

Beceren ve Nergis yapmış oldukları çalışma ile farklı sistemlerle üretilmiş ipliklerin ve sonrasında kumaşların özelliklerin belirlenerek karşılaştırmasını yapmayı amaçlamışlardır. Çalışmayı iki kısma bölmüşler; birinci kısımda Ne 20 numarada çift katlı karde kompakt, penye ring ve tek katlı penye ring iplikleri üreterek bunların hem iplik özellikleri hem de üç farklı sıklıkta örülen kumaşlarının özellikleri karşılaştırılmıştır. İkinci kısımda ise Ne 30 penye vortex, penye ring ve penye kompakt iplikleri ve bu ipliklerden üç farklı sıklıkta örme kumaşlar üreterek özellikleri karşılaştırılmıştır. Kompakt sistemi olarak RoCoS kullanılmıştır. Birinci ve ikinci kısımdaki hammaddeler ve penye telef yüzdeleri farklı olduğundan değerlendirmeleri ayrı ayrı yapılmıştır. Ne 20 ipliklerin test sonuçlarına bakıldığında mukavemet ve kopma uzaması değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamış ama kompakt ipliklerin mukavemeti en düşük bulunmuştur. Buna göre penye işlemleriyle lif uzunluk ortalamasını arttırmanın eğirme üçgenini elimine etmeye kıyasla bu değerlerde daha etkili olduğu sonucu çıkarılmıştır. Tüylülük değerlerine bakıldığında ipliklerin S3 değerleri arasındaki farkın önemli olduğu ve kompakt ipliklerin en düşük tüylülüğe sahip olduğu belirtilmiştir. Katlama işleminin de tüylülüğü düşürdüğü gözlenmiştir. Düzgünsüzlükte ise katlı ipliklerin dublaj etkisiyle değerleri daha düşük çıkmıştır. Ne 30 ipliklerin özelliklerinin değerlendirildiği ikinci kısımda, mukavemet sonuçları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olduğu ve kompakt penye ipliklerin aynı hammaddeyle üretilmiş olan vortex ve ring ipliklerine üstün geldiği belirlenmiştir. Tüylülük açısından da bu üç iplik arasında en düşük tüylülüğe vortex ipliklerinin sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Kompakt ipliklerinin tüylülüğünün ise ring ipliğe kıyasla %58 daha düşük olduğu belirlenmiştir. Düzgünsüzlük açısından ise kompakt ipliklerinin ring ipliklerine göre daha yüksek değerlere sahip olduğu ve bunun nedeninin iplik bünyesine daha fazla katılan liflerin kütlece bölgesel değişimlere neden olabileceği gösterilmiştir. Kumaş testleri sonucunda kompakt ipliklerle örülen kumaşların daha yüksek patlama mukavemetine, aşınma direncine sahip olduğu ve en iyi boncuklanma derecesine vortex ipliklerle örülen kumaşların sahip olduğu belirtilmiştir (Beceren and Nergis, 2008)

Nikolić vd yapmış oldukları çalışmayla ring sistemi ve Suessen ile Zinser kompakt eğirme sistemlerini kıyaslamaktır. Bu nedenle aynı numarada fitiller üretilmiştir. Her iki makine üreticisinin hem konvansiyonel hem de kompakt sistemleri kullanılarak her iplik çeşidinden 20 kg iplik üretilmiştir. Eğirme işlemi sırasında çekim silindirlerini terk eden lif demetinin büküm başlangıç noktasına kadar bir eğirme üçgeni oluşturduğu ve bu bölümün ipliğin yapısal, yüzeysel, mekanik ve fiziksel özelliklerini önemli derecede etkilediği belirtilmiştir. Ayrıca iplik üzerindeki gerilimin eğirme üçgeni üzerindeki liflere düzensiz yansıdığı ve bu nedenle liflerde kopmalar gerçekleştiği ve bunun yanında da mukavemette düşüşlerin gerçekleştiğinden bahsedilmiştir. Kompakt sisteminin ipliğin mukavemetini, kopma uzamasını, kopma işini, aşınma direncini arttırdığı belirtilmiştir. Bunların yanı sıra daha düzgün bir yüzeye ve daha üstün yumuşaklığa sahip olduğu ifade edilmiştir. İplik mukavemetinin yükselmesinin daha ucuz hammadde kullanımına imkan sağlayabileceği belirtilmiştir. Düşük tüylülük nedeniyle yakma işlemine gerek kalmadığı, bunun yanında %50 düşük haşıl tüketimiyler çalışılabildiği hatta haşıl gerektirmeyen durumların oluşabildiği gözlenmiştir. Tüylülüğün azalmasının boncuklanmayı da azaltacağı eklenmiştir. İki kompakt sisteminin karşılaştırılabilmesi amacıyla 20 tex pamuk ve pamuk viskon, pamuk-polyester karışımı iplikler; 16500 d/dk iğ hızı, 21,2 m/dk çıkış hızı, 778-780 T/m büküm ile üretilmişlerdir. Kompakt sisteminin daha önce belirtilen iplik özellikleri açısından konvansiyonel ring sistemine nazaran daha üstün olduğu belirtilmiştir (Nikolic et al., 2003)

Jackowski vd 2004 yılında yapmış oldukları çalışmada, Suessen Elite kompakt sistemi ve konvansiyonel ring sistemiyle üretilmiş pamuk ipliklerinin parametreleri analiz edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Bunun için 15 tex, 18 tex ve 20 tex iplikler aynı orta uzunluktaki pamuk ile karde ve penye olarak üretilmişlerdir. Penye için telef oranı %24 olarak belirlenmiştir. Sonrasında şeritlere, fitillere ve ipliklere çeşitli testler yapılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde; kompakt ipliklerinin yüksek mukavemete, kopma uzamasına, düşük düzgünsüzlüğe, düşük IPI hatalarına, yüksek elastisiteye ve önemli oranda düşük tüylülüğe sahip olduğu belirlenmiştir. En yüksek mukavemetin, en düşük tüylülük ve düzgünsüzlüğün penye kompakt ipliklerinde olduğu belirtilmiştir. Ring iplikleri için Uster istatistiklerine göre değerlendirme yapıldığında kompakt ipliklerinin %5 ve

%25'lik dilimlere girdiği ve bunun da yüksek kaliteye işaret ettiği söylenmiştir. Bu ipliklerle daha sonra örme kumaşlar üretilmiş ve kompakt ipliklerle üretilen kumaşların daha düzgün ve pürüzsüz bir yüzeye, daha yumuşak bir tutuma ve daha düşük pillinglenmeye sahip olduğu belirtilmiştir (Jackowski et al., 2004).

Dash vd'nin yaptıkları çalışmada; aynı karışıma, hazırlık parametrelerine ve eğirme parametrelerine sahip kompakt ve ring ipliklerinin özelliklerine bobinleme hızının etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. İplik uçlarının birleştirildiği (splice) bölgelerin özellikleri ve yapılarını belirlemek adına yaş ve kuru birleştirme teknikleri kullanılmıştır. Ayrıca iplik yapılarının boyanabilirlikle bağlantısını belirlemek için ring ve kompakt ipliklerinin boyanma davranışları da incelenmiştir. bu değerlendirmeler için aynı numarada penye ring ve kompakt iplikleri aynı fitilden; aynı çekim, aynı iğ hızı ve büküm değerleri kullanılarak üretilmiştir. Bobinleme işlemi; 1000, 1200, 1400 m/dk hızları kullanılarak hem yaş hem de kuru uç birleştirme ile yapılmıştır. Herhangi bir varyasyon olmaması için aynı sarım tamburu her iki iplik içinde kullanılmıştır. Bu iplikler ile düz örme kumaşlar üretilmiş ve bu kumaşlar ring ve kompakt için aynı banyolar kullanılarak 6 farklı tonda boyanmışlardır. Sonuçlar değerlendirildiğinde kompakt ipliklerinin ring ipliklerine kıyasla daha düşük çapa ve daha yüksek yoğunluğa sahip olduğu belirtilmiştir. Kompakt ipliklerinin mukavemetlerinin ring ipliklerine kıyasla %10 daha yüksekken %CV si düşüktür bu da daha üniform bir ipliğe işaret etmektedir. Bobinleme hızının artışı kompakt ipliklerde mukavemeti arttırmış ancak sonra düşüşe neden olmuştur. Kompakt ipliklerin kalın yer sayısı bobinleme hızının artışıyla düşmüş ancak düzgünsüzlük ve nepste farklılık oluşmamıştır. Kompakt ipliklerin kısa ve uzun tüylerinin sayısı ring ipliklerine kıyasla daha düşüktür, ancak bobinleme hızının artışı kompakt ipliklerindeki tüylülük artını daha fazla etkilemiştir. Birleştirme bölgelerinin mukavemeti kompakt ipliklerinde daha yüksek, ancak birleştirme bölgesi mukavemeti/iplik mukavemeti oranı ringe kıyasla daha düşüktür. Bunun nedeni olarak ipliğin yeterli oranda açılabilmesi gösterilmiştir. Kompakt ipliklerde boyanın iplik özüne penetrasyonunun tam olmayıp yüzeyde kaldığı, bu nedenle de daha parlak tonlarda olduğu belirtilmiştir (Dash et al., 2002).

Tyagi vd.'nin yapmış oldukları çalışma; ring ve kompakt ipliklerin yapısal ve karakter özelliklerinin büküm katsayısı, çekim ve iğ hızından nasıl etkilendiğini incelemektedir. Bunun için aynı pamuk tipi aynı eğirme öncesi işlemlerden geçirilmiş ve aynı makinede konvansiyonel ring ve RoCoS kompakt iplikleri üretilmiştir. Dahası ipliklerin performans özellikleri de çalışma kapsamında incelenmiştir. Üç farklı çekim (30, 40, 50), üç farklı büküm katsayısı (33.56, 35.95, 38.36) ve iki farklı iğ devri (250, 291.66 dv/sn) üretimlerde kullanılmıştır. Üretimden önce pamuk liflerinin %5'i kırmızıya boyanmış ve geri kalan liflerle karıştırılmıştır. Üretim sonrasında iplikler metil salisilat ile işleme tabi tutularak boyanan liflerin imaj analizinde tesbit edilebilmesi sağlanmıştır. İmaj analizi ile ipliğin yapısal parametrelerinden; helis açısı, helis çapı ve ortalama migrasyon yoğunluğu bulunmuştur. İpliğin mukavemet, düzgünsüzlük, tüylülük, aşınma dayanımı ve performansı test edilmiştir. Sonuç olarak, genelde kompakt ipliklerin daha yüksek ortalama migrasyon yoğunluğuna, daha düşük helis açısı ve çapına sahip olduğu belirtilmiştir. İğ hızının artmasıyla helis açısının ve çapının düştüğü, ortalama migrasyon yoğunluğunun ise arttığı görülmüştür. Ancak, her iki sistemin ipliklerinin yapısal özellikleriyle eğirme koşulları arasında spesifik bir bağıntı bulunmamıştır. Kompakt ipliklerin daha iyi tüylülük ve düzgünsüzlük değerlerine, gelişmiş aşınma ve mekanik karakteristiğine sahip olduğu belirtilmiştir. Belirli bir limite kadar çekimi arttırmanın mukavemeti, kopma uzamasını, kopma işini ve aşınma direncini arttırdığı ama sınırı geçince bu değerlerde düşüş olduğu belirtilmiştir. Büküm katsayısını arttırmanın da bu özellikleri arttırdığı ancak yüksek iğ devirlerinde çalışırken bu etkinin daha az belirgin olduğu tesbit edilmiştir. Düzgünsüzlük ve iplik hatalarında çekimin ve aynı zamanda büküm katsayısının düşmesiyle daha iyi değerlere ulaşıldığı ve düşük hızlarla çalışmanın da bunda etkili olduğu söylenmiştir. Kompakt eğirme sisteminin bu özelliklerde daha tatmin edici sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Kompakt iplik eğirme sisteminde düşük tüylülüğün elde edildiği ve düşük çekim, düşük iğ hızı ve yüksek bükümle çalışmanın tüylülüğü düşürdüğü belirtilmiştir (Tyagi et al., 2010).

Altaş ve Kadoğlu, 2013 yılında yapmış oldukları çalışmalarında çeşitli lifler kullanılarak üretilen mekanik kompakt ve konvansiyonel ring ipliklerinin optik düzgünsüzlük, optik iplik hataları ve tüylülüklerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada

hammadde olarak karde ve penye pamuğun yanı sıra modal, polyester, tencel ve viskon liflerini kullanmışlardır. Bu lifler ile %100 iplikler Ne 20, Ne 30 ve Ne 40 numaralarda α_e 3.4, α_e 3.8 ve α_e 4.2 büküm katsayılarıyla üretilmişlerdir. İpliklerin bahsedilen özelliklerinin belirlenmesi için gereken testleri CTT cihazı yardımıyla yapılmıştır. Sonuç olarak, kompakt ipliklerin daha düşük optik düzgünsüzlük, optik iplik hataları ve tüylülük değerlerine sahip olduğu belirtilmiştir. Mekanik kompakt iplik eğirme sisteminin etkisinin en iyi pamuk lifleriyle gözlemlendiği ve lif içerisindeki kısa lif oranının artmasıyla etkinin daha belirgin olduğu sonucuna varmışlardır (Altaş and Kadoğlu, 2013).

Altaş ve Kadoğlu'nun diğer bir çalışmasında ise (2012) mekanik kompanik kompakt ring iplikleri ve bunlardan örülmüş kumaşların özellikleri karşılaştırılmıştır. Bunun yanı sıra, mekanik kompakt, kompakt ve ring ipliklerinin özellikleri karşılaştırılmıştır. Üretimlerde karde ve penye pamuk fitilleri kullanılmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde bu fitiller kullanılarak α_e 3.4, α_e 3.8 ve α_e 4.2 büküm katsayılarıyla Ne 20, Ne 30 ve Ne 40 mekanik kompakt ve ring iplikleri üretilmiştir. İkinci bölümünde ise %100 penye pamuk fitiller kullanılarak α_e 4.0 büküm katsayısıyla Ne 45, Ne 62 ve Ne 74 numaralarda iplikler ring, kompakt ve mekanik kompakt sistemlerinde eğrilmiştir. İpliklerin çeşitli fiziksel özellikleri ölçülmüştür. Sonrasında iplikler ile laboratuvar tipi örme makinesiyle süprem kumaşlar üretilmiş ve bunların boncuklanma direnci ve patlama mukavemetleri ölçülmüştür. Çalışmanın ilk bölümü için sonuç olarak mekanik kompakt eğirme sistemiyle üretilen ipliklerin ring ipliklerine kıyasla daha düşük tüylülük, daha yüksek mukavemet ve kopma uzaması değerlerine sahip olduğu ve mekanik kompakt ipliklerinden üretilen kumaşların daha düşük boncuklanma değerlerine sahip olduğu belirtilmiştir. Çalışmanın ikinci kısmı için ise hava ile kompaktlaştırma sistemiyle üretilen ipliklerin diğer sistemlerle üretilen ipliklere nazaran daha yüksek mukavemet ve daha düşük tüylülük değerlerine sahip olduğu söylenmiştir (Altaş and Kadoğlu, 2012).

Almetwally vd'nin yapmış oldukları çalışmada pnömatik kompakt sistemleri ve ring iplik eğirme sistemleriyle üretilmiş ipliklerin fiziksel ve mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır. Pnömatik eğirme sistemleri olarak Rieter (K44), Toyota (RX 240) ve Suessen (Fiomax) makineleri kullanılmıştır.

Üretimlerde Giza 86 mısır pamuğundan Ne 2.8 fitiller kullanılmıştır. Bahsedilen 4 farklı eğirme sistemiyle Ne 100 iplikler aynı büküm katsayısıyla üretilmişlerdir. İpliklerin düzgünsüzlük, IPI, tüylülük, mukavemet ve kopma uzaması değerleri ölçülmüştür. Sonuç olarak, kompakt ipliklerin ring ipliklere kıyasla mukavemet tüylülük ve düzgünsüzlük değerleri açısından daha üstün olduğu belirtilmiştir. Fiomax sisteminin diğer sistemlere nazaran mukavemet, kopma uzaması ve koparma işi açısından daha üstün olduğu belirtilmiştir. K44 eğirme sistemiyle üretilen ipliklerin en düşük tüylülük değerlerine sahip olduğu ve diğer kompakt sistemlerine nazaran IPI değerlerinin daha iyi olduğu belirtilmiştir. Genel anlamda, Fiomax sisteminin en fonksiyonel, K44 sisteminin en estetik iplikleri ürettiği belirtilmiştir (Almetwally et al., 2015).

Soltani ve Johari'nin 2011 yılında yaptıkları çalışmada siro, solo, kompakt ve konvansiyonel ring ipliklerinin yapısal ve migrasyon özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. İplik içerisinde lif migrasyonunun en önemli yapısal özelliklerden biri olduğu ve bu özelliğin ipliğin yapısını ve mekanik davranışını etkilediği belirtilmiştir. İplikler lyocell liflerinden ve içerisinde %1 oranında siyah, yeşil ve mor iz lifi içerecek şekilde üretilmişlerdir. Bütün üretimler aynı iplik eğirme makinesinde yapılmış ve kompakt sistemi olarak RoCoS mekanik kompakt sistemi tercih edilmiştir. Bütün sistemlerle 4 tex iplikler 4 farklı büküm katsayısıyla üretilmişlerdir. Sonuç olarak siro iplik eğirme sisteminin lif migrasyonu açısından en üstün eğirme sistemi olduğu ve bunu sırasıyla kompakt, solo ve ring sistemlerinin izlediği belirtilmiştir. Ayrıca eğirme sistemi ve eğirme üçgeni geometrisinin ipliğin yapısal parametrelerini önemli ölçüde etkilediği belirtilmiştir (Soltani and Johari, 2011).

Khurshid vd yapmış oldukları çalışmada (2013) 3 farklı pnömatik kompakt sistemiyle üretilen pamuk ipliklerinin özelliklerini karşılaştırmışlardır. Eğirme sistemleri olarak Rieter K44, Suessen Elite ve Toyota RX-240 sistemleri kullanılmıştır. Giza, Hint ve Tacik pamuk harmanından üretilen 590 tex'lik penye fitilleri kullanılarak 10 tex dokuma ipliği her 3 sistem ile eğrilmiştir. Üretimler sonunda; ipliklerin düzgünsüzlük, IPI, tüylülük, mukavemet, kopma uzaması ve koparma işi değerleri ölçülmüştür. Sonuç olarak; K44 kompakt iplik eğirme sisteminin düzgünsüzlük, IPI, tüylülük, mukavemet ve koparma işi değerleri

açısından en verimli sistem olduğu belirtilmiştir. RX-240 kompakt iplik eğirme sisteminin kopma uzaması açısından en etkin sistem olduğu ve perfore kompakt silindirli sistemlerin apron ve ızgara tipi kompakt sistemlerine nazaran daha iyi olduğu belirtilmiştir (Khurshid et al., 2013).

Liu vd'nin yapmış oldukları çalışma, pnömatik kompakt sistemiyle eğrilmiş ipliklerin kalitesini incelemektedir. Çalışmada perfore tambur ve gözenekli apronlu sistemlerle üretilen ipliklerin özellikleri karşılaştırılmıştır. Üretimlerde Rieter'in Com4 ve CCSS sistemlerinin yanı sıra gözenekli apronlu kompakt eğirme sistemi kullanılmış ve Ne 9.7 penye kompakt iplikleri üretilmiştir. Sonuç olarak gözenekli apronlu kompakt eğirme sistemine nazaran CCSS sistemiyle üretilen kompakt ipliklerinin düzgünsüzlük ve tüylülük değerleri açısından en iyi sonuçları verdiği mukavemet açısından ise az miktarda daha düşük olduğu belirlenmiştir (Liu et al., 2015).

4.2 Tahminleme ve regresyon analizi ile ilgili çalışmalar

Kadoğlu lif özellikleriyle open end rotor iplik özellikleri arasındaki ilişkiyi çoklu regresyon analizi yöntemiyle incelediği çalışmasında lif özellikleri olarak HVI ve AFIS cihazlarından elde ettiği verileri kullanmıştır. Bunun yanı sıra iplik özelliklerinden numara ve büküm ile şerit düzgünsüzlüğü de analizde bağımsız değişkenler olarak yerlerini almışlardır. Analiz sonucu elde edilen veriler yardımıyla tahminleme denklemleri oluşturulmuştur. Analizlerde stepwise ve enter yöntemleri kullanılmıştır. Sonuç olarak yüksek R^2 değerlerinde tahminleme denklemleri elde edilmiştir (Kadoğlu, 1993).

Üreyen ve Kadoğlu yapmış oldukları çalışmada, 15 farklı harman kullanarak ürettikleri ring ipliklerinin önemli özelliklerini HVI lif özelliklerini kullanarak tahminlemeye çalışmışlardır. Üretimlerde 4 farklı iplik numarası (Ne20, Ne25, Ne30 ve Ne35) ve 3 farklı büküm katsayısı (α 3.8, α 4.2, α 4.6) kullanılmıştır. Regresyon analizinde tahminleyici bağımsız değişkenler olarak; HVI lif özellikleri, iplik numarası, büküm sayısı ve fitil düzgünsüzlüğü kullanılmıştır. Gerekli görülen durumlarda lif özellikleri dönüştürülerek lineer ilişkinin oluşması sağlanmıştır. Sonuç olarak, iplik özelliklerinden mukavemet, kopma uzaması, düzgünsüzlük ve tüylülük için tahminleyici denklemler elde

edilmiştir. Bu denklemler için R^2 değerleri sırasıyla 0.95, 0.705, 0.949 ve 0.835 olarak bulunmuştur (Üreyen ve Kadoğlu, 2006).

Üreyen ve Kadoğlu bir başka çalışmalarında AFIS lif özelliklerini kullanarak iplik özelliklerini tahminleme üzerinde çalışmışlardır. Bu amaçla ürettikleri 4 farklı numara (29.53 tex, 23.63 tex, 19.69 tex ve 16.88 tex), 3 farklı büküm katsayısındaki (α_{Tt} 3639, α_{Tt} 4022, and α_{Tt} 4404) 180 çeşit ipliğin özellikleri belirlenmiştir. Kullanılan hammaddenin özellikleriyle bu iplikleri özellikleri regresyon analizinde kullanılarak iplik özelliklerini tahminleyici denklemler oluşturulmuştur. Fitol düzgünsüzlüğü, iplik numarası ve büküm de tahminleyici bağımsız değişkenler olarak AFIS lif özellikleriyle beraber kullanılmışlardır. Sonuçta iplik mukavemeti, kopma uzaması, düzgünsüzlüğü ve tüylülüğü için denklemler oluşturulmuştur. Analiz sonucu elde edilen R^2 değerleri 0,79 ile 0,93 arasında olmuştur (Üreyen ve Kadoğlu, 2007).

Furferi ve Geli yapmış oldukları çalışmada iplik mukavemetini FFBP yapay sinir ağları ile tahminlemeye çalışmışlardır. Bu amaçla, modelin geliştirilmesi için üç adım izlemişlerdir: veri tabanı oluşturma, öğretme parametrelerinin tanımlanması ve yapay sinir ağlarının oluşturulması ve öğretme. Farklı lif karışımlarından meydana getirilmiş olan fitillerdeki lif özellikleri yapılan testler sonucunda elde edilmiş ve üretilen iplik sonuçları da kullanılarak oluşturulan yapay sinir ağları modelinin tahminlemeyi ne doğrulukta yaptığı sınanmıştır. Regresyonla tahminleme işlemi ile karşılaştırıldığında daha iyi sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir (Furferi and Geli, 2010).

Üte ve Kadoğlu, üretmiş oldukları 270 tip ipliğin test sonuçları ve üretimlerde kullandıkları farklı harmanların lif özelliklerini kullanarak siro sistemiyle eğirilen iplik özelliklerini tahminleyebilecekleri denklemler oluşturmuşlardır. Bu amaçla öncelikle 11 farklı harmanlarının HVI cihazı yardımıyla lif özelliklerini elde etmişler, bu harmanları kullanarak Rieter G30 ring iplik makinesinde üretimler yapmışlardır. Üretimler 3 farklı iplik numarası (Ne 30, Ne 40 ve Ne 50) ve 3 farklı büküm katsayısı (α_e 4, α_e 4.5 ve α_e 5) elde edilecek şekilde 3 farklı fitiller arası mesafe kullanılarak yapılmıştır. Üretilen ipliklerin mukavemet ve düzgünsüzlük değerleri ölçülmüştür. Lif özelliklerinin yanı sıra

fitiller arası mesafe, ve iplik numarası ile bükümleri bağımsız değişkenler ve hedeflenen iplik özellikleri bağımlı değişken olarak regresyon analizi ile tahminleme denklemleri geliştirilmiştir. Sonuç olarak elde edilen R^2 değerleri 0,71 ile 0,92 arasında olmuştur (Üte ve Kadoğlu, 2014).

Üte ve Kadoğlu AFIS lif özellikleri ve bazı iplik parametrelerini kullanarak siro ipliklerin düzgünsüzlüğünü tahminlemeye çalışmışlardır. Bunun için 8 farklı harmandan fitiller kullanarak 4 farklı numara (11.81 tex, 14.77 tex, 19.69 tex ve 29.53 tex) ve 3 farklı bükümde (α_{T1} 3831, α_{T1} 4310 and α_{T1} 4789) iplikler üretirken 3 farklı fitiller arası mesafe (3mm, 6mm ve 9mm) kullanmışlardır. Ürettikleri ipliklerin düzgünsüzlüğü ölçülmüştür. Çoklu regresyon analizi ile iplik numarası, büküm ve fitiller arası mesafenin yanı sıra AFIS değerlerinden L_w , SFC_w ve toplam neps sayısı bağımsız değişkenler ve iplik düzgünsüzlüğü bağımlı değişken olarak bir tahminleme denklemi oluşturulmuştur. Regresyon analizi sonucunda elde edilen R^2 değeri 0,92 olmuştur (Üte ve Kadoğlu, 2016).

Sarı ve Oğlacioğlu medikal kompresyon çoraplarının basınç özelliklerine kumaş parametrelerinin etkisini incelemişlerdir. Bu nedenle bu değerler arasındaki ilişkiyi çoklu regresyon analizi ile test etmişlerdir. 27 tip kumaş; 40/40 denye poliamid kaplı elastan zemin ipliği, üç farklı numara elastan (285 dtex, 470 dtex ve 570 dtex) dolgu ipliği olarak kullanılmış ve 3 farklı sıklıkta 15 cpc, 16 cpc and 17 cpc) üretimler yapılmıştır. Ayrıca, elastan besleme gerginliği olarak 3 farklı gerginlik (2 cN, 2.5 cN and 3 cN) kullanılmıştır. Üretilen çorapların basınç değerleri Salzmann Group MST MK IV Medical Compression Stocking Tester cihazıyla yapılmıştır. Kumaşların ilmek yoğunluğu, kalınlıkları ve gramajları da ölçülmüştür. Yapılan çoklu regresyon analizi sonucunda basıncın tahminlenmesi için oluşturulan denklemin R^2 değeri 0,801 olmuştur. Bu denklemdeki bağımsız değişkenler enine elastisite, kumaş kalınlığı, ilmek yoğunluğu ve gramajdır (Sarı ve Oğlacioğlu, 2016).

Üreyen ve Gürkan regresyon ve yapay sinir ağlarıyla tahminleme yapmış oldukları çalışma için 15 farklı harman kullanarak Ne 20, Ne 25, Ne 30 ve Ne 35 numaralarda iplikleri Rieter G30 kullanarak 3 farklı büküm katsayısında üretmişlerdir (α_e 3.8, α_e 4.2, α_e 4.6). üretilen 180 farklı ipliğin özellikleri

belirlenmiştir. İpliklerin tüylülük ve düzgünsüzlük değerlerini HVI ile elde edilen lif özellikleri, fitilin düzgünsüzlüğü ve numarası ile iplik numarası ve büküm sayısı kullanılarak tahminlemişlerdir. Elde edilen veriler ışığında yapay sinir ağlarıyla elde edilen verilerin tahminleme kesinliğinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (Üreyen ve Gürkan, 2008).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, hava ile yoğunlaştırma yapılan kompakt iplik eğirme sistemlerinde üretilen ipliklerin kalite özelliklerinin genel olarak konvansiyonel ring iplik eğirme sistemlerine kıyasla daha üstün olduğu görülmektedir. Hava ile yoğunlaştırma yapılan sistemler içerisinde Zinser sisteminin kalın numaralarda, Rieter sisteminin ise ince numaralarda uzun liflerle çalışıldığında daha etkili olduğu sonucuna varılmaktadır. Bunların yanı sıra iplikte tahminleme çalışmalarının yapıldığı ve bu çalışmaların bir kısmında regresyon analizi kullanıldığı görülmektedir. Ring ve siro sistemleri ile üretilen ipliklerin lif özellikleri yardımıyla iplik özelliklerinin tahminlenmesi için denklemler geliştirilmiştir. Kompakt iplik eğirme sistemiyle üretilen ipliklerin iplik yapısı sayılan diğer iplik eğirme sistemleriyle üretilen ring ve siro ipliklerine nazaran oldukça farklıdır. Dolayısıyla, diğer iplik eğirme sistemleriyle yapılan çalışmalarda üretilen tahminleme analizlerinin bu iplik türünde kullanılamayacağı bilinmektedir. Bu tez çalışmasında kompakt iplik eğirme sistemlerinin ipliklerinin tahminlenmesi için bir analiz yapılmış ve denklemler geliştirilmiştir.

5. MATERYAL-METOT

5.1 Materyal

Tez çalışmasında materyal olarak pamuk lifi kullanılmıştır. Kapsamlı ve genel geçer bir formül türetilmesi amacıyla farklı fiziksel özelliklere sahip harmanların kullanılmasına özen gösterilmiştir. Farklı fiziksel özelliklere sahip harmanların kullanılması, lif özelliklerinin iplik özelliklerine etkisinin mümkün olan en etkin bir şekilde incelenmesini mümkün kılmaktadır. Dolayısıyla çalışmada farklı fiziksel özelliklere sahip 11 harman kullanılmıştır. Bu 11 pamuk harmanı fitil formunda tedarik edilmiştir. Tedarik edilen bu fitillerin lif özellikleri, şerit formunda yapılan testler ile elde edilmiştir. Tedarik edilen fitiller iki farklı fitil numarasına sahiptir. Bu fitil numaraları Ne 1,3 (7 harman) ve Ne 2,0 (4 harman) şeklindedir.

5.2 Deneysel Çalışma

Bu çalışma için 11 farklı pamuk harmanından üretilmiş fitiller kullanılmıştır. Fitiller Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Pamuk İpliği Pilot Tesisinde bulunan Rieter K45 kompakt iplik makinesi kullanılarak eğrilmişlerdir. Kullanılan 11 fitilin hepsi de penyedir. Her bir harman için 6 farklı iplik numarasında ve 3 farklı büküm katsayısıyla iplik üretilmesi amaçlanmıştır. İplik numarası olarak Ne 40, Ne 50, Ne 60, Ne 70, Ne 80 ve Ne 90 seçilmişken büküm katsayısı olarak da $\alpha_e 3.8$, $\alpha_e 4.3$ ve $\alpha_e 4.8$ kullanılmıştır. Çalışmada, kompakt iplik eğirme sisteminin ince ipliklerin üretimindeki avantajı nedeniyle bu tip ipliklerin üretilmesi planlanmıştır. Halbuki, bütün ipliklerin üretimi için seçilen iğ devri ve çekim oranlarıyla bazı numara ve büküm katsayısı kombinasyonlarının üretilmesi mümkün olmamıştır. Çizelge 5.1’de Ne 1.3 ve Ne 2.0 fitiller için üretimde kullanılan deney planı verilmiştir.

Çizelge 5.1 Ne 1.3 ve Ne 2.0 fitil numaralarındaki harmanlar için üretim planı

Fitil Numarası (Ne)	İplik Numarası (Ne)	Büküm Katsayısı (α_e)		
		3.8	4.3	4.8
1.3	40	+	+	+
	50	+	+	+
	60	+	+	+
	70	+	+	Üretilmedi
2.0	40	+	+	+
	50	+	+	+
	60	+	+	+
	70	+	+	+
	80	+	+	+
	90	+	+	Üretilmedi

Çalışmada toplam 145 çeşit iplik üretilmiştir. Bunların 77 adedi Ne 1.3 fitillerden, 68 adedi Ne 2.0 fitillerden üretilmiştir. Ne 1.3 ve Ne 2.0 fitillerin eğrilmesinde kullanılan çekim oranları çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2 Ne 1.3 ve Ne 2.0 Fitiller için kullanılan çekim oranları

Fitil Numarası	İplik Numarası	Çekim Oranı
Ne 1.3	Ne 40	32
	Ne 50	40
	Ne 60	48
	Ne 70	56
Ne2.0	Ne 40	20,8
	Ne 50	26
	Ne 60	31,2
	Ne 70	36,4
	Ne 80	41,6
	Ne 90	46,8

5.2.1 İplik eğirme işlemi

Tez çalışması için kompakt iplikleri, üretimlerde Rieter K45 kompalt İplik makinesinin kullanım kılavuzunda önerilen makine ayarları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

Rieter K45 kompakt iplik eğirme makinesinin emiş tamburu içerisine yerleştirilen emiş soketleri için farklı alternatifler bulunmaktadır (Bkz. Şekil 3.4)). Bu alternatifler arasından “Primo”, Ne 40 ve daha ince ipliklerin üretimi için önerildiği için üretimlerimizde kullanılmıştır. Ayrıca yine Rieter sistemi kompaktlaştırma işleminde önemli bir görev üstlenen hava kılavuzu da üretimlerimize uygun olarak seçilmiştir.

Makinenin kullanım kılavuzunda, kopça ve klips gibi makine parçaları için üretici firma her bir iplik numarası için belirli aralıkları önermiştir. Çalışmaya

başlamadan önce en uygun makine ayarlamalarını yapmak için deneme üretimleri ile kopça, klips ve iğ devri açısından en uygun üretim kombinasyonu belirlenmeye çalışılmıştır. Bu üretimler en ince iplik numarası olan Ne 90 ve orta büküm katsayısı α_e 4.3 ile yapılmıştır. Sonuç olarak belirlenen makine parametreleri çizelge 5.3’de, makine hakkında ayrıntılı özellikler ise çizelge 5.4’de sunulmuştur. Üretimlerde A.B. Carter Inc. firmasının C1 El Udr tipi kopçaları kullanılmıştır.

Çizelge 5.3 Makine Parametreleri

İplik Numarası (Ne)	Besleme Silindiri Manşon	Apron	Çıkış Silindiri Manşon	Nip Silindiri Manşon	İğ Devri (d/dk)	Klips (mm)	Kopça (ISO)
40	Rieter Ri-Q-Cot R-174, 74°Shore sertlik, Mocca	Alt Apron:	Rieter Ri-Q-Cot R-168, 68°Shore sertlik, Bordo	Rieter Ri-Q-Cot R-170, 70°Shore sertlik, Koyu kahve	17000	3.25	31,5
50		36 Kafes, genişlik:30mm, kalınlık:0,9mm, uzunluk:235mm				3.25	25
60						3.00	22,4
70		Üst Apron:				3.00	20
80		36 Kafes, Ø:39,2mm, genişlik 30mm, kalınlık: 1mm				2.75	18
90						2.75	16

Çizelge 5.4 Makine Özellikleri

Makine Tipi	Rieter K45
Çalışılabilir hammadde	Lif uzunluğu= 60 mm şapel uzunluğuna kadar
Çalışılabilir iplik numara aralığı	Pamuk: Ne 10 ile Ne 160 arası Sentetik: Ne 30 ile Ne 80 arası
Ön Çekim	1,02- 1,52
Toplam Çekim	10-80
Büküm (T/m)	200-3000
Maksimum iğ devri	25000 d/dk
İğler arası mesafe (mm)	70
Masura uzunluğu (mm)	20
Bilezik çapı (mm)	38
Flanş genişliği (mm)	3,2
Balon kırıcı çapı (mm)	41
Çekim aralığı	8-80

5.3 Hammadde Özelliklerinin Belirlenmesi

5.3.1 Lif özelliklerinin belirlenmesi

Tezin amacını oluşturan lif özelliklerinin yardımıyla iplik özelliklerinin belirlenmesi için lif özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Tez çalışmasında kullanılan 11 farklı harman fitil formunda temin edilmiştir. Ayrıca bu hammaddelerin şerit formundaki halleri lif ölçümlerinin yapılabilmesi amacıyla alınmıştır. Lif özelliklerinin belirlenmesi amacıyla HVI ile demet halindeki liflere ve AFIS cihazı kullanılarak tek liften testler yapılmıştır.

5.3.1.1 HVI testi

Bölüm 2.5.1’de de anlatıldığı gibi HVI lif kalitesinin belirlenmesi amacıyla kullanılan en önemli cihazlardan biri olup demet halindeki liflere test yapılarak lif özelliklerinin belirlenmesini sağlamaktadır. 11 farklı harman tipinin lif özelliklerinin elde edilmesi amacıyla bu harmanlardan üretilmiş şeritler alınarak teste tabi tutulmuştur. Sonuçlar Bulgular bölümünde yer almaktadır.

5.3.1.2 AFIS testi

Bölüm 2.5.2’de ayrıntılı bir şekilde ele alınan AFIS sistemiyle, üretimler için temin edilen 11 farklı harmandan fitillere test yapılmıştır. Testler sonucunda lif özellikleri elde edilmiştir. Bu özellikler bulgular bölümünde verilmiştir.

5.3.2 Fitol Özelliklerinin Belirlenmesi

Üretimi yapılacak ipliğin özelliklerine, lif özelliklerinin etkisinin yanı sıra üretimde kullanılan hammadde olan fitilin özelliği de etki etmektedir. Fitol özelliğinden bahsederken fitilin düzgünsüzlüğünden bahsedilmektedir.

Fitol düzgünsüzlüğünün belirlenmesi amacıyla bu çalışmada USTER Tester 5 (Şekil 5.1) cihazı kullanılmıştır. İplik düzgünsüzlüğü ve hatalarının belirlemede de kullanılabilen bu cihaz ile çalışmada kullanılan 11 farklı fitil tipine testler yapılmıştır. Her bir fitil çeşidinden 10 ar örnek alınmış ve bu örnekler 24 saat boyunca 20 ± 2 C° sıcaklık ve 65 ± 3 bağıl nem koşullarında kondüsyonlanmıştır. Yapılan testlerin sonuçları bulgular bölümünde yer almaktadır.



Şekil 5.1 Uster Tester 5

5.4 İplik Özelliklerinin Belirlenmesi

5.4.1 İplik Numarası

Üretilen ipliklerin numaralarının belirlenmesinde Uster Tester 5 cihazının FA modülü kullanılmıştır (Şekil 5.2). Bu modüle 100 metre iplik beslenmekte ve beslenen bu iplik numunesinin ağırlığı ölçülmektedir. Sonrasında hesaplanan iplik

numarası, istenilen numaralandırma sisteminde, diğer sonuçlarla birlikte ekranda verilmektedir. Bu sonuçlar, istenirse basılı şekilde istenirse de pdf dosyası olarak sistemden alınabilmektedir.



Şekil 5.2 Uster Tester 5 FA modülü

Testlerden önce üretilen her bir iplik çeşidinden 10 adet numune kondüsyonlanmak üzere 24 saat boyunca 20 ± 2 C° sıcaklık ve $\%65 \pm 3$ bağıl nem koşullarında bırakılmışlardır. Sonuçlar bulgular bölümünde verilmiştir.

5.4.2 Büküm

Üretimi yapılan her bir iplik çeşidinden 10 tane numuneye büküm sayısının tespit edilmesi için test yapılmıştır. Bu testler Zweigle D315 (Şekil 5.3) test cihazı kullanılarak yapılmıştır. Testlerden önce numuneler 24 saat süreyle 20 ± 2 C° sıcaklık ve $\%65 \pm 3$ bağıl nem koşullarında kondüsyonlanmıştır. Her bir numuneden 3 ölçüm yapılmış ve sonuçları bulgular bölümünde verilmiştir.



Şekil 5.3 Zweigle D 315 Büküm Ölçüm Cihazı

5.4.3 İplik mukavemeti

Tez çalışması için üretimleri yapılan ipliklerin mukavemetlerinin belirlenmesi amacıyla Uster Tensorapid 4 (Şekil 5.4) cihazı kullanılarak testler yapılmıştır. Her bir iplik türü için 10 adet numune öncelikle 24 saat süresince 20 ± 2 C° sıcaklık ve $\%65 \pm 3$ bağıl nem koşullarında kondüsyonlanmıştır.

Testler CRE (Constant Rate of Elongation) yöntemi ile 50 cm'lik numunelere 5000mm/dk hızla yapılmıştır. Her bir numuneye 10 adet test yapılmış ve bunların ortalaması alınmıştır. Testler sonucunda cN/tex cinsinden elde edilen veriler bulgular bölümünde verilmiştir.



Şekil 5.4 Uster Tensorapid 4

5.4.4 Kopma uzaması

Kopma uzaması testi de mukavemet testi ile aynı cihazda, Tensorapid 4 (Şekil 5.5) cihazında yapılmıştır. İki ayrı özellik tek bir testte ölçülmektedir. Her bir iplik türü için 10 adet numune öncelikle 24 saat süresince 20 ± 2 C° sıcaklık ve $\%65 \pm 3$ bağıl nem koşullarında kondüsyonlanmıştır.

Testler CRE (Constant Rate of Elongation) yöntemi ile 50 cm'lik numunelere 5000mm/dk hızla yapılmıştır. Her bir numuneye 10 adet test yapılmış ve bunların ortalaması alınmıştır. Testler sonucunda elde edilen veriler bulgular bölümünde verilmiştir.

5.4.5 Düzgünsüzlük

İpliğin en önemli özelliklerinden biri olan düzgünsüzlük testi Uster Tester 5 (Şekil 5.1) cihazı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu cihazın kullanılmasıyla iki adet düzgünsüzlük değeri elde edilmektedir. Bunlar %Um ve %CVm'dir. Çalışmamızın ilerleyen kısımlarında değerlendirmeler yapılırken bunlardan %CVm kullanılacaktır.

İplik düzgünsüzlüğü testi öncesinde iplikler 24 saat boyunca 20 ± 2 C° sıcaklık ve 65 ± 3 bağıl nem koşullarında kondüsyonlanmıştır. Testler 400 m/dk hızla 2,5 dakikada yapılmıştır. Ölçüm uzunluğu 1000 m'dir.

5.4.6 İplik hataları

İplikteki ince yer, kalın yer ve neps hatalarının ölçümü yine Uster Tester 5 (Şekil 5.1) cihazında yapılmıştır. Ölçümler düzgünsüzlük testlerinin ölçümüyle aynı anda yapılmakta ve sonuçlar aynı rapor içerisinde verilmektedir. Testler yapılmadan önce 24 saatlik 20 ± 2 C° sıcaklık ve 65 ± 3 bağıl nem koşullarında kondüsyonlanma gerçekleştirilmiştir. Her bir iplik çeşidi için 10 adet numune kullanılmıştır. Testler 400 m/dk hızla 2.5 dakika süreyle yapılmıştır. Ölçüm uzunluğu 1000 m'dir.

Değerlendirmelerde ince yer sayısı için iplik çapının %50'nden düşük yerlerin 1000 m'deki sayısı, kalın yer sayısı için iplik çapının %50'sinden kalın yerlerin 1000 m'deki sayısı ve neps sayısı için iplik çapının %200'ünden kalın yerlerin 1000 m'deki sayısı kullanılmıştır. Ölçümler sonucunda ayrıca ince yer için -%40, kalın yer için +%40 ve neps için +%140 ve +%280 değerleri de verilmektedir. Ancak bu sonuçlar değerlendirmelerde kullanılmamıştır.

5.4.7 Tüylülük

İplik tüylülüğünün belirlenmesi de tıpkı düzgünsüzlük ve IPI hatalarının belirlenmesindeki gibi Uster Tester 5 (Şekil 5.1) cihazı kullanılmış ve aynı ölçümler içerisinde tüylülük sonuçları da alınmıştır. Uster tüylülük değeri “H” 1 cm iplik uzunluğunda iplik yüzeyinden çıkan tüylerin uzunluğunu veren bir değerdir (Altaş, 2009).

Ölçümler öncesinde 20 ± 2 C° sıcaklık ve $\%65 \pm 3$ bağıl nem koşullarında kondüsyonlama işlemi yapılmıştır. Ölçümlerde her bir iplik çeşidi için 10 adet numune kullanılmıştır. 1000 m iplik kullanılarak ölçümler yapılmıştır.

5.4.8 Diğer iplik özellikleri

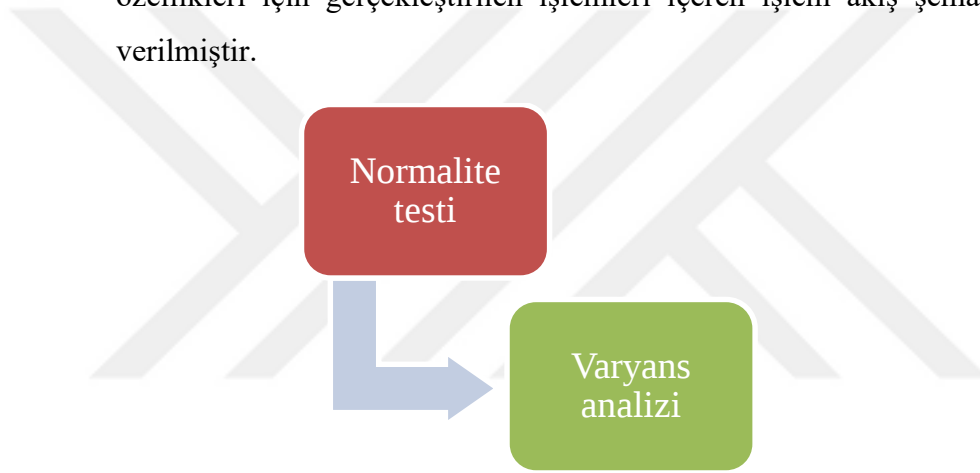
Yukarıda verilen özelliklere ek olarak Uster tester 5 cihazı yardımıyla farklı iplik özellikleri de elde edilmektedir. Bunlar (Uster Tester 5 Kullanıcı Kitabı):

- **Relatif Numara:** ipliğin kapasitif ölçüm yöntemiyle belirlenen numarasıdır. + veya – değerler olarak sonuç raporunda verilmektedir.
- **D:** Bu değer ipliğin g/cm^3 olarak yoğunluğunu vermektedir. İpliğin tokluğunun ne kadar olduğunu anlamak için kullanılır.
- **CV2D 8mm:** 8 mm’lik iplik uzunluğunda 2D çapın göstermiş olduğu varyasyonun katsayısıdır.
- **Şekil:** ipliğin yuvarlaklığının ölçüsüdür. Bu değer iplik enine kesitinin kısa ve uzun eksenlerinin birbirine oranıdır. 1 ipliğin yuvarlak olduğu şekil değeridir.
- **2DØ:** ipliğin iki boyutlu çapının mm cinsinden ortalama değerini verir.
- **CV2D 0.3 mm :** 0.3 mm’lik iplik uzunluğunda 2D çapın göstermiş olduğu varyasyonun katsayısıdır. Kısa varyasyonları değerlendirmede kullanılır.
- **Çepel sayısı Cnt/g:** 1 gram iplikteki çepel ($>500 \mu\text{m}$) sayısını gösteren değerdir.
- **Toz sayısı Cnt/g:** 1 gram iplikteki çepel ($<500 \mu\text{m}$) sayısını gösteren değerdir.
- **FD/km:** 1000 metre iplikteki yabancı maddelerin sayısını gösterir. Sensör 23 farklı yabancı madde çeşidini tespit edebilmektedir.

Belirtilen iplik özelliklerinin için yapılan ölçümler öncesinde 20 ± 2 C° sıcaklık ve $\%65 \pm 3$ bağıl nem koşullarında kondüsyonlama işlemi yapılmıştır. Ölçümlerde her bir iplik çeşidi için 10 adet numune kullanılmıştır. 1000 m iplik kullanılarak ölçümler yapılmıştır.

5.5 Sonuçların Değerlendirilmesi ve Tahminleme Denklemine Oluşturulması

Materyal metot bölümünde bahsedilen lif ve iplik özelliklerine ait bulgular ayrı başlıklar altında değerlendirilmiştir. Değerlendirmelerde SPSS istatistik programının yanı sıra regresyon analizi ve analizin sınamalarında GRETL istatistik programı kullanılmıştır. İlk önce lif özellikleri incelenmiştir. Lif özellikleri için gerçekleştirilen işlemleri içeren işlem akış şeması şekil 5.5’de verilmiştir.



Şekil 5.5 Lif sonuçlarının değerlendirilmesinde uygulanan işlemler

İlk olarak, HVI ve AFIS cihazlarından elde edilen verilerin normal dağılışa uyup uymadığı tespit edilmiştir. Bunun için **Kolmogorov/Smirnov testi** uygulanmış ve $p > 0,05$ önemlilik değerini sağlayan, yani teste göre normal dağılış gösteren lif özellikleri için varyans analizi basamağına geçilmiştir.

İkinci bölümde **korelasyon** analizi yapılmış ve HVI ve AFIS ile elde edilen lif özelliklerinin kendi aralarındaki ve bahsedilen lif özellikleri ile ölçülen iplik özellikleri arasındaki korelasyon belirlenmiştir. Buna göre kendi aralarındaki korelasyon yüksek olan lif özellikleri analizin güvenilirlik/geçerliliğini olumsuz etkileyeceğinden bu lif özelliklerinden biri elenmiş ve analizde kullanılmamıştır. Ayrıca iplik özellikleri ile lif özellikleri arasındaki korelasyonun incelenmesi de bu eleme süreci içerisinde etkili olmuştur. Korelasyonu yüksek olan lif özellikleri

içerisinden elenecek olan iplik özelliğiyle korelasyonu düşük olan olarak belirlenmiştir.

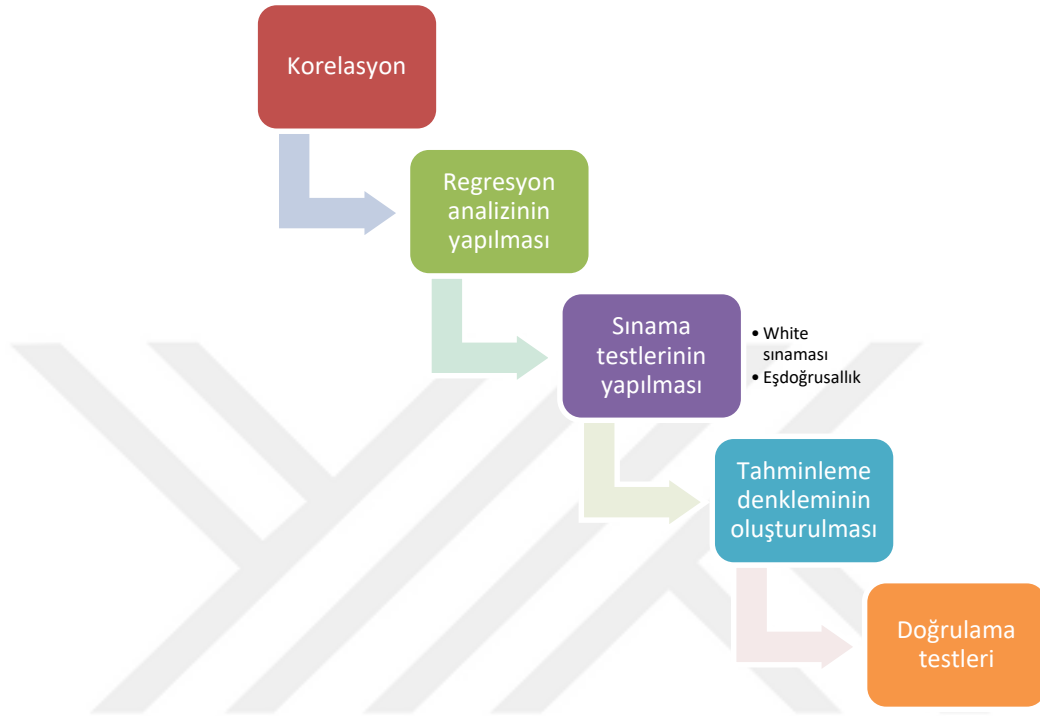
Üçüncü bölümde regresyon analizi yapılmış ve tahminleme denklemleri oluşturulmuştur. Bu amaçla **çoklu regresyon analizi** kullanılmıştır. Basit regresyonda bir bağımlı değişken, onu etkileyen bir başka bağımsız değişkenin fonksiyonu olarak tanımlanabilmektedir. Hâlbuki, bu ilişki tanımlama pek çok durumda yetersiz kalmaktadır. Mühendislik çalışmalarında incelemeleri yapılan değişkenler birden fazla sayıda bağımsız değişkenden etkilenmekte ve yalnızca bir değişkenin etkisinin açıklamanın veriminin olmayacağı bilinmektedir. Bu amaçla bir bağımlı değişkenin birden fazla bağımsız değişken ile ilişkisini veren çoklu regresyon analizi kullanılmaktadır (İkiz, Püskülcü ve Eren, 2006).

Regresyon analizleri incelenirken kullanılan en önemli göstergelerden birisi R^2 değeridir. Bu değer **belirleme katsayısı** olarak tanımlanmaktadır. Bu değer, regresyon doğrusunun ne derece iyi bir tahminleyici olduğunu göstermekte ve regresyon kareler toplamının ortalama etrafındaki kareler toplamına oranı ile elde edilmektedir (İkiz, Püskülcü ve Eren, 2006). Ancak bu belirleme katsayısı yerine, regresyon analizi uygulamalarında **ayarlanmış belirleme katsayısı** tercih edilmektedir. Ayarlanmış (düzeltilmiş olarak da literatürde geçmektedir) belirleme katsayısı örneklem büyüklüğünü de hesaba kattığı için bu değer normal belirleme katsayısına göre daha fazla tercih edilmektedir. Ayarlanmış belirleme katsayısı her zaman belirleme katsayısından daha küçük olmaktadır (Üreyen, 2004).

Regresyon analizi öncesinde bağımlı değişkenlerle bağımsız değişkenlerin ilişkisi, kullanılan istatistik programında bulunan eğri uydurma fonksiyonu ile belirlenmeye çalışılmıştır. İplik özellikleri ile korelasyonları yüksek olan ve regresyon denkleminde kullanılması gerekliliği belirlenen bazı lif özellikleri değerlerinin tahminlemesi yapılacak iplik özelliğiyle lineer ilişki içinde olmadığı tespit edilmiştir. Bu durumda Üreyen'in de çalışmasında (2004) belirttiği gibi “bağımsız değişkenlerin denkleme katılabilmelerini sağlamak için bazı dönüşümler gerekebilir” (Üreyen, 2004). Aynı yazar kendi çalışmasında bağımlı değişkenle lineer ilişkide olmayan bir bağımsız değişkeni yapmış olduğu eğri uydurma işlemi sonucunda elde ettiği denklemle şu şekilde dönüştürüp ilişkiyi lineerliğe yaklaştırmıştır:

- “Kübik (HVI uzama)= $-10,274+1,598.(HVI\ uzama)^2-0,1637.(HVI\ uzama)^3$ ” (Üreyen, 2004)

Regresyon analizinde yapılan işlemleri içeren işlem akış şeması şekil 5.6’da verilmiştir.



Şekil 5.6 Tahminleme denklemini oluşturulmasında uygulanan işlemler

Yapılan çoklu regresyon analizinde sıradan en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır. Regresyon analizinde kullanılan en önemli yöntemlerden biri olan sıradan en küçük kareler yöntemin temelini, “toplam sapmaların karelerinin toplamını en küçük yapacak değerlerin bulunması oluşturmaktadır” (Gürünlü Alma ve Vupa, 2008).

Regresyon analizinin geçerliliğinin ölçülmesi için bir takım sınama testleri yapılmıştır. Öncelikle White sınaması yapılmış olup, bu test ile analizde **farklıserpimsellik** sorunu incelenmiştir. H_0 hipotezi “farklıserpimsellik bulunmuyor” olan bu testin sonucunda $p>0,05$ şartının sağlanması durumunda bu H_0 hipotezi kabul edilmektedir. Aksi durumda ise farklıserpimsellik sorunu olduğu belirlenmiştir.

Klasik lineer modelde hata teriminin varyanslarının sabit dağıldığı varsayımı yapılmaktadır. Bunun aksi durum olan farklıserpimsellik sorunu outlier

olarak da adlandırılan dışadüşen gözlemlerden (özellikle örneklemin küçük olması durumunda) ya da önemli bir değişkenin modelden çıkarılması/ dahil edilmemesi gibi durumlardan ortaya çıkabilmektedir (Yalta, 2011). Regresyon analizinin yapılmasının ardından yapılan White testi ile farklıserpimsellik olduğu tespit edilince analiz programının farklıserpimsellik gidermeli komutu kullanılarak analiz yeniden yapılmış ve bu sorun ortadan kaldırılmıştır.

Farklıserpimsellik sınavasının ardından **eşdoğrusallık** incelenmiştir. Lineer modelin önemli varsayımlarında biri modele katılan değişkenler arasında çoklu eşdoğrusallık olmadığıdır. Bu amaçla yapılan analizler sonrasında eşdoğrusallık incelenmiş ve bu amaçla elde edilen VIF (varyans şişme faktörü) değerlerini 1 ile 10 arasında olup olmadığına bakılmıştır. Çoklu eş doğrusallığı gidermek için genellikle bazı değişkenleri bırakmak ve verileri dönüştürmek gibi önlemler alınabilmektedir. Bu çalışmada ise VIF değerlerinin yüksek olması durumunda bağımsız değişkenlerin bir kısmı analiz dışında bırakılmıştır. Sonuçlar bölümünde yapılan analizler sonrasında bağımsız değişkenlerin eşdoğrusallıkları incelenerek VIF değerleri tablolar halinde verilmiştir (Yalta, 2011).

Yapılan analiz ve sınamalar sonucunda bağımsız değişkenlerin belirlenen katsayıları kullanılarak tahminleme denklemleri oluşturulmuş ve sonuçlar bölümünde verilmiştir.

Oluşturulan denklemler için tahminlenen- ölçülen değerlerin ilişkisini gösteren grafikler ile kalıntıların dağılışını gösteren grafikler her bir tahminleme çalışmasının ardından verilmiştir.

6. BULGULAR

6.1 Lif Özelliklerine ait Bulgular

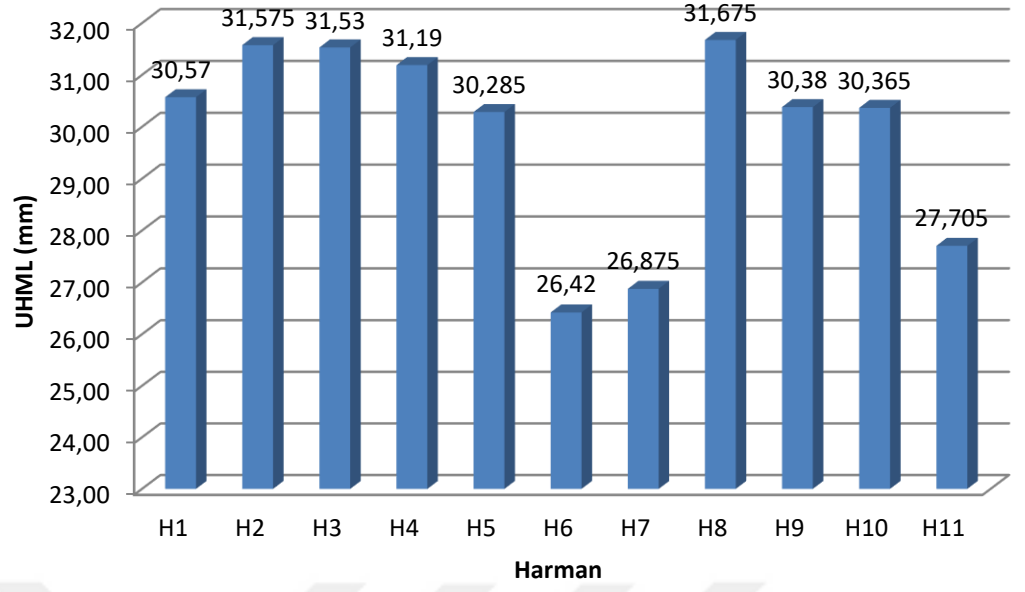
Lif özelliklerinin belirlenmesi amacıyla iki farklı sistemle testler yapılmıştır. HVI ve AFIS sistemleri hakkında bilgi bir önceki bölümde verilmiştir. Bu bölümde her iki sistemle elde edilen lif özellikleri farklı başlıklar altında verilmiştir.

6.1.1 HVI Sonuçları

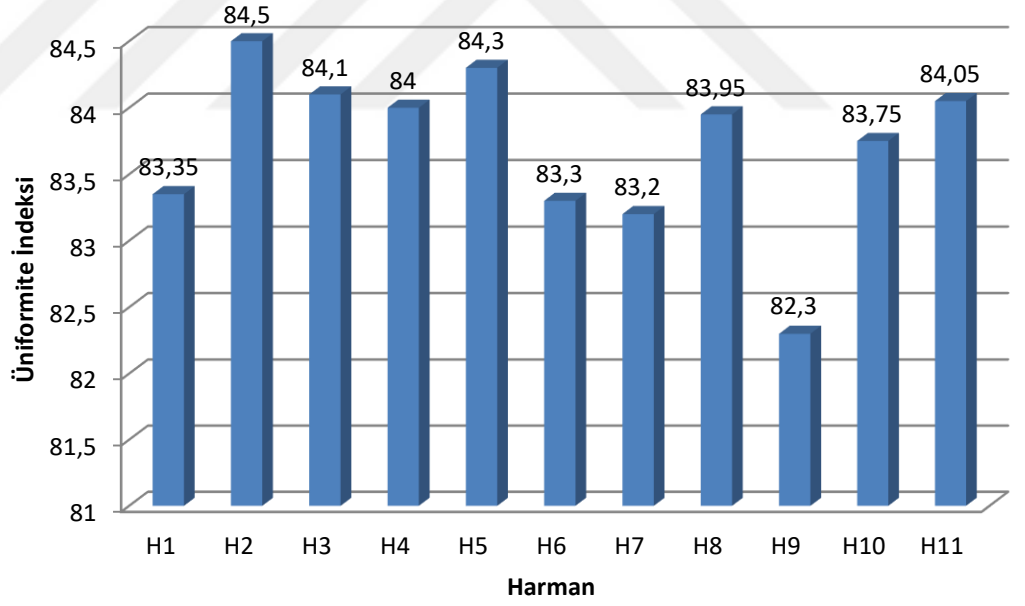
HVI cihazıyla elde edilen lif özellikleri öncelikle Çizelge 6.1’de verilmiş ve bazı lif özellikleri için oluşturulan grafikler şekil 6.1 ile 6. 10 arasında verilmiştir.

Çizelge 6.1 HVI sonuçları

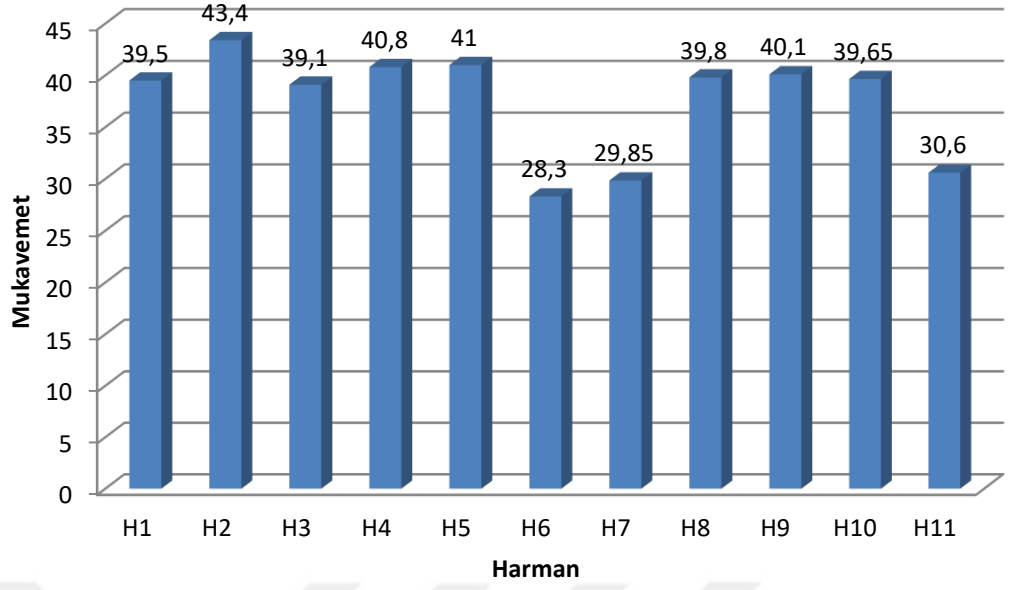
Harman	UHML	Ul	Str	Elg	SFI	Mst	Mat	Mic	Rd	+b	TrAr	TrCut	TrGnd	SCI
H1	30,57	83,35	39,5	5,3	5,95	5,7	0,87	4,105	79,65	10,1	0,04	4	1	171
H2	31,575	84,5	43,4	5,3	5,6	5,9	0,885	4,84	78,15	11,7	0,025	1	1	182,5
H3	31,53	84,1	39,1	5,5	5,7	5,8	0,88	4,65	77,1	11,7	0,03	1	1	169
H4	31,19	84	40,8	4,9	5,75	5,55	0,88	4,61	75,05	11,25	0,01	0	1	172
H5	30,285	84,3	41	5,25	5,9	5,25	0,89	4,965	82,8	9,45	0,02	1,5	1	173
H6	26,42	83,3	28,3	4,7	7,5	6	0,895	5,23	80,3	11,35	0,025	1	1	121
H7	26,875	83,2	29,85	4,65	7,35	5,65	0,89	4,895	79,75	11,05	0,19	3	2	129
H8	31,675	83,95	39,8	5,4	5,9	6	0,88	4,75	77,9	11,35	0,03	1	1	171
H9	30,38	82,3	40,1	5,1	6,5	5,5	0,89	4,90	73,30	12,1	0,01	1	1	158
H10	30,365	83,75	39,65	4,9	5,85	5,5	0,88	4,585	80,35	10,85	0,01	0	1	170
H11	27,705	84,05	30,6	5,2	6,4	5,65	0,88	4,81	80,65	10,85	0,025	1	1	138



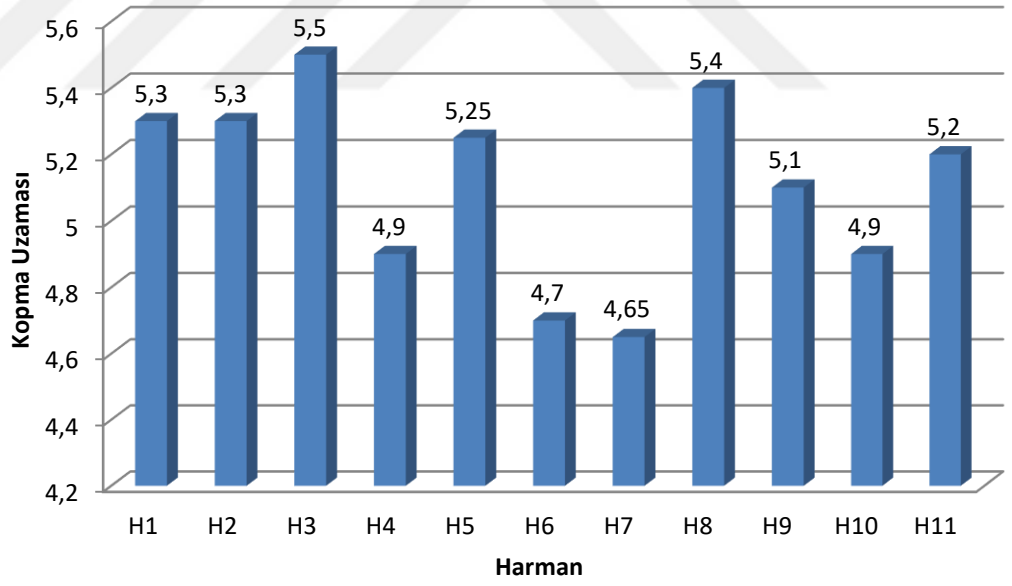
Şekil 6.1 Harmanlara göre üst yarı uzunluğun değişimi



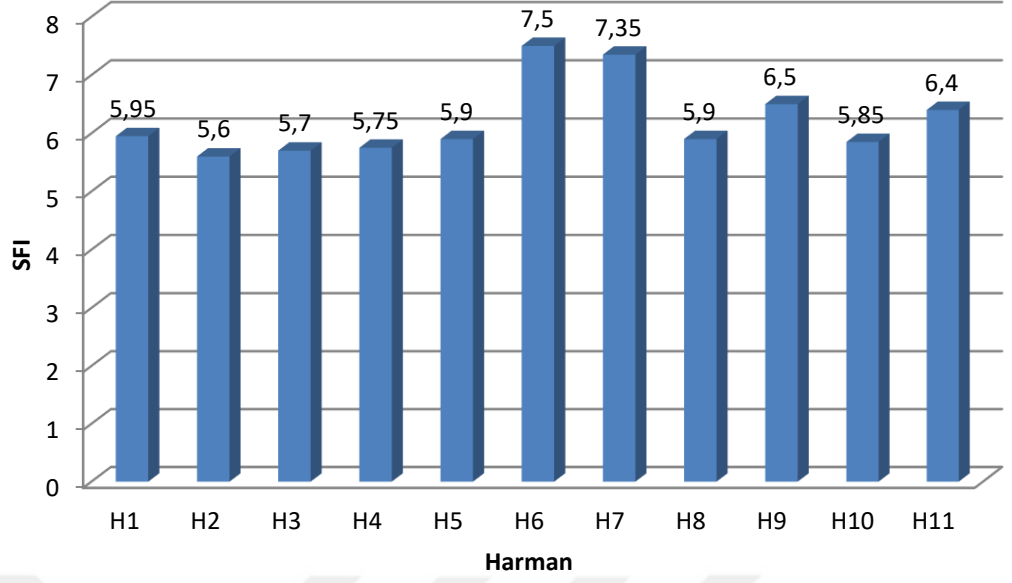
Şekil 6.2 Harmanlara göre üniformite indeksi değişimi



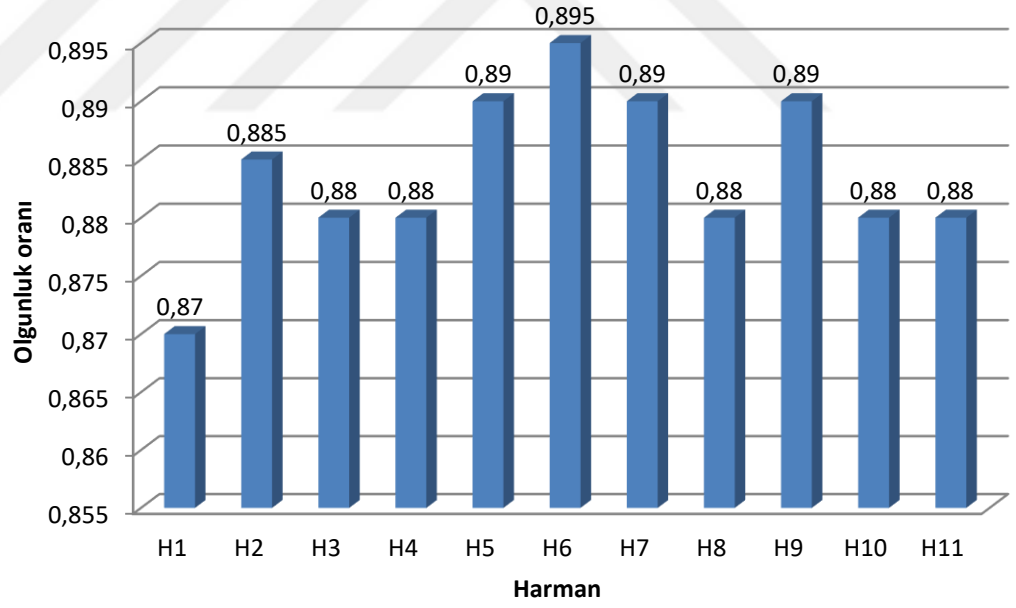
Şekil 6.3 Harmanlara göre lif mukavemeti değişimi



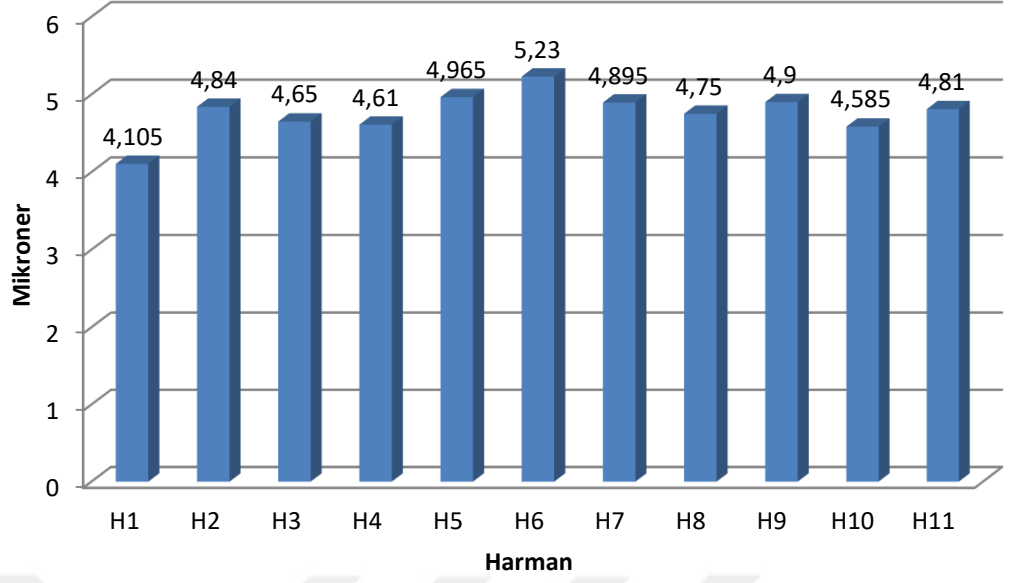
Şekil 6.4 Harmanlara göre kopma uzaması değişimi



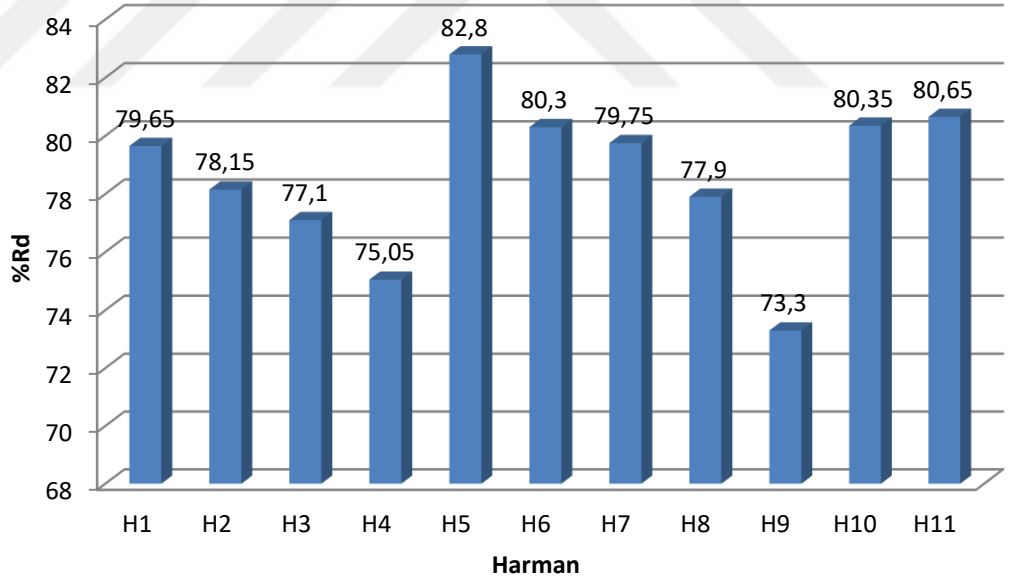
Şekil 6.5 Harmanlara göre kısa lif indeksi değişimi



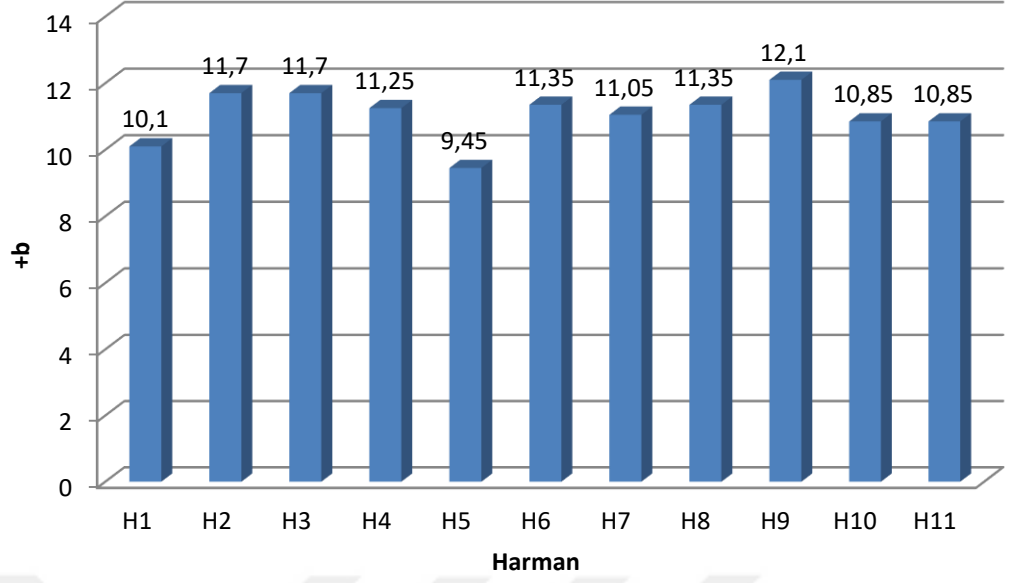
Şekil 6.6 Harmanlara göre olgunluk oranı değişimi



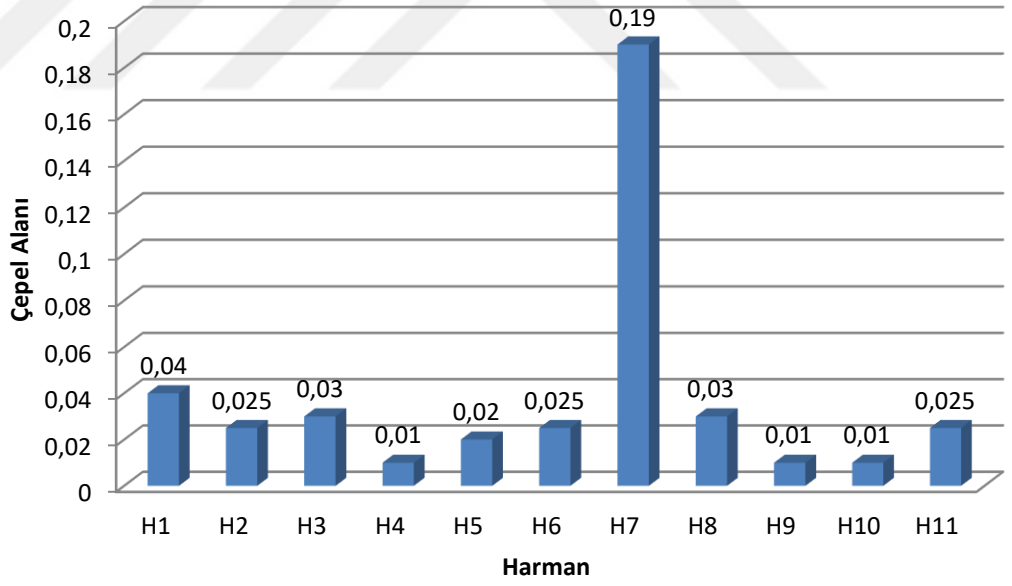
Şekil 6.7 Harmanlara göre mikroner değişimi



Şekil 6.8 Harmanlara göre parlaklık değişimi



Şekil 6.9 Harmanlara göre sarılık değişimi



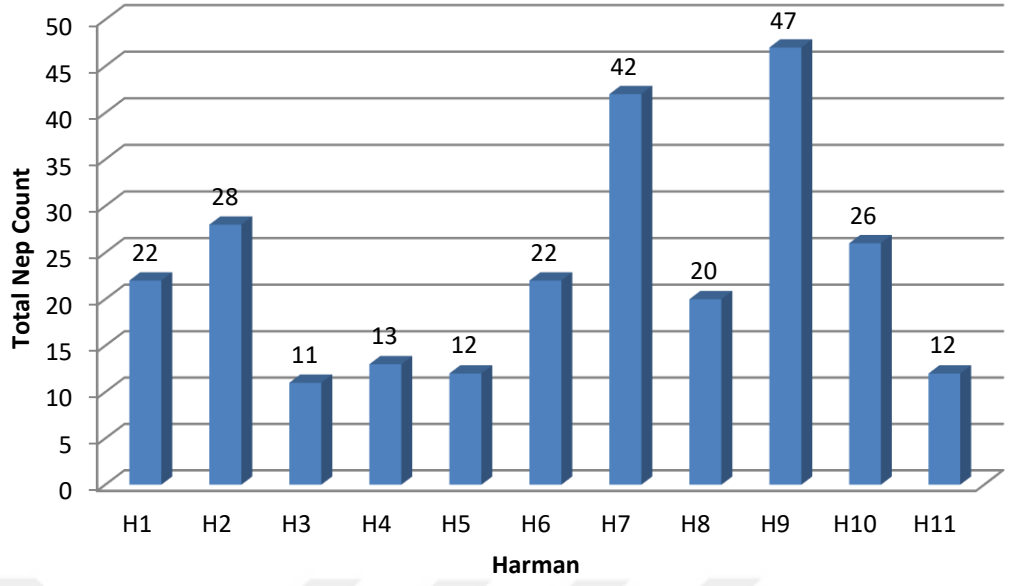
Şekil 6.10 Harmanlara göre çepel alanı değişimi

6.1.2 AFIS Sonuçları

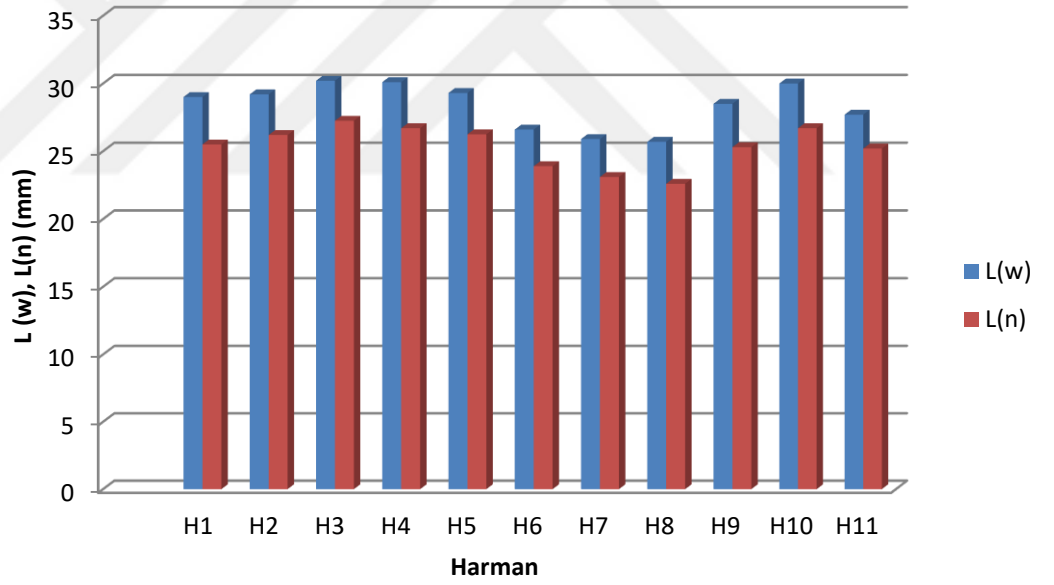
AFIS cihazıyla elde edilen lif özellikleri öncelikle Çizelge 6.2’de verilmiş ve bazı lif özellikleri için oluşturulan grafikler Şekil. 6.11 ile 6.17 arasında verilmiştir.

Çizelge 6.2 AFIS sonuçları

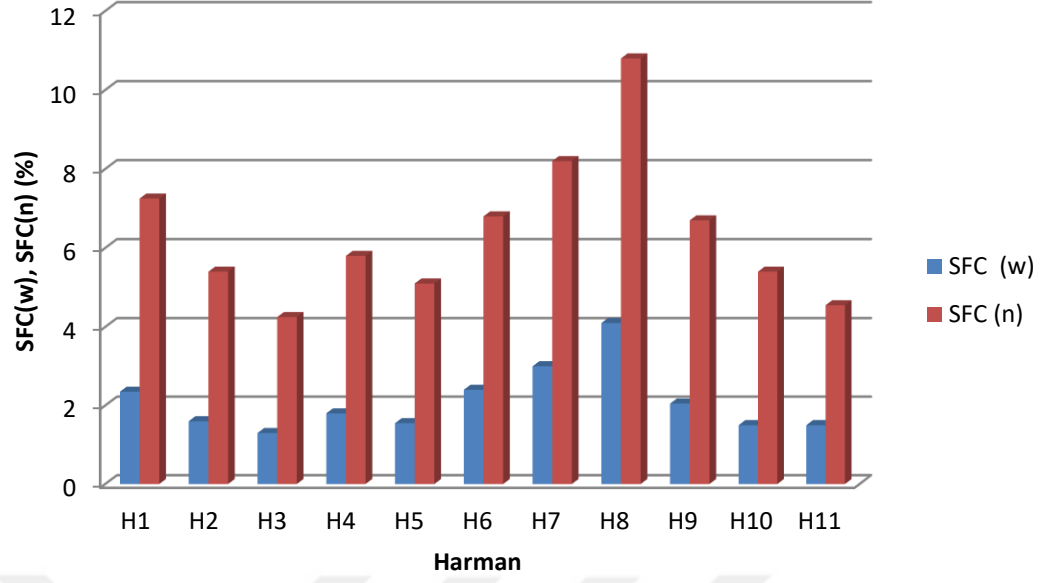
Harman	Total Nap. Cnt	SCNap Cnt	L(w)	L(w) CV%	SFC (w)	UQL (w)	L(n)	L(n) CV%	SFC (n)	5% L(n)	Fineness	Maturity Ratio	IFC
H1	22	0	29	31,7	2,35	34,95	25,5	37,15	7,25	40,6	178,5	1,01	4,1
H2	28	0	29,2	28,4	1,6	34,4	26,2	33,6	5,4	39,8	169	1,03	2,2
H3	11	0	30,2	28,8	1,3	35,65	27,25	33	4,25	41,3	194	1,03	4,2
H4	13	0	30,1	30,6	1,8	35,9	26,7	36	5,8	41,8	185,5	1,02	3,75
H5	12	0	29,3	30,1	1,55	34,85	26,25	34,65	5,1	40,25	187	1,03	4
H6	22	2	26,6	28,9	2,4	31,3	23,9	33,2	6,8	36,1	194	0,99	2,6
H7	42	2	25,9	31,1	3	30,8	23,1	35,3	8,2	35,7	203	0,99	2,8
H8	20	0	25,7	31,9	4,1	30,7	22,6	37,3	10,8	35,5	193	1	3,4
H9	47	0	28,5	30,4	2,05	34,2	25,3	35,9	6,7	39,95	175,5	1	3,95
H10	26	0	30	30,1	1,5	35,6	26,7	35,3	5,4	41,8	173	1,04	2
H11	12	0	27,7	28,3	1,5	32,15	25,2	31,8	4,55	37	209	1	5,05



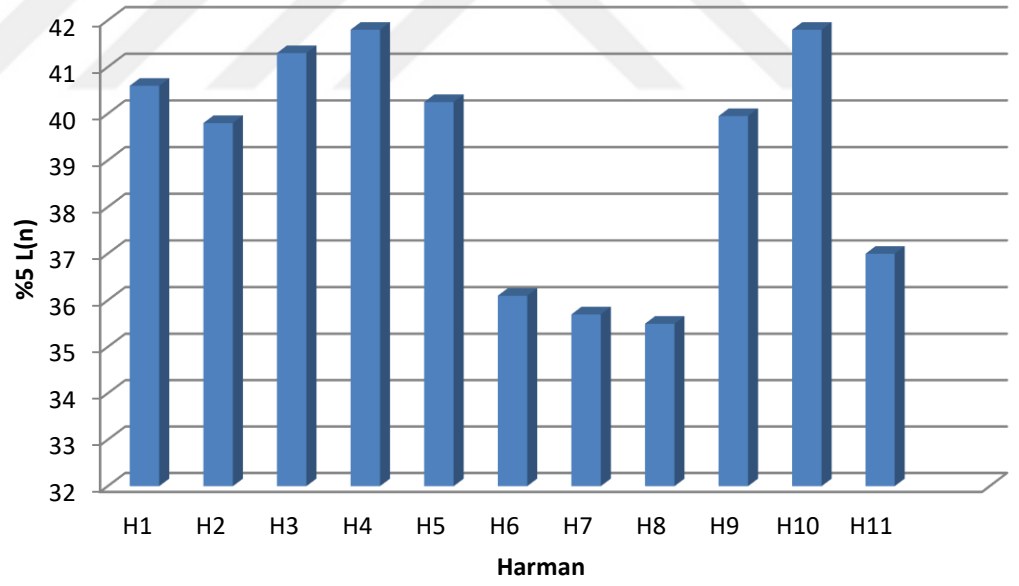
Şekil 6.11 Harmanlara göre toplam neps sayısı değişimi



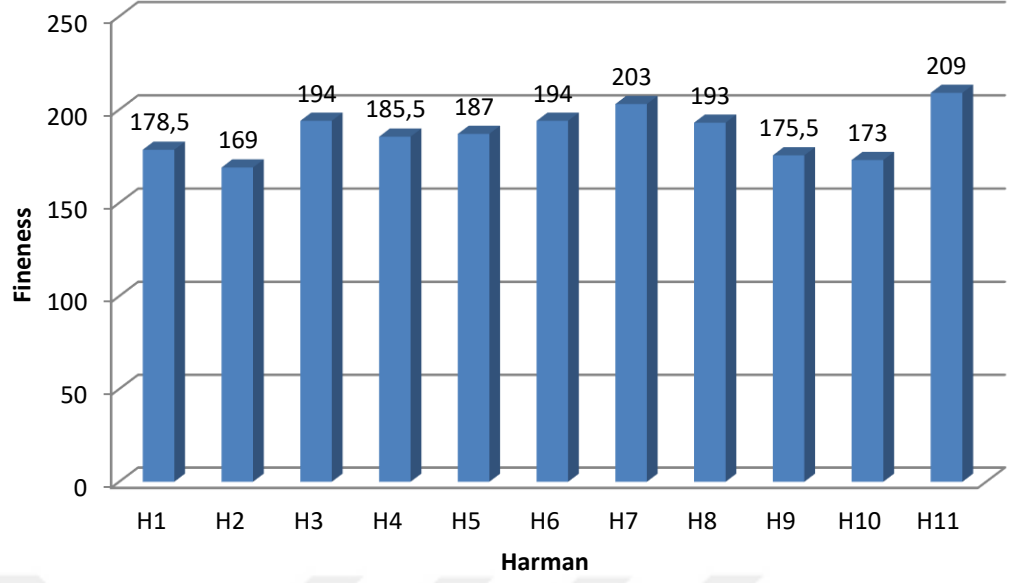
Şekil 6.12 Harmanlara göre uzunluk değerlerinin değişimi (ağırlığa ve sayıya göre)



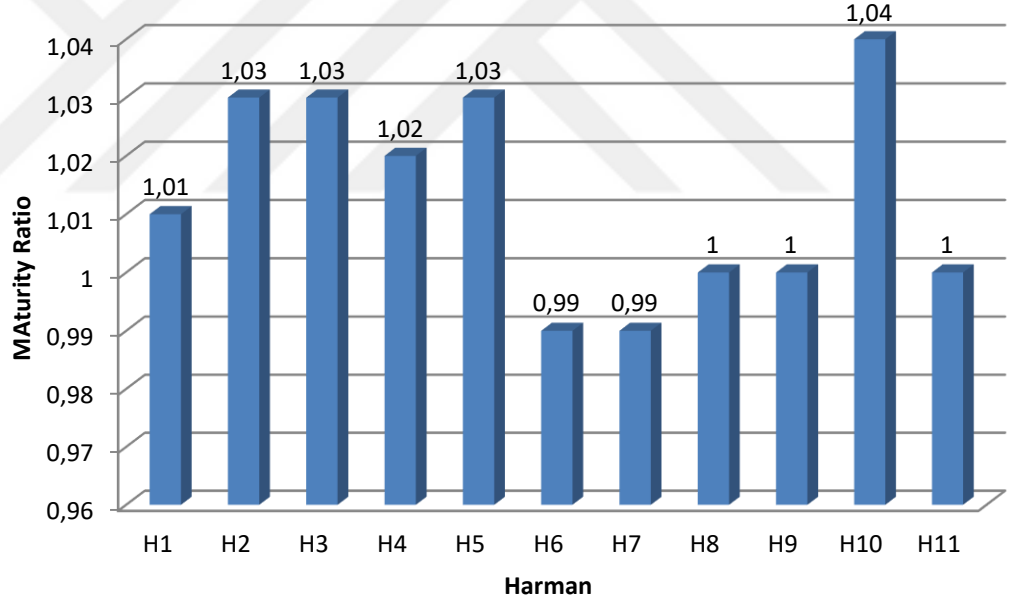
Şekil 6.13 Harmanlara göre Kısa lif içeriği değişimi (ağırlığa ve uzunluğa göre)



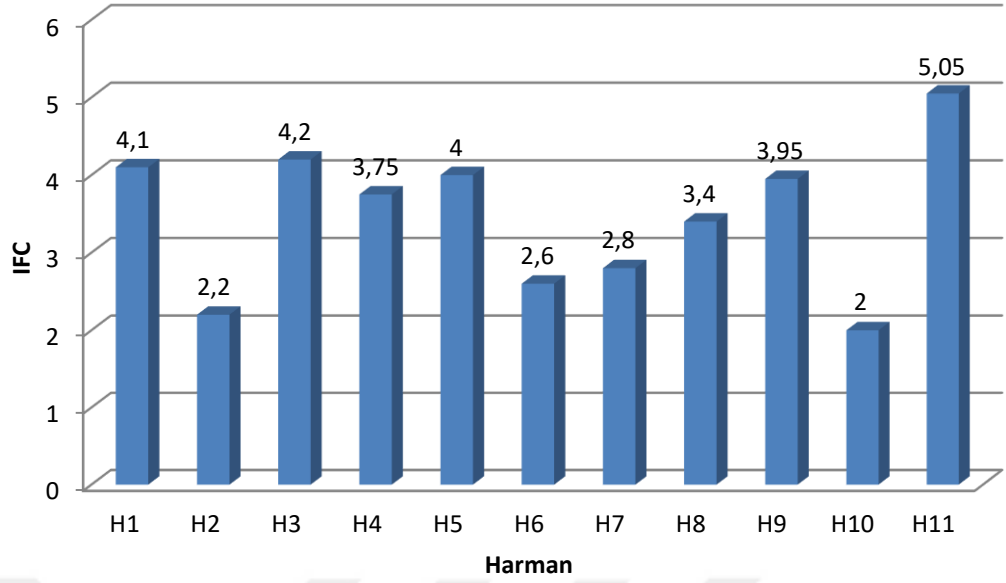
Şekil 6.14 Harmanlara göre % 5 uzunluk değişimi



Şekil 6.15 Harmanlara göre lif inceliği değişimi



Şekil 6.16 Harmanlara göre olgunluk oranı değişimi



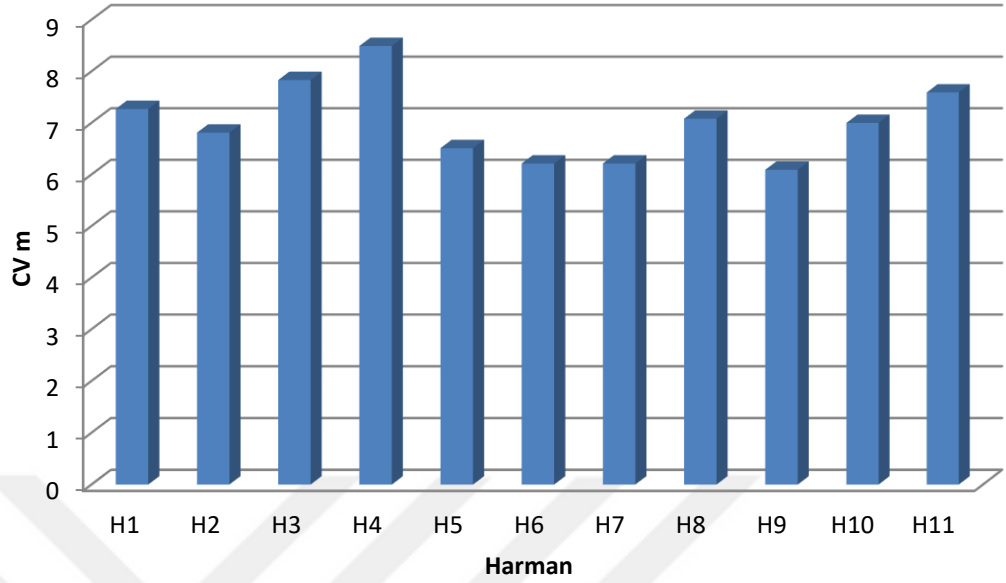
Şekil 6.17 Harmanlara göre olgun olmayan lif içeriği değişimi

6.2 Fitil Düzgünsüzlüğü Bulguları

İplik üretimlerinde kullanılan fitillerin düzgünsüzlük testi sonuçları çizelge 6.3’de verilmiştir. Fitillerin %CV değerlerinin grafiği şekil 6.18’de bulunmaktadır.

Çizelge 6.3 Fitillerin ölçülen düzgünsüzlük değerleri

Harman	CVm	CVm 1m	CVm 3m	CVm 5m
H1	7,27	4,69	3,79	3,4
H2	6,81	3,96	3,29	3
H3	7,83	4,97	4,4	4,2
H4	8,49	5,9	4,96	4,5
H5	6,51	4,64	3,97	3,7
H6	6,212	3,91	3,626	3,48
H7	6,212	3,91	3,626	3,48
H8	7,08	4,39	3,78	3,5
H9	6,09	3,19	2,46	2,1
H10	7	5,04	4,55	4,3
H11	7,59	4,55	3,71	3,45



Şekil 6.18 Harmanlara göre fitil düzgünlüğü değişimi

6.3 İplik Özelliklerine ait Bulgular

İplik özelliklerine ait bulgular her bir tip için, çizelgeler halinde Ekler bölümünde verilmiştir. Ek-1’de ipliklerin Ne cinsinden ölçülen numara ve α_e cinsinden ölçülen büküm katsayısı değerleri, Ek-2’de ipliklerin ölçülen mukavemet ve kopma uzaması değerleri ve Ek-3’de iplik düzgünlük, hata ve tüylülük değerleri ile Ek-3’ verilmiştir.

7. SONUÇLAR

Bu bölümde testlerde elde edilen veriler istatistiksel analizler yapılarak değerlendirilmiştir. Yapılan analizler içerisinde harmanların arasındaki özellik farkları için ANOVA testleri, lif özelliklerinin kendi arasında ve iplik özellikleriyle arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için korelasyon testleri ve en son olarak tahminleme denklemlerinin oluşturulabilmesi için yapılan regresyon analizi yapılmıştır.

7.1 Lif özelliklerinin incelenmesi

Tez çalışmasının ilk adımında kullanılması planlanan harmanların lif özellikleri gerek HVI gerekse de AFIS cihazlarında incelenmiş ve liflerin aralarındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olup olmadığına bakılmıştır. Bu amaçla HVI verilerine yapılan ANOVA analizinin sonuçları bu bölümde incelenmiştir.

ANOVA analizinin sonuçları çizelge 7.1’de verilmiştir. Sonuçlara göre her bir lif özelliği için harmanlar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu noktadan hareketle bu harmanlar yeterli etkinlikte bir tahminleme denkleminde kullanılabilir bulunmuş ve üretimler gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 7.1 Lif özellikleri için ANOVA testi sonuçları

Lif Özelliği	F	Önemlilik
UHML	104,331	0,000
Üniformite indeksi	43,220	0,000
Mukavemet	110,178	0,000
Kopma uzaması	16,082	0,000
Kısa lif yüzdesi	40,697	0,000
Olgunluk	33,300	0,000
İncelik	79,672	0,000
Parlaklık	706,300	0,000
Sarılık	106,090	0,000
Çepel Alanı	3,343	0,009
Eğirilebilirlik İndeksi	110,909	0,000

7.2 İplik Özelliklerinin incelenmesi ve tahminleme denklemlerinin oluşturulması

Bu bölümde, “Sonuçların Değerlendirilmesi ve Tahminleme Denkleminin Oluşturulması” kısmında anlatılan yöntemlerle istatistiksel analizler yapılmış ve sonuçları verilmiştir. Son olarak, iplik özelliklerinin tahminlenmesi için oluşturulan tahminleme denklemleri verilmiştir.

7.2.1 Korelasyon testi

İplik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılacak olan girdilerin kendi aralarındaki korelasyon analiz edilmiştir. Buna neden olarak iplik özelliklerinin her birine etki edebilecek olan bu lif özelliklerinin, birbirlerinin iplik özelliği üzerine etkisini pozitif ya da negatif yönde arttırabileceğidir. Bu amaçla incelenen korelasyonun sonuçları Çizelge 7.2’de verilmiştir. Ayrıca, lif özellikleriyle ölçülen iplik özellikleri arasındaki korelasyonda incelenmiştir. Bu noktada, hangi lif özelliklerinin iplik özellikleri üzerinde etkisi olduğunun tespit edilmesi amaçlanmıştır. İplik özellikleriyle korelasyonu düşük olan lif özellikleri regresyon analizinde kullanılacak modeller içine katılmayacaktır. Bu testin sonuçları da çizelge 7.3’de verilmiştir.

Çizelge 7.2 HVI lif özellikleri korelasyonları

	(Ne)	(T/m)	SCI	MIC	STR	LEN	UNF	SFI	ELG	Rd	b	Mat
(Ne)	1	0,751**	0,148**	-0,101**	0,177**	0,173**	-0,077**	-0,097**	0,153**	-0,174**	0,106**	-0,069**
(T/m)	0,751**	1	0,142**	-0,090**	0,167**	0,162**	-0,056**	-0,095**	0,131**	-0,145**	0,079**	-0,061**
SCI	0,148**	0,142**	1	-0,492**	0,969**	0,955**	0,437**	-0,950**	0,693**	-0,179**	-0,086**	-0,454**
MIC	-0,101**	-0,090**	-0,492**	1	-0,375**	-0,443**	-0,028**	0,519**	-0,393**	-0,004**	0,371**	0,931**
STR	0,177**	0,167**	0,969**	-0,375**	1	0,956**	0,262**	-0,868**	0,630**	-0,348**	0,049**	-0,314**
LEN	0,173**	0,162**	0,955**	-0,443**	0,956**	1	0,321**	-0,908**	0,744**	-0,390**	0,126**	-0,447**
UNF	-0,077**	-0,056**	0,437**	-0,028**	0,262**	0,321**	1	-0,581**	0,404**	0,490**	-0,273**	-0,142**
SFI	-0,097**	-0,095**	-0,950**	0,519**	-0,868**	-0,908**	-0,581**	1	-0,755**	0,096**	0,112**	0,561**
ELG	0,153**	0,131**	0,693**	-0,393**	0,630**	0,744**	0,404**	-0,755**	1	-0,091**	-0,040**	-0,494**
Rd	-0,174**	-0,145**	-0,179**	-0,004**	-0,348**	-0,390**	0,490**	0,096**	-0,091**	1	-0,780**	-0,036**
b	0,106**	0,079**	-0,086**	0,371**	0,049**	0,126**	-0,273**	0,112**	-0,040**	-0,780**	1	0,364**
Mat	-0,069**	-0,061**	-0,454**	0,931**	-0,314**	-0,447**	-0,142**	0,561**	-0,494**	-0,036**	0,364**	1

**0,01 seviyesinde anlamlıdır

* 0,05 seviyesinde anlamlıdır

Çizelge 7.3 incelendiğinde, HVI lif özellikleri ve ölçülen iplik değerleri (numara ve büküm) arasındaki korelasyonlar içerisinde mikroner ve olgunluk değerlerinin yüksek korelasyona sahip olduğu görülmektedir. Beklenen bir sonuç olan bu durum, lif inceliğinin olgunluğundan etkilenmesiyle oluşmaktadır. Bunun dışında SCI (eğirilebilirlik indeksi) değerinin bir çok lif özelliğiyle korelasyonunun yüksek olduğu görülmektedir. Bahsedilen lif özelliklerinin kullanılmasıyla elde edilen bir lif değeri olduğu için, bu da beklenen bir durumdur. Bu nedenden dolayı SCI ve olgunluk oranı değerlerinin regresyon analizinde kullanılmaması gerektiği saptanmıştır. Birkaç değer haricinde liflerin arasındaki korelasyonlar ya 0,05 seviyesine göre ya da 0,01 seviyesine göre anlamlı bulunmuşlardır.

Çizelge 7.3 HVI lif özellikleri ile iplik özelliklerinin korelasyonları

	Mukavemet (cN/tex)	kopma uzaması (%)	Uster %CV	İnce yer (-%50)	Kalın Yer (+%50)	Neps (+%200)	Tüylülük (H)
Ölçülen Ne	0,003	-0,672**	0,652**	0,583**	0,438**	0,468**	-0,723**
Ölçülen (T/m)	0,074**	-0,265**	0,477**	0,369**	0,305**	0,304**	-0,795**
MIC	-0,358**	-0,064*	0,179**	0,165**	0,286**	0,225**	0,084**
STR	0,851**	-0,029	-0,420**	-0,348**	-0,549**	-0,508**	-0,277**
LEN	0,827**	-0,038	-0,416**	-0,348**	-0,564**	-0,538**	-0,287**
UNF	0,292**	0,026	-0,382**	-0,198**	-0,326**	-0,302**	-0,051
SFI	-0,772**	-0,059*	0,531**	0,404**	0,641**	0,595**	0,256**
ELG	0,581**	-0,091**	-0,276**	-0,239**	-0,486**	-0,501**	-0,260**
Rd	-0,165**	0,084**	-0,112**	0,037	0,037	0,068*	0,197**
B	-0,152**	-0,146**	0,235**	0,087**	0,151**	0,119**	-0,069**

** 0,01 seviyesinde anlamlıdır.

* 0,05 seviyesinde anlamlıdır.

HVI lif özellikleri ile hedef iplik özellikleri arasındaki korelasyon incelendiğinde, çizelge 7.3'den de görülebileceği gibi, en yüksek korelasyon sırasıyla 0,851 ve 0,827 pearson korelasyon katsayılarıyla lif mukavemeti ve lif uzunluğunun iplik mukavemetiyle olan korelasyonudur. Bununla birlikte iplik kopma uzaması sonuçlarının lif özellikleriyle korelasyonunun çok düşük olduğu görülmektedir. Bu da, iplik kopma uzamasının bu lif özellikleri kullanılarak oluşturulacak tahminleme denklemlerinin çok sağlıklı olmayacağı sonucunu

ortaya çıkarmaktadır. Korelasyonların 0,05 ve 0,01 seviyelerine göre anlamlı olanları çizelgede ”*” ile belirtilmiştir.

AFIS değerlerinin kendi aralarındaki korelasyonun incelenmesi için yapılan analiz sonuçları çizelge 7.4’de verilmiştir buna göre ağırlık ve sayıya göre belirlenen değerler (Lw - Ln, SFCw - SFCn) arasında ki korelasyonun yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle regresyon analizinde bu değerlerden yalnızca biri tercih edilmiştir. Ağırlığa göre sonuçları iplik özellikleriyle korelasyonunun sayıya göre AFIS verilerine kıyasla daha yüksek olması nedeniyle regresyon analizinde bu veriler kullanılmıştır. İplik özellikleri ile lif özelliklerinin korelasyonunun verildiği çizelge 7.5’da bu nedenle sayıya göre olan veriler verilmemiştir.

Çizelge 7.4 AFIS lif özellikleri korelasyonları

	(Ne)	(T/m)	Neps	L (w)	SFC (w)	UQL (w)	L (n)	SFC (n)	%5 L (n)	Fine.	Matur.	IFC
(Ne)	1	0,751**	0,137**	-0,050	0,136**	-0,020	-0,082**	0,162**	-0,016	-0,165**	-0,064*	0,005
(T/m)	0,751**	1	0,103**	-0,034	0,119**	-0,006	-0,064*	0,144**	-0,003	-0,154**	-0,040	-0,006
Neps	0,137**	0,103**	1	-0,228**	0,178**	-0,161**	-0,271**	0,259**	-0,108**	-0,344**	-0,364**	-0,317**
L (w)	-0,050	-0,034	-0,228**	1	-0,339**	0,985**	0,985**	-0,779**	0,975**	-0,564**	0,822**	0,078**
SFC (w)	0,136**	0,119**	0,178**	-0,339**	1	-0,751**	-0,909**	0,989**	-0,728**	0,283**	-0,626**	-0,091**
UQL (w)	-0,020	-0,006	-0,161**	0,985**	-0,751**	1	0,941**	-0,674**	0,997**	-0,626**	0,788**	0,085**
L (n)	-0,082**	-0,064*	-0,271**	0,985**	-0,909**	0,941**	1	-0,869**	0,924**	-0,472**	0,816**	0,086**
SFC (n)	0,162**	0,144**	0,259**	-0,779**	0,989**	-0,674**	-0,869**	1	-0,644**	0,150**	-0,585**	-0,129**
%5 L (n)	-0,016	-0,003	-0,108**	0,975**	-0,728**	0,997**	0,924**	-0,644**	1	-0,649**	0,775**	0,058**
Fine.	-0,165**	-0,154**	-0,344**	-0,564**	0,283**	-0,626**	-0,472**	0,150**	-0,649**	1	-0,543**	0,436**
Matur.	-0,064*	-0,040	-0,364**	0,822**	-0,626**	0,788**	0,816**	-0,585**	0,775**	-0,543**	1	-0,244**
IFC	0,005	-0,006	-0,317**	0,078**	-0,091**	0,085**	0,086**	-0,129**	0,058**	0,436**	-0,244**	1

** 0,01 seviyesine göre anlamlı

* 0,05 seviyesine göre anlamlı

AFIS verileriyle regresyon analizinde, HVI verileriyle regresyonun aksine incelik yerine olgunluk kullanılmıştır. Bunun nedeni olarak çizelge 7.5 ‘de de görülebileceği gibi olgunluğun iplik özellikleriyle korelasyonun daha yüksek olması ve istatistiksel olarak anlamlı olmasıdır.

Çizelge 7.5 AFIS lif özellikleri ile iplik özelliklerinin korelasyonları

	Mukavemet (cN/tex)	kopma uzaması (%)	Uster %CV	İnce yer (-%50)	Kalın Yer (+%50)	Neps (+%200)	Tüylülü k (H)
(Ne)	0,003	-0,672**	0,652**	0,583**	0,438**	0,468**	-0,723**
(T/m)	0,074**	-0,265**	0,477**	0,369**	0,305**	0,304**	-0,795**
Total Nep Count	-0,178**	-0,115**	0,380**	0,222**	0,267**	0,242**	0,021
L (w)	0,393**	0,227**	-0,537**	-0,392**	-0,417**	-0,292**	-0,129**
SFC (w)	0,012	-0,239**	0,371**	0,252**	0,208**	0,103**	0,031
UQL (w)	0,458**	0,210**	-0,523**	-0,390**	-0,421**	-0,295**	-0,141**
L (n)	0,300**	0,236**	-0,528**	-0,375**	-0,389**	-0,268**	-0,112**
SFC (n)	0,081**	-0,239**	0,358**	0,230**	0,182**	0,087**	0,016
%5 L (n)	0,457**	0,216**	-0,513**	-0,387**	-0,414**	-0,290**	-0,137**
Fineness	-0,521**	0,048	0,200**	0,212**	0,223**	0,115**	0,111**
Maturity	0,547**	0,186**	-0,640**	-0,414**	-0,524**	-0,415**	-0,112**
IFC	0,023	0,094**	-0,039	-0,069**	-0,182**	-0,249**	-0,156**

** 0,01 seviyesine göre anlamlı

* 0,05 seviyesine göre anlamlı

7.2.2 İplik mukavemetinin tahminlenmesi

Bu bölümde, iplik özellikleri içerisinde oldukça önemli bir yere sahip olan mukavemetin tahminlenmesinin yapılabilmesi için HVI ve AFIS lif değerleri kullanılarak regresyon denklemleri oluşturulmuştur.

7.2.2.1 HVI değerleri ile iplik mukavemetinin tahminlenmesi

İplik mukavemeti için geliştirilecek denklem için hangi HVI verilerinin kullanılacağına belirlenmesi aşamasında çizelge 7.2 ve 7.3'deki korelasyon sonuçlarına bakılmıştır. Lif mukavemeti (STR) değeri ile lif uzunluğunun (LEN) ve aynı zamanda bir önceki bölümde de belirtildiği gibi incelik (MIC) ve olgunluğun (Mat) korelasyonlarının yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu nedenden dolayı regresyon analizinde kullanılacak bağımsız değişkenler seçilirken, lif uzunluğu ve olgunluğu değerleri analiz dışı bırakılmıştır.

Regresyon analizi yöntemi olarak önceki bölümlerde de aktarıldığı gibi sıradan en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır. Bir çok bağımsız değişkenin tek bir bağımlı değişkene etkisini incelendiği bu çoklu regresyon analizi tekniği ile sonuçlar elde edilmiştir. Bu analiz öncesinde lif özellikleri ile mukavemetin ilişkisinin doğrusal olup olmadığı incelenmiş ve gerekli görülen durumlarda lif

özelliklerinin mukavemetle lineer etkileşim içerisinde olmasını sağlayacak dönüşümler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, kullanılan lif özelliklerinden yalnızca lif mukavemeti değerinin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur. Analiz sonucu elde edilen değerler çizelge 7.6'da verilmiştir. Elde edilen R^2 değeri 0,77 ve akaike ölçütü 4234,105 olmuştur.

Çizelge 7.6 İplik mukavemeti regresyon analizi sonuçları (HVI)

	Katsayı	Ölçülen hata	t	P değeri
Sabit	1,59408	0,517329	3,081	0,0021*
İplik numarası (Ne)	-0,0326301	0,00286558	-11,39	1,37e-028*
Büküm katsayısı (α_e)	0,106049	0,0381047	2,783	0,0055*
Lif mukavemeti	0,530989	0,00861946	61,60	0,0000*
Fitil Düzgünsüzlüğü (CVm)	0,205620	0,0618009	3,327	0,0009*
R^2	0,776236			
Adj R^2	0,775487			
Hata kareleri toplamı	4134.947			
Standart hata	1.860942			
p-değeri	0,0000			
Akaike	4234,105			

* İstatistiksel olarak anlamlıdır..

Regresyonun geçerliliğinin belirlenmesi için sınamalar yapılmıştır. White testi ile farklıserpimsellik değerlendirilmiş ve farklıserpimsellik olduğu belirlendiği için analiz farklıserpimsellik giderilerek tekrarlanmıştır. Bu analiz sonucunda R^2 değeri 0,82 ye yükselmiş ve aynı durumda akaike ölçütü 4896,96 olmuştur (Çizelge 7.7).

Çizelge 7.7 İplik mukavemeti farklıserpimsellik gıdermeli regresyon analizi sonuçları (HVI)

	Katsayı	Ölçülen hata	t	P değeri
Sabit	1,57153	0,451130	3,484	0,0005 *
İplik numarası (Ne)	-0,0342010	0,00298078	-11,47	5,54e-029*
Büküm katsayısı (α_e)	0,123803	0,0357328	3,465	0,0005 *
Lif mukavemeti	0,542162	0,00777966	69,69	0,0000 *
Fitil Düzgünsüzlüğü (CVm)	0,149382	0,0565564	2,641	0,0084 *
R ²	0.824541			
Adj R ²	0.823953			
Hata kareleri toplamı	4134.947			
Standart hata	1.860942			
p-değeri	0,0000			
Akaike	4896.960			

* İstatistiksel olarak anlamlıdır..

Sonuç olarak elde edilen iplik mukavemeti denklemi şu şekilde olmuştur:

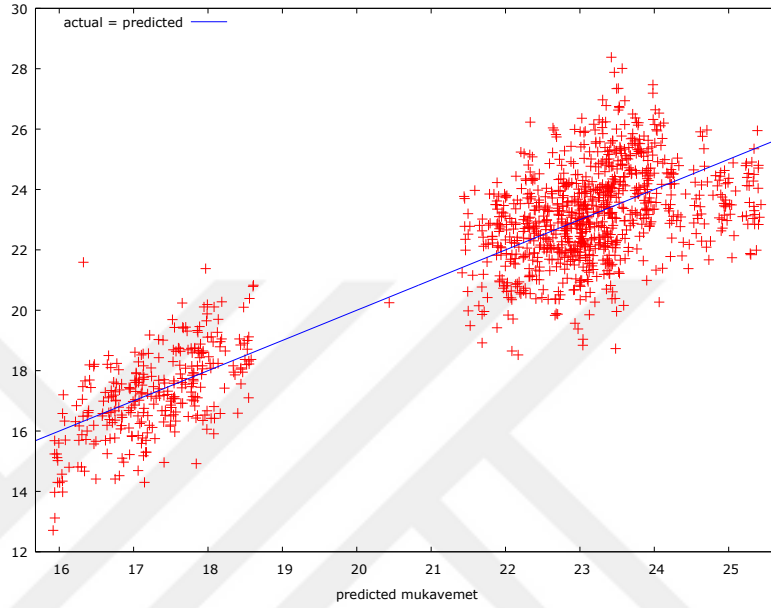
İplik Mukavemeti (cN/Tex)= 1,57153 - 0,0342010.İplik numarası (Ne) + 0,123803. Büküm katsayısı (α_e) + 0,149382. Fitil düzgünsüzlüğü (CVm) + 0,542162. Lif mukavemeti (STR)

Bunun dışında varyans şişme çarpanlarına bakılarak eşdoğrusallık incelenmiş ve VIF değerlerinin 1 ile 10 arasında olması durumunda regresyon denklemi kullanılabilir kabul edilmiştir. İplik mukavemeti denklemi için elde edilen VIF değerleri çizelge 7.8’de verilmiştir. Kalıntıların normalliği de incelenmiştir ve grafiği şekil 7.2’de verilmiştir.

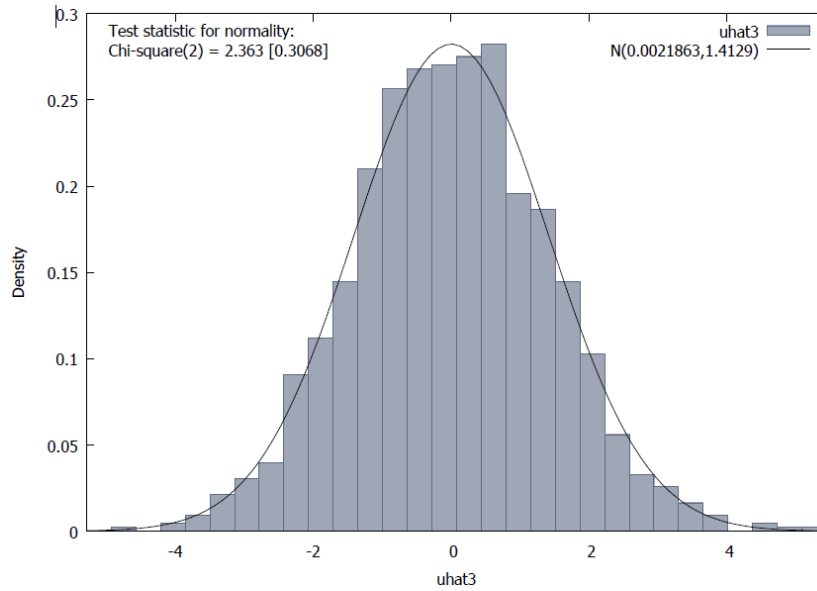
Çizelge 7.8 Mukavemet analizindeki bağımsız değişkenlerin VIF değerleri (HVI)

Bağımsız Değişkenler	VIF
Fitil Düzgünsüzlüğü (CVm)	1,061
İplik numarası (Ne)	1,033
Büküm katsayısı (α_e)	1,009
Lif mukavemeti	1,0084

Regresyon analizi sonucunda elde edilen denklem ile tahminlenen ve ölçülen değerlerin ilişkisine bakılmıştır. Şekil 7.1’de ölçülen ve hesaplanan mukavemetlerin grafiği verilmiştir. Bunun dışında kalıntıların normalliği incelendiğinde (Şekil 7.2) p değerinin 0.306786 olduğu görülmektedir ve bu nedenle 0 hipotezi yani kalıntıların normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir.



Şekil 7.1 Ölçülen-Tahminlenen iplik mukavemeti (HVI)



Şekil 7.2 Mukavemet kalıntıların dağılımı (HVI)

7.2.2.2 AFIS değerleri ile iplik mukavemetinin tahminlenmesi

Genellikle proses etkinliğinin kontrolü için lif özelliklerini analiz eden bir cihaz olan AFIS'in vermiş olduğu lif özellikleri kullanılarak iplik mukavemeti regresyon analizi ile tahminlenmeye çalışılmıştır. Lif özelliklerinin yanı sıra üretilen ipliğin önemli tanımlayıcı parametrelerinden olan iplik numarası ve büküm katsayısı ile kullanılan fitilin uster düzgünsüzlük değeri (CV_m) bağımsız değişkenler olarak ele alınmıştır.

Korelasyon analizi sonuçları incelenerek kullanılabileceği tespit edilen lif özellikleri ile testler yapılmış ve sınamalar basamağında şartları sağlayan toplam neps sayısı, üst çeyrek uzunluk, lif inceliği ve lif olgunluğu değerleri bağımsız lif değişkenleri olarak tanımlanmıştır. Lineerliğin sağlanması için lif özelliklerinde dönüşüm yapılmıştır (Üreyen, 2004). Bunun dışında iplik numarası, büküm katsayısı ve fitil düzgünsüzlükleri de yine bağımsız değişkenler olarak analize dahil edilmiştir. Gerçekleştirilen regresyon analizi sonucu elde edilen katsayılar, p değerleri, R² değeri ve akaike ölçütü değerleri çizelge 7.9'da verilmiştir.

Yapılan dönüşümler şu şekildedir:

- Quadratik Lif inceliği= - 177,3 + 2,261 Lif inceliği - 0,006371 Lif inceliği²
- Kübik üst çeyrek uzunluğu = 18926 - 1698 üst çeyrek uzunluğu + 50,74 üst çeyrek uzunluğu² - 0,5042 üst çeyrek uzunluğu³
- Kübik toplam neps sayısı = - 5,531 + 3,952 toplam neps sayısı - 0,1601 toplam neps sayısı² + 0,001883 toplam neps sayısı³
- Quadratik Lif olgunluk oranı= - 7334 + 14417 lif olgunluk oranı - 7062 lif olgunluk oranı²

Çizelge 7.9 İplik mukavemeti regresyon analizi sonuçları (AFIS)

	Katsayı	Ölçülen hata	t	P değeri
Sabit	-7,22614	0,815579	-8,860	2,85e-018
İplik numarası (Ne)	-0,0334386	0,00308634	-10,83	3,75e-026
Büküm katsayısı (α_e)	0,101449	0,0407170	2,492	0,0129
Fitil Düzensizliği (CVm)	-0,895202	0,100289	-8,926	1,63e-018
Kübik Toplam neps sayısı	0,663260	0,0309176	21,45	1,40e-086
Kübik Üst çeyrek uzunluk	0,239887	0,0370722	6,471	1,42e-010
Quadratik Lif inceliği	0,165780	0,0452628	3,663	0,0003
Quadratik Lif olgunluk oranı	0,506218	0,0485759	10,42	2,14e-024
R ²	0,745290			
Adj R ²	0,743793			
Hata kareleri toplamı	2707,886			
Standart hata	1,507854			
p-değeri	0,000000			
Akaike	4395,416			

Regresyonun geçerliliğinin belirlenmesi için sınamalar yapılmıştır. White testi ile farklıserpimsellik değerlendirilmiş ve farklıserpimsellik olduğu belirlendiği için analiz farklıserpimsellik giderilerek tekrarlanmıştır (Çizelge 7.10).

Çizelge 7.10 İplik mukavemeti farklıserpimsellik gidermeli regresyon analizi sonuçları (AFIS)

	Katsayı	Ölçülen hata	t	P değeri
Sabit	-7,15338	0,816993	-8,756	6,83e-018
İplik numarası (Ne)	-0,0322348	0,00295295	-10,92	1,66e-026
Büküm katsayısı (α_c)	0,210025	0,0596054	3,524	0,0004
Fitil Düzgünsüzlüğü (CVm)	-0,990958	0,0854233	-11,60	1,48e-029
Kübik Toplam neps sayısı	0,583493	0,0326876	17,85	2,43e-063
Kübik Üst çeyrek uzunluk	0,293664	0,0313846	9,357	3,94e-020
Quadratik Lif inceliği	0,0843413	0,0387759	2,175	0,0298
Quadratik Lif olgunluk oranı	0,589999	0,0459389	12,84	1,88e-035
R ²	0,800296			
Adj R ²	0,799123			
Hata kareleri toplamı	4220,384			
Standart hata	1,882436			
p-değeri	0,000000			
Akaike	4927,482			

Regresyon analizi sonucu elde edilen R² değeri 0,799 olmuştur. Analizin sınamalarının ikinci basamağı olarak varyans şişme faktörü VIF'ler incelenmiştir. İnceleme sonucunda elde edilen sonuçlar Çizelge 7.11'de verilmiş olup, değerlerin istenilen sınırlar arasında olduğu tespit edilmiştir.

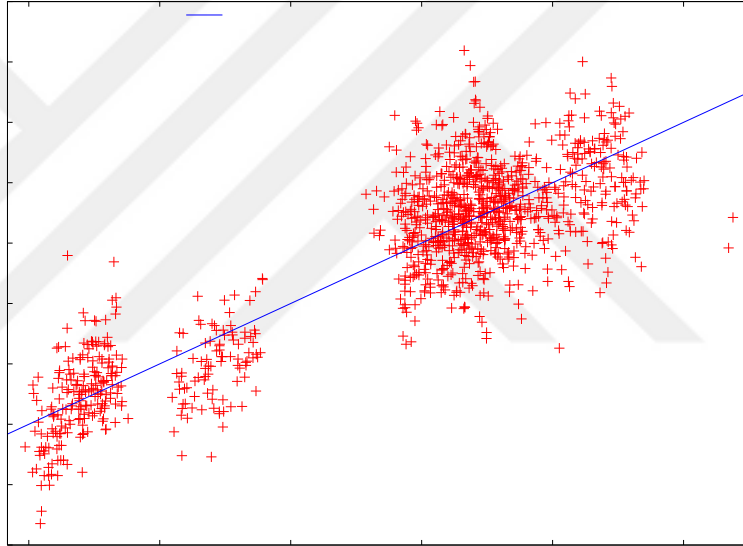
Çizelge 7.11 Mukavemet analizindeki bağımsız değişkenlerin VIF değerleri (AFIS)

Bağımsız Değişkenler	VIF
İplik numarası (Ne)	1,050
Büküm katsayısı (α_c)	1,009
Fitil Düzgünsüzlüğü (CVm)	2,002
Kübik Toplam neps sayısı	5,985
Kübik Üst çeyrek uzunluk	3,607
Quadratik Lif inceliği	5,859
Quadratik Lif olgunluk oranı	2,448

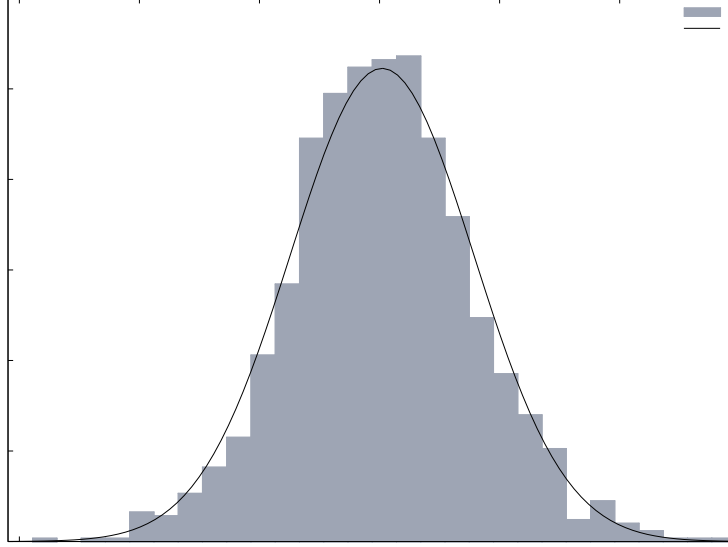
Elde edilen tahminleme denklemi şu şekildedir

İplik Mukavemeti (cN/Tex)= -7,15338 - 0,0322348. İplik numarası + 0,210025. Büküm katsayısı - 0,990958. Fitil düzgünsüzlüğü + 0,583493. Kübik Toplam neps sayısı + 0,293664. Kübik Üst çeyrek uzunluk + 0,0843413. Quadratik Lif inceliği + 0,589999. Quadratik Lif olgunluk oranı

Kalıntıların normalliği incelendiğinde kalıntı dağılımının normal olduğu belirlenmiştir (p= 0,0817775). Ölçülen ve tahminlenen mukavemet değerlerinin grafiği ile kalıntıların dağılımının grafikleri sırasıyla şekil 7.3 ve 7.4’de verilmiştir.



Şekil 7.3 Ölçülen-tahminlenen iplik mukavemeti (AFIS)



Şekil 7.4 Mukavemet kalıntıların dağılımı (AFIS)

7.2.3 İplik düzgünsüzlüğünün tahminlenmesi

Bu bölümde, iplik düzgünsüzlüğünün tahminlenebilmesi için HVI ve AFIS değerleri regresyon analizinde kullanılarak denklemler geliştirilmiştir.

7.2.3.1 HVI değerleri ile iplik düzgünsüzlüğünün tahminlenmesi

HVI verileri kullanarak iplik düzgünsüzlüğünü tahminleme için regresyon analizi ile bir denklem oluşturulmaya çalışılmıştır. İlk olarak lif özelliği verilerinin uster %CV değerleriyle ilişkisi incelenmiştir. Bu amaçla bölüm 2.5’de anlatılan eğri uydurma işlemi yapılmış ve bağımsız değişkenle lineer ilişki de olmayan lif özellikleri, lineerliği sağlayacak şekilde dönüştürülmüştür (Üreyen, 2004). İncelemelerde regresyon analizi ile bu analiz içinde istatistiksel olarak anlamlılığı elde edilmiş olan lif özelliklerinden lif mukavemeti, mikroner ve kısa lif indeksi değerleri kullanılmış, yapılan testler sonucunda en yüksek R^2 değerlerine ulaşılması için üniformite analiz dışında bırakılmıştır.

Bahsedilen dönüşümler şu şekilde yapılmış ve yeni bağımsız değişkenler tanımlanmıştır:

- $\text{Küçük lif mukavemeti} = 34,35 - 1,031 \text{ lif mukavemeti} + 0,01305 \text{ lif mukavemeti}^2$
- $\text{Küçük kısa lif indeksi} = 286,3 - 130,6 \text{ kısa lif indeksi} + 20,62 \text{ kısa lif indeksi}^2 - 1,070 \text{ kısa lif indeksi}^3$

Dönüşümlerin yapılmasından sonra elde edilen yeni bağımsız değişkenler kullanılarak regresyon analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen katsayılar, p değerleri ve akaike çizelge 7.12’de verilmiştir.

Çizelge 7.12 İplik düzgünlüğü regresyon analizi sonuçları (HVI)

	Katsayı	Ölçülen hata	t	P değeri
Sabit	-6,63207	0,402572	-16,47	4,20e-055*
İplik numarası (Ne)	0,0581287	0,00105293	55,21	0,0000*
Lif inceliği	-0,572809	0,0670751	-8,540	4,04e-017*
Küçük kısa lif indeksi	0,847992	0,0401470	21,12	2,15e-084*
Küçük lif mukavemeti	-0,572809	0,0670751	-8,540	4,04e-017*
R²	0,812579			
Adj R²	0,811951			
Hata kareleri toplamı	322,4325			
Standart hata	1,198344			
p-değeri	0.000000			
Akaike	1837,909			

*İstatistiksel olarak anlamlıdır.

Yapılan regresyon analizinin geçerliliğini belirlemek amacıyla sınamalar yapılmıştır. İlk olarak White testi yapılmış ve farklıserpimsellik incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda farklıserpimsellik olduğu tespit edildiğinden işlem farklıserpimsellik giderilecek şekilde yenilenmiş ve elde edilen sonuçlar çizelge 7.13’de verilmiştir.

Çizelge 7.3 İplik düzgünsüzlüğü farklı serpişimlilik gidermeli regresyon analizi sonuçları (HVI)

	Katsayı	Ölçülen hata	t	P değeri
Sabit	-6.29767	0.375899	-16.75	9.56e-057*
İplik numarası (Ne)	0.0583889	0.000955967	61.08	0.0000*
Lif inceliği	-0.594462	0.0543833	-10.93	1.42e-026*
Kübik kısa lif indeksi	0.815532	0.0387138	21.07	5.13e-084*
Quadratik lif mukavemeti	0.598781	0.0420681	14.23	1.40e-042*
R ²	0.824508			
Adj R ²	0.823920			
Hata kareleri toplamı	3999.713			
Standart hata	1.830258			
p-değeri	0.000000			
Akaike	4857.092			

*İstatistiksel olarak anlamlıdır.

Sonuç olarak elde edilen iplik mukavemeti denklemi şu şekilde olmuştur:

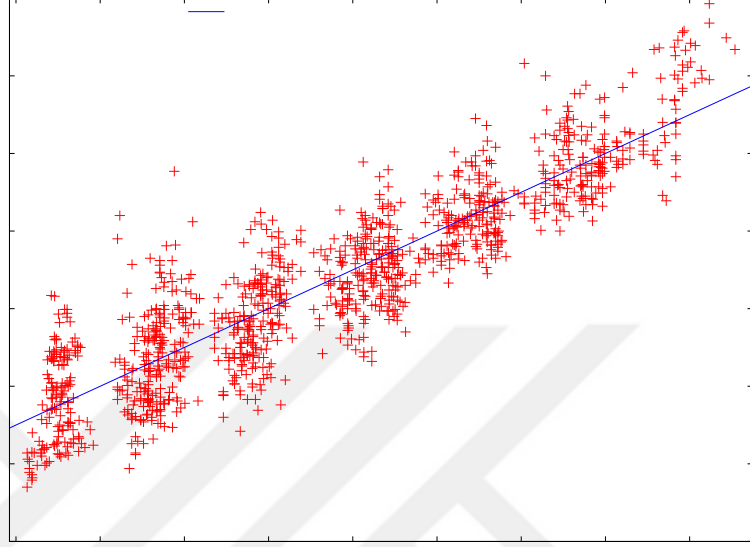
$$\text{İplik Düzgünsüzlüğü (\%CV)} = -6.29767 + 0.0583889 \cdot \text{İplik numarası (Ne)} - 0.594462 \cdot \text{Lif inceliği (mic)} + 0.815532 \cdot \text{Kübik kısa lif indeksi} + 0.598781 \cdot \text{quadratik lif mukavemeti}$$

Bağımsız değişkenlerin uygulanan model için varyans şişme faktörleri incelenmiş ve Çizelge 7.14'de de görülebileceği gibi regresyonun kabulü için gerekli değerlerin elde edildiği belirlenmiştir.

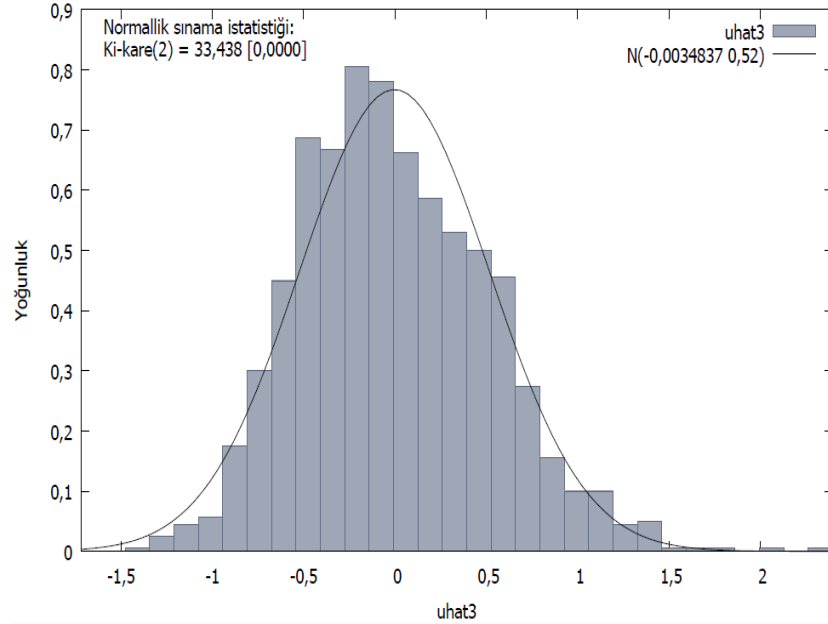
Çizelge 7.4 Düzgünsüzlük analizindeki bağımsız değişkenlerin VIF değerleri (HVI)

Bağımsız Değişkenler	VIF
İplik numarası (Ne)	1,029
Lif inceliği	1,532
Kübik kısa lif indeksi	2,952
Quadratik lif mukavemeti	3,000

Sonuç olarak elde edilen regresyon denklemi ile tahminlenen ve ölçülen değerlerin ilişkisine bakılmıştır. Şekil 7.5’de ölçülen ve hesaplanan mukavemetlerin grafiği verilmiştir. Bunun dışında, kalıntıların dağılışının grafiği verilmiştir (Şekil 7.6).



Şekil 7.5 Ölçülen-tahminlenen iplik düzgünsüzlüğü (HVI)



Şekil 7.6 Düzgünsüzlük kalıntı dağılımı (HVI)

7.2.3.2 AFIS deęerleri ile iplik dűzgűnsűzlűęűnűn tahminlenmesi

Dűzgűnsűzlűęűnűn tahmin edilebilmesini saęlayacak regresyon denklemini oluřturmak için analiz yapılmıřtır. Bu analizde iplik numarası, bűkűm katsayısı ve fitilin dűzgűnsűzlűęű ile AFIS ile ۆlűlen lif ۆzelliklerinden regresyon analizi denemelerinde olumlu sonuçlar elde edilen toplam neps sayısı, űst çeyrek uzunluęu, incelik ve olgunluk deęerleri kullanılmıřtır.

Bahsedilen lif ۆzelliklerinin iplik dűzgűnsűzlűęű ile iliřkileri incelenmiř ve buna gۆre bazı lif ۆzelliklerinde dۆnűřűmler yapılarak yeni baęımsız deęiřkenler tanımlanmıřtır. Bu dۆnűřűmler řu řekildedir:

- $\text{Kvadratik toplam neps sayısı} = 12,37 + 0,1183 \text{ toplam neps sayısı} - 0,001309 \text{ toplam neps sayısı}^2$
- $\text{Kvadratik űst çeyrek uzunluęu} = -120,5 + 8,495 \text{ űst çeyrek uzunluęu} - 0,1330 \text{ űst çeyrek uzunluęu}^2$

Yapılan testlerde yukarıda verilen bağımsız değişkenlerle oluşturulan modelin farklıserpimsellik sorunu olduğu tespit edildiğinden (White testi sonucu) regresyon analizi farklıserpimsellik giderilen bir modelle yeniden yapılmıştır. Ayrıca bűkűm katsayısının p değeri 0,05'den yűksek çıktığı için bu bağımsız değişken analizden çıkarılmıştır. Analiz sonucu elde edilen veriler izelge 7.15'de verilmiştir.

Çizelge 7.5 İplik düzgünsüzlüğü regresyon analizi sonuçları (AFIS)

	Katsayı	Ölçülen hata	t	P değeri
Sabit	24,4783	1,92324	12,73	6,91e-035
İplik numarası (Ne)	0,0520604	0,000893892	58,24	0,0000
Fitil Düzgünsüzlüğü (CVm)	0,382156	0,0300477	12,72	7,67e-035
Quadratik Toplam neps sayısı	0,946692	0,0513045	18,45	4,49e-067
Quadratik Üst çeyrek uzunluk	0,389623	0,0328077	11,88	8,00e-031
Lif inceliği	0,0203635	0,00212473	9,584	5,21e-021
Lif olgunluk oranı	-15,0800	1,70496	-8,845	3,24e-018
R ²	0,874688			
Adj R ²	0,874058			
Hata kareleri toplamı	4802,630			
Standart hata	2,007250			
p-değeri	0,000000			
Akaike	5080,438			

Oluşturulan tahminleme denklemi şu şekildedir:

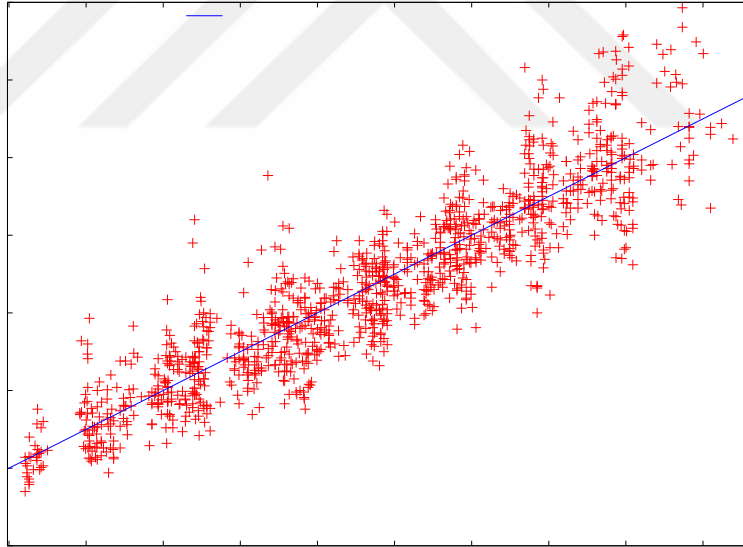
İplik düzgünsüzlüğü (CVm)= 24,4783 + 0,0520604.İplik numarası + 0,382156. Fitil düzgünsüzlüğü + 0,946692. Quadratik Toplam neps sayısı + 0,389623. Quadratik Üst çeyrek uzunluk + 0,0203635. Lif inceliği - 15,0800. Lif olgunluğu

Bağımsız değişkenlerin varyans şişme faktörleri Çizelge 7.16'da verilmiş ve bu değerlerin istenilen sınırlar arasında olduğu tespit edilmiştir.

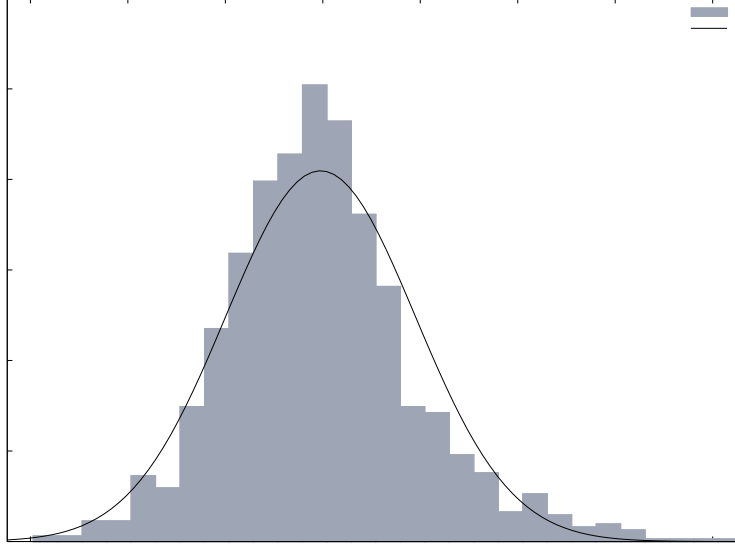
Çizelge 7.6 Düzgünsüzlük analizindeki bağımsız değişkenlerin VIF değerleri (AFIS)

Bağımsız Değişkenler	VIF
İplik numarası (Ne)	1,095
Fitel Düzgünsüzlüğü (CVm)	3,559
Quadratik toplam neps sayısı	5,256
Quadratik üst çeyrek uzunluğu	3,719
Lif inceliği	3,973
Lif olgunluk oranı	4,762

Regresyon analizi sonucunda elde edilen R^2 değeri 0,87 olup ölçülen ve tahminlenen düzgünsüzlük değerleri ile oluşturulan grafik şekil 7,7’de verilmiştir. Kalıntıların normalliği de incelenmiş ve bu inceleme sonucu oluşturulan grafik şekil 7.8’de verilmiştir.



Şekil 7.7 Ölçülen tahminlenen iplik düzgünsüzlüğü (AFIS)



Şekil 7.8 Düzgünsüzlük kalıntı dağılımı (AFIS)

7.2.4 İplik hatalarının tahminlenmesi

İplik özellikleri içerisinde nihai ürün özelliklerini, bobinlemede temizlendiği için diğer iplik özellikleri kadar etkilemese de, bu işlemin üretim zamanı ve miktarını etkilemesinden dolayı kalın yer ve neps hatası sayıları önemli bir yere sahiptir. Bu bölümde HVI ve AFIS lif özellikleri kullanılarak üretilecek ipliklerde ne kadar kalın yer ve neps hatası oluşacağı tahminlenmeye çalışılacaktır.

7.2.4.1 HVI değerleri ile iplik hatalarının tahminlenmesi

Kalın yer sayısının, HVI ile ölçülen hangi lif özelliklerinden etkilendiği Çizelge 7.3’de verilen korelasyon matrisinde görülmektedir. Lif mukavemeti, uzunluğu, kısa lif indeksi ve kopma uzaması özelliklerinin diğer özelliklere kıyasla kalın yer sayısı ile korelasyonları daha yüksek bulunmuştur. Ancak bu dört lif özelliği arasındaki korelasyonun yüksek olması ve regresyon analizi için yapılan testlerde sorun teşkil edecek olması nedeniyle lif mukavemeti, uzunluğu ve uzaması değerleri analiz dışında bırakılmıştır.

Lif özelliği ile kalın yer sayısının ilişkisi incelendikten sonra bu lif özelliğinin ilişkinin lineerleştirilmesi için dönüştürülmesine karar verilmiş olup bu dönüşüm şu şekilde yapılmıştır (Üreyen, 2004):

- Kübik kısa lif indeksi= - 2816 + 1509 kısa lif indeksi - 267,4 kısa lif indeksi² + 15,98 kısa lif indeksi³
- Quadratik lif inceliği=6150 - 2711 Lif inceliği + 300,6 Lif inceliği²

Dönüşümlerin yapılmasından sonra elde edilen yeni bağımsız değişkenler ve iplik özelliklerinden oluşan bağımsız değişkenler kullanılarak regresyon analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen katsayılar, p değerleri ve akaike ölçütü değeri çizelge 7.17’de verilmiştir.

Çizelge 7.7 Kalım yer regresyon analizi sonuçları (HVI)

	Katsayı	Ölçülen hata	t	P değeri
Sabit	261,604	16,4528	-15,90	8,81e-052
İplik numarası (Ne)	2,55043	0,0740888	34,42	5,99e-181
Fitil Düzgünsüzlüğü (CVm)	13,2918	1,97317	6,736	2,52e-011
Kübik kısa lif indeksi	1,03073	0,0357384	28,84	3,08e-139
Quadratik lif inceliği	0,226085	0,0443231	5,101	3,93e-07
R²	0,727420			
Adj R²	0,726506			
Hata kareleri toplamı	1603542			
Standart hata	36,64696			
p-değeri	0,000000			
Akaike	12043,59			

Yapılan regresyon analizinin geçerliliğini belirlemek amacıyla sınamalar yapılmıştır. İlk olarak White testi yapılmış ve farklıserpimsellik incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda farklıserpimsellik olduğu tespit edildiğinden işlem farklıserpimsellik giderilecek şekilde yenilenmiş ve elde edilen sonuçlar çizelge 7.18’de verilmiştir.

Çizelge 7.8 Kalın yer farklıserpimsellik gidermeli regresyon analizi sonuçları (AFIS)

	Katsayı	Ölçülen hata	t	P değeri
Sabit	-173,504	12,2232	-14,19	2,25e-042
İplik numarası (Ne)	1,88037	0,0547147	34,37	1,61e-180
Fitil Düzgünsüzlüğü (CVm)	7,96289	1,37538	5,790	9,01e-09
Kübik kısa lif indeksi	1,05299	0,0424144	24,83	4,85e-110
Quadratik lif inceliği	0,0130367	0,0417264	0,3124	0,0448
R ²	0,617864			
Adj R ²	0,616584			
Hata kareleri toplamı	339,151			
Standart hata	2,114628			
p-değeri	1,4e-247			
Akaike	5203,415			

Sonuç olarak elde edilen iplik mukavemeti denklemi şu şekilde olmuştur:

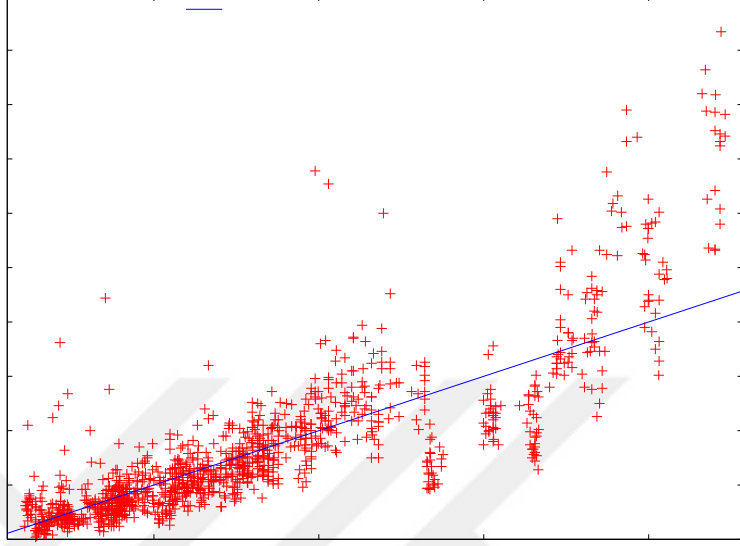
Kalın yer sayısı (adet/1000m)= -173,504+1,88037.İplik numarası (Ne) +7,96289.Fitil düzgünsüzlüğü (CVm) + 1,05299. Kübik kısa lif indeksi (SFI) + 0,0130367.Quadratik lif inceliği (Mic)

Bağımsız değişkenlerin uygulanan model için varyans şişme faktörleri incelenmiş ve Çizelge 7.19'dan da görülebileceği gibi regresyonun kabulü için gerekli değerlerin elde edildiği belirlenmiştir.

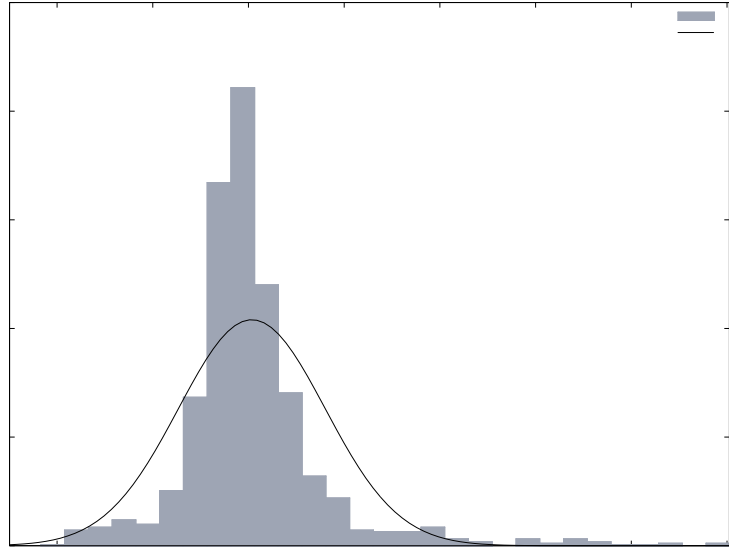
Çizelge 7.9 kalın yer sayısı analizindeki bağımsız değişkenlerin VIF değerleri (HVI)

Bağımsız Değişkenler	VIF
İplik numarası (Ne)	1,024
Fitil Düzgünsüzlüğü (CVm)	1,604
Kübik kısa lif indeksi	2,589
Quadratik lif inceliği	2,766

Elde edilen regresyon denkleminin R^2 değeri 0,60 olup gözlemlenen-tahminlenen kalın yer sayısı değerleri için çizilen grafik şekil 7.9'da verilmiştir. Ayrıca şekil 7.10'da kalıntıların dağılış grafiği verilmiştir.



Şekil 7.9 Ölçülen-tahminlenen kalın yer sayısı (HVI)



Şekil 7.10 Kalın yer sayısı kalıntı dağılımı (HVI)

Neps sayısı tahminlemesi için de kalın yer sayısı için yapılan işlemler tekrarlanmıştır. Gerek korelasyon analizi gerekse gerçekleştirilen regresyon

analizi denemeleri sonucunda lif özellikleri içinden lif inceliği ve kısa lif indeksi değerlerinin regresyon analizinde kullanılabileceği saptanmıştır. Bu lif özelliklerinin neps sayısı ile ilişkilerinin eğri uydurma yöntemiyle incelenmesi ile bu lif özellikleri kendilerinin fonksiyonları olan yeni bağımsız değişkenlere dönüştürülerek kalın yer sayısı ile lineerlik sağlanmıştır. Bu bağımsız değişkenler ve dönüşüm formülleri şu şekildedir:

- $\text{Kvadratik lif inceliği} = 8865 - 3881 \text{ Lif inceliği} + 427,2 \text{ Lif inceliği}^2$
- $\text{Kvadratik kısa lif indeksi} = 2925 - 950,9 \text{ Kısa lif indeksi} + 79,17 \text{ Kısa lif indeksi}^2$

Elde edilen bağımsız değişkenler ve iplik özellikleri kullanılarak regresyon analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen katsayılar, p değerleri ve akaike ölçütü değeri çizelge 7.20’de verilmiştir.

Çizelge 7.20 Neps sayısı regresyon analizi sonuçları (HVI)

	Katsayı	Ölçülen hata	t	P değeri
Sabit	-359,009	18,6406	-19,26	3,47e-072
İplik numarası (Ne)	3,34576	0,0845655	39,56	2,28e-219
Büküm katsayısı (α_c)	-1,95375	1,12482	-1,737	0,0827
Fıtil Düzgünsüzlüğü (CVm)	20,2483	2,17609	9,305	6,22e-020
Kvadratik kısa lif indeksi	0,945745	0,0310267	30,48	2,18e-151
Kvadratik lif inceliği	0,417940	0,0347875	12,01	1,81e-031
R ²	0,775664			
Adj R ²	0,774724			
Hata kareleri toplamı	2071443			
Standart hata	41,66931			
p-değeri	0,000000			
Akaike	12352,58			

White testi sonucunda bu modelde farklı serpişsellik bulunduğu tespit edilmiş ve analiz farklı serpişsellik düzeltmeli olarak tekrarlanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 7.21’de verilmiştir.

Çizelge 7.21 Neps sayısı farklı serpimsellik gidermeli regresyon analizi sonuçları (HVI)

	Katsayı	Ölçülen hata	t	P değeri
Sabit	-271,101	13,5352	-20,03	3,67e-077
İplik numarası (Ne)	2,90227	0,0581273	49,93	1,65e-294
Büküm katsayısı (α_e)	-4,54550	1,24642	-3,647	0,0003
Fitil Düzgünsüzlüğü (CVm)	14,9750	1,29716	11,54	2,66e-029
Quadratik kısa lif indeksi	0,819265	0,0329243	24,88	1,97e-110
Quadratik lif inceliği	0,401459	0,0311505	12,89	1,12e-035
R ²	0,740501			
Adj R ²	0,739413			
Hata kareleri toplamı	4162,022			
Standart hata	1,867807			
p-değeri	0,000000			
Akaike	4906,786			

Yapılan analiz sonucunda elde edilen tahmilleme denklemi şu şekildedir:

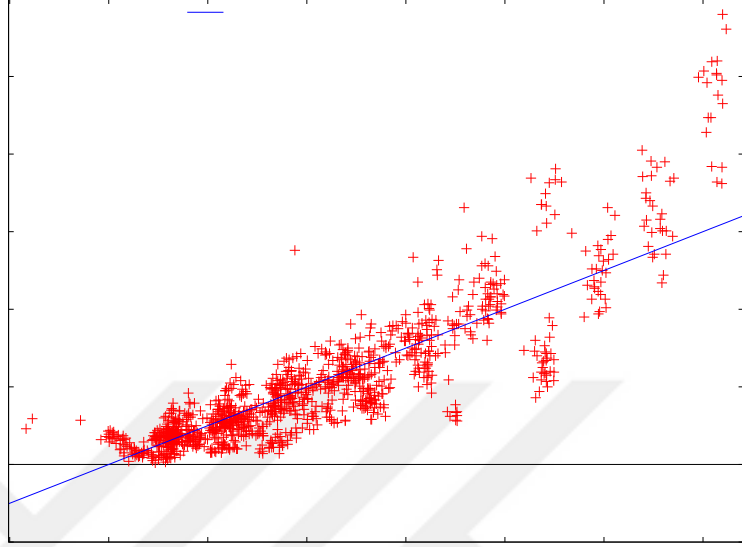
Neps sayısı (adet/1000m)= -271,101 + 2,90227.İplik numarası - 4,54550. Büküm katsayısı + 14,9750. Fitil düzgünsüzlüğü + 0,819265. Quadratik kısa lif indeksi + 0,401459. Quadratik lif inceliği

Analizde kullanılan bağımsız değişkenlerin varyans şişme faktörleri incelenmiştir. Sonuçların istenilen değerler arasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7.22).

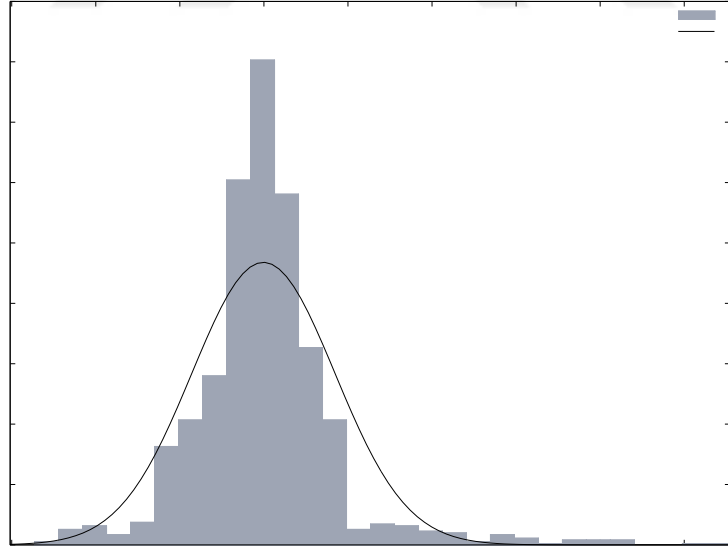
Çizelge 7.22 Neps sayısı analizindeki bağımsız değişkenlerin VIF değerleri (HVI)

Bağımsız Değişkenler	VIF
İplik numarası (Ne)	1,032
Büküm katsayısı (α_e)	1,008
Fitil Düzgünsüzlüğü (CVm)	1,509
Quadratik kısa lif indeksi	2,240
Quadratik lif inceliği	2,330

Yapılan analiz sonucunda elde edilen R^2 değeri yaklaşık olarak 0,74 olup bu analiz sonucu elde edilen denklemle tahminlenen ve ölçülen neps sayısı değerlerinin grafiği şekil 7.11’de kalıntıların dağılımı ise şekil 7.12’de verilmiştir.



Şekil 7.11 Ölçülen-tahminlenen neps sayısı (HVI)



Şekil 7.12 Neps sayısı kalıntı dağılımı (HVI)

7.2.4.2 AFIS değerleri ile iplik hatalarının tahminlenmesi

Bu bölümde AFIS lif özellikleri değerleri ile iplik numarası, büküm katsayısı ve fitil düzgünsüzlüğü kullanılarak üretilecek iplikteki kalın yer hata sayısı tahminlenmeye çalışılmıştır. İlk olarak kullanılacak olan lif özellikleri belirlenmiş olup bu lif özellikleri lif olgunluğu ile neps sayısından oluşmaktadır.

Belirlenen lif özellikleri ile kalın yer sayısının ilişkisi saptanmış ve buna göre neps sayısı değerinin bir fonksiyonu olan kübik neps sayısı elde edilmiş ve regreyon analizinde bu bağımsız değişken kullanılmıştır (Üreyen, 2004):

- Kübik toplam neps sayısı = $341,6 - 45,06 \text{ toplam neps sayısı} + 2,013 \text{ toplam neps sayısı}^2 - 0,02491 \text{ toplam neps sayısı}^3$

Yapılan analizler sonucunda analizde farklıserpimsellik sorunu olduğu tespit edilmiş ve analiz farklıserpimsellik giderilerek tekrarlanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 7.23’de verilmiştir.

Çizelge 7.23 Kalın yer sayısı farklıserpimsellik gidermeli regresyon analizi sonuçları (AFIS)

	Katsayı	Ölçülen hata	t	P değeri
Sabit	1230,21	51,5931	23,84	4,29e-103
İplik numarası (Ne)	1,83370	0,0563976	32,51	1,30e-166
Fitil Düzgünsüzlüğü (CVm)	25,6233	1,86290	13,75	4,56e-040
Kübik toplam neps sayısı	1,04395	0,0507558	20,57	1,04e-080
Lif olgunluk oranı	-1501,99	58,4130	-25,71	2,15e-116
R²	0,625141			
Adj R²	0,623885			
Hata kareleri toplamı	4457,537			
Standart hata	1,932170			
p-değeri	1,5e-252			
Akaike	4987,032			

0,623 R² ile oluşturulan tahminleme denklemi şu şekildedir:

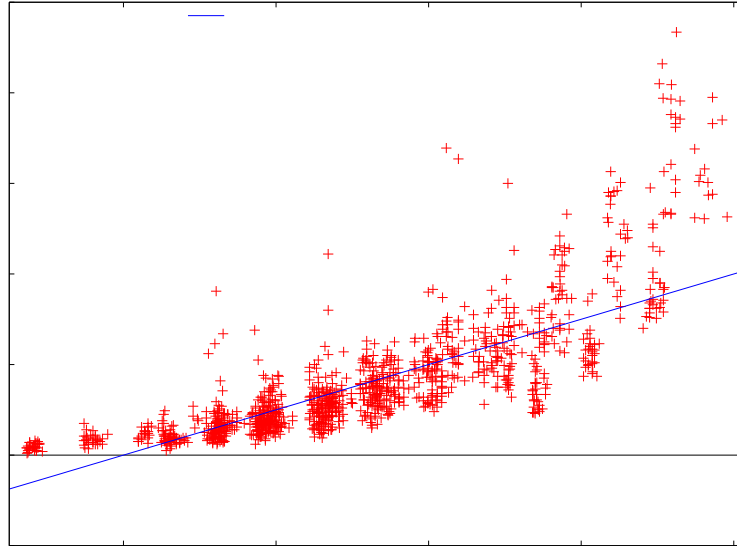
Kalın yer sayısı (adet/1000m)= 1230,21 + 1,83370. İplik numarası + 25,6233. Fitol düzgünsüzlüğü + 1,04395. Kübik toplam neps sayısı - 1501,99.Lif olgunluk oranı

Bağımsız değişkenleri varyans şişme faktörleri Çizelge 7.24'deki gibi bulunmuştur. Bu değerler istenilen sınırlar içinde yer almaktadır.

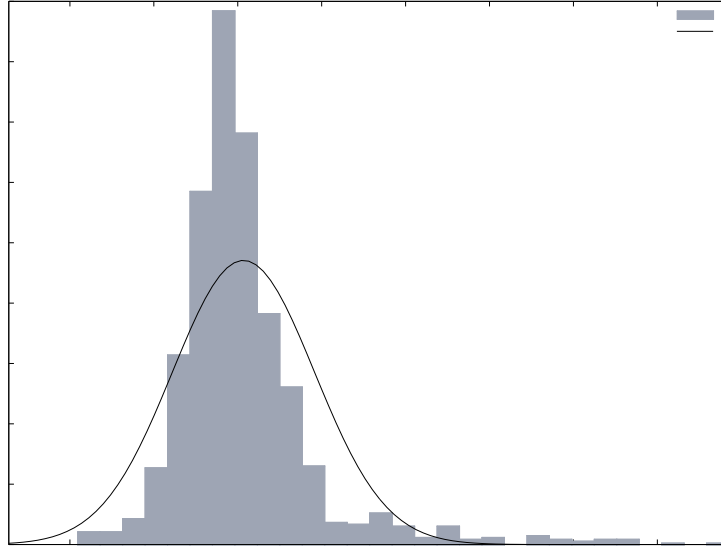
Çizelge 7.24 Kalın yer sayısı analizindeki bağımsız değişkenlerin VIF değerleri (AFIS)

Bağımsız Değişkenler	VIF
İplik numarası (Ne)	1,012
Fitil Düzgünsüzlüğü (CVm)	1,913
Kübik toplam neps sayısı	1,781
Lif olgunluk oranı	1,201

Regresyon analizi ile elde edilen tahminlenen-ölçülen kalın yer sayısı grafiği şekil 7.13'de ve kalıntıların grafiği şekil 7.14'de verilmiştir.



Şekil 7.13 Ölçülen-tahminlenen kalın yer sayısı (AFIS)



Şekil 7.14 Kalın yer sayısı kalıntı dağılımı (AFIS)

İplik hatalarında kalın yer sayısının analizinden sonra neps sayı da regresyon analizine tabi tutulmuştur. Bu analizde iplik numarası, büküm katsayısı, fitil düzgünsüzlülüğünün yanı sıra AFIS lif özelliklerinden üst çeyrek uzunluk, toplam neps sayısı, lif inceliği ve lif olgunluğu değerleri analizde bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır. Bu verilerden üst çeyrek uzunluk, olgunluk ve neps sayısı için dönüşümler yapılarak yeni bağımsız değişkenler tanımlanmıştır:

- Kübik toplam neps sayısı= $456,3 - 61,25 \text{ toplam neps sayısı} + 2,760 \text{ toplam neps sayısı}^2 - 0,03450 \text{ toplam neps sayısı}^3$
- Kübik üst çeyrek uzunluğu= $- 223684 + 20067 \text{ üst çeyrek uzunluğu} - 598,3 \text{ üst çeyrek uzunluğu}^2 + 5,932 \text{ üst çeyrek uzunluğu}^3$
- Quadratik lif olgunluk oranı= $149056 - 291761 \text{ lif olgunluk oranı} + 142820 \text{ lif olgunluk oranı}^2$

Yapılan White testi sonucunda farklı serpinsellik gidermeli olarak yapılan analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 7.25'deki gibi olmuştur.

Çizelge 7.25 Neps sayısı farklı serpişsellik gidermeli regresyon analizi sonuçları (AFIS)

	Katsayı	Ölçülen hata	t	P değeri
Sabit	-292,320	19,8024	-14,76	2,04e-045
İplik numarası (Ne)	2,80572	0,0641313	43,75	3,76e-250
Fitil Düzgünlüğü (CVm)	26,0423	1,94851	13,37	4,57e-038
Kübik toplam neps sayısı	0,514788	0,0363587	14,16	3,53e-042
Kübik üst çeyrek uzunluğu	-0,113194	0,0484750	-2,335	0,0197
Quadratik Lif olgunluk oranı	0,747706	0,0587715	12,72	7,34e-035
Lif inceliği	-0,349571	0,127998	-2,731	0,0064
R ²	0,695144			
Adj R ²	0,693610			
Hata kareleri toplamı	3189,878			
Standart hata	1,635870			
p-değeri	2,9e-303			
Akaike	4589,830			

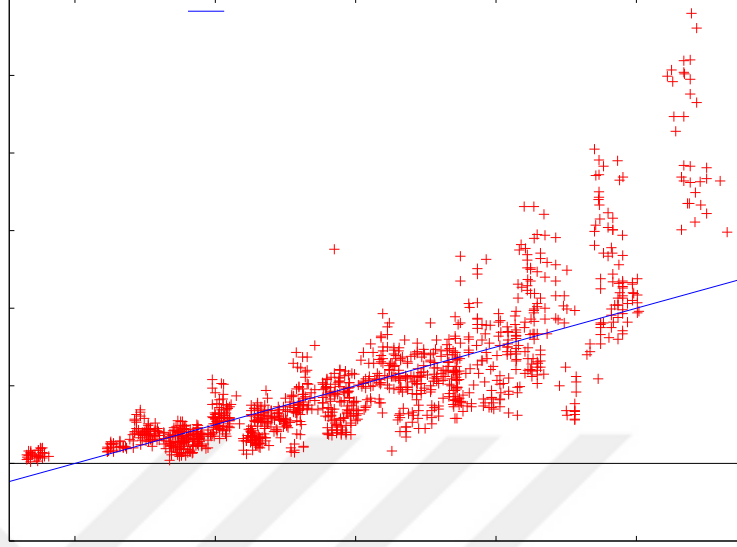
Analizde kullanılan bağımsız değişkenlerin varyans şişme faktörleri sınırlar içerisinde yer almaktadır (Çizelge 7.26). Analiz sonucu elde edilen denklem aşağıda verilmiş olup analizin R² değeri 0,69'dur.

Neps sayısı (adet/1000m)= - 292,320 + 2,80572.İplik numarası + 26,0423. Fitil düzgünlüğü + 0,514788. Kübik neps sayısı - 0,113194. Kübik üst çeyrek uzunluğu + 0,747706. Quadratik lif olgunluk oranı - 0,349571. Lif inceliği

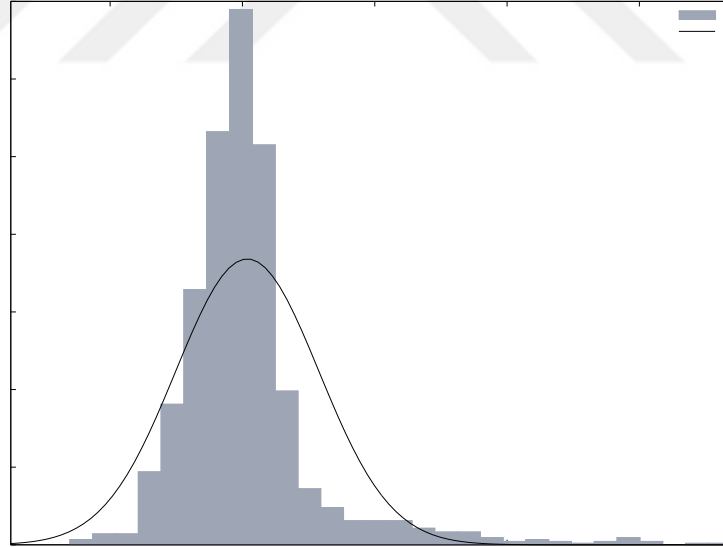
Çizelge 7.26 Neps sayısı analizindeki bağımsız değişkenlerin VIF değerleri (AFIS)

Bağımsız Değişkenler	VIF
İplik numarası (Ne)	1,012
Fitil Düzgünlüğü (CVm)	1,913
Kübik toplam neps sayısı	1,781
Quadratik Lif olgunluk oranı	1,201

Regresyon analizi sonucunda elde edilen tahminlenen-ölçülen neps sayısı grafiği şekil 7.15’de ve kalıntıların dağılımı şekil 7.16’da verilmiştir.



Şekil 7.15 Ölçülen-tahminlenen neps sayısı (AFIS)



Şekil 7.16 Neps sayısı kalıntı dağılımı (AFIS)

8. GENEL SONUÇLAR

Bu çalışma, 2000’li yıllardan itibaren iplik üreticilerin yoğun bir şekilde kullanmaya başladığı KİES üzerine yoğunlaşmıştır. KİES, klasik ring iplik eğirme sistemine kıyasla daha mukavemetli, düzgün ve tüylülüğü düşük iplik üretebilme fırsatını doğurmuştur. İplik mukavemetinin yüksek olması, aynı numaradaki ipliklere nazaran daha düşük büküm katsayılarında iplik üretilmesini sağlamaktadır. Bu nedenden dolayı, klasik ring sistemine kıyasla daha yüksek üretim hızları (m/dk) ile çalışılabilmektedir.

Çalışmada ilk olarak farklı harmanlardan örnekler alınarak, içerdikleri liflerin ortalama lif özellik değerlerinin elde edilebilmesi amacıyla HVI ve AFIS cihazları ile testler yapılmıştır. Yapılan bu testler sonucunda elde edilen veriler, istatistiksel olarak analiz edilmiş ve 11 farklı harmanın, istatistiksel olarak önemli ölçüde farklı lif özelliklerine sahip olmaları nedeniyle, kullanılmasına karar verilmiştir.

Rieter’in geliştirmiş olduğu K45 KİES ile 4 harman tipi için altı farklı iplik numarasında (Ne 40, Ne 50, Ne 60, Ne 70, Ne 80 ve Ne 90), yedi harman tipi için dört farklı iplik numarasında (Ne 40, Ne 50, Ne 60 ve Ne 70) ipliklerin üretimi gerçekleştirilmiştir. Tüm harman tipleri için üç farklı büküm katsayısı kullanılmıştır (α_e 3.8, α_e 4.3 ve α_e 4.8). Üretilen 145 tip ipliğin her birinden on adet kops testler için ayrılmıştır. Mukavemet, kopma uzaması, düzgünsüzlük, iplik hataları ve tüylülüğün belirlenmesi amacıyla, standartlara uygun olarak testler yapılmıştır.

İstatistiksel analizler kısmında ilk olarak lif özelliklerinin kendi aralarındaki korelasyonları incelenmiştir. Ayrıca bu lif özellikleri ile tahminlemesi yapılacak olan iplik özelliklerinin korelasyonları da incelenmiştir. Sonuç olarak, regresyon analizinde bağımsız değişken olarak kullanılması planlanan lif özellikleri belirlenmiştir.

Çizelge 8.1 İplik özellikleri için oluşturulan tahminleme denklemleri ve R² değerleri

	İplik Özelliği	Denklem	R ²	Adj. R ²
HVI	Mukavemet	1,57153 - 0,0342010.İplik numarası + 0,123803. Büküm katsayısı + 0,149382. Fitol düzgünsüzlüğü + 0,542162. Lif mukavemeti	0,824	0,823
	Düzgünsüzlük	-6.29767+0.0583889.İplik numarası(Ne)- - 0.594462.Lif inceliği (mic)+ 0.815532.Kübik kısa lif indeksi+0.598781.quadratik lif mukavemeti	0,824	0,823
	Kalın yer sayısı	-173,504+1,88037.İplik numarası +7,96289.Fitol düzgünsüzlüğü + 1,05299. Kübik kısa lif indeksi + 0,0130367.Quadratik lif inceliği	0,617	0,616
	Neps sayısı	-271,101 + 2,90227.İplik numarası - 4,54550. Büküm katsayısı + 14,9750. Fitol düzgünsüzlüğü + 0,819265. Quadratik kısa lif indeksi + 0,401459. Quadratik lif inceliği	0,740	0,739
AFIS	Mukavemet	-7,15338 - 0,0322348. İplik numarası + 0,210025. Büküm katsayısı - 0,990958. Fitol düzgünsüzlüğü + 0,583493. Kübik Toplam neps sayısı + 0,293664. Kübik Üst çeyrek uzunluk + 0,0843413. Quadratik Lif inceliği + 0,589999. Quadratik Lif olgunluk oranı	0,800	0,799
	Düzgünsüzlük	24,4783 + 0,0520604.İplik numarası + 0,382156. Fitol düzgünsüzlüğü + 0,946692. Quadratik Toplam neps sayısı + 0,389623. Quadratik Üst çeyrek uzunluk + 0,0203635. Lif inceliği - 15,0800. Lif olgunluğu	0,874	0,874
	Kalın yer sayısı	1230,21 + 1,83370. İplik numarası + 25,6233. Fitol düzgünsüzlüğü + 1,04395. Kübik toplam neps sayısı - 1501,99.Lif olgunluk oranı	0,625	0,623
	Neps sayısı	-292,320 + 2,80572.İplik numarası + 26,0423. Fitol düzgünsüzlüğü + 0,514788. Kübik neps sayısı - 0,113194. Kübik üst çeyrek uzunluğu + 0,747706. Quadratik lif olgunluk oranı - 0,349571. Lif inceliği	0,695	0,693

Regresyon analizi basamağı, tahminlenmesi hedeflenen iplik özelliğinin hangi lif özelliklerinden, ne derecede ve anlamlılıkta etkilendiğini elde etmemizi sağlamaktadır. Analiz sonuçları kullanılarak, bağımsız değişkenlerin bir fonksiyonu olarak iplik özellikleri belirlenmiştir. Mukavemet, düzgünsüzlük ve iplik hataları için, AFIS ve HVI lif özelliklerinin girdi olarak kullanıldığı denklemler oluşturulmuştur. Bu denklemler çizelge 8.1’de verilmiştir.

Elde edilen tahminleme denklemleri incelendiğinde, HVI ve AFIS ile elde edilen pek çok lif özelliğinin iplik özelliklerini tanımlamada kullanılabildiği görülmektedir. Ancak aynı şekilde pek çok lif özelliği de kullanılamamıştır. Bunun nedenleri arasında, gerek lif özellikleri arasındaki korelasyonun yüksek ya da lif-iplik özelliği arasındaki korelasyonun düşük olması, gerekse de yapılan analizin sınamaları yapılırken, bazı lif özelliklerinin her ne kadar R^2 değerlerini yükseltiyor olsalar da, analizin geçerlilik/güvenilirliğini düşürüyor olmalarından dolayı denklemden çıkarılmaları bulunmaktadır.

İplik özellikleri içerisinde önemli bir yere sahip olan iplik tüylülüğü için tahminleme denklemi oluşturulamamıştır. Bunun nedeni, lif özellikleri ile iplik özelliklerinin korelasyonunun çok düşük olmasıdır. KİES’in iplik tüylülüğünü düşürücü yöndeki lif toplama etkisinin, lif özelliklerinin tüylülüğe etkisini görmemizi engellediği düşünülmektedir.

Regresyon analizi ile ring iplikleri ve siro ipliklerinin tahminlenmesi üzerine yapılan önceki çalışmalarda (Üreyen, 2004 ve Bedez Üte 2012) ring ipliği özelliklerinin tahminlenmesi yapılırken, genel olarak belirleme katsayısı değerlerinin siro ipliğin tahminlenmesi için yapılan analizler sonucu elde edilen belirleme katsayısı değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Kompakt iplik özelliklerinin belirlenmesi için yapılan analizlerde çıkan sonuçlara bakıldığında ise yine aynı şekilde belirleme katsayısı değerlerinin genel olarak ring ve siro sistemleriyle yapılanlara kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle sistemlerin iplik oluşumu üzerindeki etkilerinin artmasıyla belirleme katsayısı değerlerinde düşüş olduğu sonucuna varılmıştır. Eğirme sistemlerinin ipliğin kalitesini arttırıcı özelliklerinin artmasıyla lifin iplik özelliği üzerindeki etkisinin kısmen daha düşük olmaya başladığı düşünülmektedir. Bu açıdan, bu hipotezin

geçerliliğini araştırmak amacıyla sonraki çalışmalarda makine parametrelerinin değiştirilmesiyle üretim planının genişletilmesi ve hem makine parametrelerinin hem de lif özelliklerinin iplik üzerindeki etkisinin gözlemlenmesi amaçlanmaktadır.

Farklı zamanlarda, üç farklı harmanla üretilen üç farklı iplik numarasındaki iplikler ile yapılan doğrulama testlerinde üretilen ipliklerin testleri sonucunda elde edilen veriler ve tahminleme denklemleri kullanılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sonuçlar iplik mukavemeti, düzgünsüzlüğü ve hataları için tahminleme denklemlerini kullanmanın sırasıyla ortalama % 4-7, % 2-5 ve %8-12 hata paylarıyla üretim öncesi tahminleme yapılabileceğini göstermektedir. Bu sonuçlar, tahminleme denklemlerinin, üretimler öncesinde lif özellikleri kullanılarak iplik özelliğinin elde edilmesinde kullanılabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Almetwally, A. A., Mourad, M. M., Habeish, A. A. and Ramadan, M. A.,** 2015, Comparison between physical properties of ring-spun yarn and compact yarns spun from different pneumatic compacting systems, *Indian Journal of Fiber & Textile Research*, Vol: 30, pp 43-50
- Altaş, S.,** 2009, Rocos Kompakt İplik Eğirme Sistemi ve Klasik Ring İplik Eğirme Tekniği ile Üretilen İplik ve Kumaşların Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Altaş, S., Kadoğlu, H.,** 2012, Comparison of Conventional Ring, Mechanical Compact and Pneumatic Compact Yarn Spinning Systems, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, Volume 7, Issue 1, pp 87-100
- Altaş, S., Kadoğlu, H.,** 2013, Comparison of the evenness, faults and hairiness of compact and conventional spun ring yarns. *Industria Textila*, Vol: 64, pp 65-69
- Başal, G. and Oxenham, W.,** Comparison of Properties and Structures of Compact and Conventional Spun Yarns, *Textile Research Journal*, Vol 76(7), pp 567–575
- Beceren, Y. and Nergis, B.U.,** 2008, Comparison of the Effects of Cotton Yarns Produced by New, Modified and Conventional Spinning Systems on Yarn and Knitted Fabric Performance, *Textile Research Journal*, Vol:78, Issue:4, pp 297-303.
- Bedez Üte, T.,** 2012, Sirospun Pamuk İpliklerinde İplik Özellikleri İle Lif Özellikleri Arasındaki İliskinin Fonksiyonel Olarak Tahminlenmesi Üzerine Bir Arastırma, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Bedez Üte, T. and Kadoğlu, H.,** 2014, Regressional Estimation Of Cotton Sirospun Yarn Properties From Fibre Properties, *AUTEX Research Journal*, Vol: 14, No: 3, pp 161-167
- Bedez Üte, T. and Kadoğlu, H.,** 2016, A Statistical Model for Predicting Yarn Evenness of Cotton Sirospun Yarns, *European Journal of Engineering and Natural Sciences*, Vol: 1, Issue: 1, pp 57-63

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devamı)

- Bunsel, A.R.**, 2009, Handbook of Tensile Properties of Textile and Technical Fibers, Woodhead Publishing Limited, 666 pages
- Cheng, K. P. S. and Yu, C.**, 2003, A Study of Compact Yarns, *Textile Research Journal*, 73(4), pp 345-349
- Cook, J. G.**, 2001, Handbook of Textile Fibers, Woodhead Publishing Ltd., 208 pages
- Cotton Incorporated, Monthly Economic Letter, <http://www.cottoninc.com/corporate/Market-Data/MonthlyEconomicLetter/> Erişim Tarihi: 10.11.2017)
- Dash, J. R., Ishtiaque, S. M. and Alagirusamy, R.**, 2002, Properties and Processibility of Compact Yarns, *Indian Journal of Fiber & Textile Research*, Vol: 27, pp 363-368
- Fiori, L. A. and Brown, J. J.**, 1951, Effects of Cotton Fiber Fineness on the Physical Properties of Single Yarns, *Textile Research Journal*, Vol: 21, Issue: 10, pp 750-757
- Foulk, J. A. and Mcallister III, D. D.**, 2002, Single Cotton Fiber Properties of Low, Ideal, and High Micronaire Values, *Textile Research Journal*, Vol: 72, Issue: 10, pp 885-891
- Furferi, R. and Gelli, M.**, 2010, Yarn Strength Prediction: A Practical Model Based on Artificial Neural Networks, *Advances in Mechanical Engineering*, doi:10.1155/2010/640103
- Gordon, S. and Hsieh, Y-L., 2007, Cotton: Science and Technology, Woodhead Publishing Limited, 548 pages
- Göktepe, F., Yılmaz, D., Göktepe, Ö.**, 2006, A Comparison of Compact Yarn Properties Produced on Different Systems, *Textile Research Journal*, Vol 76(3), pp 226–234
- İkiz, F., Püskülcü, H. ve Eren, Ş.**, 2006, İstatistiğe Giriş, Barış Yayınları Fakülteler Kitabevi, 548 Sayfa

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devamı)

- Jackowski, T., Cyniak, D. and Czekalski, J.,** 2004, Compact Cotton Yarn, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, Vol: 12, No: 4, pp 22-26
- Kadoğlu, H.,** 1993, Open-End Rotor İplik Özellikleri ile Lif Özellikleri Arasındaki Fonksiyonel İlişkilerin Tahminlenmesi Üzerine bir Arastırma, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Klein, W. and Stalder, H.,** 2016, The Rieter Manual of Spinning Volume4- Ring Spinning, 79 pages
- Kenru, Ö. ve Duru Baykal, P.,** 2014, Ring İplikleri İle Rocos® Kompakt İpliklerinin Tüylülük Özelliği Bakımından Karşılaştırılması, *Tekstil ve Mühendis*, Cil: 21, Sayı: 93, DOI: 10.7216/130075992014219301
- Khurshid, M. F., Nadeem, K., Asad, M., Chaudry, M. A. and Amanullah, M.,** 2013, Comparative Analysis of Cotton Yarn Properties Spun on Pneumatic Compact Spinning Systems, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, Vol: 21, No: 5(101), pp 30-34
- Krifa, M. and Ethridge, M. D.,** 2006, Compact Spinning Effect on Cotton Yarn Quality: Interactions with Fiber Characteristics, *Textile Research Journal*, Vol 76(5), pp 388–399
- Lawrence, C. A.,** 2010, Advances in Yarn Spinning Technology, Woodhead Publishing Limited, 446 pages
- Liu, X., Liu, W., Zhang, H. and Su, X.,** 2015, Research on pneumatic compact spun yarn quality, *The Journal of The Textile Institute*, Vol: 106, No: 4, pp 431–442
- Lord, P. R.,** 2003, Handbook of Yarn Production, Woodhead Publishing Ltd., 493 pages
- Mauney, J. R and Stewart, J. M.,** 1986, Cotton Physiology - Number One The Cotton Foundation Reference Book Series, The Cotton Foundation, Memphis, Tennessee, U.S.A, 786 pages

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devamı)

- Morton, W. E. and Hearle, J. W. S.**, Physical Properties of Textile Fibres, Woodhead Publishing Limited, 746 pages
- Murthy, H. V. S.**, 2015, Introduction to Textile Fibres, Woodhead Publishing India in Textiles, 250 pages
- Nikolic, M., Stjepanovic, Z., Lejak, F. and Stritof, A.**, 2003, Compact Spinning for Improved Quality of Ring-Spun Yarns, Fibres & Textiles in Eastern Europe, Vol. 11, No. 4 (43), pp 30-35
- Paddock Hess, K.**, 1954, Textile Fibers and Their Use, J. B. Lippincott Company, 547 pages
- Rieter K45 katalogu
- Sarı, B. and Oğlakcioğlu, N.**, 2016, Analysis of the parameters affecting pressure characteristics of medical stockings, *Journal of Industrial Textiles*, DOI: 10.1177/1528083716662587
- Saville, B. P.**, 1999, Physical Testing of Textiles, Woodhead Publishing Limited, 306 pages
- Soltani, P., and Johari, M. S.**, 2012, A study on siro-, solo-, compact-, and conventional ring-spun yarns. Part I: structural and migratory properties of the yarns, *The Journal of The Textile Institute*, Vol: 103, No: 6, pp 622–628
- Story of Cotton, <https://www.cotton.org/pubs/cottoncounts/story/upload/the-story-of-cotton-73k-pdf>, (Erişim tarihi: 10.11.2017)
- Suessen Elite Broşürü
- Tyagi, G. K., Bhowmick, M., Bhattacharyya, S. and Kumar, R.**, 2010, Effect of Spinning Conditions on Mechanical and Performance Characteristics of Cotton Ring- and Compact-spun Yarns, *Indian Journal of Fiber & Textile Research*, Vol: 35, pp 21-30
- Uster HVI Brochure, https://www.uster.com/fileadmin/customer/Instruments/Broschueren/en_USTER_HVI_1000_web_brochure.pdf, (Erişim tarihi: 11.11.2017)

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devamı)

- Uster AFIS Pro 2 Brochure, https://www.uster.com/fileadmin/customer/Instruments/Fiber_Testing/AVIS_Pro/en_USTER_AFIS_PRO_2_web_brochure.pdf, (Erişim tarihi:11.11.2017)
- Uster Tester 5 Kullanıcı Kitabı
- Üreyen, M. E. and Kadoğlu, H.**, 2006, Regressional Estimation of Ring Cotton Yarn Properties from HVI Fiber Properties, *Textile Research Journal*, Vol: 76, Issue: 5, pp 360–366
- Üreyen, M. E.**, 2004, Ring pamuk ipliklerinin özelliklerine lif özelliklerinin etkisinin fonksiyonel olarak tahminlenmesi üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Üreyen, M. E. and Kadoğlu, H.**, 2007, The Prediction of Cotton Ring Yarn Properties from AFIS Fibre Properties by Using Linear Regression Models, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, Vol: 15, No: 4, pp 63-67
- Üreyen, M.E. and Gürkan, P.**, 2008, Comparison of Artificial Neural Network and Linear Regression Models for Prediction of Ring Spun Yarn Properties. II. Prediction of Yarn Hairiness and Unevenness, *Fibers and Polymers*, Vol: 9, No: 1, pp 92-96
- Yazıcıoğlu, G.**, Pamuk ve Diğer Bitkisel Lifler, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Yayın No:274, 378 sayfa
- Yılmaz, D. and Usal, M. R.**, 2011, A comparison of compact-jet, compact, and conventional ring-spun yarns, *Textile Research Journal*, Vol:81, Issue:5, pp 459-470
- Yılmaz, D., Büyük, L. and Topuz, Z.**, 2013, The Analysis of Yarn and Fabric Properties of Second Generation Compact Spinning Systems, *Electronic Journal of Textile Technologies*, Vol: 7, No: 3, pp 15-29
- Zinser 351 2Impact FX Broşürü

ÖZGEÇMİS

12.05.1982 yılında Konya’da dünyaya gelen Memik Bünyamin ÜZÜMCÜ 2004 yılında Ege Üniversitesinde Tekstil Mühendisliği Bölümü’nde başladığı lisans programını 2009 yılında tamamlayarak aynı sene içerisinde Bartın Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır. 2010 yılında görevlendirmeyle geldiği Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında 2011 yılında yüksek lisans programını tamamlamıştır. İyi derecede İngilizce bilmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.



EKLER

EK-1: Üretilen İpliklerin Ölçülen İplik numarası ve büküm Değerleri

EK-2: Üretilen İpliklerin Ölçülen Mukavemet ve Kopma Uzaması Değerleri

EK-3: Üretilen İpliklerin Ölçülen İplik Hataları ve Tüylülük Değerleri



EK-1: Üretilen İpliklerin Ölçülen İplik numarası ve büküm Değerleri

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	Ölçülen numara (Ne)	Teorik Büküm katsayısı (α_e)	Ölçülen Büküm katsayısı (α_e)
Harman 1	1	40	38,315	3,8	3,852248
Harman 1	2	40	38,33556	4,3	4,330985
Harman 1	3	40	38,08667	4,8	4,912736
Harman 1	4	50	48,24857	3,8	3,840237
Harman 1	5	50	48,31	4,3	4,321481
Harman 1	6	50	48,215	4,8	4,803772
Harman 1	7	60	58,876	3,8	3,933013
Harman 1	8	60	59,19333	4,3	4,332696
Harman 1	9	60	58,10333	4,8	4,888213
Harman 1	10	70	70,092	3,8	3,796258
Harman 1	11	70	69,4525	4,3	4,340916
Harman 1	12	70	69,7975	4,8	4,869795
Harman 1	13	80	79,40286	3,8	3,799861
Harman 1	14	80	80,17222	4,3	4,250772
Harman 1	15	80	80,23	4,8	4,753765
Harman 1	16	90	90,375	3,8	3,960688
Harman 1	17	90	90,11444	4,3	4,268177
Harman 2	1	40	39,143	3,8	3,768677
Harman 2	2	40	38,54111	4,3	4,279933
Harman 2	3	40	38,43	4,8	4,815225
Harman 2	4	50	50,062	3,8	3,801998

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	Ölçülen numara (Ne)	Teorik Büküm katsayısı (α_e)	Ölçülen Büküm katsayısı (α_e)
Harman 2	5	50	49,637	4,3	4,268648
Harman 2	6	50	49,712	4,8	4,824786
Harman 2	7	60	59,08	3,8	3,825216
Harman 2	8	60	59,54222	4,3	4,297791
Harman 2	9	60	58,70167	4,8	4,836969
Harman 2	10	70	69,786	3,8	3,828363
Harman 2	11	70	69,61444	4,3	4,365923
Harman 2	12	70	68,026	4,8	4,844603
Harman 2	13	80	78,585	3,8	3,874423
Harman 2	14	80	78,485	4,3	4,325793
Harman 2	15	80	79,0975	4,8	4,8748
Harman 2	16	90	90,59778	3,8	3,802502
Harman 2	17	90	90,085	4,3	4,296759
Harman 3	1	40	40,604	3,8	3,731977
Harman 3	2	40	40,156	4,3	4,246738
Harman 3	3	40	40,534	4,8	4,713732
Harman 3	4	50	48,828	3,8	3,855554
Harman 3	5	50	48,27111	4,3	4,32921
Harman 3	6	50	47,8275	4,8	9,815851
Harman 3	7	60	59,22667	3,8	3,853794
Harman 3	8	60	58,74875	4,3	4,336238
Harman 3	9	60	58,10429	4,8	4,852865

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	Ölçülen numara (Ne)	Teorik Büküm katsayısı (α_e)	Ölçülen Büküm katsayısı (α_e)
Harman 3	10	70	69,79	3,8	3,882041
Harman 3	11	70	69,11444	4,3	4,358612
Harman 4	1	40		3,8	
Harman 4	2	40		4,3	
Harman 4	3	40	39,27222	4,8	4,852071
Harman 4	4	50	48,928	3,8	3,784335
Harman 4	5	50	48,194	4,3	4,369796
Harman 4	6	50	48,19286	4,8	4,805469
Harman 4	7	60	59,638	3,8	3,830715
Harman 4	8	60	57,89286	4,3	4,24531
Harman 4	9	60	57,90143	4,8	4,902369
Harman 4	10	70	69,0025	3,8	3,792317
Harman 4	11	70	69,07667	4,3	4,423188
Harman 5	1	40	38,905	3,8	3,860429
Harman 5	2	40	38,641	4,3	4,402348
Harman 5	3	40	38,01778	4,8	4,923899
Harman 5	4	50	49,244	3,8	3,80383
Harman 5	5	50	49,221	4,3	4,34976
Harman 5	6	50	48,45667	4,8	4,84939
Harman 5	7	60	58,65125	3,8	3,886363
Harman 5	8	60	58,1875	4,3	4,337813
Harman 5	9	60	58,474	4,8	4,879242

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	Ölçülen numara (Ne)	Teorik Büküm katsayısı (α_e)	Ölçülen Büküm katsayısı (α_e)
Harman 5	10	70	68,212	3,8	3,963177
Harman 5	11	70	68,30667	4,3	4,341458
Harman 6	1	40	39,687	3,8	3,831627
Harman 6	2	40	39,536	4,3	4,356196
Harman 6	3	40	38,923	4,8	4,892663
Harman 6	4	50	49,5125	3,8	3,83228
Harman 6	5	50	49,151	4,3	4,303226
Harman 6	6	50	48,803	4,8	4,866346
Harman 6	7	60	59,512	3,8	3,863688
Harman 6	8	60	58,66	4,3	4,272734
Harman 6	9	60	57,88143	4,8	4,887513
Harman 6	10	70	68,914	3,8	3,90213
Harman 6	11	70	68,51111	4,3	4,399369
Harman 7	1	40	39,372	3,8	3,857295
Harman 7	2	40	38,966	4,3	4,352376
Harman 7	3	40	38,41571	4,8	4,895649
Harman 7	4	50	48,323	3,8	3,876339
Harman 7	5	50	48,906	4,3	4,303874
Harman 7	6	50	48,12556	4,8	4,846491
Harman 7	7	60	60,117	3,8	3,875721
Harman 7	8	60	60,446	4,3	4,262235
Harman 7	9	60	59,34	4,8	4,821327

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	Ölçülen numara (Ne)	Teorik Büküm katsayısı (α_e)	Ölçülen Büküm katsayısı (α_e)
Harman 7	10	70	69,41	3,8	3,860745
Harman 7	11	70	69,56333	4,3	4,360671
Harman 8	1	40	39,503	3,8	3,834743
Harman 8	2	40	39,089	4,3	4,381562
Harman 8	3	40	38,778	4,8	4,86863
Harman 8	4	50	49,03	3,8	3,888793
Harman 8	5	50	48,848	4,3	4,277617
Harman 8	6	50	48,42444	4,8	4,995402
Harman 8	7	60	60,103	3,8	3,823539
Harman 8	8	60	59,5175	4,3	4,31063
Harman 8	9	60	58,63444	4,8	4,88802
Harman 8	10	70	69,812	3,8	3,853563
Harman 8	11	70	69,23	4,3	4,341573
Harman 8	12	70	69,25444	4,8	4,87285
Harman 8	13	80	80,0225	3,8	3,826895
Harman 8	14	80	79,73	4,3	4,299305
Harman 8	15	80	79,0925	4,8	4,719687
Harman 8	16	90	89,6475	3,8	3,784475
Harman 8	17	90	89,49	4,3	4,282612
Harman 9	1	40	39,545	3,8	3,819815
Harman 9	2	40	39,712	4,3	4,253996
Harman 9	3	40	39,585	4,8	4,84133

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	Ölçülen numara (Ne)	Teorik Büküm katsayısı (α_e)	Ölçülen Büküm katsayısı (α_e)
Harman 9	4	50	49,558	3,8	3,790959
Harman 9	5	50	49,269	4,3	4,361507
Harman 9	6	50	49,533	4,8	4,783721
Harman 9	7	60	59,26556	3,8	3,900986
Harman 9	8	60	59,101	4,3	4,284894
Harman 9	9	60	58,88	4,8	4,881312
Harman 9	10	70	69,92444	3,8	3,855566
Harman 9	11	70	69,07778	4,3	4,333475
Harman 9	12	70	69,23571	4,8	4,802114
Harman 9	13	80	80,615	3,8	3,751793
Harman 9	14	80	80,55429	4,3	4,201363
Harman 9	15	80	79,65111	4,8	4,786921
Harman 9	16	90	88,28	3,8	3,8733
Harman 9	17	90	89,2225	4,3	4,339067
Harman 10	1	40	38,29444	3,8	3,845977
Harman 10	2	40	37,61375	4,3	4,350577
Harman 10	3	40	37,51429	4,8	4,837305
Harman 10	4	50	49,592	3,8	3,774605
Harman 10	5	50	48,58556	4,3	4,313806
Harman 10	6	50	48,48571	4,8	4,88287
Harman 10	7	60	57,75667	3,8	3,815135
Harman 10	8	60	57,7575	4,3	4,400459

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	Ölçülen numara (Ne)	Teorik Büküm katsayısı (α_e)	Ölçülen Büküm katsayısı (α_e)
Harman 10	9	60	56,58	4,8	4,915892
Harman 10	10	70	69,27	3,8	3,812474
Harman 10	11	70	68,78	4,3	4,345839
Harman 11	1	40	39,60556	3,8	3,825817
Harman 11	2	40	38,87875	4,3	4,296395
Harman 11	3	40	38,76429	4,8	4,831531
Harman 11	4	50	50,39429	3,8	3,815729
Harman 11	5	50	50,77111	4,3	4,238593
Harman 11	6	50	50,13	4,8	7,084475
Harman 11	7	60	60,162	3,8	3,826915
Harman 11	8	60	59,87556	4,3	4,317693
Harman 11	9	60	59,14889	4,8	4,748639
Harman 11	10	70	70,101	3,8	3,887285
Harman 11	11	70	70,90667	4,3	4,30832

EK-2: Üretilen İpliklerin Ölçülen Mukavemet ve Kopma Uzaması Değerleri

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	Mukavemet (cN/tex)	Kopma Uzaması (%)
Harman 1	1	40	23,873	5,744
Harman 1	2	40	23,57111	5,922222
Harman 1	3	40	23,58333	6,111111
Harman 1	4	50	22,27286	5,102857
Harman 1	5	50	22,92333	5,516667
Harman 1	6	50	23,31	6,0825
Harman 1	7	60	22,634	4,966
Harman 1	8	60	23,12833	5,191667
Harman 1	9	60	23,07333	5,296667
Harman 1	10	70	22,28	5,039
Harman 1	11	70	22,5875	4,53625
Harman 1	12	70	23,66	4,60375
Harman 1	13	80	21,79286	4,125714
Harman 1	14	80	22,73889	4,794444
Harman 1	15	80	23,25222	5,927778
Harman 1	16	90	21,24167	4,33
Harman 1	17	90	22,76778	4,547778
Harman 2	1	40	23,949	5,278
Harman 2	2	40	23,76333	5,72
Harman 2	3	40	23,86375	5,74125
Harman 2	4	50	23,562	4,955

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	Mukavemet (cN/tex)	Kopma Uzaması (%)
Harman 2	5	50	23,732	5,151
Harman 2	6	50	23,612	5,555
Harman 2	7	60	23,25	4,781111
Harman 2	8	60	24,06444	4,947778
Harman 2	9	60	23,635	5,278333
Harman 2	10	70	23,63	4,638
Harman 2	11	70	23,86778	4,888889
Harman 2	12	70	22,488	4,762
Harman 2	13	80	23,03667	4,426667
Harman 2	14	80	23,78	4,805
Harman 2	15	80	22,19	5,12
Harman 2	16	90	21,60778	4,081111
Harman 2	17	90	22,177	4,14
Harman 3	1	40	22,483	5,502
Harman 3	2	40	22,192	5,577
Harman 3	3	40	22,926	5,996
Harman 3	4	50	21,889	5,032
Harman 3	5	50	22,41333	5,76
Harman 3	6	50	22,26125	5,91
Harman 3	7	60	21,74222	4,948889
Harman 3	8	60	22,22375	4,965
Harman 3	9	60	22,00571	5,708571

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	Mukavemet (cN/tex)	Kopma Uzaması (%)
Harman 3	10	70	20,963	4,791
Harman 3	11	70	21,67444	5,293333
Harman 4	1	40		
Harman 4	2	40		
Harman 4	3	40	23,74222	6,086667
Harman 4	4	50	23,359	5,418
Harman 4	5	50	23,632	5,499
Harman 4	6	50	23,45714	5,964286
Harman 4	7	60	22,754	5,028
Harman 4	8	60	26,95143	5,764286
Harman 4	9	60	23,62286	5,545714
Harman 4	10	70	22,45125	5,0825
Harman 4	11	70	22,58444	5,388889
Harman 5	1	40	24,601	5,472
Harman 5	2	40	26,005	5,984
Harman 5	3	40	25,49889	6,297778
Harman 5	4	50	25,522	5,533
Harman 5	5	50	24,294	5,395
Harman 5	6	50	25,20667	6,008889
Harman 5	7	60	24,45	5,0975
Harman 5	8	60	25,64375	5,35
Harman 5	9	60	25,106	5,348

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	Mukavemet (cN/tex)	Kopma Uzaması (%)
Harman 5	10	70	23,666	5,044
Harman 5	11	70	25,13667	5,033333
Harman 6	1	40	16,705	5,06
Harman 6	2	40	17,616	5,009
Harman 6	3	40	17,312	5,374
Harman 6	4	50	16,44875	5,2825
Harman 6	5	50	17,113	5,222
Harman 6	6	50	17,33	5,449
Harman 6	7	60	15,739	4,551
Harman 6	8	60	17,544	5,227
Harman 6	9	60	16,51714	5,431429
Harman 6	10	70	14,371	4,192
Harman 6	11	70	15,56444	4,571111
Harman 7	1	40	17,641	5,557
Harman 7	2	40	18,274	5,694
Harman 7	3	40	19,13429	6,134286
Harman 7	4	50	16,707	5,049
Harman 7	5	50	18,083	5,68
Harman 7	6	50	18,34778	6,111111
Harman 7	7	60	15,583	4,444
Harman 7	8	60	17,066	5,178
Harman 7	9	60	17,64111	5,685556

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	Mukavemet (cN/tex)	Kopma Uzaması (%)
Harman 7	10	70	15,899	4,072
Harman 7	11	70	15,81333	4,186667
Harman 8	1	40	25,044	5,317
Harman 8	2	40	25,311	5,201
Harman 8	3	40	24,529	5,622
Harman 8	4	50	24,301	5,182
Harman 8	5	50	25,058	5,347
Harman 8	6	50	24,70222	5,93
Harman 8	7	60	23,088	4,423
Harman 8	8	60	24,94875	5,19
Harman 8	9	60	24,26556	5,374444
Harman 8	10	70	23,526	4,585
Harman 8	11	70	24,62	5,167
Harman 8	12	70	24,06889	4,925556
Harman 8	13	80	23,76625	4,38625
Harman 8	14	80	23,42222	4,583333
Harman 8	15	80	23,21625	4,35125
Harman 8	16	90	22,83	4,145
Harman 8	17	90	23,23	4,333333
Harman 9	1	40	22,187	5,16
Harman 9	2	40	22,942	5,575
Harman 9	3	40	23,027	5,943

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	Mukavemet(cN/tex)	Kopma Uzaması (%)
Harman 9	4	50	20,437	5,916
Harman 9	5	50	22,643	5,659
Harman 9	6	50	22,678	6,182
Harman 9	7	60	21,12111	5,007778
Harman 9	8	60	22,652	5,449
Harman 9	9	60	23,11667	5,684444
Harman 9	10	70	21,94	4,731111
Harman 9	11	70	22,14667	5,196667
Harman 9	12	70	22,63857	5,497143
Harman 9	13	80	21,955	4,203
Harman 9	14	80	22,02857	4,808571
Harman 9	15	80	21,57778	5,148889
Harman 9	16	90	20,5125	4,1525
Harman 9	17	90	21,67125	4,52
Harman 10	1	40	22,83889	5,71
Harman 10	2	40	22,44875	6,00125
Harman 10	3	40	22,24143	6,455714
Harman 10	4	50	22,453	5,435
Harman 10	5	50	22,61889	5,806667
Harman 10	6	50	22,40143	6,147143
Harman 10	7	60	22,47667	5,356667
Harman 10	8	60	22,425	5,925

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	Mukavemet(cN/te)	Kopma Uzaması (%)
Harman 10	9	60	23,046	6,152
Harman 10	10	70	22,488	5,096
Harman 10	11	70	23,46	5,7225
Harman 11	1	40	17,92667	5,275556
Harman 11	2	40	19,07125	6,225
Harman 11	3	40	18,94714	6,505714
Harman 11	4	50	17,06286	5,245714
Harman 11	5	50	18,69889	5,283333
Harman 11	6	50	18,9825	6,2775
Harman 11	7	60	17,821	5,175
Harman 11	8	60	18,01	5,461111
Harman 11	9	60	17,98667	5,074444
Harman 11	10	70	16,802	4,916
Harman 11	11	70	17,43111	5,231111

EK-3: Üretilen İpliklerin Ölçülen İplik Hataları ve Tüylülük Değerleri

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	İnce Yer (adet/1000m)	Kalın Yer (adet/1000m)	Neps (adet/1000m)	Tüylülük (H)
Harman 1	1	40	2,2	37,2	43,7	3,606
Harman 1	2	40	3,888889	49,11111	50,22222	3,456667
Harman 1	3	40	2,777778	44	44,77778	3,28
Harman 1	4	50	4,857143	49,14286	87,85714	3,024286
Harman 1	5	50	3,555556	37,77778	63,55556	2,918889
Harman 1	6	50	4,25	36	61,5	2,68
Harman 1	7	60	11	65,6	125	2,82
Harman 1	8	60	11,33333	62,16667	96,66667	2,65
Harman 1	9	60	6,333333	54,66667	86	2,57
Harman 1	10	70	17,5	75,4	141,8	2,668
Harman 1	11	70	23,125	79,125	138,5	2,53625
Harman 1	12	70	17,5	78,125	121,25	2,40875
Harman 1	13	80	47,71429	147,4286	189,5714	2,565714
Harman 1	14	80	36,66667	147,4444	185	2,478889
Harman 1	15	80	35,44444	118,6667	179,5556	2,321111
Harman 1	16	90	66	196,3333	241,5	2,38
Harman 1	17	90	62,33333	152,5556	235,1111	2,334444
Harman 2	1	40	4,2	37,1	30,2	3,588
Harman 2	2	40	2,333333	27,88889	34,77778	3,308889
Harman 2	3	40	2,875	31,875	32,625	3,105
Harman 2	4	50	3,7	32,3	61	2,945

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	İnce Yer (adet/1000m)	Kalın Yer (adet/1000m)	Neps (adet/1000m)	Tüylülük (H)
Harman 2	5	50	5,4	36,7	54,9	2,835
Harman 2	6	50	4,9	56,5	48,8	2,609
Harman 2	7	60	7,666667	48,33333	94,44444	2,722222
Harman 2	8	60	7,111111	48,55556	74,11111	2,612222
Harman 2	9	60	7,833333	49,83333	75,83333	2,436667
Harman 2	10	70	15,7	62,7	105,1	2,623
Harman 2	11	70	15,77778	71,11111	115,7778	2,5
Harman 2	12	70	15,4	78	113,6	2,388
Harman 2	13	80	31	97,33333	147,3333	2,558333
Harman 2	14	80	31,5	101	162,75	2,43
Harman 2	15	80	29,75	105,5	144,5	2,2675
Harman 2	16	90	78,11111	147,8889	214	2,441111
Harman 2	17	90	48	123,2	168,4	2,276
Harman 3	1	40	0,1	15,3	36	3,079
Harman 3	2	40	0,6	19,1	38,3	2,967
Harman 3	3	40	0,7	18,3	36,1	2,871
Harman 3	4	50	1,2	32,5	59,9	2,794
Harman 3	5	50	1,777778	31,66667	51,77778	2,68
Harman 3	6	50	0,375	25	46	2,575
Harman 3	7	60	2	40,88889	84,55556	2,636667
Harman 3	8	60	4,125	43,125	75,125	2,50625
Harman 3	9	60	2,857143	74,42857	19,14286	2,41

Harman	Tip	Teorik numar a (Ne)	İnce Yer (adet/1000m)	Kalın Yer (adet/1000m)	Neps (adet/1000m)	Tüylülük (H)
Harman 3	10	70	13,7	70,5	117,5	2,536
Harman 3	11	70	10,55556	60,55556	108	2,396667
Harman 4	1	40				
Harman 4	2	40				
Harman 4	3	40	0,666667	39,55556	33,33333	3,024444
Harman 4	4	50	1,9	53,7	59,6	2,801
Harman 4	5	50	1,6	50,8	60,8	2,71
Harman 4	6	50	1,571429	47	50,71429	2,564286
Harman 4	7	60	5,4	65,4	88,7	2,654
Harman 4	8	60	7,714286	71,85714	92,85714	2,49
Harman 4	9	60	1,857143	47,42857	73,28571	2,44
Harman 4	10	70	10,625	82,875	136,625	2,6275
Harman 4	11	70	5	65,33333	116,3333	2,456667
Harman 5	1	40	0,4	11,8	14,8	3,19
Harman 5	2	40	0,1	8,1	9,1	2,94
Harman 5	3	40	0,333333	6,888889	9,666667	2,826667
Harman 5	4	50	0,6	17	23	2,787
Harman 5	5	50	1,4	15,5	22,5	2,635
Harman 5	6	50	1	19,33333	20,66667	2,553333
Harman 5	7	60	7	24,5	32,5	2,6325
Harman 5	8	60	2	20	24,75	2,46
Harman 5	9	60	2,8	26	33	2,392

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	İnce Yer (adet/1000m)	Kalın Yer (adet/1000m)	Neps (adet/1000 m)	Tüylülük (H)
Harman 5	10	70	10,8	45,2	56,2	2,596
Harman 5	11	70	14,33333	34,33333	61	2,453333
Harman 6	1	40	8,7	110,1	141	3,543
Harman 6	2	40	6,7	97,5	125,6	3,229
Harman 6	3	40	9,1	108	126,2	3,147
Harman 6	4	50	28,25	217	291,125	3,30875
Harman 6	5	50	19	179,6	234,9	3,019
Harman 6	6	50	17,3	174,7	227	2,88
Harman 6	7	60	43,2	235,7	315,3	3,061
Harman 6	8	60	44,2	242,7	322,9	2,908
Harman 6	9	60	47,85714	237,2857	336,8571	2,79
Harman 6	10	70	126,1	358,9	469	2,991
Harman 6	11	70	111,2222	353,7778	471,6667	2,733333
Harman 7	1	40	6,3	62,2	76,7	3,388
Harman 7	2	40	7	69,9	85,3	3,177
Harman 7	3	40	6,428571	67,57143	84,14286	3,097143
Harman 7	4	50	23,6	132,2	176	3,109
Harman 7	5	50	13,4	105,9	123,4	2,912
Harman 7	6	50	15,88889	106,1111	132,2222	2,795556
Harman 7	7	60	63,8	197,4	228,3	2,936
Harman 7	8	60	54,3	179,7	204,2	2,741
Harman 7	9	60	52,88889	183,7778	203,4444	2,587778

Harman	Tip	Teorik numar a (Ne)	İnce Yer (adet/1000m)	Kalın Yer (adet/1000m)	Neps (adet/1000m)	Tüylülük (H)
Harman 7	10	70	153,8	306,3	336,2	2,858
Harman 7	11	70	148,6667	331,6667	355,3333	2,576667
Harman 8	1	40	4,1	19,1	16,2	3,385
Harman 8	2	40	3	23	15	3,195
Harman 8	3	40	6,6	37,5	16,4	3,089
Harman 8	4	50	8,3	34,4	29,7	2,976
Harman 8	5	50	6,8	38,4	27,7	2,805
Harman 8	6	50	7,111111	42,33333	24,44444	2,691111
Harman 8	7	60	11,7	51,9	46,6	2,78
Harman 8	8	60	13,125	54	41,75	2,62625
Harman 8	9	60	15,33333	54,77778	43,44444	2,516667
Harman 8	10	70	24,5	75,8	79,2	2,683
Harman 8	11	70	21,9	71,4	63,2	2,489
Harman 8	12	70	20,33333	64,66667	48,66667	2,372222
Harman 8	13	80	46,625	86,625	87,875	2,46875
Harman 8	14	80	34	76,22222	75	2,346667
Harman 8	15	80	44,625	93,875	94,125	2,26
Harman 8	16	90	72,25	106	101,5	2,48
Harman 8	17	90	90,66667	139,3333	125,3333	2,346667
Harman 9	1	40	5	34,2	44,6	3,375
Harman 9	2	40	5,3	50,7	36	3,228
Harman 9	3	40	4	41,2	32,4	3,024

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	İnce Yer (adet/1000m)	Kalın Yer (adet/1000m)	Neps (adet/1000m)	Tüylülük (H)
Harman 9	4	50	6,1	52	63	2,95
Harman 9	5	50	7,1	59,4	56,7	2,748
Harman 9	6	50	7,4	66	65,4	2,615
Harman 9	7	60	11,66667	83,66667	105,5556	2,716667
Harman 9	8	60	13,3	79,8	98,4	2,622
Harman 9	9	60	14,44444	82,33333	99,33333	2,392222
Harman 9	10	70	19,55556	102	127,8889	2,554444
Harman 9	11	70	21	102,2222	143,1111	2,425556
Harman 9	12	70	18,71429	93,28571	122	2,314286
Harman 9	13	80	39,3	122,5	172,3	2,507
Harman 9	14	80	30	114	161,8571	2,315714
Harman 9	15	80	38,11111	109,7778	151,3333	2,243333
Harman 9	16	90	72,75	135,5	194,75	2,43
Harman 9	17	90	69,875	137,75	64,75	2,23875
Harman 10	1	40	0,333333	17,22222	31,22222	3,404444
Harman 10	2	40	0,75	24,875	35,875	3,32
Harman 10	3	40	0,285714	29,42857	36	3,218571
Harman 10	4	50	1	36,9	67,4	3,002
Harman 10	5	50	0,888889	33,66667	67,44444	2,824444
Harman 10	6	50	0,857143	40,42857	63,14286	2,711429
Harman 10	7	60	1,5	40,5	102,1667	2,835
Harman 10	8	60	1,25	49	100,25	2,6725

Harman	Tip	Teorik numara (Ne)	İnce Yer (adet/1000 m)	Kalın Yer (adet/1000m)	Neps (adet/1000m)	Tüylülük (H)
Harman 10	9	60	2,6	35,2	57,4	2,54
Harman 10	10	70	4	51,2	123,8	2,716
Harman 10	11	70	5,25	49,75	117,75	2,605
Harman 11	1	40	5,333333	37,77778	38,66667	3,217778
Harman 11	2	40	2,75	36	32,5	2,99375
Harman 11	3	40	4,428571	43	45,71429	2,832857
Harman 11	4	50	12,28571	64,28571	69,85714	2,932857
Harman 11	5	50	11,55556	57,44444	61,77778	2,703333
Harman 11	6	50	15,125	62	58,625	2,605
Harman 11	7	60	31,8	95,9	117,9	2,73
Harman 11	8	60	32,33333	88,44444	96,11111	2,574444
Harman 11	9	60	25,77778	91,33333	98,22222	2,514444
Harman 11	10	70	74,4	124,3	117,9	2,69
Harman 11	11	70	64,11111	129,4444	121,6667	2,492222