

**İPLİK TÜYLÜLÜĞÜ ÖLÇÜM  
METOT ve CİHAZLARININ  
İNCELENMESİ**

**Sennur ALAY**

**Yüksek Lisans Tezi  
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI  
ISPARTA, 2004**

**T.C**  
**SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İPLİK TÜYLÜLÜĞÜ ÖLÇÜM METOT ve CİHAZLARININ İNCELENMESİ**

**Sennur ALAY**

**Doç. Dr. Fatma GÖKTEPE**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ISPARTA, 2004**

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Özer GÖKTEPE

Üye : Doç. Dr. Fatma GÖKTEPE (Danışman)

Üye : Yrd. Doç. Dr. N. Gönül ŞENGÖZ

ONAY

Bu tez .../.../2004 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

.../.../2004

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL  
Enstitü Müdürü

## İÇİNDEKİLER

	<b><u>Sayfa</u></b>
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. İplik Tüylülüğünün Tanımı.....	2
1.2. İplik Tüylülüğünü Etkileyen Parametreler.....	6
1.2.1. Elyaf Özelliklerinin İplik Tüylülüğüne Etkisi.....	6
1.2.2. İplik Özelliklerinin İplik Tüylülüğüne Etkisi.....	7
1.2.2.1. İplik Numarası.....	7
1.2.2.2. İplik Bükümü.....	9
1.2.3. İplik Üretim Aşamalarının Etkisi.....	9
1.2.3.1. Harman-Hallaç Prosesinin Etkisi.....	9
1.2.3.2. Taraklama Prosesinin Etkisi.....	10
1.2.3.3. Cer Prosesinin Etkisi.....	10
1.2.3.4. Tarama Prosesinin Etkisi.....	11
1.2.3.5. Fitol Makinesinin Etkisi.....	11
1.2.3.6. Ring İplik Makinesi.....	12
1.2.3.7. OE-Rotor İplik Makinesi.....	21
1.2.4. İplik Üretimini Takip Eden İşlemlerin Etkisi.....	23
1.2.4.1. Bobinlemenin Etkisi.....	23
1.2.4.2. Haşılamanın Etkisi.....	23
1.2.4.3. Yakma (Gazeleme) İşleminin Etkisi.....	23
1.3. İplik Tüylülüğünün Ölçülmesi.....	24
1.3.1. Optik Metotlar.....	24
1.3.2. Fotografik Metotlar.....	26
1.3.3. Tartım Metodu.....	26

	<u>Sayfa</u>
1.3.4. Elektrik İletkenliğine Dayalı Metotlar.....	26
1.3.5. İplik Görüntüsünün İncelenmesine Dayalı Metotlar.....	27
1.3.6. Fotoelektrik Metot.....	28
2. KAYNAK BİLGİSİ.....	30
2.1. Hammadde Özelliklerinin İplik Tüylülüğüne Etkisi.....	30
2.2. İplik Numarası ve Bükümünün İplik Tüylülüğüne Etkisi.....	32
2.3. Bobinlemenin İplik Tüylülüğüne Etkisi.....	33
2.4. Farklı Test Cihazlarından Alınan Tüylülük Sonuçlarının Karşılaştırılması...	34
2.5. Farklı İplik Tüylülük Test Cihazlarında Test Hızının İplik Tüylülüğüne Etkisi.....	36
2.6. Farklı İplik Eğirme Sistemlerinin Tüylülüğe Etkisinin İncelenmesi.....	39
2.6.1. Ring İplik Eğirme Sistemi.....	39
2.6.2. OE-Rotor İplik Eğirme Sistemi.....	42
2.6.3. Hava Jetli (Air Jet) İplik Eğirme Sistemi.....	44
2.6.4. Sirospun İplik Eğirme Sistemi.....	45
3. MATERYAL VE METOD.....	47
3.1. Materyal.....	47
3.2. Metod.....	48
3.2.1. Kullanılan Test Cihazları.....	49
3.2.1.1. Uster Tester 3 ve 4 İplik Tüylülük Test Modülü.....	49
3.2.1.2. Premier Pt 7000 İplik Tüylülük Test Modülü.....	54
3.2.1.3. Zweigle G 566 İplik Tüylülük Test Cihazı.....	56
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	60
4.1. Farklı İplik Tüylülük Test Cihazlarından Alınan Tüylülük İndeksi Sonuçları.....	60
4.1.1. Penye Triko İpliklere (A Tipi Numuneler) Ait Test Sonuçları ve Analizi..	60
4.1.2. Penye Dokuma İpliklere (B Tipi Numuneler) Ait Test Sonuçları ve Analizi.....	62
4.1.3. OE-Rotor İpliklere (C ve D Tipi Numuneler) Ait Test Sonuçları ve Analizi.....	65
4.2. Tüylülük İndeksi ve S <sub>3</sub> Değerlerinin Karşılaştırılması.....	67

	<b>Sayfa</b>
4.2.1. Penye Triko İpliklere Ait Test Sonuçları ve Analizi.....	67
4.2.2. Penye Dokuma İpliklere Ait Test Sonuçları ve Analizi.....	68
4.2.3. OE-Rotor İpliklere Ait Test Sonuçları ve Analizi.....	70
4.3. UT4 ve Zweigle Test Cihazlarından Alınan Sonuçlar Arasındaki Korelasyonun Belirlenmesi.....	71
4.3.1. S <sub>3</sub> (Zweigle) ve H (UT4) Değerleri Arasındaki Korelasyon.....	71
4.3.2. Zweigle H ve UT H Değerleri Arasındaki Korelasyon.....	74
4.3.3. Zweigle K <sub>b</sub> ve UT4 H Değerleri Arasındaki Korelasyon.....	77
4.3.4. UT4 H ve Zweigle K <sub>b</sub> Değerlerinin Karşılaştırılması ve UT4-Zweigle G 566 Tüylülük Değerleri Üzerinde Tartışma .....	81
5. SONUÇ ve DAHA SONRAKİ ÇALIŞMALAR İÇİN ÖNERİLER.....	85
6. KAYNAKLAR.....	92
ÖZGEÇMİŞ.....	97
EKLER.....	98

## ÖZET

İplik tüylülüğünün önemi ilk olarak 1950'li yıllarda fark edilmiş ve o tarihten itibaren tüylülüğü ölçmek ve etki eden parametreleri belirleyebilmek için pek çok araştırma yapılmıştır. Günümüzde, her alanda olduğu gibi ilerleyen teknolojinin sonucu olarak iplikçilikte de makine hızlarının artması ve yüksek verimlilik değerlerine ulaşılması sonucunda iplik tüylülüğünün müteakip işlemlerde meydana getirdiği üretim hataları daha da bariz şekilde fark edilmeye başlanmıştır. Bunun sonucu olarak da önemli bir iplik kalite parametresi olan iplik tüylülüğü, ölçülmesi ve kontrol edilmesi gereken önemli bir problem haline gelmiştir. Bu sebeptendir ki iplik tüylülüğünün ölçülmesi için çok sayıda yöntem ve cihaz geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, penye ve OE-rotor iplikleri, günümüzde iplik tüylülüğünü ölçmede yaygın olarak kullanılmakta olan Uster Tester 3, Uster Tester 4, Premier Pt 7000 ve Zweigle G 566 iplik tüylülük test cihazlarında test edilmiş ve elde edilen sonuçlar incelenerek söz konusu cihazlardan alınan tüylülük değerlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Cihazlardan alınan tüylülük indeksi değerlerinin iplik numara değişimine göre gösterdikleri eğilimlerin tespit edildiği ilk bölümde, penye triko ve OE-rotor iplikleri için benzer trendler elde edilmiş ve iplik inceldikçe tüylülüğün azaldığı görülmüştür. Buna karşın, penye dokuma ipliklerinde iplik incelirken Uster ve Premier cihazlarından alınan tüylülük değerlerinin azalmasına rağmen Zweigle indeksinin tam tersi bir eğilim gösterdiği belirlenmiştir. Aynı sonuç Zweigle S<sub>3</sub> değeri için de elde edilmiştir.

Uster Tester 3, 4 ve Pt 7000 sonuçlarının istatistiksel olarak farklı olup olmadığının araştırıldığı bölümde, penye triko iplikleri için Pt 7000 sonuçlarının diğer iki cihaz sonuçlarından farklı olduğu, penye dokuma iplikleri için sadece ince ipliklerde Pt 7000 ile Uster Tester 3 sonuçları arasında önemli fark olduğu, OE-rotor iplikleri için de yine sadece ince ipliklerde Uster Tester 4 sonuçlarının diğer iki cihaz sonuçlarından farklı olduğu tespit edilmiştir.

Uster Tester 4 ile Zweigle cihazlarından alınan sonuçlar arasındaki korelasyonun araştırıldığı bölümde ise iki cihaz sonuçları arasındaki korelasyonun penye iplikleri için çok düşük, buna karşın OE-rotor iplikleri için oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Zweigle tüylülük sonuçları kullanılarak hesaplanan 1 cm iplikteki toplam tüy uzunluğu değeri ile Uster Tester 4 tüylülük indeksi karşılaştırıldığında, Uster indeksinin çok yüksek olduğu tespit edilmiş ve bu sonucun cihaz ölçüm prensiplerindeki farklılıklardan kaynaklandığı belirtilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELER :** İplik tüylülüğü, Zweigle G 566, Uster Tester3, Uster Tester 4, Premier Pt 7000

## ABSTRACT

The importance of yarn hairiness was realised in 1950s and many studies have been done to measure the yarn hairiness and determine the parameters which have effects on hairiness since then. Nowadays, speed of the machines have increased and high productivity is obtained because of many developments in textile technology. As a result, yarn hairiness became an important problem which needs measuring and controlling. Therefore, many different methods and instruments are developed to test yarn hairiness.

In this study, combed ring and OE-rotor yarns were tested on Uster Tester 3, Uster Tester 4, Premier Pt 7000 ve Zweigle G 566 hairiness testers which are commonly used in the spinning mills. Then, the test results obtained from these testers were examined closely.

Test results obtained from different hairiness testers are compared. For this purpose firstly it was determined that how  $S_3$  values of Zweigle and hairiness index values change with the change of yarn linear density. The difference among hairiness index values of Uster Tester 3, Uster Tester 4 and Premier Pt 7000 which have the same measuring principle were also investigated. Secondly, correlation coefficient between the Uster Tester 4 index and Zweigle index and between the Uster Tester 4 index and  $S_3$  values was calculated. In this study it was also calculated a value which is similar to Uster index by using Zweigle hairiness results and then these two values were compared.

For the combed ring knitting and OE-rotor yarns, it was found that when the linear density increases, all testers' index values decrease. On the other hand, for the combed ring weaving yarns, while other testers' index values decrease Zweigle  $S_3$  and index values increase.

When Uster and Premier hairiness index is compared, it is shown that; for the combed ring knitting yarns, hairiness index of Premier is statistically different from the index values of Uster Tester 3 and 4; for the combed ring weaving yarns Premier index is different from Uster Tester 3 index for only finer counts; for the OE-rotor yarns, Uster Tester 4 hairiness index is different from other two indexes for only finer counts.

When the correlation is calculated between the hairiness results of Uster Tester 4 and Zweigle testers, it is found that correlation coefficient is low for combed ring yarns while it is high for OE-rotor yarns. Finally, total hair length in 1 cm length of yarn wascalculated with using Zweigle hairiness results. Then this value was compared with Uster Tester 4 hairiness index value and it was determined that Uster hairiness index value was higher than Zweigle's calculated value.

**KEYWORDS** : Yarn hairiness, Zweigle G 566, Uster Tester3, Uster Tester 4, Premier Pt 7000



## TEŞEKKÜR

Farklı iplik tüylülük test cihazlarından alınan tüylülük sonuçlarının karşılaştırıldığı bu çalışmanın testler bölümünde özel işletme imkanlarından yararlanılmıştır. Buna bağlı olarak farklı cihazların aynı işletmede bulunmaması sebebiyle testlerin tek bir işletmede yapılması mümkün olmamıştır.

Bu çalışmada gerek yönlendirme, gerekse karşılaştığım problemlerin çözümü konusunda desteklerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Fatma GÖKTEPE'ye ve test sonuçlarının tartışılması esnasında görüşleriyle çalışmama destek veren hocam Sayın Doç Dr. Özer GÖKTEPE'ye teşekkürlerimi sunarım. Hayatımın her anında olduğu gibi bu çalışmada da maddi ve manevi her konuda desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve ayrıca çalışmam esnasında zor anlarımda yanımda olan ve fikirleri ile destek veren arkadaşlarım Arş. Gör. Demet YILMAZ, Arş.Gör. Rüştü ERTEKİN, Filiz ARABALI, Arş. Gör. Funda CENGİZ, Arş.Gör. Şule OĞUZOĞLU ve Tulga GÖKSUN'a, ve numune temini ve testlerin yapılması konusunda yardımlaştığım arkadaşlarım Evren KATI ve Songül DEMİRBAŞ'a, ayrıca bölüm teknisyenimiz Kadir Uğur KUTLAY'a teşekkür ederim.

Çalışmamın deneysel bölümünde numune temini konusunda ve testlerin fabrikalarında yapılması konusunda destek veren Isparta Mensucat Sanayi ve Ticaret A.Ş. Teknik Müdürü Vipar Bathia ve teknik elemanlarına, Çıraklar Tekstil yöneticilerinden Hayri Çıraklar ve laboratuvar çalışanlarına, Yumak Tekstil San. Tic. Fabrika Müdürü Önder Bodur ve Kalite Kontrol Laboratuvarı elemanlarına, Koza Tekstil Kalite kontrol Şefi Gökben Gökbulut Korkmaz ve laboratuvar çalışanlarına, Coats Türkiye İplik Sanayi A.Ş. Eğirme ve Büküm Müdürü M. Bülent Değirmencioğlu ve Kalite Kontrol Laboratuvarı çalışanlarına teşekkür ederim.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1. Ring ve kompakt ring iplik yapısındaki tüylerin görüntüsü.....	4
Şekil 1.2. İplik tüylülüğünü oluşturan lif şekillerinin şematik gösterimi.....	4
Şekil 1.3. Tüylülük ve iplik numarası arasındaki ilişki(Zellweger Uster, 2001).....	8
Şekil 1.4 Tüylülük varyasyonu ve iplik numarası arasındaki ilişki (Zellweger Uster, 2001).....	8
Şekil 1.5. İplik bükümünün tüylülüğe etkisi (Zellweger Uster, 2001).....	9
Şekil 1.6. Silindir kaplama materyali sertliğinin iplik tüylülüğüne etkisi (İplik; %100 Pamuk, Ne 30) (Zellweger Uster, 2001).....	13
Şekil 1.7. Silindir kaplama materyali sertliğinin iplik tüylülük standart sapmasına etkisi (İplik; %100 Pamuk, Ne 30) (Zellweger Uster, 2001).	14
Şekil 1.8. İğ hızının iplik tüylülüğüne etkisi ( İplik; %100 pamuk, penye, Ne 37) (Zellweger Uster, 2001).....	15
Şekil 1.9. İğ hızının iplik tüylülük varyasyonuna etkisi ( İplik; %100 pamuk, penye, Ne 37) (Zellweger Uster, 2001).....	16
Şekil 1.10. Kopça çalışma süresinin tüylülüğe etkisi (İplik;%100 pamuk, karde, Ne30) (Zellweger Uster, 2001).....	18
Şekil 1.11. Kopça çalışma süresinin tüylülük standart sapmasına etkisi (İplik; %100 pamuk, karde, Ne30) (Zellweger Uster, 2001).....	19
Şekil 1.12. Bilezik rayı hareketinin tüylülüğe etkisi (İplik; %100 Pamuk, Penye, Ne 37, A= bobin zemini, B= bobin üst yüzeyi) (Zellweger Uster, 2001).....	20
Şekil 1.13. Bilezik rayı hareketinin tüylülük standart sapmasına etkisi (İplik; %100 Pamuk, Penye, Ne 37, A= bobin zemini, B= bobin üst yüzeyi) (Zellweger Uster, 2001).....	21
Şekil 3.1. Uster iplik düzgünsüzlük ve tüylülük test cihazı.....	50
Şekil 3.2. Uster iplik tüylülük ölçüm prensibi (Zellweger Uster, 2001 ).....	51
Şekil 3.3. Uster'de tüylülük indeksinin şematik olarak hesaplanması.....	51

	<b>Sayfa</b>
Şekil 3.4. Normal test uzunluğunda tüylülük diyagramı (İplik : % 100 karde pamuk ipliği, Ne 40, Nm 67, 15 tex).....	53
Şekil 3.5. Tüylülük varyasyonu (Standart sapma $S_H$ ).....	53
Şekil 3.6. Tüylülük spektrogramı (İplik: %100 karde pamuk ipliği, Ne 7, Nm 12).....	54
Şekil 3.7. Tüylülük varyans uzunluk eğrisi (İplik : % 100 karde pamuk ipliği, Ne 28, Nm 4).....	54
Şekil 3.8. Premier Pt 7000 iplik düzgünsüzlük ve tüylülük test cihazı.....	55
Şekil 3.9. Premier Pt 7000 iplik tüylülük test cihazı tüylülük ölçüm prensibi (Premier).....	55
Şekil 3.10. Zweigle G 566 iplik tüylülük test cihazı.....	56
Şekil 3.11. Zweigle iplik tüylülüğü ölçüm prensibi.....	57
Şekil 3.12. Tüylülüğü ölçülen bir iplik kesitinin şematik görüntüsü.....	57
Şekil 3.13. Zweigle tüylülük indeksi değerinin hesaplanmasının grafiksel Açıklaması (Mangold ve Topf, 1985).....	59
Şekil 4.1. Penye triko ipliklerine ait tüylülük indeksi değerleri.....	61
Şekil 4.2. Penye dokuma ipliklere ait tüylülük indeksi değerleri.....	63
Şekil 4.3. OE-Rotor dokuma ipliklerine ait tüylülük indeksi değerleri.....	65
Şekil 4.4. Penye triko ipliklere ait tüylülük sonuçları.....	68
Şekil 4.5. Penye dokuma ipliklere ait tüylülük sonuçları.....	69
Şekil 4.6. OE-rotor dokuma ipliklere ait tüylülük sonuçları.....	70
Şekil 4.7. Penye triko iplikleri için Zweigle $S_3$ ve UT4 H değerleri arasındaki korelasyon ( $r = 0,582$ ).....	72
Şekil 4.8. Penye dokuma iplikleri için Zweigle $S_3$ ve UT4 H değerleri arasındaki korelasyon ( $r=0.118$ ).....	73
Şekil 4.9. OE-rotor dokuma iplikleri için Zweigle $S_3$ ve UT4 H değerleri arasındaki korelasyon ( $r= 0,93$ ).....	74
Şekil 4.10. Penye triko iplikleri için Zweigle H ve UT4 H değerleri arasındaki korelasyon ( $r = 0,630$ ).....	75
Şekil 4.11. Penye dokuma iplikleri için Zweigle H ve UT4 H değerleri arasındaki korelasyon ( $r = 0,132$ ).....	76

	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.12. OE-rotor dokuma iplikleri için Zweigle H ve UT4 H değerleri arasındaki korelasyon ( $r = 0,928$ ).....	77
Şekil 4.13. Penye triko iplikleri için Zweigle $K_b$ ve UT4 H değerleri arasındaki korelasyon ( $r= 0,292$ ).....	79
Şekil 4.14. Penye dokuma iplikleri için Zweigle $K_b$ ve UT4 H değerleri arasındaki korelasyon ( $r= 0,137$ ).....	80
Şekil 4.15. OE-rotor dokuma iplikleri için Zweigle $K_b$ ve UT4 H değerleri arasındaki korelasyon ( $r= 0,908$ ).....	81
Şekil 4.16. Az sayıda uzun tüye sahip bir iplik (A) ile fazla sayıda kısa tüye sahip bir ipliğin (B) kabaca görünüşü.....	83

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 1.1. Objektif ve subjektif ölçüm arasındaki ilişkiye ait korelasyon katsayıları.....	3
Çizelge 3.1. Testlerde kullanılan iplik özellikleri.....	48
Çizelge 4.1. Penye Triko iplikler için regresyon analizinde Duncan metodu sonuçları .....	62
Çizelge 4.2. Penye Dokuma iplikler için regresyon analizinde Duncan metodu sonuçları .....	64
Çizelge 4.3. OE-Rotor iplikleri için regresyon analizinde Duncan metodu sonuçları .....	66
Çizelge 4.4. Ne 18 numara OE-rotor triko ipliği için regresyon analizinde Duncan metodu sonuçları.....	67
Çizelge 4.5. Ortalama UT4 H ve $K_b$ değerleri.....	82

## 1.GİRİŞ

Ülkemizde tekstil sektörü en önemli sanayi dallarından birisidir. 2002 yılı tekstil ihracatı istatistiklerine göre, toplam tekstil ve konfeksiyon ihracatımız 1.270.000 ton civarında olup, bu değer yaklaşık olarak 12 milyar US \$'a karşılık gelmektedir. Bu verilere göre tekstil ihracatımız, Türkiye toplam ihracatında yaklaşık %35'lik paya sahiptir (Dış Ticaret Müsteşarlığı, 2003).

Tekstil Sanayisi içinde kısa şapeli iplik üretimi önemli yer tutmaktadır. 2001/2002 sezonunda 880 bin ton olan pamuk üretimimizin yetersiz kalıp yaklaşık 387 bin ton pamuğun ithalat yolu ile ülkemize girişi bu önemi ortaya koymaktadır (Özudoğru, 2003).

Tekstil teknolojisinde yaşanan gelişmeler kısa şapeli iplikçilikte üretim miktarının artmasına yol açmıştır. Ancak üretimin sadece miktar olarak artışı ile ürünlerin pazar payının artmayacağı kesindir. Üretimin, insanların tekstil ürünlerindeki beklentilerinde oluşan farklılıkları karşılayabilecek özellik ve kalitede olması gerekmektedir.

Son yıllarda iplik tüylülüğü incelik, kopma mukavemeti, düzgünsüzlük gibi iplik kalitesini belirlemede dikkate alınan parametrelerden birisi olarak kabul edilmektedir. İplik tüylülüğü, birim uzunluk veya alan başına iplik yüzeyinden çıkan lif sayısı olarak tanımlanmaktadır.

Tüylülük, iplik üretim prosesinde yer alan makinelerin tasarımında kullanılan bir parametre olup rotor, tarak mekanizmaları, kılavuzlar, kopçalar ve makine konstrüksiyonu kapsamındaki hava emiş sistemleri gibi iplik üretim donanımlarının uygun şekilde çalışıp çalışmadığını ortaya koyan bir gösterge olarak da kullanılmaktadır. Tüylülükten ayrıca, kumaşlarda renk tonu değişimlerinin sebeplerinin belirlenmesinde de faydalanılmaktadır.

İplik tüylülüğü, yüksek değerlere ulaştığında dahi, her zaman bir kalite eksikliği değildir. Genellikle iç çamaşırı, örme dış giyim ve spor giyim gibi bazı kullanım alanlarında yüksek tüylülük istenilen bir özelliktir.

Yukarıda bahsedilen özel durumlar hariç iplik tüylülüğü istenmeyen bir özelliktir. Tüylülük derecesi yüksek olan iplikler daha sonra gelen işlem basamaklarında ve son kullanım alanlarında sorunlara yol açmaktadır. Tüylülüğün kabul edilebilir kalite sınırlarının üzerinde olması, iplik üretimi sırasında uçuntu oluşumuna, çözgü çekme ve dokuma işlemleri sırasında yan yana gelen lif uçlarının düğümlenmeleri sonucunda kopuşlara sebep olmaktadır. Ayrıca üretilen kumaşlarda boncuklaşmaya (pilling) katkıda bulunmakta, terbiye, boyama ve bitim işlemleri sonrasında çeşitli görünüm bozukluklarına yol açmaktadır. Bunlardan başka atkı ipliklerinin tüylülük özelliklerindeki farklılık, kumaşta bant oluşumu şeklinde hatalara yol açabilmektedir.

Tüylülüğü gidermek veya azaltmak için iplik veya kumaş yüzeyinde yakma gibi işlemler uygulanabilmektedir. Ancak bu tür işlemler hiçbir zaman kesin çözüm getirmemekte ve ayrıca üretim maliyetini önemli ölçüde artırmaktadır. Bu nedenle iplik tüylülüğünün kabul edilebilir sınırları aşıp aşmadığının henüz üretim aşamasında tespit edilmesi, önleme veya azaltmaya yönelik tedbirlerin derhal alınması bakımından önemlidir. Fakat iplik tüylülüğünü tek bir parametre ile temsil etmek mümkün olmadığı için kontrol edilmesi çok zordur.

İpliklerde tüylenmenin nedenleri ve azaltılması olanakları üzerinde yıllardan beri çok çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Özellikle 1950'li yılların başlangıcında tüylülük ölçüm metotlarının ve cihazlarının geliştirilmeye başlaması ile bu konudaki araştırmalar yoğunlaşmıştır.

### **1.1. İplik Tüylülüğünün Tanımı**

Tüylülüğün kantitatif parametre olarak düşünülmesi ilk kez 1952-1953 yıllarında söz konusu olmuştur. Çünkü tüylülük ölçme metotları ve cihazları o tarihten itibaren önem kazanmıştır.

Tüylülüğü, birim uzunluk ya da alan başına iplik yüzeyinden dışarı doğru çıkan lif sayısı veya iplik yüzeyine dik olarak ölçülen lif uzunluğu olarak tanımlamak mümkündür (Mangold ve Topf, 1985).

Tüylülüğün ölçülebilmesi ve kontrol altında tutulabilmesi önemlidir. Ancak tüylerin sayısı ve uzunluğu birbirinden bağımsız olarak değiştiği için tüylülüğü tek bir parametre ile temsil etmek mümkün değildir.

Genellikle literatürde tüylülüğü tanımlayan parametre olarak, birim uzunluktaki tüy sayısı (N) veya tüy uzunluğu (L) veya her ikisinin çarpımından oluşan bir parametre (NL) kullanılmıştır. Bu parametrelerden hangisinin en iyi şekilde tüylülüğü tanımlayabileceği hususunda yapılan bir çalışmada, kullanılan parametre ile subjektif olarak elde edilen kumaş görüntüsü arasındaki ilişkiye bakılmış ve Çizelge 1.1'deki sonuçlar bulunmuştur (Barella, 1983).

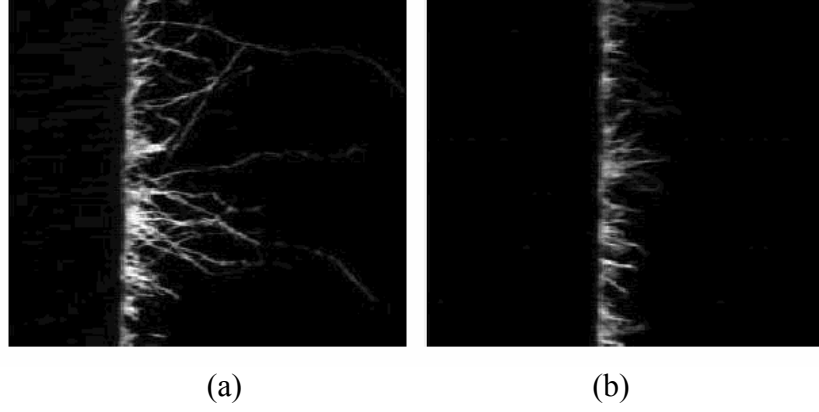
Çizelge 1.1. Objektif ve subjektif ölçüm arasındaki ilişkiye ait korelasyon katsayıları

<b>Objektif parametre</b>	<b>Yünlü iplik</b>
N	0,828
L	0,030
NL	0,828

Çizelge 1.1.'deki sonuçlara göre iplik tüylülüğünü gerçekte en iyi N veya NL parametreleri tanımlamakta, tek başına L parametresi ise yeterli olmamaktadır.

Teorik olarak bir iplik daha az sayıda tüylere sahip olabilir veya çok sayıda kısa tüylere sahip olabilir veya ikisi arasında bir kombinasyona sahip olabilir. Şekil 1.1. (a)'da daha uzun tüylere sahip bir ring ipliği, Şekil 1.1. (b)'de daha kısa tüylere sahip bir kompakt ring ipliği gösterilmektedir.



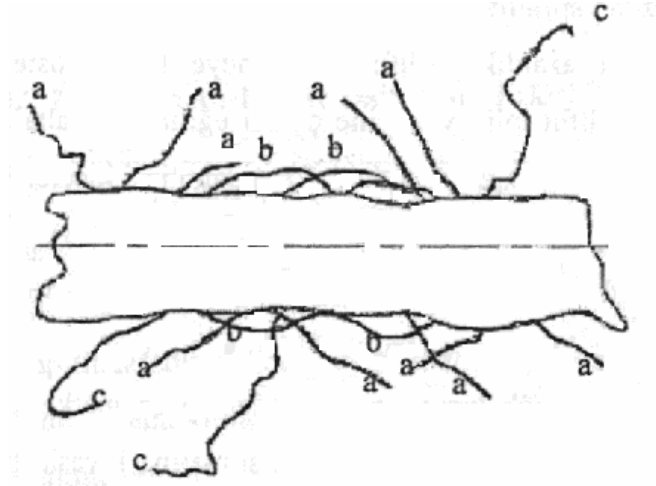


Şekil 1.1. Ring ve kompakt ring iplik yapısındaki tüylerin görüntüsü

Barella ilk kez 1957 yılında iplik yüzeyini optik olarak inceleyerek, iplik yüzeyinden çıkan ve tüylülüğü oluşturan lifleri üç grupta sınıflandırmıştır (Şekil 1.2).

Bunlar;

- Çıkıntı lif uçları (a)
- İplik dışında ilmekleşen lifler (halkacıklar) (b)
- Gelişigüzel liflerdir (c).



Şekil 1.2. İplik tüylülüğünü oluşturan lif şekillerinin şematik gösterimi

Tüylülüğün büyük bir kısmı genellikle çıkıntı lif uçları tarafından meydana getirilmektedir. Çıkıntı lif uçlarının sayısı değişmemekle birlikte, çıkan liflerin uzunlukları arttığında tüylülüğün arttığı kabul edilmektedir (Can, 1998).

İplik eğirme esnasında eğirme üçgeninin kenarında iyi kontrol edilemeyen lifler, çıkıntı lif uçlarını oluşturmaktadır. Ayrıca kısa lifler, lif uzunluğu boyuncaki gerilimleri yetersiz olduğu için iplik yapısına katılamayarak çıkıntı uçları oluşturmaktadır. İlmekleşen tüyler, esas olarak zayıf bir şekilde oryante olmuş liflerden, özellikle de “U” şeklindeki lifler veya lif kancaları tarafından oluşturulmaktadır. Gelişigüzel lifler ise, her iki uçlarından iplik yapısına tutunamayan lifler tarafından oluşturulmaktadır. Gelişi güzel tüylerin oluşumunda lif uzunluğu, liflerin kesitteki pozisyonu ve durumu önemli rol oynamaktadır. Eğer bir lifin serbest ucu büküm noktasını geçirirsa, o lif ya iplik etrafına sarılarak ya da iplikten ayrılarak gelişigüzel tüy oluşturmaktadır. Bunun yanında bazı uçuntu liflerin dönen iplik etrafına sarılmasından dolayı da gelişigüzel lif oluşabilmektedir (Wang, 1999).

Pillay’ın çalışmalarında elde ettiği sonuçlara göre çıkıntı lif uçlarının sayısı, yaklaşık olarak iplik kesitindeki lif sayısına eşittir. Bu durum tüm liflerin sadece bir ucunun ya da liflerin yarısının her iki ucunun dışarı çıktığı şeklinde bir varsayım ile açıklanmıştır (Pillay, 1964).

Tüylülüğün genellikle “halkacıklar” ve çıkıntı lifler ile gelişigüzel liflerin tümünü kapsayan “uçlar”dan kaynaklandığı düşünülürse, uçlar pamuk ipliklerinde toplam tüylülüğün 2/3’lük kısmını meydana getirmektedir. Bu oran Jackowski’nin rayon lifleri için bulduğu değere yakındır. Barella kamgarn ipliklerde tüylülüğün 1/4’nün, ştraygarn ipliklerde tüylülüğün 1/2’sinin uçlar tarafından meydana getirildiğini bulmuştur. Ancak bu değerler oldukça değişkendir ve genel bir karakteristik olarak kabul edilmemelidir (Barella, 1957; Jackowski, 1962).

## 1.2. İplik Tüylülüğünü Etkileyen Parametreler

Günümüze kadar yapılmış olan çalışmalarda, iplik tüylülüğüne sebep olan parametreler ve çözüm yolları ortaya konulmuştur. Genel olarak tüylülüğün aşağıda sıralanan parametrelerden etkilendiği kabul edilmektedir:

- Liflerin fiziksel özellikleri,
- İplik özellikleri,
- Eğirme prosesindeki parametreler,
- Eğirmeyi takip eden işlemler

### 1.2.1. Elyaf Özelliklerinin İplik Tüylülüğüne Etkisi

Kullanılan elyaf özelliklerinin iplik tüylülüğü üzerine etkisi bir çok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Günümüze kadar yapılan araştırmaların sonucunda genel olarak iplik tüylülüğünde etkili olan elyaf özelliklerinin; uzunluk, incelik, kopma mukavemeti, olgunluk, bükülmeye ve katlanmaya karşı direnç, kopma uzaması ve liflerin enine kesit şekilleri olduğu tespit edilmiştir.

İplik tüylülüğünü en fazla etkileyen elyaf özelliği lif uzunluğu ve uzunluk üniformitesidir. Lif uzunluğu arttıkça tüylülük azalmaktadır. Uzun lifler ipliğin merkezinde kalma eğilimi gösterirken, kısa lifler ipliğin dış tarafına çıkma eğilimi göstermektedirler. Aşırı tüylülüğün önlenmesi için, uzun liflerle çalışılması ve lif uzunluk varyasyonunun minimum seviyede tutulması gerekmektedir (Örtlek, 2001).

Lif uzunluğundan sonra iplik tüylülüğünü en fazla etkileyen elyaf özelliği mikroner indeksidir. Lif inceldikçe tüy oluşturma eğilimi azalmaktadır. İnce yapılı lifler, uzun yapılı lifler gibi oluşan ipliğin merkezinde kalma eğilimi göstermektedirler. Ayrıca, lif inceldikçe lifin bükülmeye karşı gösterdiği direnç azalmakta buna bağlı olarak da lifin iplik yüzeyine çıkma eğilimi azalmakta, sonuç olarak da tüylülük azalmaktadır.

İplik tüylülüğünü etkileyen elyaf özellikleri arasında yer alan kopma uzaması değerleri ile iplik tüylülüğü arasında negatif yönde değişim olduğu görülmüştür.

Benzer bir ilişki kopma mukavemeti için de tespit edilmiştir. Bu konuda yapılan bir çalışmada lif demet mukavemeti ile tüylülük indeksi arasında negatif yönde yüksek bir korelasyon olduğu ifade edilmiştir. Lif mukavemeti fazla olan pamuklar tüylenmeye daha az meyillidirler (Örtlek, 2001).

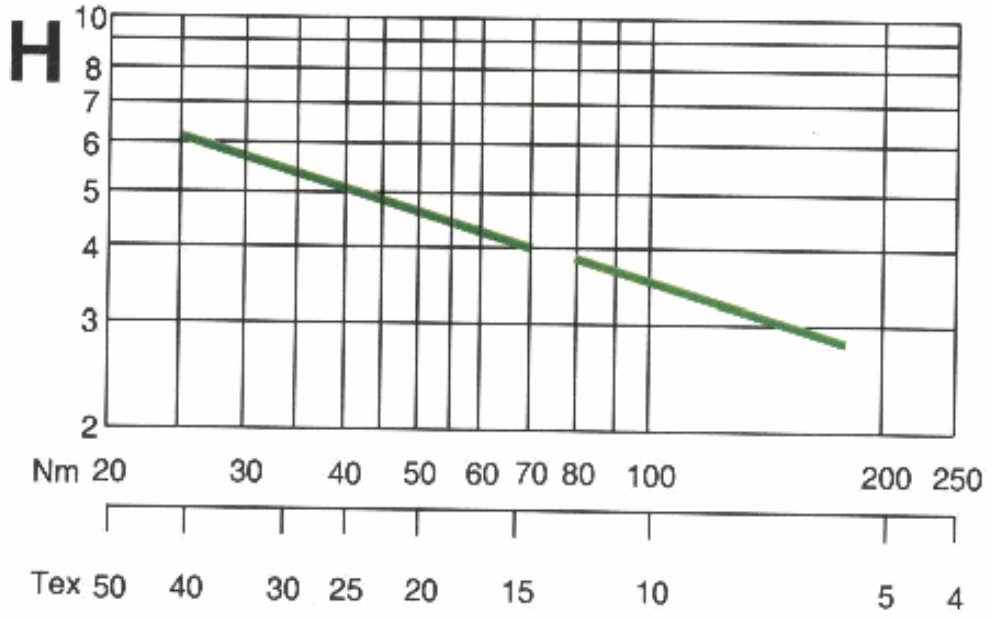
Diğer elyaf özelliklerinden lif kıvrımı (yünde) ve esneklik tüylülükle ters orantılı, eğilme rijitliği ise doğru orantılıdır.

### **1.2.2. İplik Özelliklerinin İplik Tüylülüğüne Etkisi**

Tüylülüğe etki eden en önemli iplik özellikleri numara ve bükümdür. Genellikle lineer yoğunluk arttıkça, yani iplik kalınlaştıkça tüylülük artmakta, büküm miktarı arttıkça da tüylülük azalmaktadır.

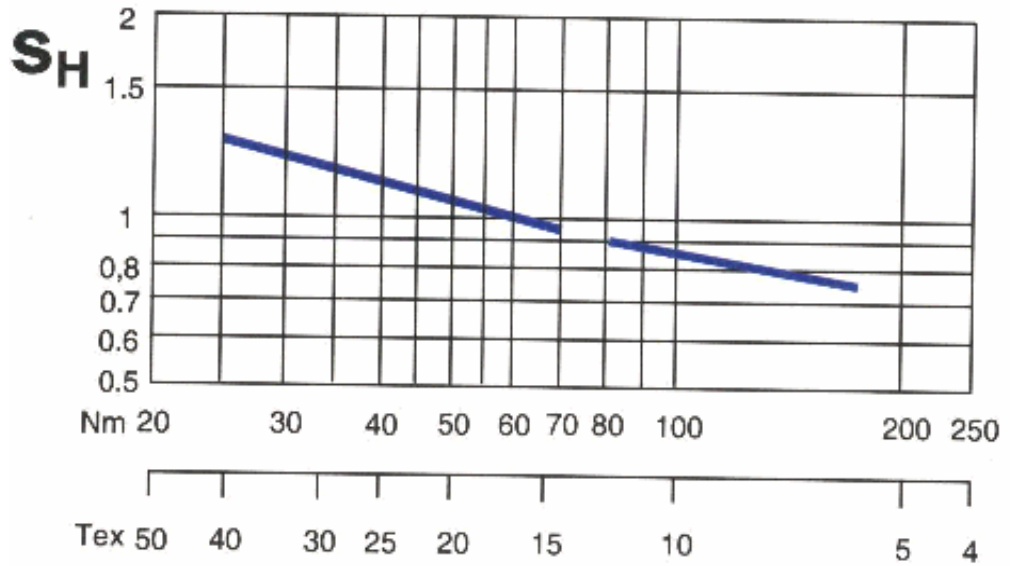
#### **1.2.2.1. İplik Numarası**

Sabit bükümde, iplik kesitinde ne kadar çok lif olursa ipliğin birim uzunluğundan çıkan lif ve ilmeklerin sayısı da o kadar çok olmaktadır. Bu yüzden, kalın bir iplik ince bir iplikten daha yüksek bir tüylülüğe sahip olmaktadır. İplik inceldikçe aynı miktardaki elyaf daha geniş bir alana yayılacağından, başka bir ifadeyle ipliğin birim yüzeyinde daha az sayıda lif bulunacağından tüylülük azalmaktadır. Şekil 1.3'de iplik numarası ile tüylülük arasındaki ilişki gösterilmektedir.



Şekil 1.3. Tüylülük ve iplik numarası arasındaki ilişki (Zellweger Uster, 2001)

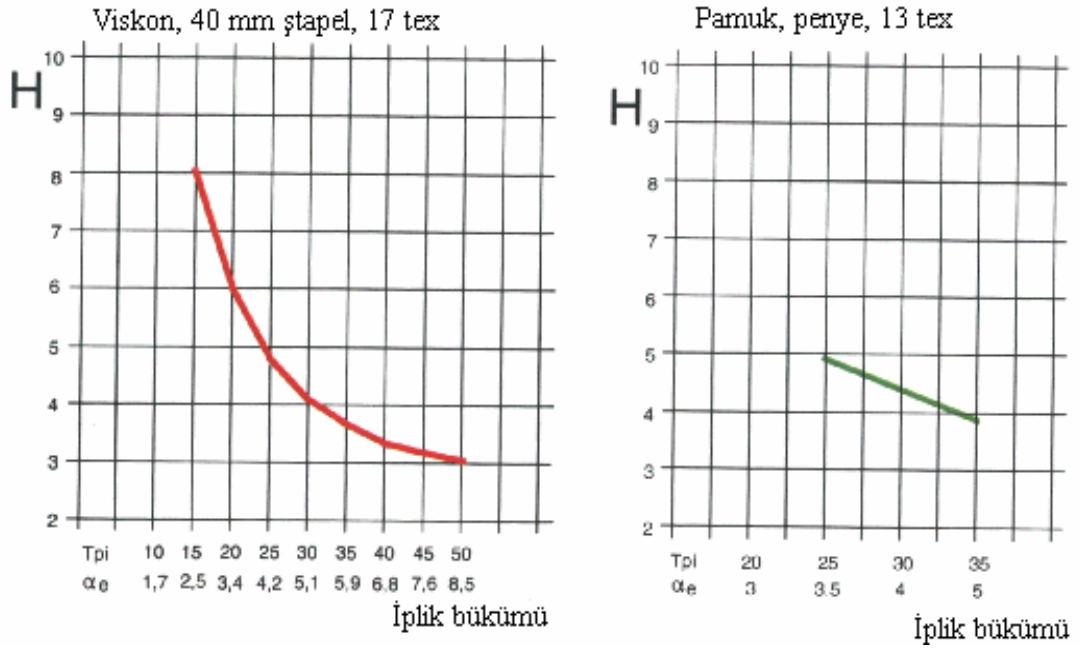
İplik inceldikçe tüylülük varyasyonu da azalmaktadır. Şekil 1.4’de iplik numarası ile tüylülük varyasyonu arasındaki ilişki gösterilmektedir.



Şekil 1.4. Tüylülük varyasyonu ve iplik numarası arasındaki ilişki (Zellweger Uster, 2001)

### 1.2.2.2. İplik Bükümü

İplik bükümünün tüylülüğe belirgin bir etkisi vardır. Şekil 1.5.'de büküm ile tüylülük arasındaki ilişki gösterilmektedir. Büküm miktarı arttıkça, iplik çıkış silindirlerinin temas noktasına daha yakın bir noktada oluşmakta, böylece lif kontrolünün artmasıyla tüylülük azalmaktadır. Ayrıca, büküm ile liflerin iplik yapısına ve birbirlerine tutunma ihtimali artacağı için de tüylülük azalmaktadır



Şekil 1.5. İplik bükümünün tüylülüğe etkisi (Zellweger Uster, 2001)

### 1.2.3. İplik Üretim Aşamalarının Etkisi

#### 1.2.3.1. Harman-Hallaç Prosesinin Etkisi

İşletmeye gelen hammaddelerin açma, temizleme ve karıştırma işlemlerinin gerçekleştirildiği harman-hallaç prosesindeki birçok parametre iplik tüylülüğünü etkilemektedir. Kullanılan besleme ünitelerinin, karıştırıcıların, kaba-ince temizleme makinelerinin çalışma prensibi ve hızına bağlı olarak iplik tüylülüğü değişmektedir.

Uygun hız, biçim ve kontrolde gerçekleştirilemeyen açma, temizleme ve karıştırma işlemleri lif kırılmalarına neden olmakta ve iplik tüylülüğünü artırmaktadır.

### **1.2.3.2. Taraklama Prosesinin Etkisi**

Taraklama, elyafın tek lif halinde açıldığı, liflerin paralel hale getirildiği, nepslerin açıldığı, yabancı maddelerin, kısa liflerin ve tozların mümkün olduğu ölçüde uzaklaştırıldığı prosesdir. Bu işlemlerin ne ölçüde verimli yapıldığı üretilen ipliğin özellikleri ve kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Makine parçalarının düzgün olmaması veya hasarlı olması, tarak ayarlarının doğru yapılmamış olması, doğru hızlarda çalışılmaması, yapılan işlemlerin verimliliğini ve özellikle de lif kırılma oranını, dolayısıyla da iplik tüylülüğünü olumsuz yönde etkileyecektir.

### **1.2.3.3. Cer Prosesinin Etkisi**

Cerler, şeritteki kütleli düzgünsüzlüğün azaltıldığı, liflerin paralelleştirildiği, karıştırmanın (harmanlama) yapıldığı makinelerdir. Cer makinelerinde iplik tüylülüğünü etkileyen faktörler ise çekim silindirlerinin ekartman ayarı ve pasaj sayısı gibi faktörlerdir.

Ekartman ayarının çalışılan lif uzunluğuna uygun olarak seçilmesi iplik tüylülüğü açısından son derece önemlidir. Çekim silindirleri arasındaki mesafenin gereğinden fazla açık olması durumunda yüzen elyaf miktarı artmaktadır. Sonuç olarak da elyaf kontrolü yeterince sağlanamamakta, dolayısıyla tüylülük artmaktadır. Bu mesafenin gereğinden fazla kapalı olması durumunda da lif kırılmaları artacağı için iplik tüylülüğü artmaktadır.

İplik tüylülüğü açısından önemli olan diğer bir faktör de pasaj sayısıdır. Tarak makinesinden çıkan şeridin içersindeki lifler, tarak makinelerindeki dofere aktarım işleminden dolayı kancalı durumdadırlar. Bu durum ortalama lif boyunu kısalttığı için tüylülüğü olumsuz yönde etkilemektedir. Cer makinelerinde silindir çiftleri

arasında gerçekleştirilen çekim ile lifin sevk yönüne göre arka kısımda bulunan kancalar açılır. Cerlerde birinci pasaj uygulaması arka uçtaki kancaları açar, ancak ön uçtaki kancalar banttaki konumunu muhafaza eder. Bunların da açılabilmesi için ikinci bir cer pasajı zorunludur. Cer makineleri arasında kovaya alınan bant 180° döndürülmüş olduğundan birinci pasajda ön uça kalarak açılmayan kancalar, ikinci pasajda arka uça kaldıkları için kolaylıkla açılmaktadırlar.

Liflerin kancalı yapılarının tam olarak açılması ile cer şeridi içersindeki lif uzunlukları artmakta, dolayısıyla da tüylülük azalmaktadır. İplik tüylülüğünü olumsuz yönde etkileyen lif kancalarının tam olarak açılması açısından en az iki pasaj cer işlemi uygulanması gerekmektedir.

#### **1.2.3.4. Tarama Prosesinin Etkisi**

Penye makinesinde kısa elyaf yüzdesi azaltılacağı, lifler daha paralel hale getirileceği, neps ve yabancı maddeler daha fazla uzaklaştırılacağı için tüylülük azalmaktadır.

#### **1.2.3.5. Fitol Makinesinin Etkisi**

Fitil makinelerinde fitil numarasına bağlı olarak uygulanan çekim ve büküm, üretilen ipliğin tüylülüğünü önemli ölçüde etkilemektedir. Fitil bükümünün artırılması tüylülüğü azaltmaktadır. Kaba fitillerde büküm düşük tutulduğunda liflerin fitil yüzeyine doğru yönlenmesi artmakta, dolayısıyla da tüylülük artmaktadır. Fitil makinelerinde uygulanan çekim miktarının azaltılması ile tüylülük azalmaktadır. Fitil makinelerinde klips kullanımı, çekim bölgesinde liflerin kontrolünü artıracığı için tüylülüğü azaltmaktadır. Fitillerin çok uzun süre uygun olmayan koşullarda bekletilmesi tüylülüğü artırmaktadır (Can, 1998).

Fitil makinesinden geçiş sırasında liflerin temas ettikleri kısımların temizliği, çalışma hızı ve makinede çıkış silindirlerinden lifin çıkışı esnasında meydana gelen eğirme üçgeninin büyüklüğü iplik tüylülüğü için önemli parametrelerdir. Eğirme üçgeni ne



kadar büyük olursa, lifin kontrolü ve yapıya dahil edilmesi o kadar zor olmakta, sonuç olarak da tüylülük artmaktadır.

#### **1.2.3.6. Ring İplik Makinesinin Etkisi**

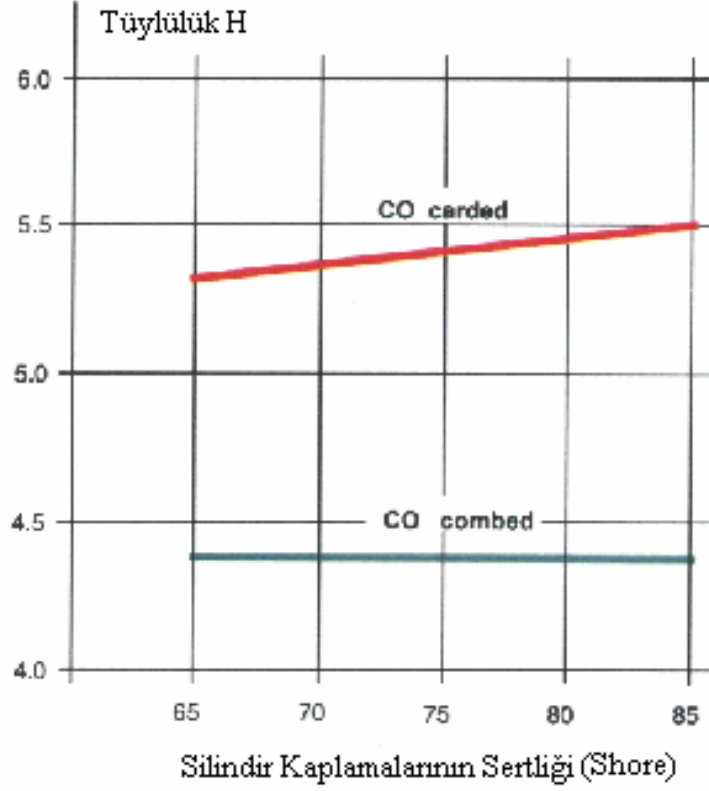
İplik üretim aşamaları içinde iplik tüylülüğüne en fazla etki eden proses ring iplik eğirme prosesidir. Ring iplik eğirme makinesinin çekim bölgesinden sarım bölgesine kadar olan bölümlerindeki pek çok parametre iplik tüylülüğü üzerinde önemli etkiye sahiptir. Bu parametreler aşağıda sıralanmıştır.

- Çekim sistemi ve çekim miktarı
- İğler
- Kopça şekli ve ağırlığı
- Bilezik çapı ve tipi
- Diğer parametreler

Ring iplik eğirme makinelerinde, beslenen fitilin lineer yoğunluğu arttıkça, önceden belirlenen iplik numarasına ulaşabilmek için uygulanan çekim miktarı da artırılmaktadır. Çekim miktarının artması ise lif kontrolünü zorlaştıracak için tüylülüğü artırmaktadır.

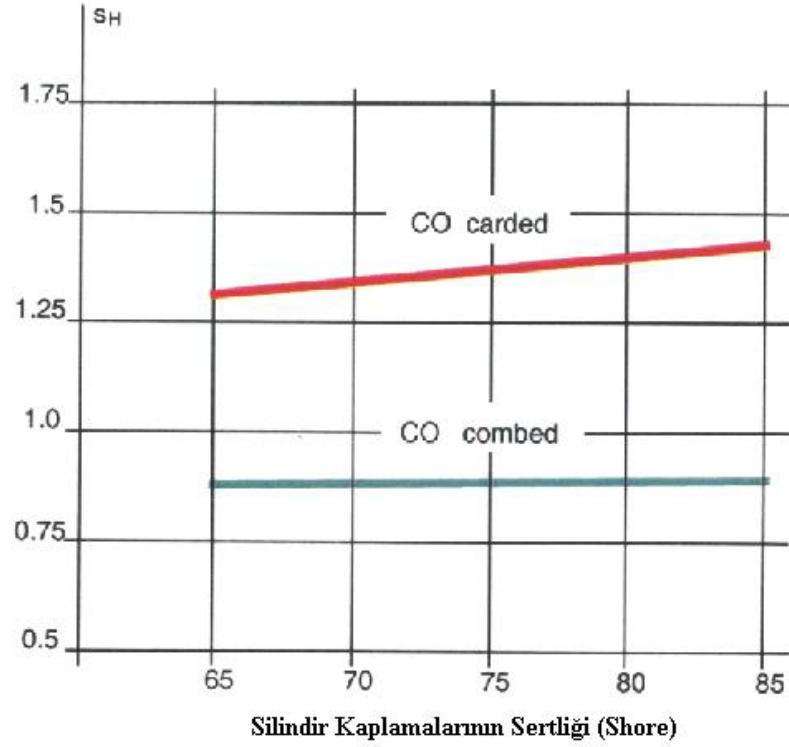
Çekim sistemi de tüylülüğü etkilemektedir. Çift apron çekim sisteminde, silindri çekim sistemine göre elyaf kontrolü daha iyi olacağından tüylülük azalmaktadır. Esas çekim bölgesinde kondenser kullanımı tüylülüğü azaltmak açısından önemlidir. Kondenser kullanımı daha iyi elyaf kontrolü ve dolayısı ile daha düşük tüylülük elde edilmesini sağlamaktadır. Çekim bölgesinde uygulanacak basıncın miktarının çok fazla ya da çok az olması durumunda tüylülük artmaktadır. Çekim silindiri kaplamalarının sertliği, kirli ve/veya hasarlı olması da iplikte tüylülüğe sebep olmaktadır (Can, 1998).

Şekil 1.6’da silindir kaplamalarının iplik tüylülüğüne etkisi görülmektedir. Şekilden de görüldüğü üzere kaplama sertliğinin artması, penye pamuk ipliklerinde önemli etki yapmazken karde pamuk ipliklerinin tüylülüğünü artırmaktadır.



Şekil 1.6. Silindir kaplama materyali sertliğinin iplik tüylülüğüne etkisi (İplik; %100 Pamuk, Ne 30) (Zellweger Uster, 2001)

Şekil 1.7’de ise silindir kaplama sertliğinin iplik tüylülük standart sapmasına etkisi gösterilmektedir. Tüylülük indeksi için olduğu gibi, kaplama materyali sertliğinin artması, penye pamuk ipliklerinin tüylülük varyasyonu üzerinde önemli etkiye sahip değilken, karde pamuk ipliklerinin tüylülük varyasyonunu artırmaktadır.

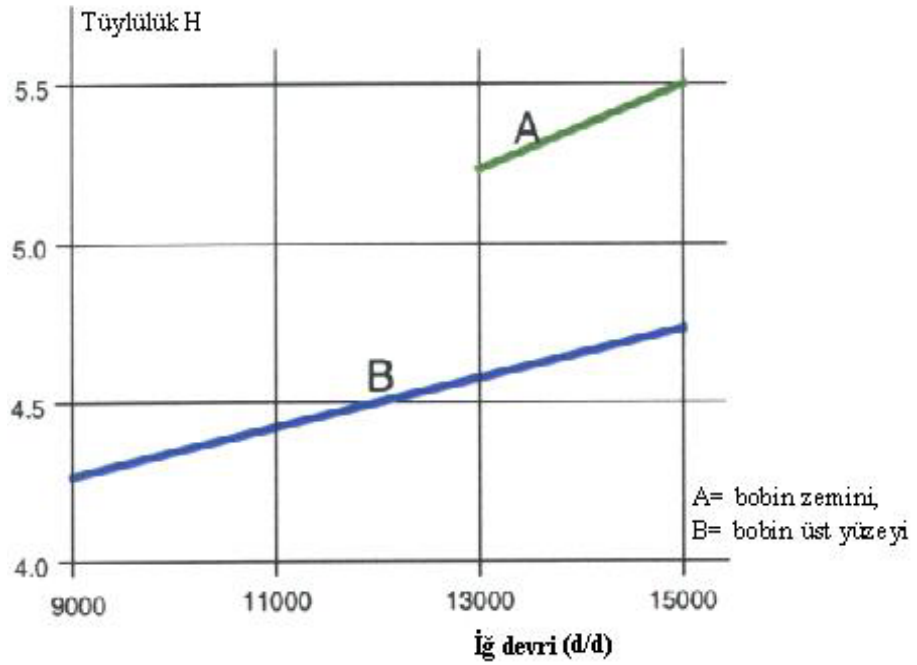


Şekil 1.7. Silindir kaplama materyali sertliğinin iplik tüylülük standart sapmasına etkisi (İplik; %100 Pamuk, Ne 30) (Zellweger Uster, 2001)

Çekim bölgesinde iplik tüylülüğünü etkileyen önemli faktörlerden birisi de eğirme üçgenidir. Çekim sistemi çıkışında oluşan eğirme üçgeninin büyüklüğü ile üretilen ipliklerin tüylülük değerleri doğrudan ilişkilidir. Eğirme üçgeninin küçültülmesi ya da tamamıyla ortadan kaldırılması, iplik yüzeyinden çıkan lif uçları sayısını azaltarak, iplik tüylülüğünün azalmasını sağlamaktadır. Son yıllarda bazı ring iplik eğirme makinesi üreticileri eğirme üçgenini ortadan kaldırmak amacıyla, kompakt ya da yoğunlaştırılmış iplik (tüysüz iplik) adıyla bilinen ipliklerin üretimini sağlayacak makineler geliştirmişlerdir. Bunların başlıcaları; Suessen EliTe, Rieter Comforspin ve Zinser AIR-COM-TEX 700 kompakt iplik üretim sistemleridir. Bütün kompakt iplik üretim sistemlerinin ortak özelliği, çekim bölgesi çıkışında lifleri yoğunlaştırarak, çekim bölgesi ile büküm bölgesi arasındaki eğirme üçgenini küçültmek ve bu şekilde lif uçlarını oluşan iplik yapısına daha fazla oranda dahil etmektir.

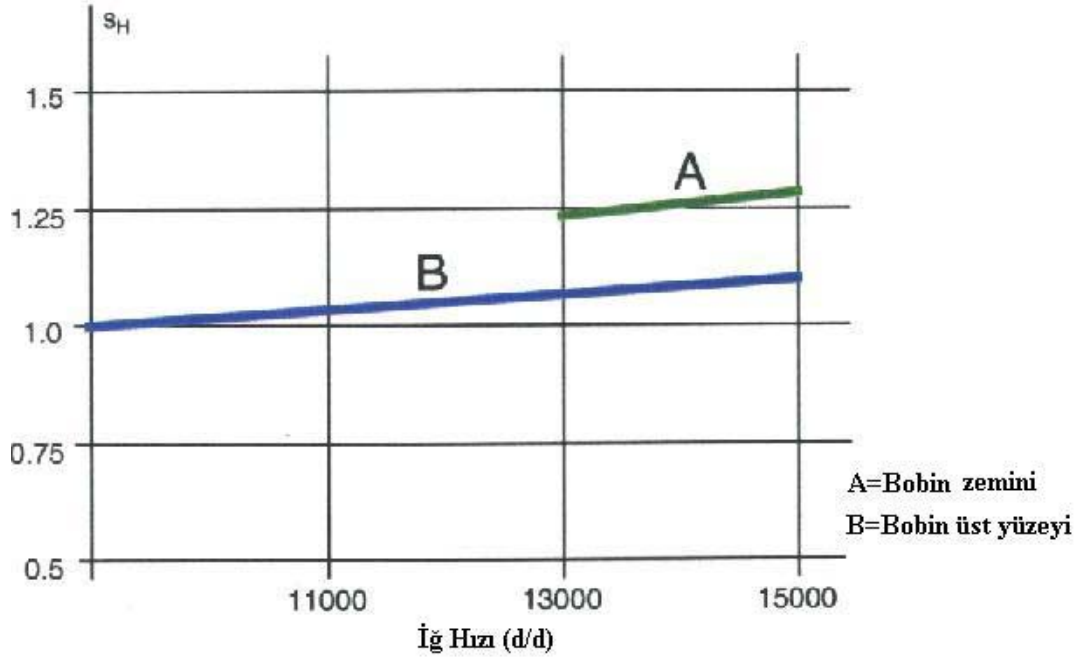
Ring iplik eğirme makinesi büküm ve sarım bölgesindeki iğ devri ve eksantrikliği, kopça şekli ve ağırlığı, bilezik çapı ve tipi gibi parametrelerin iplik tüylülüğü üzerinde önemli derecede etkisi vardır.

İğ devri arttıkça tüylülük artmaktadır (Şekil 1.8). İğ devrinin artmasıyla tüylülüğün artması; merkezkaç kuvvetinin etkisiyle lif uçlarının dışarı çıkması, yüksek hava sürtünmesi ve kopça üzerindeki iplik sürtünmesinin artmasından kaynaklanmaktadır. İğ devri arttıkça, tüylülük artışını mümkün olduğunca düşük tutabilmek için ağır kopçaların kullanılması tavsiye edilmektedir (Can, 1998).



Şekil 1.8. İğ hızının iplik tüylülüğüne etkisi( İplik; %100 pamuk, penye, Ne 37) (Zellweger Uster, 2001)

Şekil 1.9'da ise iğ hızının tüylülük standart sapmasına etkisi gösterilmektedir.



Şekil 1.9. İğ hızının iplik tüylülük varyasyonuna etkisi ( İplik; %100 pamuk, penye, Ne 37) (Zellweger Uster, 2001)

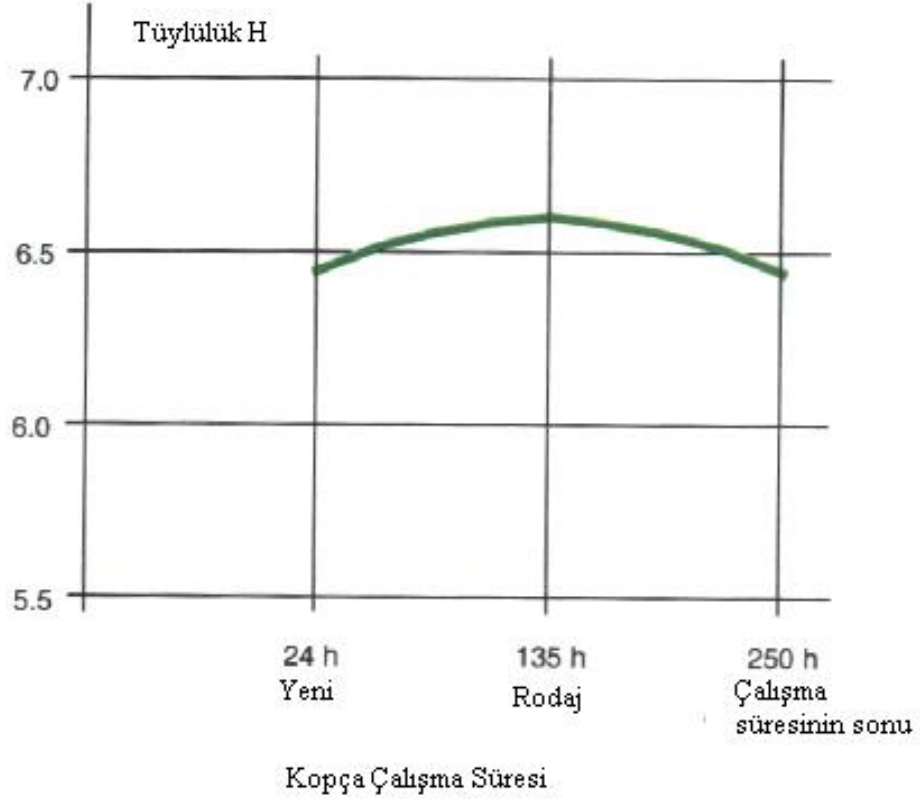
İğ eksantrikliği de iplik tüylülüğü üzerinde etkilidir. Eksantriklik 0.5 mm'den büyük ise tüylülük artışı üstel bir fonksiyon olarak ortaya çıkmaktadır (Can, 1998). Eksantrikliğin tüylülüğe etkisi, bilezik ve kopça çapına da bağlıdır. Küçük bilezik çaplarındaki eksantriklik, büyük bilezik çaplarındakine göre tüylülüğü daha fazla artırmaktadır. Kopça ne kadar az titreşir ve iplik balonundaki gerginlik farkı ne kadar düşük olursa tüylülük de o kadar az olmaktadır. Kopçanın titreşimli çalışmasının en önemli nedeni iğlerin iyi merkezlenmemiş olmasıdır. Ayrıca iğ devri arttıkça eksantrikliğin tüylülüğe etkisi de artmaktadır.

İğlerin tahrik mekanizmaları da tüylülük üzerinde etkilidir. Her bir iğın ayrı ayrı tahrik edildiği sistemlerde, iğlerin gruplar halinde tahrik edildiği sistemlere göre, iğler üzerinde daha az titreşim oluştuğu için daha az tüylülük oluşmaktadır.

Büküm ve sarım bölgesinde iplik tüylülüğünü etkileyen faktörler arasında kopça özelliklerinin de yar aldığı daha önce belirtilmişti. Genellikle kopça ağırlığı arttıkça tüylülük azalmaktadır. Ağır kopça kullanılması durumunda, iplik gerilimi ve büküm homojenliği artmaktadır. Büküm homojenliği arttıkça ve iplik gerilimi yükseldikçe liflerin iplik içindeki yerleşimi düzgünleşmekte ve dolayısıyla tüylülük azalmaktadır.

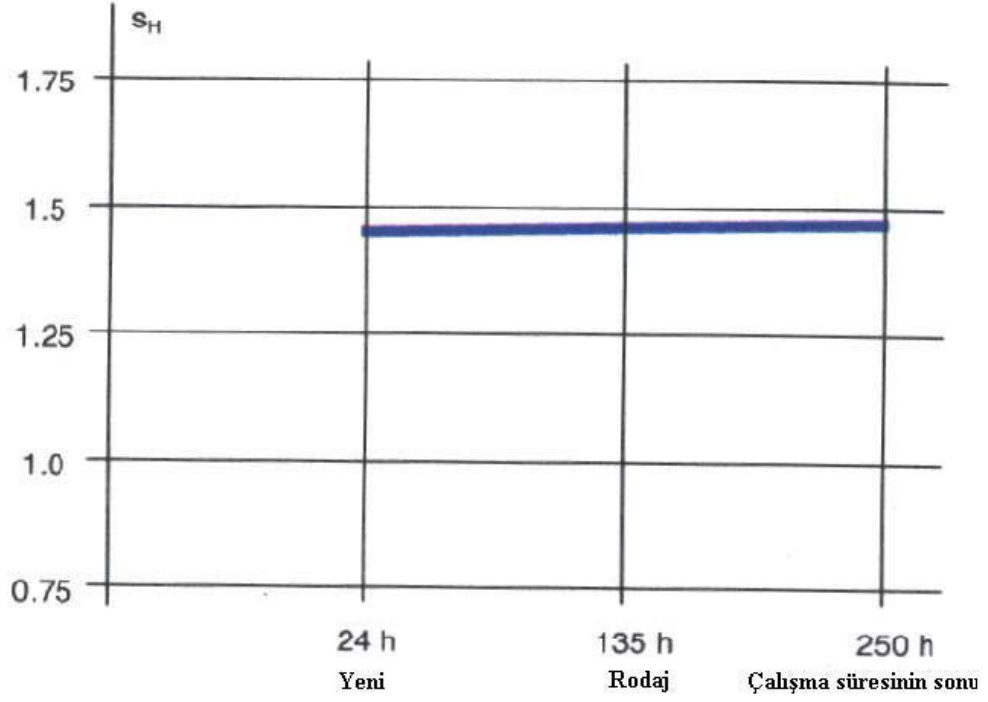
Kopça ağırlığı yanında kopça genişliği de tüylülüğü etkilemektedir. Geniş kopçaların kullanımı durumunda, iplik ve kopça arasındaki sürtünme yüzeyi artacağından, tüylülük artacaktır. İç yüzeyi yuvarlatılmış olan kopçalar, düz olanlara nazaran daha fazla tüylendirme tesirine sahiptirler. Bazı araştırmacılara göre, eliptik kopçalarda bilezik ile kopça arasındaki mesafe azaldığı için iplik ile kopça yüzeyi arasındaki sürtünme artmakta, sonuç olarak da tüylülük artmaktadır.

Kopça çalışma süresinin de tüylülük üzerinde etkisi söz konusudur. Kopça yeniyken, yüzeyi hala pürüzlüdür. Bu, gerçekte bazı çıkıntı liflerin uzaklaştırılmasına yol açmaktadır. Kopçalar eskidiğinde tüylülük üzerine etkisi en az olmaktadır. Kopçanın ömür devrinin sonunda kenarları keskinleşmekte ve çıkıntı liflerin bazılarını kesmektedir. Bu sebeplerden dolayı kopçalar yeniyken ve kullanım sürelerinin sonunda tüylülük daha düşüktür. Şekil 1.10'da kopça çalışma süresinin iplik tüylülüğüne etkisi gösterilmektedir.



Şekil 1.10. Kopça çalışma süresinin iplik tüylülüğüne etkisi (İplik;%100 pamuk, karde, Ne30) (Zellweger Uster, 2001)

Şekil 1.11’de ise kopça çalışma süresinin tüylülük standart sapmasına etkisi gösterilmektedir. Şekilde görüleceği üzere, kopça yenyken ve çalışma sürelerinin sonunda iken elde edilen tüylülük standart sapma değerleri arasında fark yoktur.



Şekil 1.11. Kopça çalışma süresinin tüylülük standart sapmasına etkisi (İplik; %100 pamuk, karde, Ne30) (Zellweger Uster, 2001)

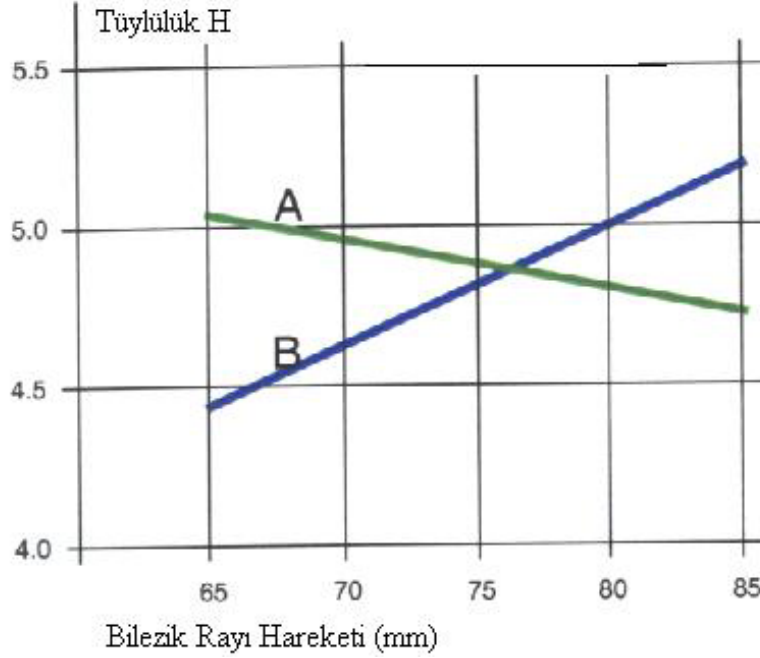
Büküm ve sarım bölgesinde kopçadan sonra iplik tüylülüğünü etkileyen bir diğer eleman da bileziktir.

Bilezik çapı artışıyla, diğer eğirme şartları sabit kalmak şartıyla balon çapı artmakta, sonuç olarak da tüylülük artmaktadır.

Döner tipte bilezikler kullanılarak elde edilen iplik numuneleri üzerinde yapılan araştırmada; diğer koşullar aynı kalmak şartıyla, döner bilezikli sistemlerle sabit bilezikli sistemlere nazaran % 25-30 civarında daha az tüylü iplik üretilebileceği belirtilmiştir. Döner tipte bileziklerin kullanılması durumunda kopça ve bilezik arasındaki bağıl hız azalmakta ve aralarındaki sürtünme minimuma inmektedir (Örtlek, 2001).

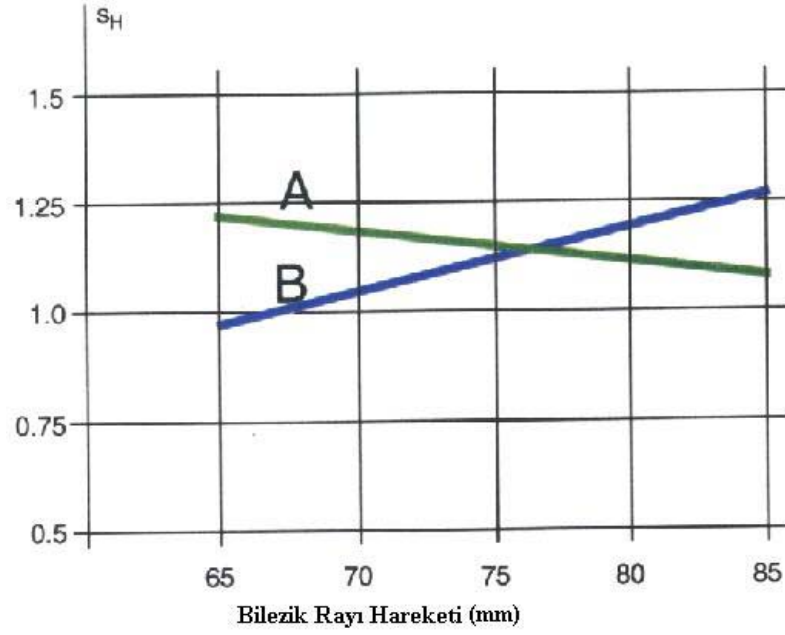


Bilezik sehпасının yükselişі ile tüylülük önemli derecede değişmektedir. Ölçüm değerinin karakteristik eğrileri bobinin üst kısmından alt kısmına doğru tüylülük için çapraz bir doğru şeklindedir (Şekil 1.12).



Şekil 1.12. Bilezik rayı hareketinin tüylülüğe etkisi (İplik; %100 pamuk, penye, Ne 37, A= bobin zemini, B= bobin üst yüzeyi) (Zellweger Uster, 2001)

Şekil 1.13'de ise bilezik rayı hareketinin tüylülük standart sapmasına etkisi gösterilmektedir.



Şekil 1.13. Bilezik rayı hareketinin tüylülük standart sapmasına etkisi (İplik; %100 Pamuk, Penye, Ne 37, A= bobin zemini, B= bobin üst yüzeyi) (Zellweger Uster, 2001)

Ring eğirme makinelerinde, üretim sırasında ipliğin akış yolu üzerindeki çeşitli makine parçaları, ipliği aşındırarak tüylenmesine neden olmaktadır. İplikler kopçaların sıyrıcı etkileri yanında, masura uç kısımlarının, seperatörlerin ve balon kırıcı halkaların etkisiyle de aşınmaktadır. İplikler üzerinde kopçaların sıyrıcı etkisi yüksek iğ devirlerinde, iğlerin eksantrikliğinde, kopça ve/veya bilezik yüzeyinin pürüzlü olması durumunda daha fazla olmaktadır. Makine üzerinde, çalışma sırasında ipliğin temas ettiği kısımların temiz ve pürüzsüz olması iplik tüylülüğü açısından önemlidir.

### 1.2.3.7. OE-Rotor İplik Makinesinin Etkisi

OE-rotor eğirmede hazırlık proseslerinin iplik tüylülüğüne etkisi azdır (Vila, Pey ve Barella, 1982). Tüylülük büyük ölçüde OE-rotor makinesinden kaynaklanmaktadır. Tüylülüğü etkileyen parametreleri besleme, çekim düzesi ve rotor ile ilgili parametreler olarak gruplandırmak mümkündür.

Açma silindirinde tek lif haline kadar açılan lifler besleme kanalından rotora beslenmektedir. Elyafın besleme kanalına alınması hava akımı ile gerçekleştirilmektedir. Emişin düzgün olabilmesi için hava akımının, açıcı silindir devrinin meydana getirdiği hava akımından yüksek olması gerekmektedir. Aksi takdirde elyaf yığılması meydana gelmekte ve paralellik bozulmaktadır. Elyafın rotor kayma yüzeyine geçişi elyaf paralelliği açısından önemlidir. Burada elyafın yığılma olmadan düzgün bir şekilde akması gerekmektedir. Bu işlem için de, rotorun çevresel hızının besleme kanalı sonundaki elyaf hızının en az 1.3 katı olması gerekmektedir.

Rotor çapı, devri ve tipi gibi faktörler iplik tüylülüğünü etkileyen rotor parametreleridir. İpliğin rotor parçalarıyla sürtünmesi arttıkça tüylülük artmaktadır. Rotor çapı arttıkça da artan iplik sürtünmesinden dolayı tüylülük artmaktadır. Rotor devri arttıkça maksimum tüy uzunluğu artmaktadır (Vila, Pey ve Barella, 1982).

Rotor yivinde toplanan liflerin büküm kazanarak iplik haline gelmesi çekim düzesinde gerçekleşmektedir. İplik oluşumunu başlatmak için bir iplik rotor yüzeyine doğru sarkıtılır. Bu iplik, rotorun dönüş etkisi ile dönmeye başlar ve iplik ucu aracılığıyla büküm, rotor yivi içindeki liflere ulaşır. İplik oluşumu esnasındaki ipliğin ve rotorun dönüş hızları, iplik içindeki elyaf yerleşiminde ve dolayısıyla tüylülükte etkilidir. Ayrıca çekim düzesinin şekli ve yüzey özellikleri de tüylülük üzerinde etkilidir. Düze yüzeyinin çentikli olması iplik tüylülüğünü artırmaktadır (Manich, Barella ve Castellar, 1986).

OE-rotor iplik üretim makinelerinde iplik akış yolu üzerindeki makine parçalarının temizliği son derece önemlidir. Özellikle rotor yivlerinde çalışılan sentetik liflerin içerdikleri avivaj maddelerine ya da pamuk liflerinin içerdiği yabancı maddelere bağlı olarak oluşan kirlenmeler tüylülüğü artırıcı etki yapmaktadır.

Ring ipliklerinde tüylülüğü oluşturan en önemli unsur, yoğun olan lif göçü gereği ilerleyen lif uçlarının iplik yüzeyinden dışarı doğru çıkmasıdır. OE-rotor ipliklerinde, iplik yüzeyinden çıkan çıkıntı lif uçlarının sayısı, ring ipliklerindeki çıkıntı lif uçları sayısından daha azdır.

OE-rotor ipliklerinde ring ipliklerinden farklı olarak, iplik yüzeyinden çıkan lif gruplarından halkacık sayısı, lif uçları ve gelişigüzel liflere göre daha fazladır. Bu durum eğirme prosesleri arasındaki sistem farklarından kaynaklanmaktadır.

#### **1.2.4. İplik Üretimini Takip Eden İşlemlerin Etkisi**

##### **1.2.4.1. Bobinlemenin Etkisi**

Bobinleme işlemi iplik tüylülüğünü artırmaktadır. Bunun sebebi, bobinleme makinesinin değişik kılavuzlarından geçerken ipliğe etki eden sürtünme kuvvetlerinin ve artan merkezkaç kuvvetinin etkisiyle, iplik boyunca mevcut olan lif halkacıklarının açılması ve çıkıntı uzunluklarının artmasıdır.

##### **1.2.4.2. Haşılamanın Etkisi**

Genel olarak tüm haşılama işlemleri iplik tüylülüğünü azaltmaktadır. Bu etki haşılama işleminde iplik yüzeyinin sürtünme katsayısı düşük bir madde ile kaplanmasından kaynaklanmaktadır. Haşılama işlemi sırasında ipliklere uygulanan gerilim ve iplikler arası mesafe iyi ayarlanmalıdır. Haşılamada kullanılan maddenin viskozitesi ve sıkma silindirlerinde uygulanan basınç değerleri de iplik tüylülüğünü etkileyen önemli hususlardır. Bu nedenle haşılama işlemi sonunda minimum tüylülük değerlerine ulaşmak için haşılama maddesinin viskozitesinin ve silindirlerin sıkma basıncının optimum değerinde olması gerekmektedir.

##### **1.2.4.3. Yakma (Gazeleme) İşleminin Etkisi**

İpliklere uygulanan yakma işlemi tüylülüğü kısmen azaltmakta, ancak tamamen ortadan kaldırmamaktadır. Yakma işlemi sonunda iplik yüzeyinden dışarı doğru çıkan lif uçlarının boyları kısalmış ve iplik dışında ilmekleşen liflerin bir kısmı yanar. Yakma işlemi sırasında beklerin pozisyonu, alev yoğunluğu ve iplik geçiş hızı istenen tüylülük değeri bakımından önemli hususlardır.

### 1.3. İplik Tüylülüğünün Ölçülmesi

İlerleyen teknolojinin sonucu olarak makine hızları arttığı, yüksek verimlilik gerektiği zaman iplik tüylülüğü ölçülmesi ve kontrol edilmesi gereken, istenmeyen bir parametre haline gelmiştir. Bu sebeple, iplik tüylülüğünü ölçmek için çok sayıda yöntem ve cihaz geliştirilmiştir. Ancak bu yöntemlerin çok azı pratikte uygulama alanı bulabilmiştir. Kullanılan ölçüm metotları, fiziksel ölçüm prensipleri esas alınarak aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

#### 1.3.1. Optik Metotlar

Bu metotların esasları büyütülmüş iplik profilinin bir ekran üzerine yansıtılmasına veya mikroskop altında incelenmesine dayanmaktadır. Büyütmeli projeksiyon mikroskopunda incelenen ipliklerde, tüylülüğe yol açan uçların ve halkacıkların sayıları ve uzunlukları tespit edilmektedir. Bu işlem, projeksiyon mikroskopundan elde edilen görüntünün özel bir ekrana yansıtılmasıyla kolaylıkla yapılabilmektedir.

Optik metotlarla tüylülüğün değerlendirilmesinde aşağıdaki parametreler kullanılmaktadır:

$N_1$  = Birim iplik uzunluğunda, iplik yüzeyinden çıkan lif uçlarının sayısı

$N_2$  = Birim iplik uzunluğunda, iplik yüzeyinden çıkan lif ilmeklerinin sayısı

$N_3$  = Birim iplik uzunluğunda, iplik yüzeyinden çıkan gelişigüzel liflerin sayısı

$N_f$  = Birim iplik uzunluğunda, iplik yüzeyinden çıkan toplam tüy sayısı

$L_1$  = İplik yüzeyinden çıkan lif uçlarının ortalama uzunluğu (mm)

$L_2$  = İplik yüzeyinin dışında ilmekleşen lif uçlarının ortalama uzunluğu (mm)

$L_f$  = İplik yüzeyinden dışarı doğru taşan tüm liflerin ortalama uzunluğu (mm)

Barella, lif uçlarının sayısı ile lif uçlarının uzunluğunun çarpılmasından elde edilen değer ( $N_1 \times L_1$ ) ile tüylülüğü ifade etmiştir. Benzer liflerden yapılmış ipliklerin tüylülüklerinin karşılaştırılması söz konusu olduğunda ise, “ $d_0$ ” ortalama lif çapı (mikroskopta tespit edilen) olmak üzere “ $N_1 \times L_1 \times d_0$ ” eşitliğinin kullanılmasının gerekli olduğunu belirtmiştir (Örtlek, 2001).

Jackowski ve arkadaşları tüylülük için “ $N_2 \times L_2$ ” ve “ $N_f \times L_f$ ” ifadelerinin kullanmışlar ve birim uzunluğu 1 mm kabul etmişlerdir. Pillay ise tüylülüğün değerlendirilmesinde “ $N_1, N_2, N_f, L_1, L_2$ ” parametrelerini ayrı ayrı kullanmış ve birim uzunluğu 10 mm kabul etmiştir. Uçlar ve halkacıkların özelliklerini, sayılarını ve birim uzunluklarını tespit etmek için iki ayrı mikroskobik teknik uygulamıştır. İlk prosedürde, projektina cihazı kullanmış ve 3 mm uzunluğundaki ipliği 50 büyütme olarak incelemiştir. Sonuçları 10 mm iplikte bulunan uçların ve halkacıkların sayısı olarak ifade etmiştir. Pillay ikinci tekniğinde, incelenecek iplikleri 5x1 inçlik bir cam üzerine uzunlamasına yerleştirmiştir. Projektina mikroskobunda incelemeye geçmeden önce iplikleri, kırılma indisi ipliği oluşturan liflerinki ile aynı olan karışım ile muamele etmiştir. Bu şekilde, mikroskopta ipliğin gövdesi belirgin olmamakta ve daha önce harmana ilave edilmiş olan renkli lifler kolaylıkla seçilebilmektedir (Jackowski, 1962; Pillay, 1964).

Optik olarak iplik tüylülüğünün incelenmesinde “Tracer Fibre” tekniği adı ile bilinen yöntem de kullanılmaktadır. Tracer Fibre tekniği, iplik yapısı içindeki liflerin durumlarını daha kolay ve doğru bir şekilde gözlemek için geliştirilmiş bir tekniktir. Bu teknikte, iplik harmanından alınan bir parti boyanır ve 1/1000 oranında harmana ilave edilir. Bu harmandan yapılan iplikten alınan örnekler, kırılma indisi liflerinki ile aynı olan bir sıvıya daldırılır ve boyanmamış lifler optik olarak yok edilir. Böylece boyalı olan lifler mikroskop altında rahatça incelenebilir.

Optik metotlar oldukça yavaş çalışmayı gerektiren tekniklerdir ve endüstride uygulanabilme olanakları yok denecek kadar azdır.

### 1.3.2. Fotografik Metotlar

Bazı araştırmacılar, optik gözlem yöntemine yardımcı olması amacıyla fotoğraf çekimini de çalışmalarına dahil etmişlerdir. Bu yöntemin temel prensibi optik yöntemin aynısıdır.

Jackowski, ipliklerin 8 büyütme ile mikroskopta resimlerini çekmiştir. Ardından negatif filmler bir mikrofilm okuyucu vasıtasıyla incelenmiştir. Böylece iplik görüntüsü için büyütme oranı yaklaşık 45'e yükselmiştir. İpliğin ekran üzerindeki uzunlamasına görüntüsü üzerindeki çıkıntı tüyler sayılmıştır. Uçların ve halkacıkların sayımı 1 mm uzunluktaki iplikte yapılmıştır. Aynı zamanda görüntü üzerindeki lif uzunlukları da tespit edilmiştir (Jackowski, 1962).

### 1.3.3. Tartım Metodu

Bu yöntem, belirli bir uzunluktaki ipliğin kütlesi ile bu ipliği gazelemek suretiyle tüylerin uzaklaştırılmasından sonraki kütle arasındaki farkın belirlenmesi prensibine dayanmaktadır. İki kütle arasındaki fark iplik tüylülüğünü ifade etmektedir.

Tartım metotları tüylülük hakkında kesin bilgi edinmek için yeterli değildir. Çünkü yakma işlemi ile iplik yüzeyinden sarkan tüm liflerin yakılması mümkün değildir. Ayrıca bu yöntem tüm elyaf tipleri, özellikle de sentetik lifler için aynı etkinlikte uygulanamamaktadır.

### 1.3.4. Elektrik İletkenliğine Dayalı Metotlar

Bu yöntemde test edilecek iplik, iki adet boru şeklindeki elektrot arasından geçirilir. Bunlardan birincisi tüyleri dikleştirir ve silindirik yüzeyi ile temas halinde olan bu tüylere bir elektrik akımı verir. İkinci elektrot ise ipliği deşarj eder ve aynı zamanda ipliğin iletmediği akımın geçmesine izin verir. Temas eden lif sayısı, başka bir deyişle tüylülük arttığı zaman daha yoğun bir akım meydana gelecektir. Geçen akım miktarı tüylülük indeksi olarak ifade edilir. Bu cihazla yapılan çalışmalarda, geçecek akım

miktarı nem miktarına bağılı olarak deęiŖeceęinden, ortamdaki nem miktarı d¼zeltme fakt¼r¼ olarak dikkate alınmalıdır. Elektrotların i çapı 5 mm'dir. Bu da iplik g¼vdesinden çıkan 2,5 mm'den daha uzun liflerin elektrotlarla teması anlamına gelmektedir. Bu uzunluktan daha kısa liflerin ihmal edilmesi s¼z konusudur. Bu y¼ntemle alıŖan cihazlarda iplik y¼zeyinden çıkan liflerin normal konumlarının dıŖında bir iplik pozisyonuna zorlanarak ¼l¼m yapıldığı için, iplik t¼yl¼l¼ę¼ hakkında kesin bir bilgiye ulaŖmak zordur (Bozkurt, 1988).

### **1.3.5. İplik G¼r¼nt¼s¼n¼n İncelenmesine Dayalı Metotlar**

Barella ve Viaplana, t¼y uzunluğunu ve sayısını hesaplamaya y¼nelik ilk giriŖimlerinin sonucunda ‘‘B – V Hairiness Tester’’ cihazını geliŖtirmiŖlerdir. Cihazın ¼l¼m prensibi, ipliğin bir TV kamerası ile kontrol¼nden ibarettir. Bu prensibe g¼re iplik, bir elektron h¼zmesi tarafından yoklanmakta, bu yoklamalar sonucunda kontrol hatlarının t¼ylerle keŖiŖmesinin ortalama sayısı t¼yl¼l¼k indeksi olarak ifade edilmektedir. Bu cihaz ile t¼yl¼l¼k ve t¼y uzunluğu parametrelerinin yanında iplik çapı tayini de m¼mk¼n olmuŖtur. Bu cihazla yapılan ¼l¼mlerin pratik olmaması ve çok zaman alması nedeniyle, Barella ve arkadaŖları aynı prensiple ¼l¼m yapan fakat daha pratik bir dijital t¼yl¼l¼k ¼leri geliŖtirmiŖlerdir (Barella, 1993).

Dijital t¼yl¼l¼k ¼l¼m cihazında iplik, etrafında t¼yler çıkan b¼k¼lm¼Ŗ bir silindir olarak d¼Ŗ¼n¼lmektedir. Uygun bir filtre ile karartma yapılarak, ipliğin kendisinden ya da kırılmadan ileri gelen ıŖıęa g¼re sadece t¼yl¼l¼ęe bağlı olan bir bilgi ¼l¼m¼ yapmak m¼mk¼n olacaktır. T¼yl¼ olmayan bir ipliğin kırınım deseni dıŖına d¼Ŗen ıŖıęın kaydedilmesi için, bu ıŖık bir fotodiyot içine bir optik d¼zenleme vasıtasıyla odaklanmaktadır. Uygun devreler vasıtasıyla d¼Ŗen ıŖık Ŗiddetiyle orantılı çarpma sinyalleri elde edilmektedir. Bu sinyallerin senkronizasyonu ve uygun Ŗekilde muamele edilmesiyle milimetre olarak t¼y çap ve uzunluğu ile bu değerlere bağlı bir indeks değeri belirlenir. Barella ve arkadaŖları tarafından geliŖtirilen dijital t¼yl¼l¼k ¼l¼m cihazı, bu ¼ parametrenin bir ¼l¼me ait minimum, maksimum ve ortalama değerlerini vermektedir (Barella, 1993).



### 1.3.6. Fotoelektrik Metot

Büyütülmüş iplik görüntüsünün bir ekrana yansıtılması ile ölçülen iplik çapı ve bir fotosel vasıtası ile elde edilen iplik çapı değerleri birbiriyle kıyaslanarak tüylülük ölçülmektedir. İplik çapı fotometrik olarak hesaplandığında, iplik tüylülüğü de dikkate alınacağından elde edilen değer, ipliğin ekran üzerinde ölçülen çap değerinden büyük olacaktır.

$df$  : Fotometrik olarak bulunan çap değeri,

$d$  : Ekran üzerinde ölçülen çap değeri olmak üzere,

Tüylülük katsayısı  $K = \frac{df}{d}$  şeklinde Barella tarafından formüle edilmiştir (Bozkurt, 1988).

1954 yılında Onions ve Yates, geliştirdikleri bir sistemle tüylülüğün objektif olarak değerlendirilmesi için Barella'nın ifade ettiği tüylülük katsayısına benzer katsayılar belirlemişlerdir. Onions ve Yates tarafından yapılan sistemde fotosel bir yükseltece bağlıdır. Fotosel üzerine düşen ışık miktarının değişimi bir voltmetre üzerinde izlenebilmektedir. Kaynağından çıkan ışığın bir kısmı arada bulunan iplik tarafından tutularak, bir yarık arasından geçtikten sonra fotoselin katoduna gelmektedir. İplik ve yarık arasına konulan eğik bir cam levha sayesinde bir miktar ışık mikroskoba iletilmekte ve ipliğin büyütülmüş görüntüsü bir ekrana yansıtılmaktadır. Burada ipliğin çekirdek kısmının çapı ölçülebilmektedir. Bu şekilde hem fotometrik hem de projeksiyon yoluyla iplik çapı tayin edilebilmektedir.

İplik çapının 2, 4 veya 6 katı olan yarık genişliği önemli bir parametredir. Onions ve Yates yarık genişliklerine göre tüylülük katsayıları belirlemişlerdir.

İplik çapının iki katı genişlikteki yarıkla ölçülen fotometrik çapın ekran üzerinde ölçülen çapa oranı ;

$Kv^1 = \frac{d^1}{d}$  şeklinde Barella tarafından formüle edilmiştir (Bozkurt, 1988).

İplik çapının 4 veya 6 katı genişlikteki yarık ile ölçülen fotometrik çapın ekran üzerindeki çapa oranı ;

$$Kv^2 = \frac{df^2}{d} \text{ olarak, iki fotometrik çapın birbirine oranı ise;}$$

$$Kv^3 = \frac{df^2}{df^1} \text{ olarak ifade edilmektedir.}$$

Bu prensibe dayanan ilk ticari tüylülük ölçüm cihazı 1955 yılında Barella ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş ve “VIELUBA A-B” ismiyle tanıtılmıştır. Gerçekte bu cihaz iplik düzgünlüğünü tespit etmek amacıyla geliştirilmiş ancak tüylülük tayininde de kullanılması mümkün olmuştur. Ölçüm prensibi Onions ve Yates’in geliştirdiği sistemin hemen hemen aynısıdır. Ancak bazı gelişmeler yapılmıştır. Bunlar yarık genişliğinin mekanik olarak ayarlanabilmesi, bir iplik gerilim düzenleyicinin ilavesi ve elektronik devrelerin kalibrasyonunun kolaylaştırılmasıdır (Bozkurt, 1988).

Fotoelektrik sistemle çalışan tüylülük ölçüm cihazları zamanla ölçüm hızının artması ile endüstride yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde fotoelektrik sisteme dayalı ölçüm yapan ve tekstil sektöründe yaygın olarak kullanılan başlıca cihazlar Uster Tester 3, 4, Premier Pt 7000 ve Zweigle G 565 ve G 566 cihazlarıdır.

## 2. KAYNAK BİLGİSİ

Tüylülüğün iplik kalitesine etkisinin önemi ortaya çıktığı andan itibaren, iplik tüylülüğünü etkileyen hammadde özellikleri, iplik özellikleri, makine parametreleri ve tüylülüğü tespit etmede kullanılan farklı cihazların geliştirilmesi ve incelenmesi konusunda pek çok çalışma yapılmıştır. Bu bölümde iplik tüylülüğü üzerine yapılan araştırmalar farklı başlıklar altında incelenecektir.

### 2.1. Hammadde Özelliklerinin İplik Tüylülüğüne Etkisi

Kullanılan hammaddenin özellikleri, iplik tüylülüğünü etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadır. Elyaf özelliklerinin iplik tüylülüğüne etkisi konusunda pek çok araştırma yapılmıştır. Çalışmalar incelendiğinde genel olarak elyaf uzunluğu, uzunluk üniformitesi ve mikroner indeksinin iplik tüylülüğünü en fazla etkileyen elyaf parametreleri olduğu belirlenmiştir.

Barella, Manich, ve Vigo (1980) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Dijital ITQT cihazından alınan sonuçlara göre iplik tüylülüğünü en fazla etkileyen parametrelerin elyaf uzunluğu, uzunluk üniformitesi ve mikroner indeksi olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan aynı çalışmada, elyaf özelliklerinin ring iplik tüylülüğüne % 35.5, rotor iplik tüylülüğüne ise %50 oranında etki ettiği belirtilmektedir.

Shirley tüylülük test cihazı ile yapılan bir çalışmada ise lif özelliklerinin iplik tüylülüğüne etkisinin ring iplikleri için %30, rotor iplikleri için ise %40 olduğu belirtilmiştir. Ring ipliklerinde iplik lineer yoğunluğunun bu sonuçları etkilediği, fakat rotor ipliklerinde önemli etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda da iplik tüylülüğüne en fazla etki eden elyaf parametrelerinin elyaf uzunluğu ve uzunluk üniformitesi olduğu, mikroner indeksinin sadece ring iplikleri için çok az bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Barella, Manich, 1988).

Zweigle G 565 test cihazı kullanarak yapılan benzer bir çalışmada ise elyaf özelliklerinin ring iplik tüylülüğüne etkisinde, iplik lineer yoğunluğunun önemli rol oynadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada, kaba iplikler için lif özelliklerinin iplik tüylülüğüne etkisi %5 iken, ince iplikler için bu etki %40 olarak belirtilmiştir. Buna karşın elyaf özelliklerinin rotor ipliklerin tüylülüğüne etkisinin iplik lineer yoğunluğundan bağımsız olduğu tespit edilmiştir. OE-rotor ipliklerde elyaf özelliklerinin tüylülüğüne etkisinin ise % 25'den daha fazla olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada, hem ring hem de OE-rotor iplikleri için elyaf uzunluğunun iplik tüylülüğü üzerinde en fazla etkiye sahip parametre iken, mikroner indeksinin çok az bir etkiye sahip olduğu ifade edilmektedir (Barella, Egio, Castro, Manich, 1990).

Canoglu ve Olcay (1999) ring iplik üretiminde kısa liflerin iplik tüylülüğüne etkisini inceledikleri bir çalışmada, penye telefi ile karıştırılmış harmandan üretilen karde iplik ile %100 karde harmanından üretilen ipliği Uster Tester 3 cihazında test etmişlerdir. Sonuçta, karışımdan üretilen ipliğin tüylülüğünün, % 100 karde iplik harmanından üretilen aynı numara ipliğin tüylülüğünden daha fazla olduğu ve bu durumun penyöz telefinin harmandaki kısa lif miktarını artırmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

İridağ, Candan, Özipek (1999) Polyester/viskon karışı ipliklerin tüylülüğüne bazı elyaf parametrelerinin etkisini inceledikleri çalışmalarında, lif inceliğinin bu ipliklerin tüylülüğü üzerinde en fazla etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Daha önceki çalışmalarda pamuk iplikleri için, iplik tüylülüğüne etki eden en önemli elyaf özellikleri lif uzunluğu ve uzunluk üniformitesi olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen çelişki durum kullanılan hammaddeden kaynaklanmaktadır. Kullanılan hammadde sentetik ve suni elyaf karışımıdır ve lif uzunlukları sabit olduğu için uzunluk varyasyonu yoktur. Bundan dolayı lif uzunluğu ve uzunluk üniformitesinin tüylülüğüne etkisi azalmış olup, lif inceliğinin etkisi daha fazla ön plana çıkmış olacaktır.

## 2.2. İplik Numarası ve Bükümünün İplik Tüylülüğüne Etkisi

İplik tüylülüğünü etkileyen en önemli iplik parametreleri iplik bükümü ve lineer yoğunluğudur.

Mohamed ve arkadaşları (1975) iplik bükümündeki artışın OE-rotor ipliklerin tüylülüğünü çok az azalttığını, buna karşın ring ipliklerinde büküm arttıkça tüylülüğün önemli derecede azaldığını ve bükümün belirli bir kritik değerinden sonra tüylülüğün tekrar arttığını belirtmişlerdir.

Manich, Barella ve Vigo (1981) ITQT dijital tüylülük cihazı kullanarak akrilik liflerden üretilmiş OE-rotor ipliklerin tüylülüğünü ölçtükleri çalışmalarında, yine bükümün OE-rotor ipliklerin tüylülüğüne etkisinin, ring ipliklerin tüylülüğüne olan etkisinden daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada iplik lineer yoğunluğunun tüylülüğe etkisi de incelenmiş ve ring iplikler için olduğu gibi rotor iplikler için de lineer yoğunluk arttıkça tüylülüğün arttığı ifade edilmiştir.

Vila, Pey ve Barella (1982) Dijital ITQT cihazı kullanarak OE-rotor pamuk ipliklerinin tüylülüğünü inceledikleri çalışmalarında, büküm katsayısı arttıkça ortalama tüylülük indeksinin azaldığını ve belirli bir değerden sonra çıkıntı tüylerin ortalama uzunluğunun da bükümden etkilendiğini açıklamışlardır. Ayrıca bükümünün rotor ipliklerin tüylülüğü üzerinde belirgin bir etkiye sahip olmadığını belirtmişlerdir. Aynı kişiler, aynı tarihte OE-rotor iplikleri ile yaptıkları ve açma silindiri hızının rotor ipliklerin tüylülüğüne etkisini inceledikleri çalışmalarında da aynı sonucu elde etmişlerdir.

İridağ (1994) iplik lineer yoğunluğunun tüylülüğe etkisini araştırdığı çalışmada lineer yoğunluk arttıkça iplik tüylülüğünün arttığını belirtmiştir.

Burova ve Gusev (1998) 55/45 oranında karıştırılmış pamuk/polyester ipliklerin tüylülüğüne bükümün etkisini araştırdıkları çalışmada 950 ve 1500 T/m arasında

değişen büküme sahip iplikler kullanmışlar ve 1250 T/m büküme kadar tüylülüğün arttığını bu değerden sonra azaldığını belirtmişlerdir.

Cheng ve Sun (1998) Sirospun ve konvansiyonel ring iplikler için büküm arttıkça tüylülüğünün azaldığını belirtmişlerdir.

Can (1998) iplik tüylülüğünün iplik kalitesine etkisi üzerine yaptığı çalışmada, iplik lineer yoğunluğu artarken tüylülüğün arttığını, iplik bükümü ve mukavemeti artarken ise tüylülüğün azaldığını gözlemlemiştir.

Wang ve arkadaşları (1999) test hızı ve bükümün kamgarn ipliklerin tüylülüğüne etkisini inceledikleri çalışmalarında büküm arttıkça tüylülüğün azaldığını belirtmişlerdir.

Babaarslan ve Örtlek (2000) iplik bükümünün tüylülük üzerine etkisini inceledikleri çalışmada daha önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlara uygun olarak büküm miktarı arttıkça tüylülüğün azaldığını ifade etmişlerdir.

### **2.3. Bobinlemenin İplik Tüylülüğüne Etkisi**

Wang (1997) bobinleme işlemi sırasında hava jeti kullanımının tüylülüğe etkisini incelediği çalışmasında, uygun şekilde düzenlenmiş bir hava jeti kullanıldığında tüylülüğün azaltılabileceğini belirtmiştir. Eğer iplik jete girmeden önce hava akımı yalancı büküm etkisiyle iplik bükümünü azaltacak ve ipliğin yapısını gevşetecek yönde ise iplik yüzeyindeki tüylerin iplik yapısına katılma olasılığı artacaktır. Özellikle de hava akımı iplik yüzeyindeki lifleri iplik gövdesine doğru bastıracak yönde ise liflerin gevşeyen iplik yapısına katılma olasılıkları çok daha yüksek olacaktır. Sonuç olarak da tüylülük azalacaktır.

Wang (1998) Uster Tester 3 cihazında farklı hızlarda rotor ipliklerin tüylülüğünü incelediği çalışmasında bobin içindeki tüylülük değişimini incelemiş ve bobinin iç

tabakalarına doğru inildikçe tüylülüğün derece derece azaldığını tespit etmiştir. Bu durumun, iç tabakalardaki ipliklerin komşu iplikler tarafından daha fazla sıkıştırılmaları sonucu, yüzeylerindeki tüylerin iplik gövdesine doğru bastırılmasından kaynaklanabileceğini belirtmiştir. İç kısımdaki iplik dış kısımdaki bir ipliğe göre, kendilerini çevreleyen iplikler tarafından daha fazla bir şekilde sıkıştırılacaktır. Bu sebeple iç kısımdaki iplikler test edilirken daha az tüylü görünecektir.

Babaarslan ve Örtlek (2000) iplik bükümü ve üretim sonrası bazı işlemlerin tüylülüğe etkisini inceledikleri çalışmalarında özellikle yüksek hızlarda yapılan bobinleme işlemi sırasında oluşan hava akımı ve iplik makineden geçerken iplik kılavuzları ile iplik arasındaki sürtünmenin etkisiyle iplik gövdesinden çıkan liflerin sayısının arttığı ve sonuçta tüylülüğün arttığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada ayrıca, bobinleme sırasında parafin kullanımının iplik tüylülüğü üzerinde önemli etkisinin olmadığı da belirtilmiştir.

Ülkü ve Ömeroğlu (2002) bobinlemenin iplik tüylülüğüne etkisini inceledikleri çalışmalarında ise hem kops hem de bobin formunda üretilmiş farklı büküme sahip ring ve kompakt-ring iplikleri Zweigle G 566 iplik tüylülük test cihazında test etmişlerdir. Sonuçlarda, bobinleme işleminin 1-4 mm uzunluğa sahip tüylerin sayısını artırdığı, ancak daha uzun tüylerin sayısının iplik bükümüne bağlı olarak farklı değişimler gösterdiği belirtilmiştir. Aynı çalışmada ring ve kompakt-ring ipliklerin tüylülük değerleri de karşılaştırılmış ve beklendiği gibi kompakt-ring ipliklerin daha az tüylü oldukları görülmüştür.

#### **2.4. Farklı Test Cihazlarından Alınan Tüylülük Sonuçlarının Karşılaştırılması**

Farklı iplik tüylülük test cihazlarından alınan sonuçların karşılaştırıldığı çalışmalarda genellikle cihazlardan elde edilen sonuçlar arasındaki korelasyon incelenmiş ve birbirleriyle kıyaslanmaya çalışılmıştır.

Barella, Manich ve Hunter (1984) Shirley ve Dijital tüylülük cihazından alınan sonuçlar arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada, mohair iplikleri için Shirley tarafından ölçülen metredeki tüy sayısı ile Dijital cihazdan alınan ortalama tüylülük ve uzunluk değerleri arasında iyi bir korelasyon olduğunu belirtmişlerdir. Yün iplikleri için ise Shirley sonucu ile en iyi korelasyonu sağlayan dijital cihaz parametresinin ortalama tüy uzunluğu olduğu, bunu maksimum tüylülüğün takip ettiğini belirlenmiştir. Bu çalışmada ayrıca, bazı elyaf ve iplik özelliklerinin korelasyonu etkilediği tespit edilmiştir. Yün iplikleri için aynı lineer yoğunluğa sahip iplikler kullanıldığında iki cihazın genellikle karşılaştırılabilir sonuçlar verdiği, buna karşın iplik bükümünün korelasyonu etkilemediği de kaydedilmiştir. Elyaf özelliklerinden ise lifin pürüzlü yapısının ve kıvrımlılığının korelasyonu etkilediği belirtilmiştir. Eğer lif pürüzsüz ve düşük kıvrımlı ise iki cihazdan alınan parametreler arasındaki korelasyonun arttığı ve hatta bazı durumlarda 0.99'a kadar yükseldiği görülmüştür.

Barella ve arkadaşları (1988 ve 1990) farklı test cihazlarında, tüylülüğün elyaf özelliklerinden nasıl etkilediğini araştırdıkları çalışmalarında, Shirley cihazının Dijital ITQT cihazından farklı olarak, eğirme sistemlerinden kaynaklanan iplik yapısındaki farklılıklara daha duyarlı olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca Shirley ve Zweigle sonuçlarının aynı eğilimi gösterdiği, fakat Zweigle cihazında elyaf özelliklerinin tüylülüğe etkisinin daha az olduğunu belirtmişlerdir.

Barella, Bardi ve Castro (1991) ipliklerin sürtünmesi sonucunda neps ve boncuklanma eğilimini ölçen Staff Tester'dan alınan sonuçlar ile Zweigle iplik tüylülük cihazından alınan sonuçları karşılaştırmış ve Staff test cihazı verisi ve tüylülük parametreleri arasındaki korelasyonun çok düşük ve önemsiz olduğunu belirtmiştir. Bu sonucun iki cihazın farklı parametreleri ölçmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Staff test cihazı, boncuk oluşum eğilimini belirlerken diğeri iplik gövdesinden itibaren 1 mm'den daha uzun tüyleri saymaktadır.

Barella (1993) Zweigle G 565 cihazından alınan iplik tüylülük sonuçlarını incelediği çalışmasında, Zweigle cihazından alınan sonuçlardan elde edilen ekspanansiyal



dağılımın teorik eksponansiyal modelden ne kadar saptığını araştırmıştır. Esas olarak dağılımın iki eksponansiyel mekanizma tarafından oluşturulduğu, bunların birisinin 3 mm'den daha kısa, diğerinin 3 mm'den daha uzun tüylere ait olduğunu belirtmiştir. Birinci mekanizma teorik eksponansiyal dağılımın altına yerleşirken, ikincinin teorik dağılımın üzerine yerleştiği görülmüştür. İplikler sürtünme sonrası aşındıklarında dağılımın yapısının değişmediği, fakat iplik tüylülüğünün azalmasından veya artmasından bağımsız olarak dağılımı ifade eden çizginin eğiminin değiştiği ifade edilmiştir. Ayrıca, aşınmadan sonra 3 mm'den uzun tüylerin sayısının daima azaldığı ve iki katlı ipliklerde 3 mm'den uzun tüylerin sayısının çok az olduğu belirtilmiştir.

İridağ ve arkadaşları (1999) lif özelliklerinin iplik tüylülüğüne etkisini inceledikleri çalışmalarında Uster ve Zweigle sonuçları arasındaki ilişkiyi de incelemiş ve bu iki cihaz sonuçları arasında iyi bir korelasyon olmadığını belirtmişlerdir.

Basu (1999) Shirley, Uster Tester 3 ve Zweigle G 565 iplik tüylülük test cihazlarından alınan farklı parametreler arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasında, Shirley cihazından alınan 3 mm'den uzun tüy sayısı ile Zweigle cihazından alınan aynı parametre arasında çok iyi korelasyon olduğunu belirtmiştir ( $r=0.98$ ). Uster indeks değeri ile Zweigle  $S_3$  ve indeks değerleri arasındaki korelasyonu hesapladığında bu değerler arasında orta derecede korelasyon elde etmiştir. Basu, bu çalışmasında Zweigle sonuçlarından Uster indeks değerine benzer bir indeks değeri geliştirmiş ve Uster indeksi ile hesaplanan Zweigle indeksi arasında iyi bir korelasyon olduğunu belirtmiştir.

## **2.5. Farklı İplik Tüylülük Test Cihazlarında Test Hızının İplik Tüylülüğüne Etkisi**

Wang (1997) Zweigle G 565 iplik tüylülük test cihazında test hızının ring ve Sirospun ipliklerin tüylülüğüne etkisini incelediği çalışmasında, hem ring hem de sirospun ipliklerin  $S_3$  değerlerinin test hızının artışıyla birlikte önemli derecede arttığını belirtmiştir. Bu durumun, tüylerin çoğunun tüylülük testi sırasında iplik geçiş yönüne doğru yönelmesinden kaynaklandığını ifade etmiştir. Test sırasında bu

tüyer üzerinde oluşan hava sürtünmesi tüyleri geriye doğru bastırarak ve çıkıntı tüy uzunluğunu artıracaktır. Ancak uzun tüylerde test hızı arttıkça tüyler geriye doğru daha fazla bir şekilde yatırılacak ve çıkıntı tüy uzunlukları gerçek uzunluklarından daha kısa olacaktır. Bu durumda tüylülük olduğundan daha az görünecektir. Lifin eğilme rijitliği de burada önemli bir faktördür. Eğilme rijitliği düşük olan çok fazla miktarda tüye sahip bir iplik, eğilme direnci fazla olan çok fazla tüye sahip bir iplikten daha az tüylü görülebilmektedir.

Wang (1998) 18,5 tex düşük bükümlü OE-rotor ipliklerini Uster Tester 3 cihazında tüylülük için 25,100 ve 400 m/dk hızlarında test etmiştir. 25 ve 100m/dk hızlarında elde edilen tüylülüğün 400 m/dk'da elde edilen sonuçlardan daha düşük olduğu ve aradaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğunu belirtmiştir. Bu sonucu hem eğrilmiş, hem de bobin formundaki iplikte de tespit etmiştir. Wang'a göre bu sonuç, cihaz üzerindeki kılavuzlarla iplik arasındaki sürtünmeden kaynaklanmaktadır. Uster Tester 3 cihazında tüylülük testi sırasında iplik, tüylülük sensörüne ulaşmadan önce çeşitli sabit kılavuzlardan geçmektedir. Özellikle de yüksek hızlarda çalışıldığında bu kılavuzlar üzerindeki sürtünme, tüylülük üzerinde belirgin bir etkiye sahip olmaktadır. Ayrıca Wang, eğer bu kılavuzlar cihaz üzerine dönerek hareket eden makaralar şeklinde yerleştirilirse test hızının tüylülük üzerine etkisinin azaltılabileceğini belirtmiştir.

Wang yaptığı bu çalışmada ayrıca UT3 cihazından elde edilen tüylülük sonuçlarına test hızının etkisinde, cihazdaki iplik kılavuzları ile iplik arasındaki sürtünmenin etkisi en önemli faktör olduğunu, hava akımının etkisinin ise ikinci derecede etkili bir faktör olabileceğini belirtmiştir.

Wang (1998) başka bir çalışmasında da OE-rotor ipliklerini farklı hızlarda Zweigle G 565 cihazında test etmiş ve test hızının iplik tüylülüğüne etkisini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda test hızının artışıyla birlikte iplik tüylülüğünün arttığı belirtilmiştir. Test hızının artışıyla iplik tüylülüğünün artışının düşük hızlar için fazla

olduğu, buna karşın hız çok fazla artırıldığında test hızının artışıyla birlikte tyllkteki artışın daha az olduğu görülmüştür.

Wang, Huang ve Huang (1999) kamgarn ipliklerin tüylülüğü üzerine iplik bükümü ve test hızının etkisini inceledikleri çalışmalarında, farklı bkmlerde % 100 yn iplikler eğirmiş ve sonra bu iplikleri Uster Tester 3 cihazında 25, 100 ve 400 m/dk hızlarında test etmişlerdir. Sonuçlar, iplik bkmnden bağımsız olarak test hızı arttıķa tüylülüğün arttığını göstermiştir.

Wang ve Chang (1999) ring ve OE-rotor ipliklerini Shirley cihazında 20, 60, 100 ve 140 m/dk hızlarında test ettikleri çalışmalarında, diğer cihazlarla yapılan çalışmalardan elde edilen bulguların aksine test hızı arttıķa tüylülüğün azaldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada ayrıca, iplik kılavuzları üzerindeki sürtünme ve sarım işleminin iplik tüylülüğüne etkisi incelenmiştir. Sonuçlar, tüy yn, tüy üzerindeki hava sürtünmesinin ve kılavuzlar üzerindeki sürtünmesinin tüylülük üzerinde önemli etkisinin olduğunu göstermiştir. Farklı cihazlar için test hızının tyllğe etkisindeki farklılıkların cihazlar üzerindeki kılavuzlar ile iplik arasındaki farklı sürtünme şartlarından kaynaklandığı tespit edilmiştir.

İridağ ve Nergis (1999) test uzunluğu ve hızının iplik tüylülüğüne etkisini inceledikleri çalışmada, 20 tex numara ring ve rotor pamuk ipliklerinin tüylülüğünü değişik hız ve test uzunluklarında lmişler ve Uster Tester 3 için test hızının iplik tüylülüğüne etkisinin önemli olduğunu, ancak test uzunluğunun Uster Tester 3'de önemli etkisinin olmadığını ve test uzunluğu arttıķa Zweigle sonuçlarının azaldığını belirtmişlerdir.

## 2.6. Farklı İplik Eğirme Sistemlerinin Tüylülüğe Etkisinin İncelenmesi

### 2.6.1. Ring İplik Eğirme Sistemi

Ring iplikçilik sistemi ile ilgili yapılan çalışmalarda ring iplik eğirme prosesinde tüylülüğü etkileyen değişik faktörler belirlenmeye çalışılmıştır. Son yıllarda ise çalışmalar ring iplikçilik sisteminde tüylülüğün azaltılması üzerine odaklanmıştır.

Kalyanaraman (1992) iplik tüylülüğün iplik üretimi sırasında kontrol edilmesini sağlayacak şekilde konvansiyonel ring iplik makinesini modifiye etmiştir. Geliştirdiği sistemde çıkış silindirlerin kıştırma noktasından çıkan iplik küçük bir tüp içinden geçirilmektedir. Dış taraftaki tüpe sıkıştırılmış hava, dört delik vasıtasıyla iç taraftaki tüpe girmektedir. Eğrilen iplik, tüp içinden ve domuz kuyruğundan geçerek iplik sarım bölgesine ulaşmaktadır. Sonuçlar, bu sistem ile iplikteki tüylülüğün önemli derecede azaltılabileceğini göstermiştir.

Marsal, Naik ve Perez (1997) ring eğirme sistemindeki kopça profilinin iplik kalitesine etkisini inceledikleri çalışmada, bilezik tipine uygun iki profilli üç farklı kopçayı pamuk eğirmede kullanmışlar ve her zaman göz önünde bulundurulmayan küçük profil farklılıklarının kütle düzgünsüzlüğü ve iplik tüylülüğünde önemli bir etkiye sahip olup olmadığını araştırmışlardır. Sonuçta düz kopça profilinin daha az tüylü iplik ürettiğini belirtmişlerdir.

Kumar ve Zacharia (1997) BTRA bilezik temizleyicisi yağlaması ile ring ipliklerinin tüylülüğündeki değişmeyi incelemişlerdir. Kopça ağırlığının, iğ hızının ve iğ eksantrikliğinin iplik tüylülüğüne etkisini hem BTRA RCL uygulaması olmadan, hem de bu uygulama olduğunda değerlendirmişler ve kopça ağırlığı arttığında, BTRA RCL yağlaması uygulandığında ve iğ hızı azaldığında tüylülüğün azaldığını belirtmişlerdir.

Wang (1997) tarafından tüylülüğün azaltılmasına yönelik yapılan bir çalışmada hem ring, hem de hava jetli iplik eğirme sisteminin özelliklerini taşıyan yeni bir iplik

eğirme sistemi tanıtılmıştır. Bu sistem, jet ring iplik eğirme sistemi olarak adlandırılmıştır. Bu sistemde konvansiyonel ring eğirme sisteminin eğirme üçgeninin alt kısmına bir hava jeti yerleştirilmiştir. Çalışma sırasında, hava jetli sistemdeki birinci jetin yaptığı gibi jet ipliği ters yönde bükülmektedir. Fakat burada, hava jetli eğirmeden farklı olarak bu jet, iplik hareketine ters yönde yani yukarı yönde bir hava akımı oluşturmaktadır. Jette oluşturulan hava akımı, ipliği ters yönde büküldüğü için jetin yukarısındaki büküm miktarı jetin aşağısındaki büküm miktarından daha az olacaktır. Böylece iplik jet içinde dönerken iplik yapısı önce gevşetilecek ve biraz uzayacaktır. Daha sonra jetten çıkarken iplik tekrar sıkılaştırılacaktır. Böylece, gevşeyen ve sıkılaştıran iplik yapısı, iplik uçlarının iplik yapısına katılmasını kolaylaştıracak ve tüylülük verimli bir şekilde azaltılacaktır. Kısa tüylerin hava akımının etkisiyle iplik gövdesi etrafına sarılması zor olmasına rağmen, uzun olan tüyler iplik gövdesi etrafına sarılırken kısa tüyleri de kaparak iplik yapısına katar ve böylece kısa tüy sayısı da azalır. Bu sistemde iplik tüylülüğünü azaltan diğer bir mekanizma da lif uçlarının iplik yapısı içine sokulmasıdır.

Jeon (2000) yaygın olarak kullanılan hava jeti düzesine alternatif olarak hava emiş düzesi dizayn edip bu düzeyi konvansiyonel ring makinesine ilave ederek iplik tüylülüğü azaltmaya çalışmıştır. Sonuçta düze kullanılarak iplik eğildiğinde tüylülüğün % 50'den daha fazla oranda azaldığı, kopma mukavemetinin ise arttığı görülmüştür. Ayrıca uzun tüy sayısının azaldığı ve ipliğin daha ince görüldüğü belirtilmiştir. Tüm bu sonuçlara bakılarak uygun parametrelere sahip düze kullanımının iplik kalitesini iyileştirdiği belirtilmiştir.

Wang ve Chang (2003) kamgarn ring eğirmede diyagonal iplik yolu kullanarak iplik tüylülüğünün azaltılıp azaltılamayacağını araştırdıkları çalışmalarında, Z bükümlü bir iplik üretmek için çekim silindirinin hemen altındaki değil sağ veya sol tarafındaki iğ ile iplik üretmişlerdir. Sonuçta Z bükümlü iplik elde etmek için sağ diyagonal iplik yolu kullanıldığında konvansiyonel ring ipliğine göre daha düşük tüylülüğe sahip iplik elde edildiğini belirtmişlerdir. Azalan tüylülüğün sebebi olarak ise, eğirme üçgeninin sağ tarafındaki liflerin ön büküm etkisinden dolayı iplik yapısına daha

verimli bir şekilde katılmaları gösterilmiştir. Ancak sağ diyagonal iplik eğirmenin, özellikle yüksek iğ hızlarında iplik kopuşunu artırdığı da önemli bir dezavantaj olarak belirtilmiştir.

Wang ve Chang (2003) aynı tarihte yaptıkları bir başka çalışmada ise solospun ve kamgarn ring iplik eğirme sistemlerinde üretilmiş ipliklerin tüylülüğünü karşılaştırmışlardır. Solospun iplik eğirme sistemi konvansiyonel kamgarn ring eğirme sisteminin modifiye edilmiş halidir. Bu sistemde çekim bölgesindeki alt çıkış silindirin altına iki adet solospun silindir ilave edilmiştir. Bu sistemin konvansiyonel ring eğirmeye göre en büyük avantajı liflerin iplik yapısına daha verimli bir şekilde katılmasıdır. Bu durum solospun silindirleri tarafından lif migrasyonunun ve liflerin kontrolünün artırılması ile sağlanmaktadır.

Bu çalışmada, tüylülüğü değerlendirmek için toplam tüy sayısı ( $T_p$ ), 3 mm'den uzun tüylerin sayısı ( $S_3$ ), toplam tüy sayısı içindeki uzun tüylerin oranı ( $100S_3/T_p$ ) ve birim iplik uzunluğundaki toplam tüy uzunluğu ( $K$ ) parametreleri kullanılmıştır. Sonuçta, solospun ipliklerin tüy uzunluk dağılımının da azalan eksponansiyel dağılım olduğu, tüm tüylülük parametreleri dikkate alındığında, solospun iplikler için konvansiyonel kamgarn ipliklere göre tüylülüğün daha düşük olduğu ve çoğu durumda solospun ipliklerin tüylülük varyasyon katsayılarının da daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada ayrıca iplik bükümü ve iğ hızının solospun ipliklerin tüylülüğüne etkisi de incelenmiştir. Tüm değerler, ring ipliklerinkine benzer şekilde, artan büküm ile birlikte azalırken  $100S_3/T_p$  parametresinin arttığı görülmüştür. Bu durum solospun iplikler için artan büküm ile birlikte toplam tüy sayısında daha fazla azalma olduğunu göstermektedir. Benzer durum iğ hızının etkisinde de görülmüştür. İğ hızı artarken  $100S_3/T_p$  değeri hariç tüm değerlerin arttığı görülmüştür. Bu durum, solospun iplikler için artan iğ hızı ile birlikte uzun tüylerin sayısındaki artışın toplam tüy sayısındaki artıştan daha yavaş olmasından kaynaklanmaktadır.

Son yıllarda konvansiyonel ring iplik eğirme sistemi modifiye edilerek kompakt iplik eğirme adı verilen ve konvansiyonel ring ipliklere göre, özellikle de tüylülük açısından önemli avantajlara sahip iplikçilik sistemi geliştirilmiştir.

Hecht (1996) kompakt eğirme sistemini incelediği çalışmasında, kamgarn ring eğirme ve kompakt eğirme sistemlerinde Nm 41 numara iplikler eğirmiştir. Sonuçta, kompakt ipliklerde bütün lifler iplik yapısına katıldığından dolayı iplik kopma mukavemetinin arttığını, iplik tüylülüğünün azaldığını ve iş hızı konvansiyonel ring makinelerinkinden % 40 daha yükseğe çıkartılarak üretim kapasitesinin artırıldığını belirtmiştir. Ayrıca daha az bükümle kompakt eğirmenin verimliliğinin %20-30 artırılabilceğini belirtmiştir.

### **2.6.2. OE-Rotor İplik Eğirme Sistemi**

Mohamed, Lord ve Saleh (1975) ring ve OE-rotor ipliklerin çaplarını ve tüylülüklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında değişik PES / pamuk karışımı ring ve open end ipliklerini optik yöntem kullanarak test etmişler ve karışım oranı iplik numarası ve bükümün OE-rotor ve ring ipliklerin tüylülüğüne etkisini incelemişlerdir. Sonuçta, OE-rotor ipliklerin ring ipliklerden daha az tüylü olduğunu fakat bu iplikler için tüylülük varyasyon katsayısının daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Manich, Barella ve Vigo (1981) akrilik liflerden üretilmiş OE-rotor ipliklerin tüylülüğünü ITQT dijital tüylülük cihazı ile ölçmüş ve rotor geometrisinin ve diğer parametrelerin tüylülük sonuçlarına etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, farklı tipte rotorlar kullanmışlar ve iplik ile rotor arasındaki sürtünmenin en fazla olduğu rotor tipi için en yüksek tüylülüğün elde edildiğini göstermişlerdir (Çalışmada kullanılan rotordaki iplik sürtünmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir). (Çalışmada kullanılan rotordaki iplik sürtünmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir).

Vila, Pey ve Barella (1982) eğirme hazırlık prosesi ile ilişkili olarak rotor çapı, rotor hızı ve büküm katsayısının OE-rotor pamuk ipliklerin tüylülüğüne etkisini araştırdıkları çalışmalarında, artan rotor çapı ile birlikte tüylülüğün arttığını ve bunun rotordaki iplik sürtünmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Rotor çapı ne kadar büyük olursa rotor parçaları ile iplik arasındaki sürtünme o kadar fazla olacak, sonuç olarak da tüylülük artacaktır. Ancak buradaki etki genellikle tüy sayısından çok tüy

uzunluğunu artırma eğilimi göstermesidir. Çalışmada, rotor hızının iplik tüylülüğüne etkisini belirlemek için sabit büküm katsayısı seçilmiş ve bu bükümde farklı rotor hızlarında iplik üretilmiştir. Test sonuçları, rotor hızı arttıkça ortalama tüylülük indeksinin azaldığını, maksimum tüylülük indeksinin ve ortalama uzunluk indeksinin çok fazla değişmediğini, fakat maksimum uzunluk indeksinin rotor hızının artışıyla birlikte arttığını göstermiştir. Bu durumun, rotor hızı arttıkça rotor yivindeki lif sürtünmesinin daha az olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Sürtünmenin azalması, iplik gövdesinden çıkan tüylerin sayısını azaltırken bazı tüylerin uzunluğunu artırabilir. Bu, ortalama tüy uzunluğuna yansımazken maksimum tüy uzunluğuna yansıyabilir.

Aynı çalışmada eğirme hazırlık işlemlerinin OE-rotor ipliklerin tüylülüğüne etkisinin olup olmayacağı da tartışılmıştır. Sonuçta, ilk olarak eğirme hazırlık proseslerinin farklı sayılarda makineler içerebileceği, ikinci olarak da markalarının farklı olabileceği düşünüldüğünde farklı eğirme proseslerinde üretilmiş ipliklerin tüylülüğündeki çok az farklılığın nedenleri açıklanmıştır. İlk olarak farklı proseslere tabi tutulmuş ipliklerin, proses sırasındaki lif kopuşundan dolayı lif uzunluk dağılımları farklı olacağı ve lif uzunluğunun iplik tüylülüğünü etkileyen parametrelerden birisi olduğu belirtilmiştir. İkinci olarak, açma silindirindeki lif kontrolünün farklı eğirme hazırlık prosesleri (cerlerdeki ön çekim veya regüle sisteminin kullanımı) ile birlikte değişebileceği ve bu durumun eğirme kafasına girişte liflerin açılmasını etkileyeceği belirtilmiştir. Bu durum da liflerin iyi bir şekilde açılmış veya açılmayarak demet halinde rotor yivine girmesine sebep olacaktır. Lifler rotor yivine olması gerekenden az veya fazla miktarda toplanırsa buna bağlı olarak iplikteki tüylülük az ya da fazla olabilecektir.

Vila, Pey ve Barella (1982) aynı tarihte yaptıkları başka bir çalışmalarında ise farklı büküm katsayılarına sahip OE-rotor iplikler için açma silindirinin hızının tüylülük üzerine etkilerini araştırmışlar ve açma silindiri hızının iplik tüylülüğü üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.



Manich, Barella ve Castellar (1986) çekim tüpünün (d zesinin) OE-rotor akrilik ipliklerin tüylülüğü ve çapı üzerine etkisi incelemiş ve düze tipinin iplik çapı üzerine önemli bir etkisi görülmezken, iplik tüylülüğü üzerinde önemli etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Düze  apı artarken iplik tüylülüğü de artma eğilimi göstermiştir. Fakat düze yivli olduğu zaman, iplikler Dijital cihazda test edildiğinde daha az tüylü  l c lm şt r. Buna sebep olarak ise yalancı büküm ve iplik sürtünmesi arasında etkileşim gösterilmiştir. Kullanılan test cihazının  l c m prensibi, farklı sonuçlara ve eğilimlere yol açmaktadır.

Jackowski, Chylewska, Cyniak ve Rowinska (1996) OE-rotor eğirme prosesini inceledikleri çalışmalarında, 120, 130, 140, 150 ve 160  $\alpha_m$  büküm faktörlü, 15, 18, 20, 25, 30 ve 40 tex numaralı OE-rotor ipliklerinin tüylülük ve mukavemetini 45.000, 50.000 ve 55.000 d/d rotor hızlarında incelemişleridir. Rotor hızının artışıyla birlikte iplik tüylülüğünün azaldığını belirtmişlerdir.

### **2.6.3. Hava Jetli (Air Jet)  plik Eğirme Sistemi**

Rajamanickam, Patel ve Jayaraman (1998) hava jetli eğirmede proses ve materyal parametrelerinin arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada iplik çıkış hızı ve birinci düze basıncının artışıyla iplik tüylülüğünün arttığını ve iplikte PES lif oranının artışıyla tüylülüğünün azaldığını ifade etmişlerdir.

Nergis ve  zipek (2001) birleştirme ve büküm düze basınçlarının iki katlı hava jetli ipliklerin özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmada hem bükümlü hem de bükümsüz ipliklerin mukavemet, hata ve tüylülüğünün düze basıncı değişiminden etkilendiğini belirtmişlerdir. Birleştirme d zesindeki basıncın artmasıyla bükümsüz ipliklerin mukavemetinin arttığı, tüylülüğünün ve düzgünsüzlüğünün azaldığını, buna karşın bükümlü ipliklerde de daha d şuk basınçta daha iyi mukavemet değerlerinin elde edildiğini belirtmişlerdir. Büküm d zesindeki basıncın artışının bükümsüz ipliklerin mukavemeti üzerinde çok az etkiye sahip olduğu, buna karşın iplik

tüylülüğünü azaltma, düzgünsüzlüğünü arttırma eğiliminde olduğunu da ifade etmişlerdir.

#### **2.6.4. Sirospun İplik Eğirme Sistemi**

Subramaniam ve Mohamed (1991) fitil aralığının, bükümün ve iğ hızının çift fitilli ipliklerin tüylülüğüne etkisi faktöriyel analiz tekniği kullanılarak incelenmişlerdir. Pamuk iplikleri için fitil aralığı artarken tüylülüğün azaldığını belirtmişlerdir. Bu sonuç Plate (Plate, 1983) tarafından yapılan çalışmada kamgarn çift fitilli iplikler için elde edilen sonuçlar ve Dhawan ve Jaiprakash'ın (1987) çift fitilli pamuk iplikler için elde ettiği sonuçla ile uyumludur. Pamuk/polyester karışımı iplikler için ise fitil aralığı 9.4 mm'ye kadar arttıkça tüylülüğün azaldığı, fakat bundan sonra tüylülüğün arttığı belirtilmiştir. Birleşim (iplik oluşum) bölgesinin yukarısında lif demeti içindeki bir lif, tüy oluşturmak için daha eğilimlidir. Artan fitil aralığı iplik oluşum bölgesinin yukarısında şerit içindeki lifin bu bölgede kalma süresini artıracaktır. Artan süre ile birlikte merkezkaç kuvvet gibi istenmeyen şartların life daha fazla oranda etki etmesine sebep olacak ve sonuçta tüylülük artacaktır. Diğer taraftan fitil aralığının artışıyla artan büküm, katlanan fitiller arasındaki liflerin birbirini tutunmasını artıracak ve tüylülüğün azalmasına katkıda bulunacaktır.

Çift fitil beslenerek üretilen iplikler için 10200 d/d iğ hızına kadar olan hızlarda, iğ hızı artarken tüylülüğün arttığı, bu hızdan daha yüksek iğ hızlarında aynı eğilimin sadece düşük bükümde elde edildiği, büküm arttıkça bu eğilimin tersi bir eğilimin gözlendiği belirtilmiştir (Subramaniam ve Mohamed, 1991).

Ring ipliklerinde olduğu gibi sirospun ipliklerinde de bükümün artışı ile birlikte tüylülüğün de arttığı kritik bir büküm bölgesinin olduğu, bu bölgenin dışında büküm arttıkça tüylülüğün azaldığı görülmüştür (Subramaniam, Mohamed, 1991).

Cheng ve Sun (1998) sirospun pamuk ipliklerin özelliklerine fitil aralığının ve büküm katsayısının etkisini inceledikleri çalışmalarında, fitil aralığı 3'den 11'e

derece derece arttırıldıkça iplik tüylülüğünün azaldığını belirtmişlerdir. Fitol aralığı arttııkça, fitil açısı ve fitil uzunluğı da artacaktır. Artan fitil aralığı fitil bükümünü de arttıracaktır. Bu da yüzey liflerinin lif topluluğı etrafına sarılmasını arttıracak, böylece de yüzey tüyleri azalacaktır.

Sun ve Cheng (2000) pamuk sirospun ipliklerin yapı ve özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, Sirospun ipliklerin tüylülüğünün hem tek kat hem de iki katlı ipliklerinkine göre daha az olduğunu açıklamışlardır.

### 3. MATERYAL VE METOT

Bu tez çalışmasında iplik sektöründe yaygın olarak kullanılmakta olan iplik tüylülük test cihazlarından alınan farklı tüylülük sonuçlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde iplik numarası değişikçe Zweigle G 566, Uster Tester 3 (UT3), Uster Tester 4 (UT4) ve Premier Pt 7000 cihazlarından alınan tüylülük indeksi değerlerinin nasıl değişim gösterdikleri incelenmiştir. Bu bölümde ayrıca, ölçüm prensipleri aynı olan UT3, UT4 ve Pt 7000 cihazlarından elde edilen tüylülük indeksi değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli fark olup olmadığı da araştırılmıştır.

İkinci bölümde ise UT3, UT4 ve Pt 7000 cihazlarından alınan indeks değerleri ile Zweigle cihazından alınan  $S_3$  değerinin numara değişimine duyarlılıkları incelenmiştir.

Son bölümde ise ölçüm prensipleri farklı olan Uster ve Zweigle cihazlarından alınan tüylülük parametreleri arasındaki korelasyon hesaplanmıştır. Bu bölümde ayrıca, Zweigle test sonuçları, Uster tüylülük indeksine benzer bir değere dönüştürülerek bu iki değer karşılaştırılmıştır.

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada test edilen ipliklere ait detaylı bilgiler aşağıda Çizelge 3.1'de verilmektedir.

Çizelge 3.1. Testlerde kullanılan iplik özellikleri

İplik Tipi	İplik No (Ne)	Büküm (T/m)	$\alpha_e$	Numune Kodu
Penye (Triko)	20	604	3,43	A1**
	26	727	3,62	A2**
	30	770	3,57	A3**
Penye (Dokuma)	40	1101	4,42	B1*
	50	1101	3,95	B2*
	60	1214	3,98	B3*
OE-rotor (Dokuma)	5.8	444	4,68	C1
	6.8	486	4,73	C2
	12	628	4,60	C3
OE-rotor (Triko)	18	630	3,76	D1

\*: Kops Halinde \*\*: Bobin halinde

İplik üretimi esnasında, üretim aşamaları tek tek takip edilmiştir. Her bir numara için fitil, ring ve OE-rotor makinelerinde aynı iğ ve aynı kafadan numune alınmasına özen gösterilmiş, böylelikle iğden iğe veya rotordan rotora olabilecek varyasyonların etkisi önlenmiştir.

### 3.2. Metot

Yapılan deneysel çalışmada her numaradan 10'ar adet numune alınmış ve UT3, UT4, Pt 7000 ve Zweigle G 566 cihazlarında tüylülük için test edilmiştir. Bütün cihazlarda her bir numarada 10'ar test olmak üzere toplam 40 adet test yapılmıştır. Numuneler test cihazlarına, numunelerin alındığı iğ/rotor sırası takip edilerek beslenmiştir.

Çalışmada, UT3, UT4 ve Pt 7000 cihazlarında 400 m/d hız, 2.5 dakika test süresi olmak üzere 1000 m iplik uzunluğu teste tabi tutulmuştur. Zweigle G 566 tüylülük test cihazında ise bütün numuneler 50 m/d hızda 4 dk test edilmiştir. Her iplik numarası için 100 m'lik iki test yapıp, sonuçta iki testin ortalaması alınmıştır ve cihazdan alınan değerler 100 iplikteki değerler olarak verilmektedir.

Test sonucunda UT3, UT4 ve Pt 7000 cihazlarında tüylülük indeksi değerleri ve bunların ortalamaları, Zweigle G 566 cihazından ise indeks değeri,  $S_3$  değeri ve her bir uzunluk bölgesindeki (1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21 ve 25 mm) tüy sayıları alınmıştır.

Ölçümlerin yapıldığı laboratuvar koşulları  $\% 65 \pm 2$  bağıl nem ve  $20 \pm 2$  °C şeklinde olup, testlerde kullanılan bütün numuneler test öncesi laboratuvar şartlarında 24 saat süre ile kondisyonlanmıştır.

Elde edilen test sonuçlarının istatistiksel analizinin grafiksel gösteriminde Origin programı kullanılmıştır. Grafiksel gösterimde, farklı tüylülük cihazlarından alınan sonuçların iplik numarasına bağlı olarak gösterdikleri eğilimler gösterilmektedir. Grafiksel gösterimde ayrıca test sonuçları arasındaki varyasyonu da görebilmek mümkündür.

UT3, UT4 ve Pt 7000 cihazlarından alınan tüylülük indeksi değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olup olmadığını araştırmak için SPSS istatistik programında Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

### **3.2.1. Kullanılan Test Cihazları**

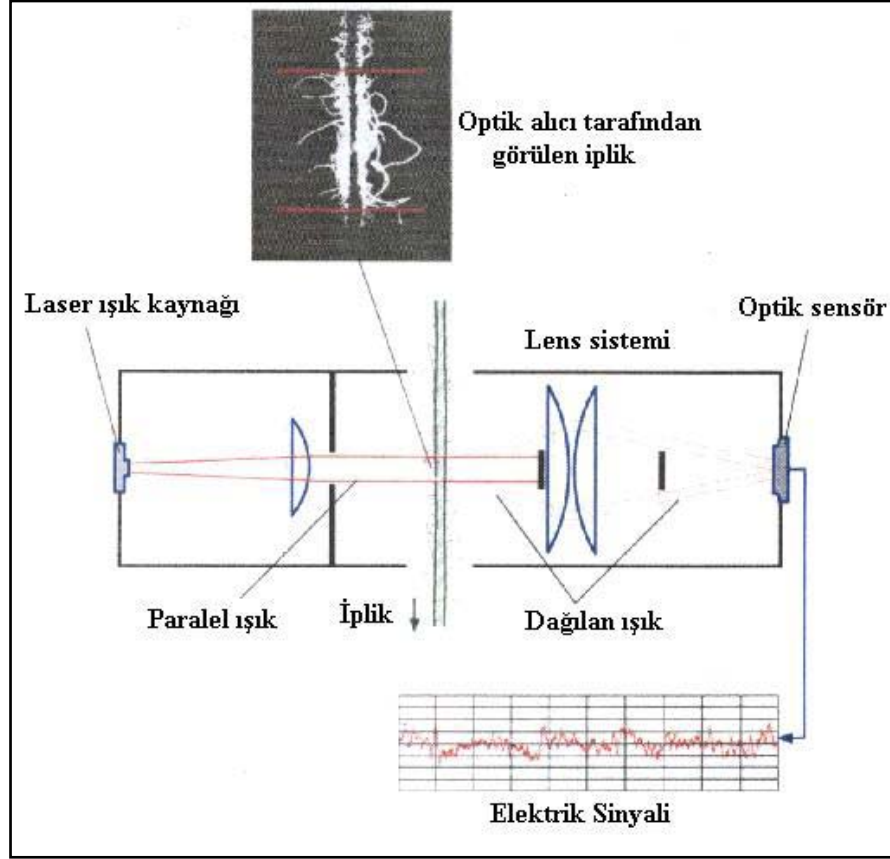
#### **3.2.1.1. Uster Tester 3 ve 4 İplik Tüylülük Test Modülü**

Şekil 3.1'de gösterilen Uster iplik düzgünlük test cihazına takılan tüylülük modülü tarafından tüylülük ölçülmektedir.



Şekil 3.1. Uster iplik düzgünlük ve tüylülük test cihazı

Ölçüm bölgesinde, tek renkli sürekli bir ışık kaynağı, iplikten ayrılan tüylerin üzerine paralel ışık yaymaktadır. İplik gövdesinden dışarı sarkan her bir lifte ışığın kırılması, dağıtılması ve yansıtılması sonucunda lifler saydam görünmektedir. İpliğin kendisi saydam olmadığı için siyah görünmektedir. İplikten ayrılan çıkıntı lifler tarafından dağıtılan ışık bir lens sistemi tarafından toplanmakta, optik bir sensör tarafından algılanmakta ve alıcı üzerine düşürülmektedir. Alıcı üzerine düşen ışığın şiddetine göre elektrik sinyalleri oluşturulmaktadır. İpliğin tüylülüğü ile orantılı olan ve optik sensör tarafından algılanan elektrik akımı daha sonra dijital bir değere dönüştürülmekte ve Uster Tester bilgisayarı tarafından değerlendirilmektedir. Eğer ölçüm alanına iplik yerleştirilmemiş ise, foto alıcının üzerine hiç ışık düşmemekte ve bu yüzden elektrik sinyali oluşmamaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Uster iplik tüylülük ölçüm prensibi

Uster tüylülük test cihazı, test sonucunda tüylülük indeksinden başka tüylülüğün değerlendirilmesinde faydalanılacak değişik olanaklar sunmaktadır. Bunlar;

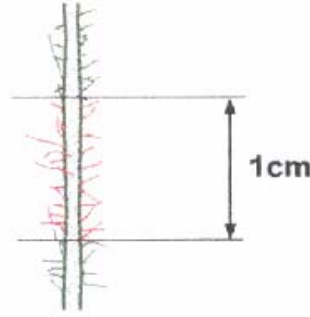
- Bir ipliğin uzunluğu boyunca tüylülük, bir diyagram şeklinde gösterilebilmektedir.
- Tüylülük sayısal değer olarak belirtilmekte ve ipliğin uzunluğu boyunca tüylülük varyasyonu standart sapma şeklinde belirlenebilmektedir.
- Ölçüm sonuçları, Uster Dünya İstatistikleri ile karşılaştırılabilmektedir.
- Periyodik tüylülük varyasyonları bir spektrogramda gösterilebilmektedir.
- Diğer değerlendirme olanağı da farklı uzunluklarda tüylülük varyasyonunun varyans uzunluk eğrileri vasıtasıyla belirlenmesidir.

Tüylülüğün değerlendirilmesinde en çok kullanılan parametre tüylülük indeksi olup, 1 cm uzunluğundaki iplik yüzeyinde çıkıntı halindeki liflerin uzunluğu toplamının,



birim iplik uzunluğuna (1 cm) oranı tüylülük indeksi (H) olarak hesaplanmaktadır. Başka bir ifadeyle indeks (H) değeri iplik gövdesinden çıkıntı yapan liflerin toplam uzunluğunun ölçüm yapılan iplik uzunluğuna oranının bir ifadesidir. Örneğin tüylülük değeri H=4, 1 cm uzunluktaki ölçüm alanındaki 4 cm'lik toplam çıkıntı lif uzunluğuna eşittir. Tüylülük iki uzunluk değerinin oranı olduğu için birimsizdir. Tüylülük indeksi arttıkça iplik tüylülüğü artmaktadır. Uster tüylülük indeksinin (H) hesaplanmasını gösteren formül aşağıda verilmiştir. Şekil 3.3'de Uster tüylülük ölçüm prensibine göre test edilen iplik görüntüsü verilmektedir.

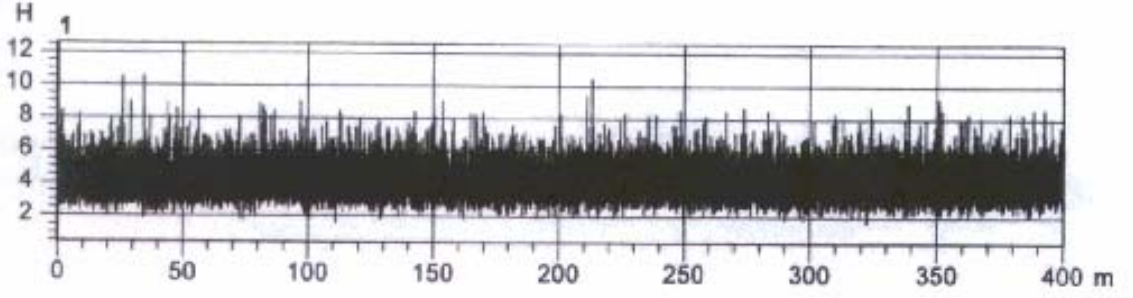
$$H = \frac{\text{TylUzunluğu(cm)}}{1\text{cm}} \dots\dots\dots(1)$$



Şekil 3.3. Uster'de tüylülük indeksi hesaplanışının Şematik olarak gösterimi

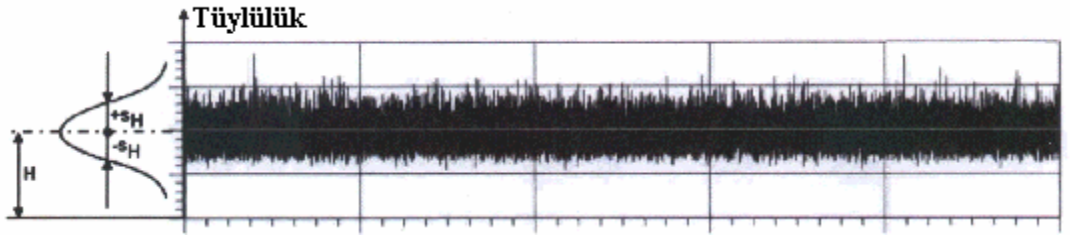
Uster cihazından alınan ve tüylülüğün değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer parametre de tüylülük diyagramı olup, diyagramda bir iplikteki tüylülük değişimleri gösterilmektedir. Periyodik olmayan tüylülük değişimlerini saptamak için diyagram sık sık kullanılmaktadır. Diyagramda materyal uzunluğu yatay eksene, tüylülük ise dikey eksene yerleştirilmektedir.

Şekil 3.4'de normal uzunlukta (periyotta) bir diyagram gösterilmektedir. Normal uzunluk 1 cm'lik uzunluğa karşılık gelmektedir.



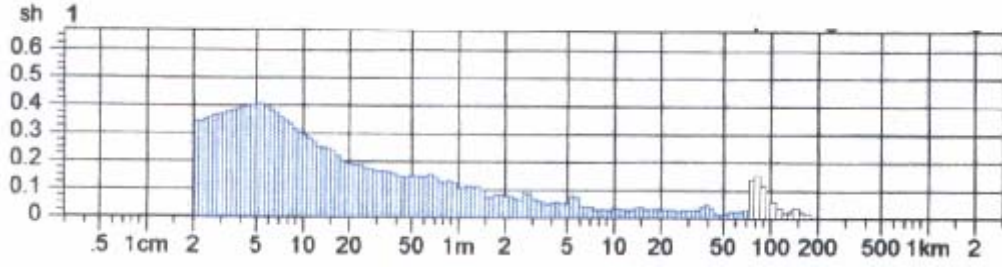
Şekil 3.4. Normal test uzunluğunda tüylülük diyagramı (İplik : % 100 karde pamuk ipliği, Ne 40, Nm 67, 15 tex).

Değerlendirme parametrelerinden birisi olan Standart sapma  $S_H$ , iplik tüylülük değişimi için bir ölçüdür.  $S_H$  değerinin kullanımı, iplikte önemli tüylülük değişiminin olup olmadığına karar vermeyi sağlamaktadır. Şekil 3.5’de tüylülük frekans dağılım diyagramı ve standart sapması gösterilmektedir.



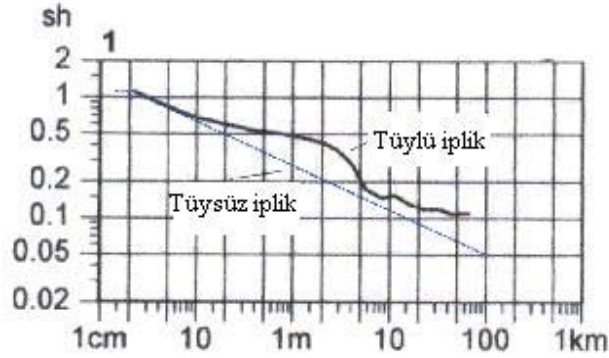
Şekil 3.5. Tüylülük varyasyonu (Standart sapma  $S_H$ )

Tüylülüğü değerlendirmede kullanılan bir diğer parametre de Spektrogram olup, spektrogram periyodik tüylülük değişimlerini göstermektedir. Şekil 3.6’da örnek bir tüylülük spektrogramı gösterilmektedir.



Şekil 3.6. Tüylülük spektrogramı (İplik: %100 karde pamuk ipliği, Ne 7, Nm 12)

Uster cihazından test sonucunda alınan varyans uzunluk eğrisi ise, uzun mesafede periyodik olmayan tüylülük değişimlerinin tespitinde kullanılmaktadır. Ayrıca bu eğri, tüylü bir ipliğin tüylülüğünün tüysüz bir ipliğine göre sapmasını da göstermektedir. Eğrideki dalgalanmalar bu sapmaların bir göstergesidir. Şekil 3.7’de örnek bir tüylülük varyans uzunluk eğrisi gösterilmektedir.



Şekil.3.7. Tüylülük varyans uzunluk eğrisi (İplik : % 100 karde pamuk ipliği, Ne 28, Nm 4)

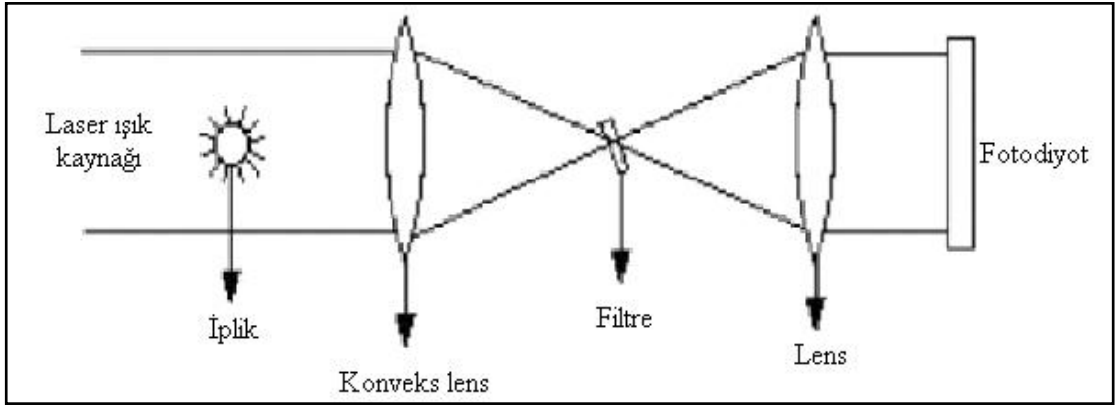
### 3.2.1.2. Premier Pt 7000 İplik Tüylülük Test Modülü

Premier Pt 7000 iplik düzensüzlük test cihazında tüylülüğün ölçülmesi cihaza takılan tüylülük modülü tarafından gerçekleştirilmektedir. Şekil 3.8’de Premier iplik düzensüzlük test cihazının görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.8. Premier Pt 7000 iplik düzgünlük ve tüylülük test cihazı

Cihazın ölçüm prensibi Uster tüylülük ölçüm prensibi ile aynıdır. İplik üzerine paralel bir ışık kaynağı gönderilmektedir. İplik gövdesinden sarkan tüyler tarafından kırılan ve dağıtılan ışık bir lens sistemi tarafından toplanmakta ve sensör tarafından algılanmaktadır. Şekil 3.9’da Premier iplik tüylülük ölçüm prensibi gösterilmektedir.



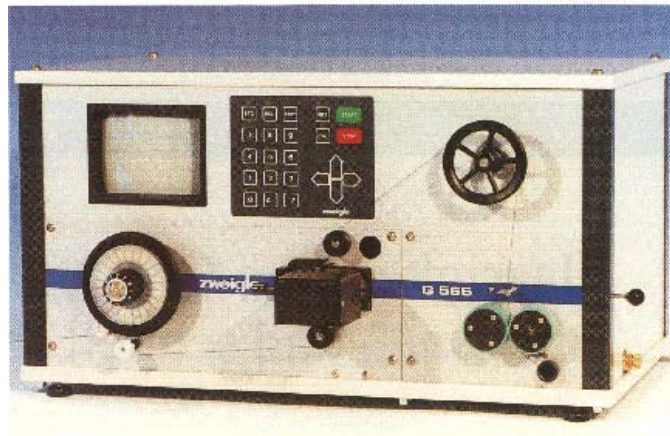
Şekil 3.9. Premier Pt 7000 iplik tüylülük test cihazı tüylülük ölçüm prensibi (Premier)

Test sonunda Pt 7000 cihazından tüylülüğün değerlendirilmesinde kullanılmak üzere tüylülük indeksi (H), tüylülük standart sapma (Sh) ve tüylülük varyasyon katsayısı değerlerini elde etmek mümkündür.

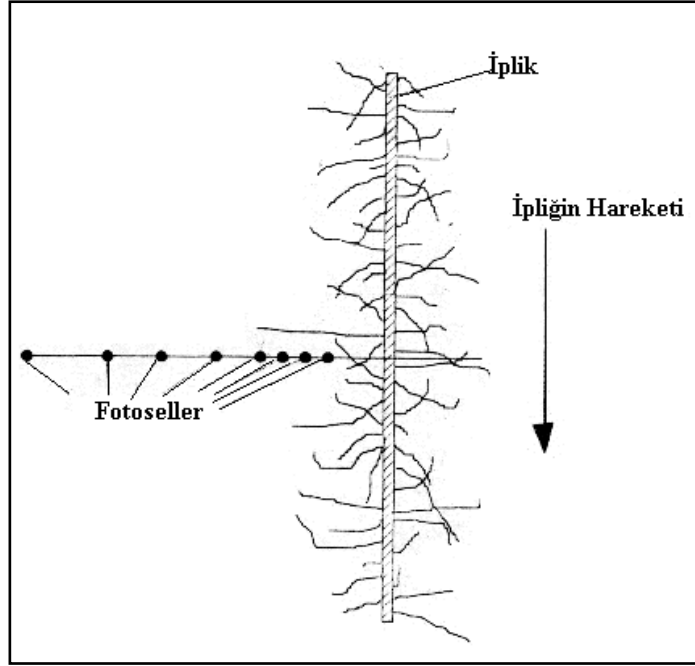
Premier iplik tüylülük indeksi, 1 cm uzunluğundaki iplik gövdesinden sarkan tüylerin toplam uzunluğunun ölçülen iplik uzunluğuna (1 cm) oranı olarak tanımlanmaktadır. Tüylülük indeksi iki uzunluk biriminin birbirine oranı olduğu için birimsiz bir değerdir.

### 3.2.1.3. Zweigle G 566 İplik Tüylülük Test Cihazı

Aşağıda Şekil 3.10'da görülen Zweigle G 566 cihazında ölçüm sırasında iplik, bir ışık kaynağından iplik eksenine dik olarak gönderilen ışık hüzmesi tarafından yoklanır. İplik ve iplik gövdesinden çıkan lifler, ölçüm bölgesine gönderilen ışık demetini keser ve gönderilen ışınların ölçülebilen parlaklığında dalgalanmaya sebep olur. Bu şekilde iplik gövdesinden çıkan lifler tarafından engellenen ışık demeti, düştüğü fototransistör üzerinde bir fotoakıma dönüştürülür ve kuvvetlendirilerek değerlendirilir. Aynı anda farklı uzunluk gruplarındaki tüylerin sayısını elde edebilmek için iplik, tek bir geçişte 12 ayrı fototransistör tarafından taranır (Şekil 3.11) ve iplik yüzeyinden çıkan lifler 1-25 mm arasında değişen 12 farklı uzunluk bölgesinde gruplandırılır.

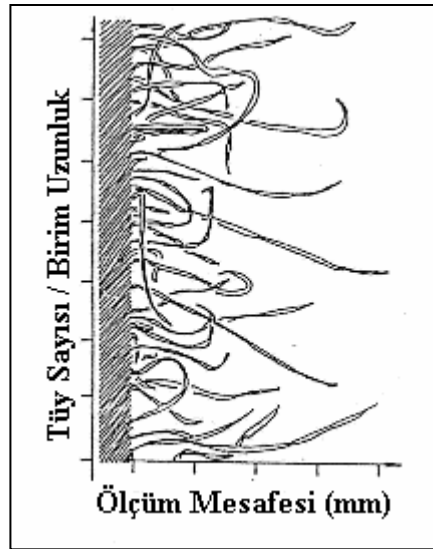


Şekil 3.10. Zweigle G 566 iplik tüylülük test cihazı



Şekil 3.11. Zweigle iplik tüylülüğü ölçüm prensibi

Cihazda ipliğin sadece bir tarafından çıkan farklı uzunluklardaki tüylerin sayısı 12 fototransistör kullanılarak belirlenmektedir. Şekli 3.12’de Zweigle tüylülük ölçüm prensibine göre test edilen iplik kesiti şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.12. Tüylülüğü ölçülen bir iplik kesitinin şematik görüntüsü

Ölçüm sonucunda cihazdan, tüylülüğün değerlendirilmesinde kullanılmak üzere, her bir ölçüm sınıfındaki lif sayıları, tüylülük indeksi (H),  $S_3$  (3 mm ve daha uzun olan tüylerin sayısı) ve  $T_p$  (toplam tüy sayısı) değeri alınabilmektedir.

Zweigle tüylülük indeksi, şu parametrelere bağlı olarak hesaplanabilmektedir:

- Tüm ölçüm sınıflarına karşılık gelen lif sayıları (100 m iplikte)
- Teorik olarak hesaplanabilen en uzun lif boyu
- En küçük ve en büyük ölçüm sınıfına karşılık gelen lif sayılarının oranı
- Ölçüm sınıfı uzunlukları
- Regresyon katsayısı

Mangold ve Topf (1985) tarafından geliştirilen Zweigle tüylülük indeksi aşağıda gösterilen formül kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$H = \frac{\sum K * \sum N}{r * R * m}$$

Burada;

H: Tüylülük indeksi,

r: Regrasyon katsayısı,

K: Ölçüm sınıfları,

N: 100 m iplikte, iplik yüzeyinden çıkmış toplam lif sayısı,

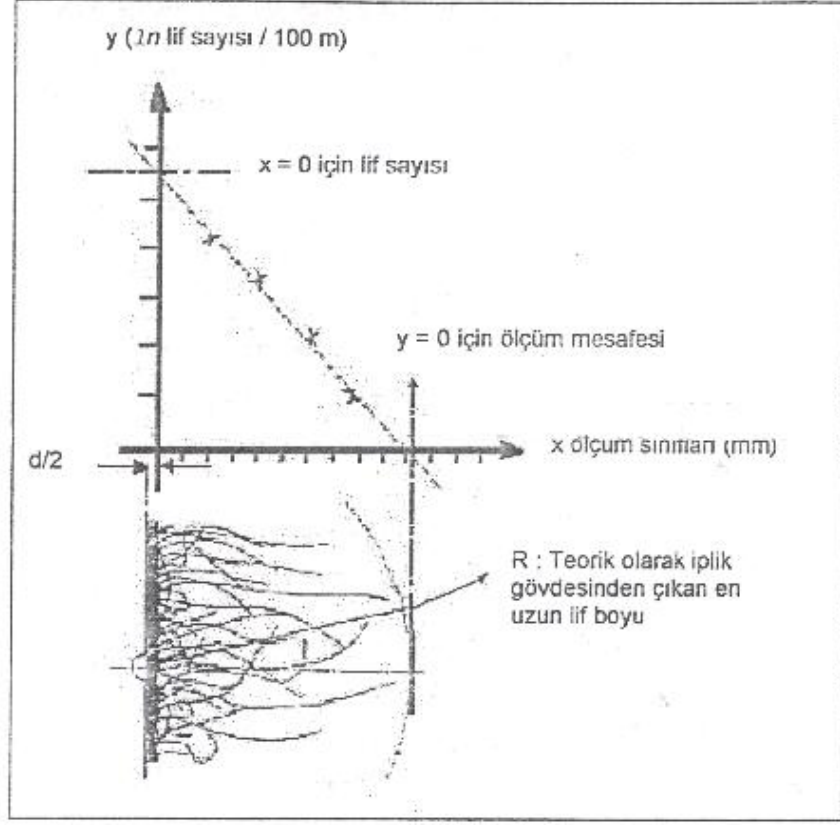
R: Teorik olarak hesaplanabilen en uzun lif boyu,

$$m = \frac{N_k}{N_u} \text{ (Belirlenen ölçüm sınıflarında)}$$

$N_k$  : İplik yüzeyinden çıkmış en kısa liflerin sayısı (100 m iplikte),

$N_u$  : İplik yüzeyinden çıkmış en uzun liflerin sayısıdır (100 m iplikte).

Şekil 3.13'de Zweigle iplik tüylülüğünün hesaplanması grafiksel olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.13. Zweigle tüylülük indeksi değerinin hesaplanmasının grafiksel açıklaması (Mangold ve Topf, 1985)

Zweigle iplik tüylülük test cihazı 50 m/d hızla ölçüm yapmakta ve ölçüm uzunluğu 10-9999 m arasında değişebilmektedir.



## **4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA**

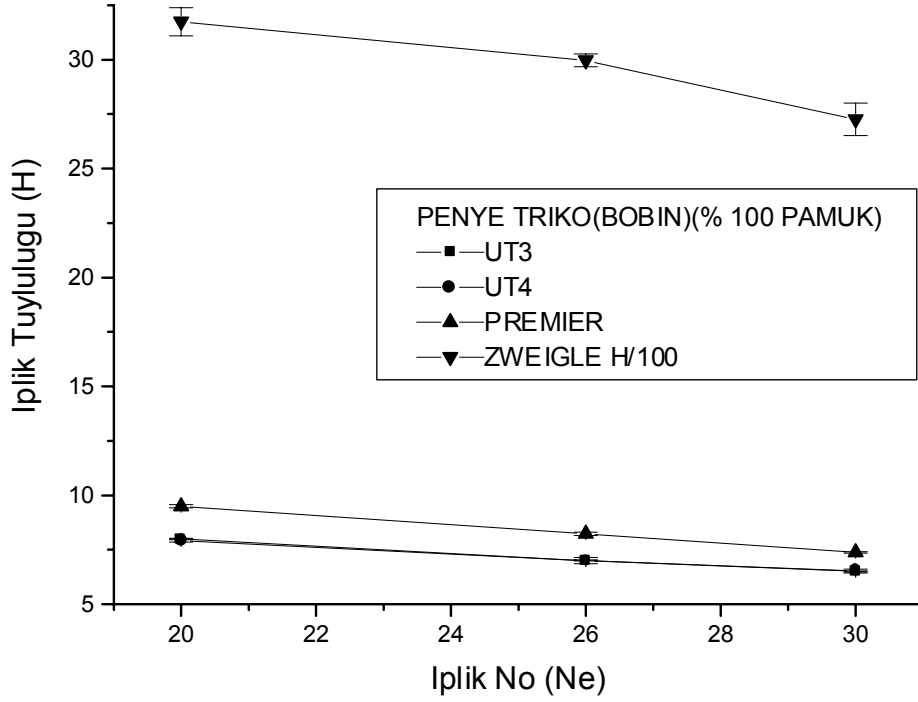
### **4.1. Farklı İplik Tüylülük Test Cihazlarından Alınan Tüylülük İndeksi Sonuçları**

Bu bölümde ilk olarak, hem ring hem de OE-rotor iplikleri için söz konusu test cihazlarından alınan tüylülük indeksi değerlerinin iplik numara değişimine gösterdikleri duyarlılık araştırılmıştır.

Çalışmada ayrıca ölçüm prensipleri aynı olan Pt 7000, UT3 ve UT4 iplik tüylülük test cihazlarından alınan tüylülük indeksi değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olup olmadığı da araştırılmıştır. Zweigle indeks değeri, diğer cihazlardan alınan indeks değerlerinden hesaplanması itibariyle çok farklı olduğundan dolayı istatistik değerlendirilmeye katılmamıştır.

#### **4.1.1. Penye Triko İpliklere (A Tipi Numuneler) Ait Test Sonuçları ve Analizi**

Penye triko ipliklerin dört farklı test cihazından elde edilen iplik tüylülük test sonuçları aşağıda Şekil 4.1’de gösterilmektedir. Zweigle cihazından alınan H indeksi diğer cihaz indeks değerlerinden çok büyük olduğu için 100’e bölünerek diğer rakamlara yaklaştırılmıştır. Ayrıca, şekildeki hata çubukları, ortalama değere ait standart hata miktarlarını belirtmektedir.



Şekil 4.1. Penye triko ipliklerine ait tüylülük indeksi değerleri

Şekil 4.1 incelendiğinde, UT3 ve UT4 cihazlarından elde edilen sonuçların birbirine hemen hemen yakın olduğu, fakat Premier Pt 7000'den elde edilen tüylülük değerinin biraz daha yüksek olduğu açıkça görülmektedir.

Öte yandan, her dört cihaz için de iplikler inceldikçe H değerinde düşüş göze çarpmaktadır. Bu sonuç, konu ile ilgili daha önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlara benzerdir.

Şekil 4.1'e bakıldığında ayrıca, Zweigle G 566'den elde edilen sonuçlar arasındaki varyasyonun diğer test cihazlarına göre oldukça yüksek olduğu da göze çarpmaktadır.

UT3, UT4 ve Pt 7000 arasındaki farkların istatistiksel bakımdan önemli olup olmadığını tespit etmek amacıyla regresyon analizinde Duncan metodu (Duncan

Multiple Regression Test) uygulanmış olup, elde edilen istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmektedir.

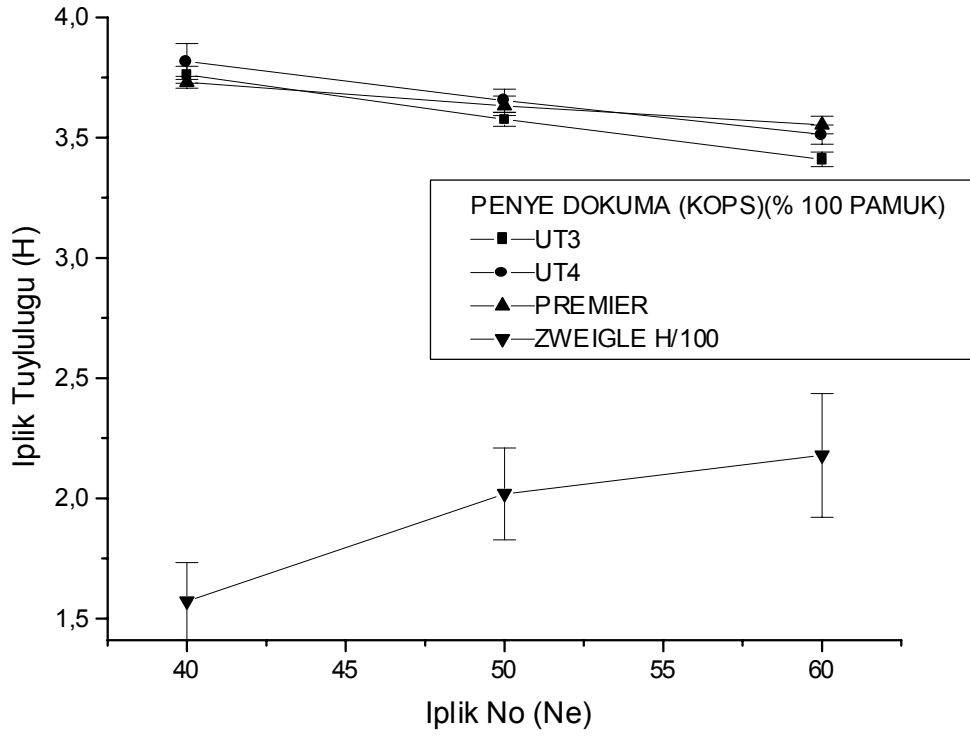
Çizelge 4.1 Penye Triko iplikler için regresyon analizinde Duncan metodu sonuçları

İplik No (Ne)	CIHAZLAR	N	% 95 İhtimalle Önemli Fark Bulunan Gruplar	
			1	2
20	UT4	10	7,9160	
	UT3	10	7,9910	
	Pt 7000	10		9,4960
	Sig.		,414	1,000
26	UT4	10	7,0000	
	UT3	10	7,0080	
	Pt 7000	10		8,2290
	Sig.		,952	1,000
30	UT3	10	6,5050	
	UT4	10	6,5250	
	Pt 7000	10		7,3820
	Sig.		,797	1,000

Çizelge 4.1'deki sonuçlar, 3 farklı numaradaki numunelerin tamamında, Pt 7000'den elde edilen tüylülük değerinin önemli derecede UT3 ve UT4 cihazlarından elde edilenden yüksek ve farklı olduğunu göstermektedir. Öte yandan UT3 ve UT4 sonuçları kendi arasında karşılaştırıldığında ise, aralarında istatistiksel bakımdan önemli derecede fark olmadığı görülmektedir.

#### 4.1.2. Penye Dokuma İpliklere (B Tipi Numuneler) Ait Test Sonuçları ve Analizi

Penye dokuma ipliklere ait tüylülük test sonuçları aşağıda Şekil 4.2'de gösterilmekte olup, aynı şekilde hata çubukları ortalama değere ait standart hata miktarını göstermektedir. Burada da Zweigle H indeksinin 100'e bölünmesi ile elde edilen değerler kullanılmıştır.



Şekil 4.2. Penye dokuma ipliklere ait tüylülük indeksi değerleri

Şekil 4.2'ye bakıldığında, bu ipliklerde, penye triko ipliklerden farklı olarak UT3, UT4 ve Pt 7000 test cihazlarından elde edilen sonuçların birbirine oldukça yakın olduğu, ancak iplik inceldikçe arada farkların ortaya çıktığı göze çarpmaktadır. Yine sonuçlar incelendiğinde, UT3, UT4 ve Pt 7000 cihazlarında iplik inceldikçe tüylülük değerinin azalma eğilimine karşın Zweigle G566 sonuçlarının bunun tam tersi yönde eğilim göstermesi oldukça ilginçtir. Çünkü daha önceki çalışmalarda da tespit edildiği üzere iplik numarası inceldikçe tüylülüğün azaldığı bilinen bir gerçektir. Buradaki çelişkili durum, Zweigle cihazında 1 mm'den daha kısa liflerin tüy olarak değerlendirilmemesi buna karşın Uster indeks değerinin hesaplanmasında çok fazla miktarda kısa lifin tüylülüğü artırıcı bir etkiye sahip olmasından kaynaklanabilir. Eğer burada söz konusu iplikler kalınlaştıkça ipliklerin sahip olduğu kısa tüy sayısı artıyorsa (Ne 40/1 numaralı iplik Ne50/1 ve Ne 60/1 numaralı ipliklere göre çok daha fazla sayıda kısa tüye sahip ise) Uster sonuçlarına göre daha fazla sayıda kısa tüye sahip ipliğin tüylülüğü yüksek olacaktır. Dolayısıyla kalın iplikler Uster sonuçlarına göre daha tüylü görünecektir. Buna karşın Zweigle test sonuçlarına göre, fazla

miktarda kısa tüy Zweigle tüylülük indeksinin daha düşük olarak tespit edilmesine sebep olabilir.

Şekil 4.2'den ayrıca Zweigle G 566 sonuçlarının, her bir iplik numarası için diğer cihazlara göre çok daha yüksek varyasyona sahip olduğu görülmektedir.

Penye dokuma ipliklerine ait iplik tüylülük indeksi değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları ise izelge 4.2'de verilmektedir.

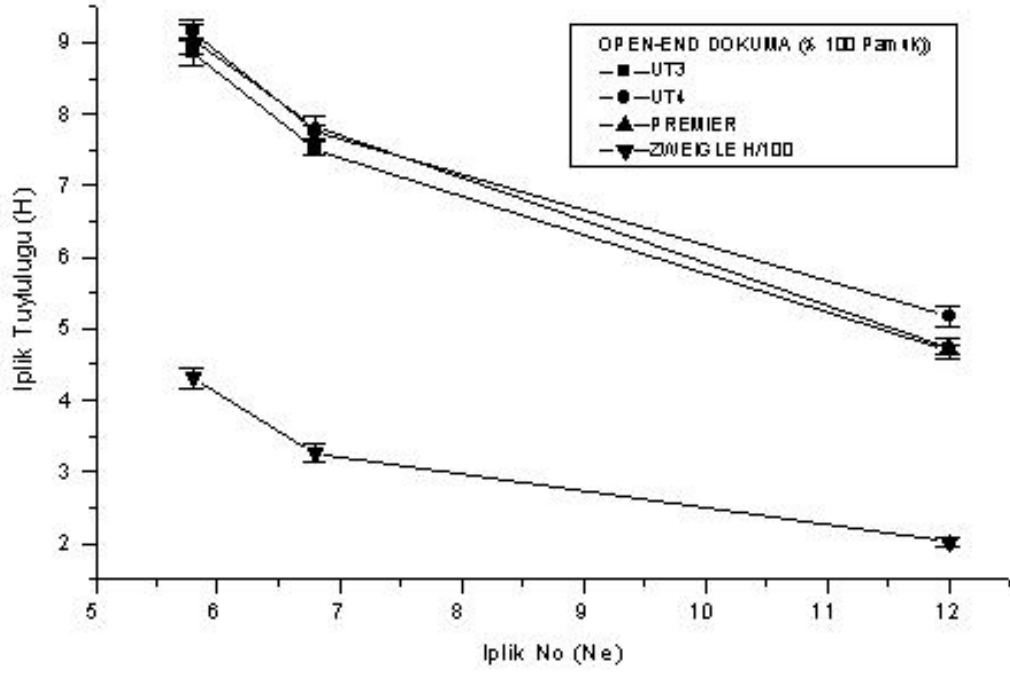
Çizelge 4.2. Penye Dokuma iplikler için regresyon analizinde Duncan metodu sonuçları

İplik No (Ne)	CIHAZLAR	N	% 95 İhtimalle �nemli Fark Bulunan Gruplar	
			1	2
40	Pt7000	10	3,7300	
	UT3	10	3,7610	
	UT4	10	3,8170	
	Sig.		,254	
50	UT3	10	3,5760	
	Pt7000	10	3,6330	
	UT4	10	3,6540	
	Sig.		,202	
60	UT3	10	3,4100	
	UT4	10	3,5130	3,5130
	Pt7000	10		3,5530
	Sig.		,052	,438

Yukarıdaki analiz sonuçlarına göre Ne 40 ve 50 numara iplikler için tüylülük sonuçları her üç cihaz için aynı iken, Ne 60 numara ipliklerde Pt 7000'nin verdiği tüylülük indeksi değerinin, UT3 cihazınınkinden önemli derecede yüksek ve farklı olduğu fakat UT4 sonuçlarından farklı olmadığı görülmektedir.

#### 4.1.3. OE-Rotor İpliklere (C ve D Tipi Numuneler) Ait Test Sonuçları ve Analizi

OE-Rotor ipliklere (dokuma) ait test sonuçları Şekil 4.3’de verilmektedir. Şekildeki hata çubukları ortalama değere ait standart hata miktarını göstermektedir. Burada da Zweigle H indeksinin 100’e bölünmesi ile elde edilen değerler kullanılmıştır.



Şekil 4.3. OE-Rotor dokuma ipliklerine ait tüylülük indeksi değerleri

Şekil 4.3 incelendiğinde, UT3, UT4 ve Pt 7000’den alınan sonuçların birbirlerine yakın olduğu, sadece ince iplikler için UT4 sonuçlarının diğer iki cihaz sonuçlarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Yine şekilden, tüm cihazlardan alınan tüylülük değerlerinin birbirine benzer trendler gösterdiği ve iplikler inceldikçe azaldığı görülmektedir. Ayrıca OE-rotor iplikler için ring ipliklerinden farklı olarak, Zweigle sonuçları arasındaki varyasyonun düşük olduğu da görülebilmektedir.

UT3, UT4 ve Pt 7000 cihazlarına ait sonuçlar istatistiksel olarak analiz edildiğinde elde edilen bulgular Çizelge 4.3’de verilmektedir.

Çizelge 4.3. OE-Rotor dokuma iplikleri için regresyon analizinde Duncan metodu sonuçları

İplik No (Ne)	CIHAZLAR	N	% 95 İhtimalle Önemli Fark Bulunan Gruplar	
			1	2
<b>5.8</b>	UT3	10	8,8750	
	Pt 7000	10	9,0420	
	UT4	10	9,1620	
	Sig.		,305	
<b>6.8</b>	UT3	10	7,5120	
	UT4	10	7,7500	
	Pt 7000	10	7,8220	
	Sig.		,100	
<b>12</b>	UT3	10	4,7040	
	Pt 7000	10	4,7240	
	UT4	10		5,1720
	Sig.		,907	1,000

Çizelgedeki sonuçlar, kalın iplikler için her 3 cihazdan elde edilen tüylülük değerleri aynı sayılabiliyorken, Ne 12 numara ipliklerde UT4'den elde edilen sonucun UT3 ve Pt 7000 sonuçlarından daha yüksek ve önemli derecede farklı olduğunu ortaya koymaktadır.

Son olarak Ne 18 numara OE-rotor triko iplikler de benzer testlere tabi tutulmuş olup, bu iplikler için her üç cihazdan elde edilen tüylülük değerleri arasında istatistiksel bakımdan önemli fark görülmemiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Ne 18 numara OE-rotor triko ipliği için regresyon analizi Duncan metodu sonuçları

	CIHAZLAR	N	% 95 İhtimalle Önemli Fark Bulunan Gruplar
			1
<b>Ne 18</b>	UT3	10	5,1450
	Pt7000	10	5,2150
	UT4	10	5,3150
	Sig.		,175

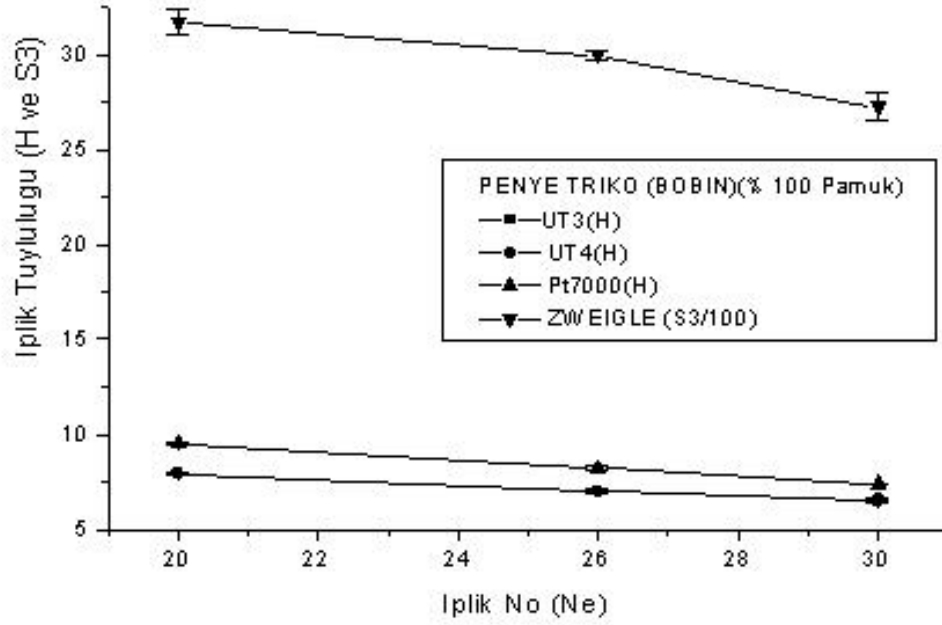
#### 4.2. Tüylülük İndeksi ve $S_3$ Değerlerinin Karşılaştırılması

Bu bölümde, hem penye hem de OE-rotor iplikleri için Uster ve Premier tüylülük indeksi değerleri ve Zweigle  $S_3$  değerinin iplik numara değişimi karşısında gösterdiği eğilim birlikte değerlendirilmiştir. Grafikselleştirilmiş Zweigle cihazından alınan  $S_3$  değerleri Uster ve Premier H indeks değerlerine göre çok yüksek bir rakam olduğu için 100'e bölünerek kullanılmıştır.

##### 4.2.1. Penye Triko İpliklere Ait Test Sonuçları ve Analizi

Penye triko ipliklerin dört farklı test cihazından elde edilen iplik tüylülük test sonuçları aşağıda Şekil 4.4'de gösterilmektedir. Şekildeki hata çubukları, ortalama değere ait standart hata miktarlarını belirtmektedir.





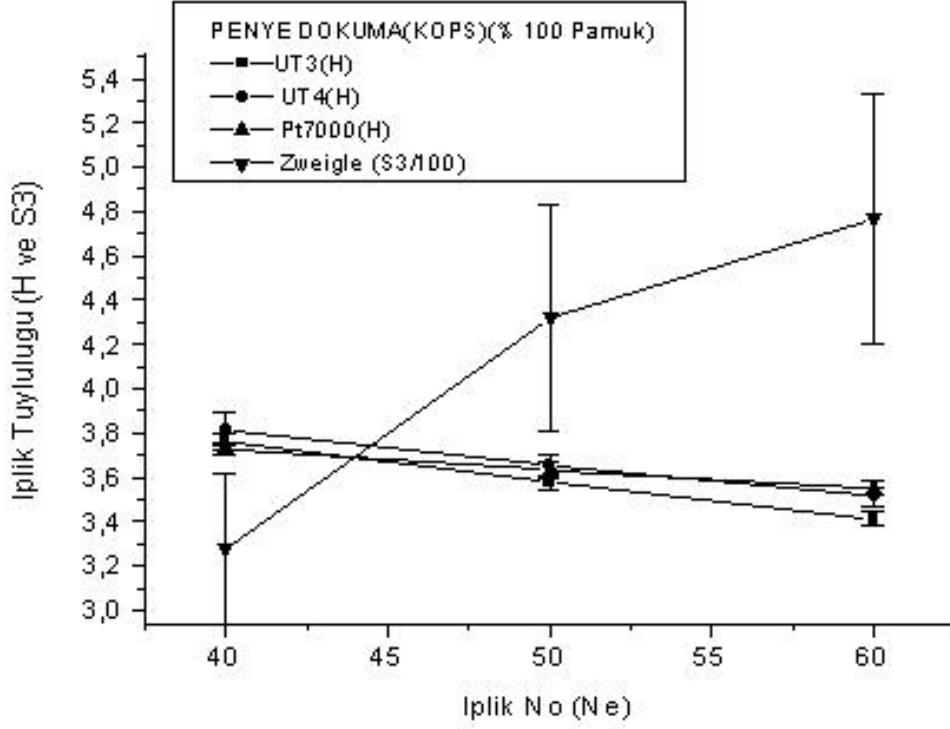
Şekil 4.4 Penye triko ipliklere ait tüylülük sonuçları

Şekil 4.4 incelendiğinde UT3, 4, Pt 7000 tüylülük indeksi ve Zweigle  $S_3$  değerlerinin (3 mm'den uzun tüylerin sayısı) iplik incelidikçe azaldığı görülmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken husus, Zweigle  $S_3$  değerinin iplik numara değişimi karşısında gösterdiği eğilimin Zweigle indeks değerinininki ile aynı olmasıdır. Bu sonuca göre, Zweigle indeks değerinin hesaplanmasında 3 mm'den uzun tüylerin sayısının ne kadar önemli olduğu sonucuna varılabilir.

Şekil 4.4 incelendiğinde Zweigle  $S_3$  değerleri arasındaki varyasyonun az olduğunu görmek de mümkündür.

#### 4.2.2. Penye Dokuma İpliklere Ait Test Sonuçları ve Analizi

Penye dokuma ipliklere ait tüylülük test sonuçları aşağıda Şekil 4.5'de gösterilmekte olup, aynı şekilde hata çubukları ortalama değere ait standart hata miktarını göstermektedir.



Şekil 4.5. Penye dokuma ipliklere ait tüylülük sonuçları

Penye dokuma ipliklere ait grafik incelendiğinde, Zweigle S<sub>3</sub> değerinin iplik inceldikçe arttığı görülmektedir. Daha önceki bölümde açıklandığı gibi aynı sonuç Zweigle tüylülük indeksi için de elde edilmişti.

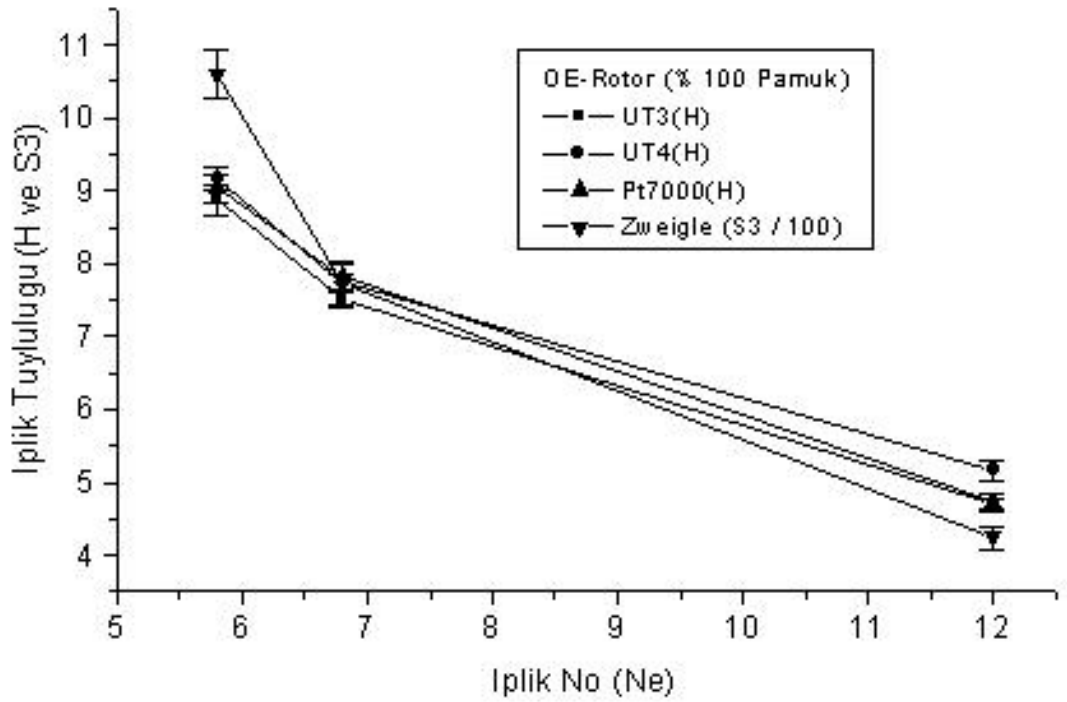
Öte yandan diğer üç cihaza ait iplik tüylülük indeksi değerlerinin iplik inceldikçe azaldığı görülmektedir. Bu cihazlardan elde edilen indeks değerleri ile Zweigle cihazından elde edilen tüylülük sonuçları arasındaki çelişkili durum ölçüm prensiplerindeki farklılıktan kaynaklanabilmektedir.

Zweigle cihazından alınan 3 mm'den uzun tüylerin iplik numarasına göre değişimi indeks değeri ile aynı eğilimi gösterdiğine göre buradaki çelişkili durum 1 mm'den kısa tüylerin miktarından kaynaklanabilmektedir. Zweigle cihazının ölçüm prensibine göre 1 mm'den kısa tüyler değerlendirilmeye katılmamaktadır. Buna karşın elde edilen bu sonuca göre, diğer üç cihazın indeks değerinin belirlenmesinde 1 mm'den kısa tüylerin sayısının önemli rol oynadığı söylenebilir.

Grafikten ayrıca Zweigle indeks değerinde olduğu gibi  $S_3$  değerleri arasındaki varyasyonun da çok fazla olduğu görülmektedir.

#### 4.2.3. OE-Rotor İpliklere Ait Test Sonuçları ve Analizi

OE-Rotor ipliklere ait tüylülük test sonuçları aşağıda Şekil 4.6'da gösterilmekte olup, aynı şekilde hata çubukları ortalama değere ait standart hata miktarını göstermektedir.



Şekil 4.6. OE-rotor dokuma ipliklere ait tüylülük sonuçları

Şekil 4.6 incelendiğinde OE-rotor iplikleri için UT3, 4, Pt 7000 tüylülük indeksi ve Zweigle  $S_3$  değerlerinin iplik inceldikçe azaldığı görülmektedir.

Yine burada da ortaya çıkarılabilecek önemli bir sonuç, penye ipliklerinde olduğu gibi OE-rotor ipliklerinde de Zweigle  $S_3$  ve indeks değerlerinin numara değişimi karşısında gösterdikleri eğilimin benzer olmasıdır.

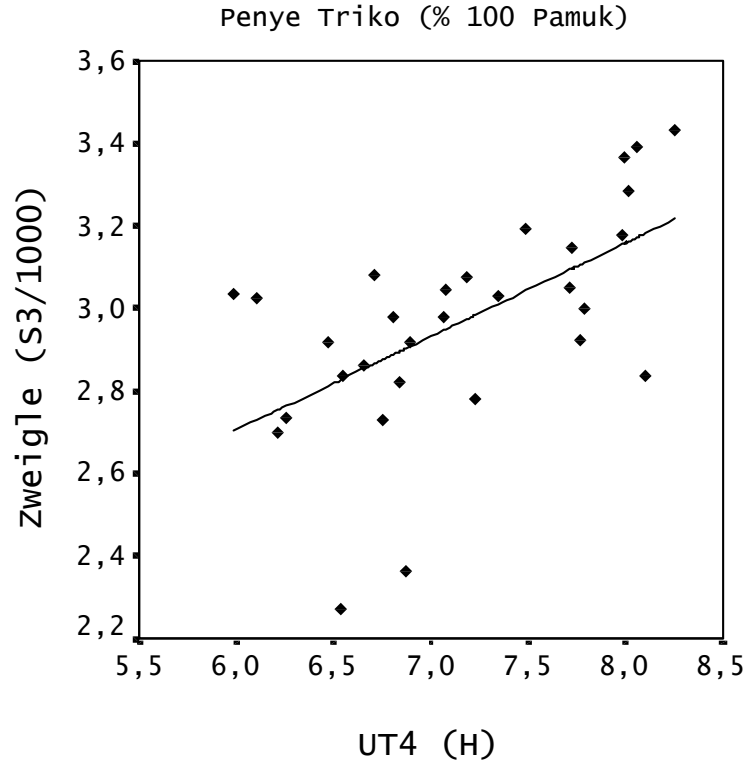
### **4.3. UT4 ve Zweigle Test Cihazlarından Alınan Sonuçlar Arasındaki Korelasyonun Belirlenmesi**

Bu bölümde, Uster tüylülük indeksi (H) ile Zweigle  $S_3$  ve tüylülük indeksi (H) arasındaki korelasyon hesaplanmıştır. Bunun için geniş bir numara aralığında ring ve OE-rotor iplikleri, Zweigle G 566 ve Uster Tester 4 cihazlarında test edilmiştir.

Bu bölümde ayrıca, Uster ve Zweigle iplik tüylülük test sonuçlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Bu amaçla Zweigle iplik tüylülük test cihazından elde edilen ölçüm sınıfları ve bu ölçüm sınıflarındaki tüy sayısı değerleri kullanılarak birim iplik uzunluğundaki (1 cm) toplam tüy uzunluğu hesaplanmış ve böylece Zweigle sonuçlarının Uster iplik tüylülük indeksi değerine benzetilmesine çalışılmıştır. Sonuçta, elde edilen değer ile Uster tüylülük indeksi değeri arasındaki korelasyon hesaplanmıştır.

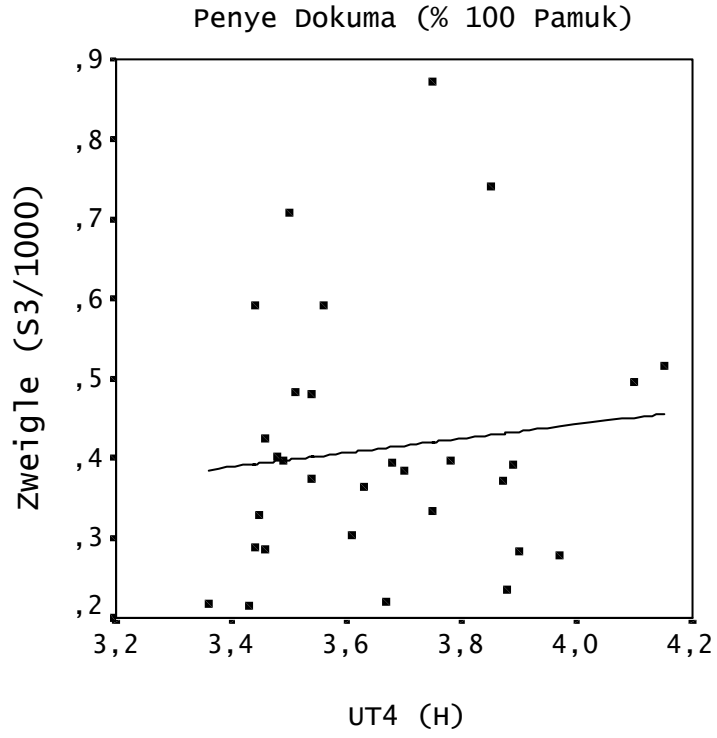
#### **4.3.1. $S_3$ (Zweigle) ve H (UT4) Değerleri Arasındaki Korelasyon**

Penye (triko ve dokuma) iplikleri ve OE-rotor (dokuma) iplikleri için Zweigle G 566 cihazından alınan  $S_3$  ve Uster Tester 4 cihazından alınan tüylülük indeksi (H) değerleri arasındaki korelasyon hesaplanmıştır. Korelasyon hesaplamalarında, Zweigle cihazından alınan  $S_3$  değeri UT4 H indeksine göre çok büyük bir rakam olduğu için 1000'e bölünerek kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Şekil 4.7-4.9'da gösterilmektedir.



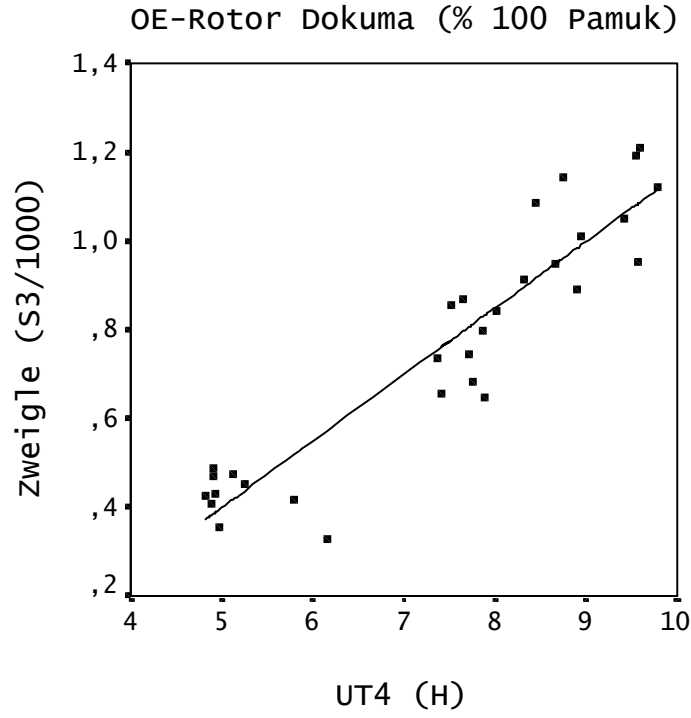
Şekil 4.7. Penye triko iplikleri için Zweigle  $S_3$  ve UT4 H değerleri arasındaki korelasyon ( $r = 0,582$ )

Penye triko iplikleri için Zweigle  $S_3$  ve UT4 H indeks sonuçları arasındaki korelasyon katsayısı düşüktür ( $r=0,582$ ). Bu sonuca göre penye triko iplikleri için UT4 H indeksi, 3 mm'den uzun tüylerin sayısını çok iyi temsil etmemektedir. O halde UT4 H indeksini, uzun tüy miktarından ziyade 3mm'den kısa olan tüy miktarının etkilediğini söylemek mümkündür.



Şekil 4.8. Penye dokuma iplikleri için Zweigle  $S_3$  ve UT4 H değerleri arasındaki korelasyon ( $r=0.118$ )

Şekil 4.8’de gösterilen korelasyon incelendiğinde ise, penye dokuma iplikleri için UT4 H ve Zweigle  $S_3$  değerleri arasındaki korelasyon katsayısının çok düşük ( $r = 0.118$ ) olduğu görülmektedir. Hatta penye dokuma iplikleri için elde edilen korelasyon katsayısı, penye triko ipliklerinkine göre çok daha düşük olarak tespit edilmiştir. Bu sonuca göre penye dokuma iplikleri için UT4 H indeksine bakılarak 3 mm’den uzun tüylerin sayısı hakkında fikir edinmek söz konusu değildir. UT4 H indeksinin artıyor olması 3 mm’den uzun tüy miktarının artması anlamına gelmemektedir. Bu duruma göre, söz konusu iplikler çok fazla miktarda kısa tüye sahip olabileceği için kısa tüy miktarının UT H değeri üzerinde daha önemli rol oynadığı düşünülebilir.

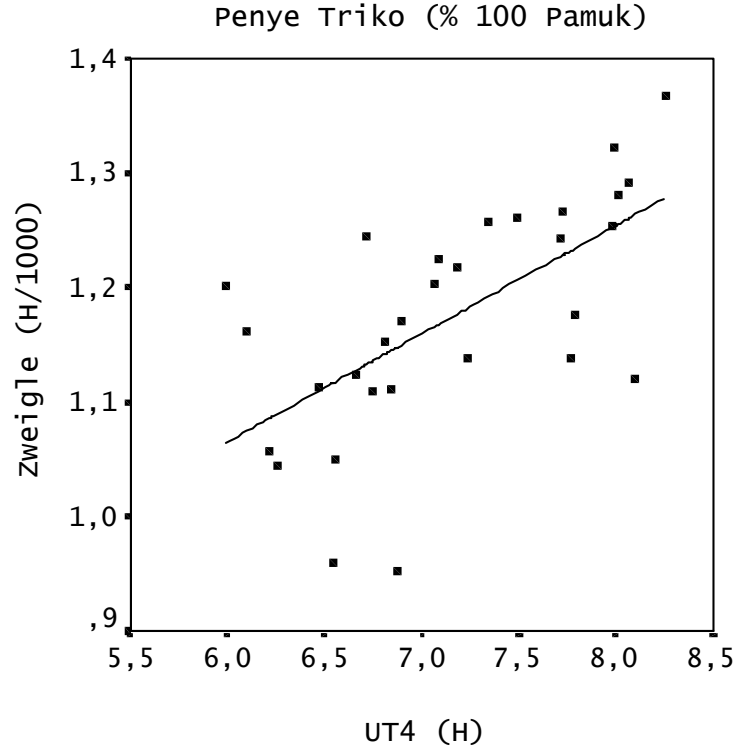


Şekil 4.9. OE-rotor dokuma iplikleri için Zweigle  $S_3$  ve UT4 H değerleri arasındaki korelasyon ( $r= 0,93$ )

Şekil 4.9 incelendiğinde ise, ring iplikleri için elde edilen sonuçların aksine OE-rotor dokuma bükümlü iplikler için UT4 H ve Zweigle  $S_3$  değerleri arasındaki korelasyon katsayısı indeksinin 3 mm'den uzun tüy miktarı hakkında fikir verebileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, söz konusu iplikler için UT4 indeksi arttığında 3 mm'den uzun tüylerin sayısının da arttığı söylenebilir.

#### 4.3.2. Zweigle H ve UT H Değerleri Arasındaki Korelasyon

Bu bölümde Zweigle iplik tüylülük indeksi (H) ile UT4 tüylülük indeksi (H) arasındaki korelasyon hesaplanmıştır. Yine korelasyon hesaplamalarında, Zweigle H indeksi UT4 indeksine göre çok büyük bir rakam olduğu için 1000'e bölünerek kullanılmıştır. Triko ve dokuma bükümlü penye iplikleri ve OE-rotor iplikleri için elde edilen korelasyon grafikleri Şekil 4.10-4.12'de gösterilmektedir.

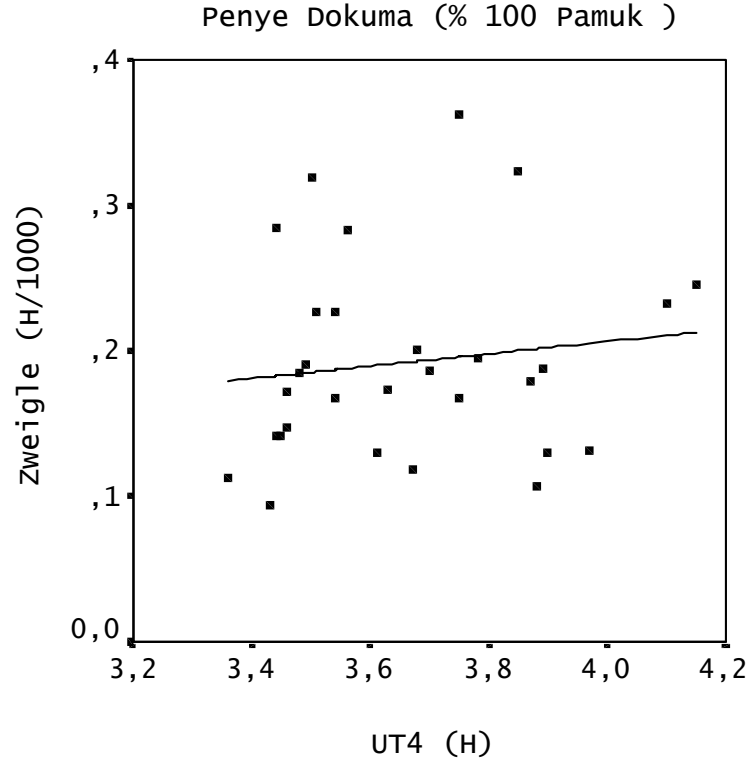


Şekil 4.10. Penye triko iplikleri için Zweigle H ve UT4 H değerleri arasındaki korelasyon ( $r = 0,630$ )

Şekil 4.10 incelendiğinde, penye triko iplikleri için Zweigle tüylülük indeksi (H) ile UT 4 tüylülük indeksi (H) arasında orta seviyede bir korelasyon elde edilmiştir ( $r = 0,630$ ). Bu durum, iki cihazdan alınan tüylülük indeksi değerleri arasında direkt ilişki kurmaya ışık tutabileceğini göstermektedir. Söz konusu tüylülük indeksi değerleri arasındaki orta seviye korelasyonun, cihazların indeks hesaplama yöntemindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Zweigle H değerinin hesaplanmasında, kısa tüylerin sayısının uzun tüylerin sayısına oranı önemli rol oynamaktadır. Bu oran arttıkça tüylülük azalmaktadır. Yani Zweigle cihazı sonuçlarına göre, fazla miktarda uzun tüye sahip bir iplik, uzun tüy sayısı az fakat kısa tüy sayısı çok fazla olan bir ipliğe göre daha fazla tüylülüğe sahip olacaktır [Mangold, Topf, 1985]. Buna karşın, Uster H değerinin hesaplanmasında kısa tüylerin çok önemli rol oynadığı düşünülmekte olup, bu nedenle arada düşük bir korelasyon ortaya çıktığı tahmin edilmektedir.

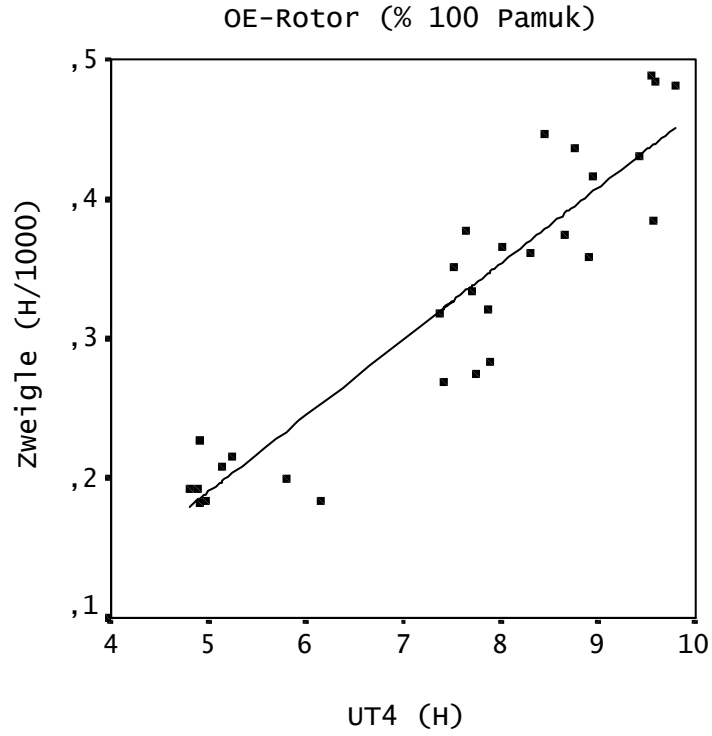




Şekil 4.11. Penye dokuma iplikleri için Zweigle H ve UT4 H değerleri arasındaki korelasyon ( $r = 0,132$ )

Şekil 4.11’de verilen korelasyon incelendiğinde, penye dokuma iplikleri için Zweigle H ve UT4 H arasındaki korelasyon çok düşük olarak tespit edilmiştir ( $r = 0.132$ ).  $S_3$  ve H arasındaki korelasyonda olduğu gibi H değerleri arasındaki korelasyon da bu tür ipliklerde triko ipliklerinkine göre daha düşük çıkmıştır.

Penye triko iplikleri için olduğu gibi penye dokuma ipliklerinde de indeks değerleri arasındaki korelasyonun düşük çıkması, indeks değerlerinin hesaplanmasında uzun ve kısa tüylerin miktarının farklı etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Eğer penye dokuma iplikleri az sayıda uzun tüye, buna karşın çok fazla sayıda kısa tüye (1 mm’den kısa olan tüylerde dahil olmak üzere) sahip ise Uster’e göre indeks değeri yüksek çıkarken Zweigle’a göre düşük olacaktır. Nitekim bu iplikler için Uster indeks değerinin artışında 3 mm’den uzun tüylerin etkili olmadığı, dolayısı ile de bu ipliklerdeki kısa tüy sayısının uzun tüy sayısına göre çok fazla olabileceği açıklanmıştı.



Şekil 4.12. OE-rotor dokuma iplikleri için Zweigle H ve UT4 H değerleri arasındaki korelasyon ( $r = 0,928$ )

Şekil 4.12’de verilen korelasyon incelendiğinde, OE-rotor iplikleri için, Zweigle  $S_3$  ve UT4 H arasında olduğu gibi UT4 indeks ve Zweigle H değerleri arasında da yüksek bir korelasyon elde edilmiştir ( $r = 0,928$ ). Bu iplikler için 3 mm’den uzun tüylerin miktarının UT4 H indeksinin artışında önemli rol oynadığı belirtilmişti. Zweigle indeks değerinin hesaplanmasında da uzun tüy sayısının kısa tüy sayısından fazla olmasının tüylülüğü artırdığı bilinmektedir [Mangold ve Topf, 1985]. OE-rotor iplikler için söz konusu korelasyonun yüksek çıkması her iki indeks değerinin artışında uzun tüylerin etkisinin aynı eğilimi göstermesi veys kısa tüylerin az olması ile açıklanabilir.

#### 4.3.3. Zweigle $K_b$ ve UT4 H Değerleri Arasındaki Korelasyon

Zweigle iplik tüylülük test cihazı ve UT4 iplik tüylülük test modülünün ölçüm prensipleri ve değerlendirme parametreleri birbirlerinden çok farklıdır. UT4 cihazında, birim iplik uzunluğundaki toplam tüy uzunluğu, tüylülük indeksi olarak

verilmektedir. Zweigle cihazında ise farklı uzunluklardaki tüylerin sayısı ölçülmektedir. Bu iki cihazdan alınan sonuçların karşılaştırılmasını yapabilmek amacıyla Zweigle sonuçları kullanılarak UT4 H değerine benzer bir değer hesaplanmıştır. Bu hesaplamada Basu tarafından geliştirilen aşağıdaki formül kullanılmıştır [Basu, 1999].

$$K_a = \sum_{i=1}^{11} N_i L_i = N_{12} L_{12}$$

$$L_i = \frac{l_i + (l_{i+1})}{2}$$

$l_i = i$  sınıfındaki tüy uzunluğu

$l_{i+1} = i+1$  sınıfındaki tüy uzunluğu

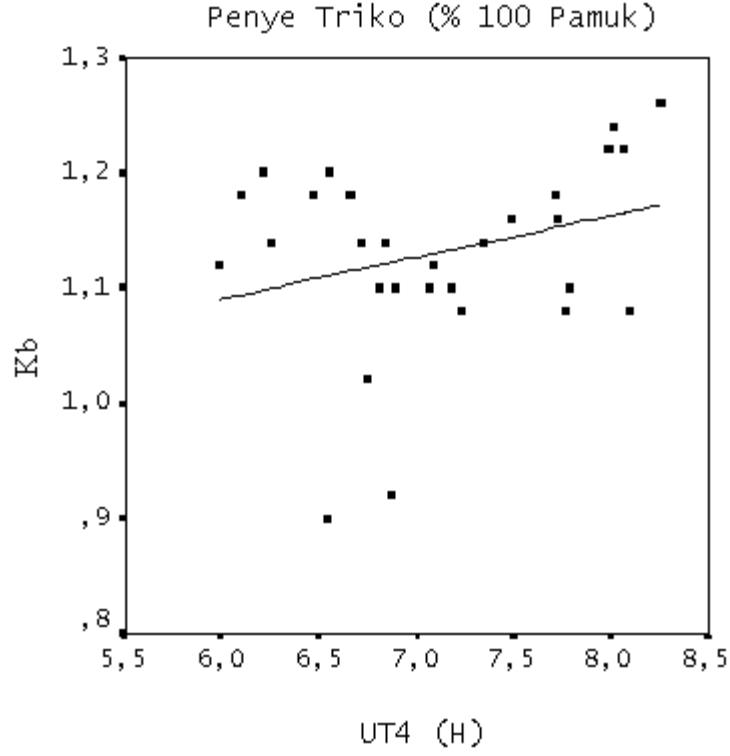
$N_i = 100$  m iplik için  $i$  sınıfındaki tüy sayısı

$K_a$  değeri istenirse, 10.000'e bölünerek Uster H değerine dönüştürülebilir.

G 566'da fotoseller cihazın tek tarafına yerleştirilmiştir ve ipliğin sadece bir tarafındaki tüylülük değerleri verilmektedir. Bu sebeple hesaplanan Zweigle toplam tüy uzunluğu değerinin iki katı alınarak tüm iplik için yaklaşık bir ortalama değer elde edilmesi amaçlanmıştır.

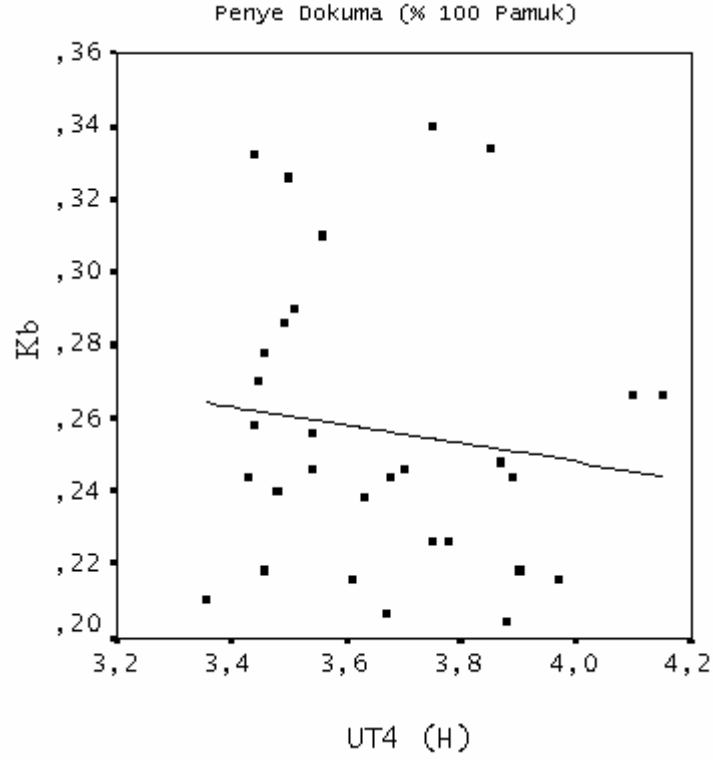
$$K_b = \frac{K}{10.000} \times 2 \quad (1 \text{ cm iplikteki cm olarak toplam tüy uzunluğu})$$

Hesaplanan  $K_b$  değeri ile UT4 H değeri arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla, hem ring hem de OE-rotor iplikleri için bu iki değer arasındaki korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Şekil 4.13-4.15 elde edilen korelasyon grafiklerini göstermektedir.



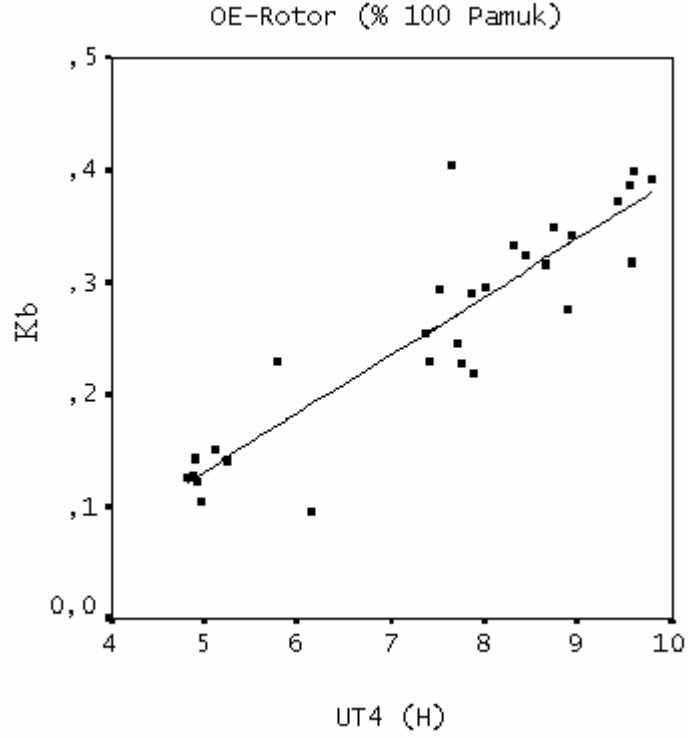
Şekil 4.13. Penye triko iplikleri için Zweigle  $K_b$  ve UT4 H değerleri arasındaki korelasyon ( $r=0,292$ )

Penye triko iplikleri için UT4 tüylülük indeksi değeri ve Zweigle tüy uzunluğu değeri arasındaki korelasyona bakıldığında çok düşük bir korelasyon olduğu görülmektedir ( $r=0,292$ ). Bu sonuç, penye triko iplikleri için UT4 indeksine bakılarak Zweigle tüylülüğünü tahmin etmenin mümkün olmadığını göstermektedir.



Şekil 4.14. Penye dokuma iplikleri için Zweigle  $K_b$  ve UT4 H değerleri arasındaki korelasyon ( $r=-0,137$ )

Şekil 4.14 incelendiğinde, penye triko ipliklerinde olduğu gibi penye dokuma ipliklerinde de Zweigle tüy uzunluğu değeri ile UT4 tüylülük indeksi değeri arasındaki negatif korelasyonun çok düşük olduğu tespit edilmiş olup ( $r=-0,137$ ), UT4 tüylülük indeksi değeri ile Zweigle tüy uzunluğu arasında bir ilişki kurulamayacağı tespit edilmiştir.



Şekil 4.15. OE-rotor dokuma iplikleri için Zweigle  $K_b$  ve UT4 H değerleri arasındaki korelasyon ( $r=0,908$ )

Şekil 4.15 incelendiğinde ise, ring iplikleri için elde edilen sonuçların aksine OE-rotor iplikleri için Zweigle tüy uzunluğu ve UT4 tüylülük indeksi değerleri arasında yüksek bir korelasyon bulunmuştur ( $r=0,908$ ).

#### 4.3.4. UT4 H ve Zweigle $K_b$ Değerlerinin Karşılaştırılması ve UT4-Zweigle G 566 Tüylülük Değerleri Üzerinde Tartışma

Bu bölümde, Uster tüylülük indeksi ile Zweigle cihazı sonuçları kullanılarak 1cm iplik için hesaplanan toplam tüy uzunluğu ( $K_b$ ) değerinin karşılaştırılması yapılacaktır.

Çizelge 4.5’de, tüm iplikler için Zweigle test sonuçları kullanılarak hesaplanan  $K_b$  değerleri ve Uster indeks değerleri verilmektedir.

Çizelge 4.5. Ortalama UT4 H ve  $K_b$  değerleri

İplik Tipi	İplik No (Ne)	$K_b$	UT4 (H)
Penye (Triko)	20	1,17	7,92
	26	1,12	7,00
	30	1,11	6,52
Penye (Dokuma)	40	0,22	3,82
	50	0,25	3,65
	60	0,29	3,51
OE-rotor (Dokuma)	5.8	0,346	9,16
	6.8	0,26	7,75
	12	0,138	5,17
OE-rotor (Triko)	18	0,176	5,32

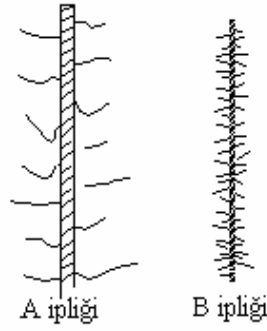
Çizelge 4.5’e bakıldığında, tüm iplikler için Zweigle  $K_b$  değerlerinin, UT4 H değerlerinden çok daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Zweigle  $K_b$  değeri ve UT4 H değerleri arasındaki fark çeşitli faktörlerden kaynaklanabilmektedir. İplikteki tüy uzunlukları ve sayıları hakkında daha detaylı bilgi verdiği için tercih edilen G 566 cihazında, tüylülüğü ölçmede kullanılan fotoseller 1mm’den 25 mm’ye kadar değişik mesafelere yerleştirildiği için 1 mm’den daha kısa olan tüyler değerlendirilmeye alınmamaktadır. Ayrıca fotoseller ölçüm bölgesinin sadece bir tarafına yerleştirildiği için ipliğin sadece tek tarafındaki tüyler değerlendirilmeye katılmaktadır. Oysa her iki taraftaki dağılımında dikkate alınması gerekmektedir.

Buna karşın Uster H değeri için 1 mm’den kısa tüylerin sayısı önemli rol oynamaktadır. Uster tüylülük ölçüm prensibine göre çok fazla sayıda kısa tüye sahip bir iplikte, az sayıda fakat uzun tüye sahip bir iplik yaklaşık olarak aynı tüylülük

indeksine sahip olabilir. Oysa gerek iplik eğirme proseslerinde, gerekse daha sonraki işlemlerde sorun teşkil eden tüylerin uzun tüyler olduğu bilinen bir gerçektir.

Örneğin Şekil 4.16'daki gibi tüylülük dağılımı oldukça farklı iki iplik göz önüne alınır (A ve B ipliği), Uster sonuçlarına göre bu iki iplik aynı tüylülük indeksine sahip olabilir. Oysa 'B' ipliği çok sayıda kısa tüye sahip olmasına rağmen tehlike oluşturacak uzunlukta tüye sahip değildir. Buna karşın 'B' ipliği ile aynı veya yakın tüylülük değerine sahip 'A' ipliği ilerideki proseslerde sorun oluşturabilecek uzunlukta tüylere sahiptir. Dolayısıyla Uster indeksi yüksek olduğunda, ipliğin ileride sorun çıkarabilecek tüylülüğe sahip olduğunu söylemek her zaman doğru bir tespit olmamaktadır.



Şekil 4.16. Az sayıda uzun tüye sahip bir iplik (A) ile fazla sayıda kısa tüye sahip bir ipliğin (B) kabaca görünüşü

Öte yandan iplik yüzeyinden çıkan tüylerin kıvrımlı durumda olup olmaması Zweigle sonuçlarını önemli derecede etkilemektedir. Eğer iplik yüzeyinden çıkıntı yapan tüy kıvrımlı ise Zweigle cihazı tarafından ölçülen tüy uzunluğu gerçek tüy uzunluğundan daha kısa görünecektir. Bu durum tüylülüğün gerçek değerden daha düşük görünmesine sebep olacaktır. Uster cihazında tüylülük tespit edilirken ise böyle bir durum söz konusu değildir. Tüyler kıvrımlı olsalar dahi ölçülen tüy uzunluğu gerçek tüy uzunluğu olacaktır.

Zweigle G 566 cihazının en önemli dezavantajlarından birisi de test sırasında ölçüm bölgesinden geçen iplik gövdesi merkezinin tam olarak belirlenememesidir. Bu



durum tüylülüğün doğru olarak tespit edilmesine engel olacaktır. Bu çalışma kapsamında yapılan testlerde, aynı bobinden arka arkaya test edilen farklı iplik bölümleri için elde edilen tüylülük sonuçları arasında oldukça yüksek varyasyon katsayısının ortaya çıkması bu dezavantajı doğrular niteliktedir.

## 5. SONUÇ ve DAHA SONRAKİ ÇALIŞMALAR İÇİN ÖNERİLER

Farklı iplik tüylülük test cihazlarından alınan tüylülük sonuçlarının karşılaştırıldığı bu çalışmada, penye ve OE-rotor iplikleri Uster Tester 3, Uster Tester 4, Premier Pt 7000 ve Zweigle G 566 cihazlarında tüylülük için test edilmiştir.

Uster Tester 3, Uster Tester 4, Premier Pt 7000 ve Zweigle G 566 tüylülük indeksi değerlerinin iplik numara değişimine duyarlılıkları incelendiğinde, penye triko ve OE-rotor iplikleri için, tüm indeks değerlerinin aynı eğilimi gösterdiği ve iplikler incelidikçe tüylülüğün azaldığı tespit edilmiştir. Penye dokuma iplikleri için ise, iplik incelidikçe Uster ve Premier indeks değerleri azalırken, Zweigle indeks değerinin arttığı görülmüştür. Zweigle cihazı için elde edilen bu çelişkili durumunun, cihazın tüylülük indeksi hesaplamasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Uster ve Premier ölçüm prensibine göre, 1 mm'den kısa tüy miktarının çok fazla olması durumunda tüylülük önemli derecede artmaktadır. Buna karşın, Zweigle ölçüm prensibine göre ise 1 mm'den kısa tüyler değerlendirilmeye katılmamaktadır. Eğer söz konusu iplikler için, kalın iplikler daha fazla sayıda kısa tüye sahip ise Uster sonuçlarına göre bu iplikler daha tüylü görülürken Zweigle sonuçlarına göre daha az tüylü olarak tespit edilebilir.

İplik numara değişimine karşı iplik tüylülüğünün gösterdiği eğilimi tespit etmek için yapılan grafiksel analizler sonucunda, Zweigle test sonuçları arasındaki varyasyonun özellikle penye iplikler için çok yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmanın bu bölümünde ayrıca, ölçüm prensipleri aynı olan Uster Tester 3, Uster Tester 4 ve Premier Pt 7000 cihazlarından alınan sonuçlar arasında istatistiksel açıdan önemli fark olup olmadığı da araştırılmıştır. Penye triko iplikleri için her üç numara için de Premier indeks değerlerinin Uster Tester 3 ve Uster Tester 4 sonuçlarından daha yüksek olduğu ve aradaki farkın istatistiksel açıdan önemli

olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın Uster Tester 3 ve 4 sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olmadığı grlmştir.

Penye dokuma iplikleri için ise, kalın ipliklerde her c cihazın indeks değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olmadığı, iplikler inceldikçe Premier ile Uster Tester 3 indeks değerleri arasında farkın ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

OE-rotor dokuma iplikleri için de, penye dokuma ipliklerinkine benzer şekilde kalın iplikler için c cihazdan alınan tüylülük indeksi değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli fark olmadığı, buna karşın iplikler inceldikçe Uster Tester 4 sonuçları ile diğer iki cihaz sonuçları arasında istatistiksel açıdan önemli farkın ortaya çıktığı grlmştir. OE-rotor triko iplikleri için ise her c cihaz sonuçları arasında istatistiksel açıdan önemli fark olmadığı tespit edilmiştir.

Çalışmanın ikici bölümünde, Uster Tester 3, Uster Tester 4 ve Premier Pt 7000 iplik tüylülük indeksi değerleri ile Zweigle G 566 S<sub>3</sub> değerlerinin iplik numara değişimi karşısında gösterdikleri eğilimler birlikte değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, penye triko ve OE-rotor iplikleri için, diğer c cihazın indeks değerlerinin gösterdiği eğilime benzer şekilde, iplik inceldikçe Zweigle S<sub>3</sub> değerinin azaldığı grlmştir. Öte yandan penye dokuma iplikleri için ise, iplik inceldikçe diğer cihaz indeks değerlerinden farklı olarak, Zweigle S<sub>3</sub> değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Penye dokuma iplikleri için elde edilen bu çelişkinin yine ölüm prensibindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Zweigle sonuçlarının iplik numara değişimi karşısında gösterdikleri eğilimler birlikte değerlendirildiğinde, tüm iplik tipleri için Zweigle S<sub>3</sub> değerlerinin Zweigle indeks değerleri ile aynı eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuca bakılarak, 3 mm'den uzun tüylerin sayısının Zweigle indeks değerinin hesaplanmasında önemli rol oynadığını söylemek mümkün olacaktır.

Çalışmanın son bölümünde, Uster Tester 4 tüylülük indeksi ile Zweigle S<sub>3</sub> ve indeks değerleri arasındaki korelasyon hesaplanmıştır.

Zweigle S<sub>3</sub> ve Uster Tester 4 tüylülük indeksi değerleri arasındaki korelasyon incelendiğinde, penye iplikleri için özellikle de penye dokuma iplikler için çok düşük korelasyon tespit edilmiştir. Bu sonuca göre, penye iplikler için, Uster tüylülük indeksinin 3 mm'den uzun tüylerin sayısını çok iyi temsil etmediğini söylemek mümkündür. Özellikle de penye dokuma iplikleri için, Uster indeksine bakılarak 3 mm'den uzun tüylerin sayısı hakkında fikir edinmek mümkün değildir.

Bir önceki bölümde, Zweigle tüylülük indeksinin hesaplanmasında 3 mm'den uzun tüylerin önemli rol oynadığı belirtilmişti. Bu bölümde ise, korelasyon sonuçlarına bakılarak penye iplikler için, Uster indeksi ile 3 mm'den uzun tüy sayısı arasındaki korelasyonun çok düşük olduğu ve söz konusu iplikler için Uster indeksindeki artışın 3 mm'den uzun tüylerin sayısındaki artıştan kaynaklanmadığı tespit edilmiştir.

Ring iplikler için elde edilen sonuçların aksine OE-rotor iplikler için, Zweigle S<sub>3</sub> ve Uster tüylülük indeksi arasındaki korelasyon oldukça yüksek çıkmıştır. Bu sonuç, OE-rotor iplikler için, Uster indeksinin 3 mm'den uzun tüylerin sayısı hakkında fikir verebileceğini ve Uster indeksi arttığında 3 mm'den uzun tüylerin sayısının artacağını söylemenin mümkün olacağını göstermektedir.

Zweigle ve Uster Tester 4 iplik tüylülük indeks değerleri arasındaki korelasyon incelendiğinde ise, penye iplikler için, özellikle de penye dokuma iplikler için korelasyon katsayısının düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum iki cihazdan alınan tüylülük indeksi değerleri arasında direkt bir ilişki kurmanın mümkün olmayacağını göstermektedir. Burada elde edilen sonucun, iki cihaz indeks değerlerinin hesaplanmasında kullanılan yöntemlerin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Zweigle indeks değerinin hesaplanma yöntemine göre, fazla miktarda uzun tüye sahip bir iplik, uzun tüy sayısı az fakat kısa tüy sayısı çok fazla

olan bir ipliğe göre daha yüksek tüylülüğe sahip olacaktır. Buna karşın Uster indeksinin hesaplanmasında fazla miktarda kısa tütün tüylülüğü artırıcı etkisinin olduğu bilinmektedir. Nitekim bir önceki bölümde de, söz konusu iplikler için Uster indeksi ile 3 mm'den uzun tüylerin sayısı arasında ilişki kurmanın mümkün olamayacağı açıklanmıştı.

OE-rotor iplikler için, Zweigle S<sub>3</sub> ve UT4 H arasında olduğu gibi UT4 indeks ve Zweigle H değerleri arasında da yüksek bir korelasyon elde edilmiştir. Bu durum, söz konusu iplikler için her iki indeks değerinin hesaplanmasında da 3 mm'den uzun tüylerin aynı etkiyi yapmasından kaynaklanabilmektedir.

Çalışmanın bu bölümünde ayrıca, Zweigle ile Uster Tester 4 cihazından alınan sonuçların karşılaştırılabilmesi için, Zweigle sonuçları kullanılarak Uster indeksine benzer bir değer (K<sub>b</sub>) hesaplanmıştır. Elde edilen K<sub>b</sub> değeri ile UT4 H değeri arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla, hem ring hem de OE-rotor iplikleri için bu iki değer arasındaki korelasyon katsayısı hesaplanmıştır.

Penye iplikler için K<sub>b</sub> ve Uster indeksi arasındaki korelasyonun çok düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, penye iplikleri için Uster indeksine bakılarak Zweigle tüylülük değerini tahmin etmenin mümkün olamayacağını göstermektedir.

Ring ipliklerin aksine OE-rotor iplikler için K<sub>b</sub> ve Uster indeks değerleri arasında yüksek korelasyon tespit edilmiştir. Bu sonuca göre, söz konusu iplikler için Uster indeks değerine bakılarak bu ipliklerin Zweigle cihazı sonuçlarına göre de çok ya da az tüylü olduklarının tahmin edilebileceğini söylemek mümkün olacaktır.

Çalışmada son olarak, Uster tüylülük indeksi ile hesaplanan Zweigle K<sub>b</sub> değeri karşılaştırılmış ve her iki cihaz ölçüm prensiplerinin birbirlerine göre avantaj ve

dezavantajlarını göz önünde bulundurularak, bu iki değer arasındaki farklılığın aşağıda açıklanan faktörlerden kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır.

G 566 cihazında, tüylülüğü ölçmede kullanılan fotoseller 1mm'den 25 mm'ye kadar değişik mesafelere yerleştirildiği için 1 mm'den daha kısa olan tüyler değerlendirilmeye alınmamaktadır. Ayrıca fotoseller ölçüm bölgesinin sadece bir tarafına yerleştirildiği için ipliğin sadece tek tarafındaki tüyler değerlendirilmeye katılmaktadır. Oysa her iki taraftaki dağılımında dikkate alınması gerekmektedir. Buna karşın Uster tüylülük ölçüm prensibine göre indeks değeri için 1 mm'den kısa tüylerin sayısı önemli rol oynamaktadır. Uster'e göre çok fazla sayıda kısa tüye sahip fakat daha sonraki işlemlerde sorun teşkil edecek kadar uzun tüylere sahip olmayan bir iplikte, az sayıda fakat uzun tüye sahip bir iplik yaklaşık olarak aynı tüylülük indeksi verebilir.

Zweigle ölçüm prensibine göre, iplik yüzeyinden çıkan tüylerin kıvrımlı durumda olup olmaması gerçek tüy uzunluğunun belirlenmesine engel olacaktır. Eğer iplik yüzeyinden çıkıntı yapan tüy kıvrımlı ise Zweigle cihazı tarafından ölçülen tüy uzunluğu gerçek tüy uzunluğundan daha kısa görünecektir. Bu durum tüylülüğün gerçek değerden daha düşük görünmesine sebep olacaktır. Uster cihazında tüylülük tespit edilirken tüyler kıvrımlı olsalar dahi ölçülen tüy uzunluğu gerçek tüy uzunluğu olacaktır.

Zweigle G 566 cihazının en önemli dezavantajlarından birisi de iplik ölçüm bölgesinden geçerken iplik gövdesi merkezinin tam olarak belirlenememesidir. Bu durum tüylülüğün doğru olarak tespit edilmesine engel olacaktır. Bu çalışma kapsamında yapılan testlerde, aynı bobinden arka arkaya test edilen farklı iplik bölümleri için elde edilen tüylülük sonuçları arasında oldukça yüksek varyasyon katsayısının ortaya çıkması bu dezavantajı doğrular niteliktedir.

Sonuçları genel olarak yorumlayacak olursak; günümüzde iplik işletmelerinde yaygın olarak kullanılan ve Uster'in en son modeli olan Uster Tester 4 cihazı ile aynı ölçüm prensibine sahip olan ve Uster Tester 4'e göre çok daha uygun fiyata piyasaya sürülen Premier Pt 7000 cihazı H indeks değerleri karşılaştırıldığında; sadece penye triko ipliklerinde ve ince OE-rotor ipliklerinde her iki cihaz indeks değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli fark tespit edilmiştir. Buna karşın, çalışmada kullanılan penye dokuma ipliklerinde ve kalın OE-rotor ipliklerinde iki cihaz indeks değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olmadığı görülmüştür.

Özellikle son yıllarda işletmelerde kullanımı giderek yaygınlaşan ve tüy sayısı yanında tüylerin uzunlukları hakkında da bilgi verebilen Zweigle G 566 cihazı ile Uster Tester 4 cihazının ölçüm prensiplerini karşılaştırdığımızda; her iki cihazın da tüylülüğü ölçmek için tam olarak yeterli olmadığı görülmektedir. Bunun nedenlerinden birisi, Uster cihazı ölçüm prensibine göre, tüylerin uzunluğu hakkında bilgi verilmemesidir. Tüylerin uzunluğu hakkında bilgi verdiği için tercih edilen Zweigle cihazında ise ipliğin sadece bir tarafındaki tüylülük ölçülmektedir. Esas olarak ipliğin tüm çevresindeki tüylülüğü ölçen bir cihazın geliştirilmesi gerekmektedir.

Ayrıca Zweigle cihazı ölçüm prensibine göre, iplik ölçüm bölgesinden geçerken iplik merkezi tam olarak belirlenmemektedir. Buna karşın Uster ölçüm prensibine göre de, optik sensör üzerindeki iplik görüntüsü üzerinde siyah olarak görülen iplik gövdesi ile beyaz olarak görülen tüylerin oluşturduğu bölge arasındaki gri alanın tüy olarak mı yoksa gövde olarak mı değerlendirileceği tüylülük sonucunu etkilemektedir.

İplik işletmelerinde, Uster Tester 4 ve 3 düzgünlük testleri için de kullanıldığından dolayı tüylülük testleri için de yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak özellikle tüy uzunluğunun değerlendirilmesi gereken durumlar için Zweigle tüylülük test cihazının işletmelerde kullanılması kesinlikle gereklidir.

İplik tüylülüğünün tam olarak ölçülebilmesi için, her iki cihaz ölçüm prensibindeki olumsuz yönleri ortadan kaldıracak ölçüm prensibine sahip bir cihazın geliştirilmesi gerekmektedir. Çünkü söz konusu cihazlar iplik tüylülüğünün tam olarak tespit edilmesi için yeterli değildir.

Bu çalışmanın devamı olarak yapılacak araştırmalarda, daha geniş numara aralıklarında numuneler kullanılarak benzer test ve analizlerin yapılması, daha kesin sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Örneğin geniş numara aralığına sahip karde ring iplikleri için de benzer çalışma uygulanabilir.

Ayrıca, farklı iplik eğirme sistemlerinden elde edilen ipliklerin kullanılması durumunda da iplikçiler için faydalı bilgiler elde edilebileceği düşünülmektedir.



## 6. KAYNAKLAR

- Babaarslan, O., Örtlek, H.G., 2000. Ne20/1 Karde Pamuk İpliği Üretiminde Büküm ve Üretim Sonrası Bazı İşlemlerin İplik Tüylülüğü Üzerine Etkisi ve Test Sonuçlarının İstatistiki Analizi. Tekstil Maraton, Mayıs-Haziran, Sayı 3.
- Barella A., Manich, A.M., Vigo, J. P., 1980. The Effect of Yarn Linear Density on The Diameter and Hairiness of Ring and Rotor Spun Cotton Yarns. Journal of the Textile Institute, 71, 277.
- Barella, A., 1983. Yarn Hairiness. Textile Progress, The Textile Institute, England.
- Barella, A., Manich, A.M., Hunter, L., 1984. The Hairiness of Mohair and Wool Worsted-Spun Yarns: Correlation Between the Results Obtained with the Shirley Hairiness Meter and Those Obtained with the Digital ITQT Apparatus. Journal of the Textile Institute, No 5.
- Barella, A., Manich, A.M., 1988. The Influence of the Spinning Process, Yarn Linear Density and Fibre Properties on the Hairiness of Ring-spun and Rotor-spun Cotton Yarns. Journal of the Textile Institute, No 2.
- Barella, A., Egio, A., Castro, L., Manich, A.M., 1990. The Hairiness of Cotton-spun Yarns: The Effect of Fibre Properties on Measurements Made with the Zweigle G 565 Hairiness Meter. Journal of the Textile Institute, 81(1).
- Barella, A., Bardi. X., Castro, L., 1991. Yarn Attrition and Hairiness. A Yarn Self-rubbing Test. Journal of the Textile Institute, 82(1).
- Barella, A., 1993. The Hairiness of Yarns. Textile Progress, 24 (1), The Textile Institute, England.
- Barella, A., Manich, A.M., 1993. The Hair-Length Distribution of Yarns Measured by Means of the Zweigle-G565 Hairiness Meter. Journal of the Textile Institute, 84(3).
- Basu, A., 1999. Assessment of Yarn Hairiness. Indian Journal of Fibre and Textile Research, 24(2), 86-92.
- Bozkurt, Y., Kadioğlu, H., 1988. Tüylülük ve Ölçüm Metotları. Tekstil & Teknik, 45: 86-92.
- Burova, T.A., Gusev, B.N., 1998. Effect of Twist on Yarn Hairiness. Izvestiya-Vyssshikh – Uchebnykh - Zavedenii, - Seriya - Teknologiya - Textil'noi-Promyshlennosti, (3), 124-125.

- Can, Y., 1998. İplik Tüylülüğü ve İplik Tüylülüğünün İplik Kalitesine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Canoğlu, S., Olcay, A., 1999. Ring İplik Eğirmeciliğinde Meydana Gelen İplik Tüylülüğünün Nedenleri ve Giderilme Çareleri. UÇTEK'99 I.Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi Bildiriler Kitabı, 215-225, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Chang, L., Wang, X., 2003. Comparing the Hairiness of Solospun and Ring Spun Worsted Yarns. Textile Research Journal, 73(7), 640-644.
- Cheng, K.P.S., Sun, M.N., 1998. Effect of Strand Spacing and Twist Multiplier on Cotton Sirospun Yarn. Textile Research Journal, 68(7), 520-527.
- Dhawan, K., Jaiprakash, 1987. Proceeding of 28th Joint Technological Conference. Coimbatore, India.
- Dış Ticaret Müsteşarlığı Ekonomik Araştırmalar ve Değerlendirme Genel Müdürlüğü / Mayıs 2003.
- Hechtl, R., 1996. Compact (Condenser) Spinning System- an Opportunity for Improving the Ring Spinning Process. Melliand Textileberichte, 77(4), 188-189.
- İridağ, Y., 1994. İplik Tüylülüğü Ölçümünde Farklı Yaklaşımlar. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- İridağ, Y., Candan, C., Özipek, B., 1999. Effects of Fibre Parameters on Yarn Hairiness. Textile Month, Jan., 29-34.
- İridağ, Y., Nergis, B.U., 1999. The Influence of Testing Length and Speed on Yarn Hairiness. ITB International Textile Bulletin, 3.
- Jackowski, T., Chylewska, B., Cyniak, D., Rowinska, Z., 1996. Study of the Technological Process of Rotor Spinning. Przegląd-Włokienniczy, 50(10), 7-10.
- Jeon, B, S., 2000. Effect of an Air-Suction Nozzle on Yarn Hairiness and Quality. Textile Research Journal, 70(11), 1019-1024.
- Kalyanaraman, A.R., 1992. A Process to Control Hairiness in Yarn. Journal of the Textile Institute, 83(3).

- Kumar, G.V., Zacharia, J., 1997. Study on Ring Yarn Hairiness with Special Reference to the Effect of BTRA Ring Cleaner-cum-Lubricant. BTRA-Scan, 28(3), 6-9.
- Mangold, G., Topf, W., 1985. Hairiness and Hairiness Index, A New Measuring Method. Melliand Textilberichte, 66, 245-247.
- Manich, A., Barella, A., Vigo, J. P., 1981. A Contribution to the Study of the Hairiness of Rotor-Spun Yarns by Means of the Digital Hairiness Meter Part I: The Influence of the Rotor Geometry and Other Spinning Parameters on the Hairiness of Open-End-Spun Acrylic-Fibre Yarns. Journal of the Textile Institute, No:3,
- Manich, A.M., Barella, A., Castellar, M.D., 1986. A Contribution to the Study of the Influence of the Design of the Yarn-Withdrawal Tube on the Diameter and Hairiness of Open-End-Spun Acrylic Fibre Yarns, Journal of the Textile Institute, No 6.
- Marsal, F., Naik, A., Perez, A., 1997. Influence of Traveller Profile on Yarn Quality. Melliand-Textilberichte, 78(1-2), 31-34.
- Microcal Origin Scientific and Technical Graphics in Windows, Version 3:78.
- Mohamed, A. H., Lord, P.R., Saleh, H.A., 1975. A Comparasion of the Hairiness and Diameter of Ring and Open-End Yarns. Textile Research Journal, 45, 389-395.
- Nergis, B.U., Özipek, B., 2001. Effects of Assembly and Twisting Nozzle Pressure on the Properties of Two-Ply Air-Jet Spun Yarns. Textile Research Journal, 71(8), 711-718.
- Örtlek, H.G., 2001. Spandex İçerikli (Lycra'lı) Core Spun İpliklerin Tüylülük Özelliklerinin İncelenmesi , Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Özüdoğru, T., 2003. Türkiye VI. Pamuk Durum ve Tahmini 2002/2003. Pamuk, Tekstil ve Konfeksiyon Sempozyumu Bildirileri, 30-41, Antalya.
- Pillay, K. P. R., 1964. A study of the Hairiness of Cotton Yarns. Textilel Resarch Journal, 34, 663-784.
- Plate, D.E.A., 1983. An Alternative Approach to 2 Fold Weaving Yarn. 5. The Propoerties of 2 Strand Yarns. Journal of the Textile Insitute, 74(6), 320-328.
- Premier Polytronics Pvt. Ltd., 2001. Application Hand Book, Premier Evenness Testing.

- Rajamanickam, R., Patel, M., Hansen S.M., Jayaraman, S., 1998. Interaction of Process and Material Parameters in Air-Jet Spinning. *Textile Research Journal*, 68(10), 708-714.
- SPSS 10.0 İstatistik Programı.
- Subramaniam, V., Mohamed, P., 1991. A Study of Double-rove Yarn Hairiness in the Short-staple Spinning Sector. *Journal of the Textile Institute*, 82(3).
- Sun, M.N., Cheng, K.P.S., 2000. Structure and Properties of Cotton Sirospun Yarn. *Textile Research Journal*, 70(3), 261-268.
- Ülkü, Ş., Ömeroğlu, S., 2002. Bobinleme İşleminin İplik Tüylülüğüne Etkileri Üzerine Bir Araştırma. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 7, Sayı 1.
- Vila, F., Pey, A., Barella, A., 1982. A Contribution to the Study of the Hairiness of Cotton Open-End-Spun Yarns, Part : The Influence of the Rotor Speed and Twist Multiplier on Yarn Hairiness in Relation to Pre-Spinning Processing. *Journal of the Textile Institute*, No 2.
- Vila, F., Pey, A., Barella, A., 1982. A Contribution to the Study of the Hairiness of Cotton Open-End-Spun Yarns, Part II: The Influence of the Speed of the Opening Roller on Yarn Hairiness for Various Values of the Twist Multiplier. *Journal of the Textile Institute*, No 3.
- Wang, X., 1997. The Effect of Testing Speed on the Hairiness of Ring-spun and Sirospun Yarns. *Journal of the Textile Institute*, 88(2).
- Wang, X., Miao, M., How, Y., 1997. Reducing Yarn Hairiness with the JetRing. *Textile Research Journal*, 67(4), 253-258.
- Wang, X., Miao, M., 1997. Reducing Yarn Hairiness with an Air-Jet Attachment During Winding. *Textile Research Journal*, 67(7), 481-485.
- Wang, X., 1998. Testing the Hairiness of a Rotor-spun Yarn on the Zweigle G 565 Hairiness Meter at Different Speeds. *Journal of the Textile Institute*, 89(1).
- Wang, X., 1998. Measuring the Hairiness of a Rotor-spun Yarn on the Uster Tester 3 at Different Speeds. *Journal of the Textile Institute*, 89(2).
- Wang, X., Chang, L., 1999. An Experimental Study of the Effect of Test Speed on Yarn Hairiness. *Textile Research Journal*, 69(1), 25-29.
- Wang, X., Huang, W., Huang, X., 1999. Effect of Test Speed and Twist Level on the Hairiness of Worsted Yarns. *Textile Research Journal*, 69(12), 889-892.

Wang, X., Chang, L., 2003. Reducing Yarn Hairiness with a Modified Yarn Path in Worsted Ring Spinning. *Textile Research Journal*, 73(4), 327-332.

Zellweger Uster, 2001. Uster Tester 4 Application Handbook, Zellweger Luwa AG, Switzerland.

Zweigle firmasına ait tanıtım katoloğu.

**ÖZGEÇMİŞ**

Adı Soyadı : Sennur ALAY  
Doğum Yeri : Kastamonu  
Doğum Yılı : 20/11/1980  
Medeni Hali : Bekar

**Eğitim ve Akademik Durumu**

Lise : 1993-1996 Taşköprü Lisesi  
Lisans :1996-2000 Süleyman Demirel Üniversitesi  
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi  
Tekstil Mühendisliği Bölümü

**İş Deneyimi**

2002-... Süleyman Demirel Üniversitesi  
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi  
Tekstil Mühendisliği Bölümü  
(Öğretim Görevlisi)

**EKLER**

Ne 20/1 Penye triko ipliği için Uster Tester 3 (UT3), Uster Tester 4 (UT4), Premier Pt 7000 cihazlarından alınan tüylülük indeksi değerleri ve Zweigle G 566 cihazından alınan tüy uzunluğu ve sayısı parametreleri kullanılarak hesaplanan iplik tüylülük değerleri.

<b>Test No</b> \ <b>Cihazlar</b>	<b>UT 3 (H)</b>	<b>UT 4 (H)</b>	<b>Premier (H)</b>	<b>Zweigle (K<sub>b</sub>)</b>
<b>1</b>	8.12	7.79	9.52	1,10
<b>2</b>	7.96	7.49	9.49	1,16
<b>3</b>	7.99	8.10	9.24	1,08
<b>4</b>	8.05	7.72	9.50	1,16
<b>5</b>	7.90	7.98	9.57	1,22
<b>6</b>	7.91	8.25	8.97	1,26
<b>7</b>	7.99	8.06	9.81	1,22
<b>8</b>	8.24	8.01	9.79	1,24
<b>9</b>	7.88	7.99	9.56	1,22
<b>10</b>	7,87	7.77	9.51	1,08
<b>Ortalama</b>	7.99	7.92	9.50	1,17
<b>% CV</b>	1.47	2.8	2.57	5,81



Ne 26/1 Penye triko ipliği için Uster Tester 3 (UT3), Uster Tester 4 (UT4), Premier Pt 7000 cihazlarından alınan tüylülük indeksi değerleri ve Zweigle G 566 cihazından alınan tüy uzunluğu ve sayısı parametreleri kullanılarak hesaplanan iplik tüylülük değerleri.

<b>Test No</b> \ <b>Cihazlar</b>	<b>UT 3 (H)</b>	<b>UT 4 (H)</b>	<b>Premier (H)</b>	<b>Zweigle (K<sub>b</sub>)</b>
<b>1</b>	7.15	7.34	8.05	1,14
<b>2</b>	6.95	6.89	8.22	1,10
<b>3</b>	7.02	7.08	8.04	1,12
<b>4</b>	6.92	7.23	7.92	1,08
<b>5</b>	6.87	7.06	8.18	1,10
<b>6</b>	7.05	7.71	8.04	1,18
<b>7</b>	7.06	6.81	8.29	1,10
<b>8</b>	7.07	6.71	8.44	1,14
<b>9</b>	6.98	5.99	8.54	1,12
<b>10</b>	7.01	7.18	8.57	1,10
<b>Ortalama</b>	7.01	7.00	8.23	1,118
<b>% CV</b>	1.16	6.5	2.76	2,59

Ne 30/1 Penye triko ipliği için Uster Tester 3 (UT3), Uster Tester 4 (UT4), Premier Pt 7000 cihazlarından alınan tüylülük indeksi değerleri ve Zweigle G 566 cihazından alınan tüy uzunluğu ve sayısı parametreleri kullanılarak hesaplanan iplik tüylülük değerleri.

<b>Test No</b> \ <b>Cihazlar</b>	<b>UT 3 (H)</b>	<b>UT 4 (H)</b>	<b>Premier (H)</b>	<b>Zweigle (K<sub>b</sub>)</b>
<b>1</b>	6.53	6.87	7.54	,92
<b>2</b>	6.64	6.75	7.55	1,02
<b>3</b>	6.49	6.54	7.26	,90
<b>4</b>	6.51	6.55	7.35	1,20
<b>5</b>	6.43	6.10	7.29	1,18
<b>6</b>	6.47	6.21	7.28	1,20
<b>7</b>	6.59	6.47	7.31	1,18
<b>8</b>	6.55	6.66	7.38	1,18
<b>9</b>	6.40	6.84	7.49	1,14
<b>10</b>	6.36	6.26	7.37	1,14
<b>Ortalama</b>	6.50	6.52	7.38	1,106
<b>% CV</b>	1.27	4.1	1.46	9,93

Ne 20/1 Penye triko ipliği için Zweigle G 566 iplik tüylülük test cihazından alınan iplik tüylülük değerleri

Test No	Farklı Uzunluk Gruplarındaki Tüy Sayıları								S <sub>3</sub>	İndeks (H)
	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	6 mm	8 mm	10 mm	12 mm		
1	21319	4309,5	1747,5	899	257,5	76	18,5	-	2998,5	1177,5
2	22293	4631,5	1849	968,5	277,5	76	20	0,5	3191,5	1261,5
3	21266	4317,5	1723	846	203,5	50	11,5	-	2834,5	1121
4	22055	4550	1816	974,5	248,5	79	28	-	3146	1266,5
5	23912,5	4881,5	1931,5	958	221	50	14,5	1,5	3176,5	1254,5
6	24000	4970,5	1998	1061,5	288	68	18	0,5	3434	1368,5
7	23009	4814,5	2039,5	996,5	272	69,5	14,5	-	3392	1291,5
8	23809	4932	1984,5	980,5	233	68	14,5	1,5	3282	1280
9	23570,5	4767,5	1964	1025	277,5	78	20,5	-	3365	1323
10	20640,5	4330	1733	861,5	255,5	54,5	16	-	2920,5	1138,5
<b>Ortalama</b>	22587,4	4650,5	1878	957,15	253,4	66,9	17,6	0,4	3101	1218,45
<b>% CV</b>	6,97	9,98	14,11	16,89	23,49	28,42	42,8	235,08	15,49	15,35

Ne 26/1 Penye triko ipliği için Zweigle G 566 iplik tüylülük test cihazından alınan iplik tüylülük değerleri

Test No	Farklı Uzunluk Gruplarındaki Tüy Sayıları								S <sub>3</sub>	İndeks (H)
	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	6 mm	8 mm	10 mm	12 mm		
1	21591,5	4633,5	1746,5	960,5	241	65	16	5	3029,5	1258,5
2	21239,5	4332	1728,5	891,5	230	51,5	15,5	-	2917	1171
3	21545	4468,5	1757	936,5	252	73	28	-	3046,5	1225
4	21348	4364,5	1656	859	204,5	49,5	10,5	-	2779,5	1139
5	21296	4452,5	1738	917,5	248,5	61,5	15,5	-	2981	1203,5
6	23008,5	4605	1785,5	951	237	63,5	11	-	3048	1243,5
7	21204,5	4279	1759	878,5	264,5	58	19	-	2979	1153,5
8	22215	4488	1775,5	955	266,5	63	20	-	3080	1244,5
9	21845	4433	1799	918,5	228	70,5	16	5	3032,5	1201,5
10	20931,5	4414	1777,5	932,5	283	70	13,5	-	3076,5	1217
<b>Ortalama</b>	21622,5	4447	1752,25	920,05	245,5	62,55	16,5	1	2996,95	1205,70
<b>% CV</b>	4,45	5,40	4,81	6,37	10,06	14,28	35,91	307,79	5,04	5,73

Ne 30/1 Penye triko ipliği için Zweigle G 566 iplik tüylülük test cihazından alınan iplik tüylülük değerleri

Test No	Farklı Uzunluk Gruplarındaki Tüy Sayıları								S <sub>3</sub>	İndeks (H)
	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	6 mm	8 mm	10 mm	12 mm		
1	18131	3679	1399	704,5	193	49,5	16,5	5	2363	953
2	19455	4058,5	1597,5	839	217,5	58,5	16,5	1,5	2730,5	1009,5
3	17712	3640,5	1307,5	708	182	59,5	16,5	-	2273,5	960,5
4	24102,5	5106,5	1893,5	766,5	141	25	8,5	-	2834,5	1050,5
5	22992	5087,5	1949,5	865,5	165,5	35	11	-	3026,5	1162
6	24606	5163,5	1772	769,5	129	21	5	-	2696,5	1057,5
7	23374,5	5186,5	1928	819,5	138,5	22,5	7	-	2915,5	1113,5
8	23177	5043	1836,5	830	155	33,5	7	-	2862	1123
9	222862	4901	1847,5	821	126,5	22	5,5	-	2822,5	1111,5
10	22388,5	4873	1818	764,5	123	24,5	5	-	2735	1045
<b>Ortalama</b>	21880	4682,9	1734,9	788,8	157,1	35,1	9,85	0,2	2725,95	1068,6
<b>% CV</b>	11,16	13,32	13,65	7,77	20,67	43,4	51,16	261,57	9,53	7,11

Ne 40/1 Penye dokuma ipliği için Uster Tester 3 (UT3), Uster Tester 4 (UT4), Premier Pt 7000 cihazlarından alınan tüylülük indeksi değerleri ve Zweigle G 566 cihazından alınan tüy uzunluğu ve sayısı parametreleri kullanılarak hesaplanan iplik tüylülük değerleri.

<b>Test No</b> \ <b>Cihazlar</b>	<b>UT 3 (H)</b>	<b>UT 4 (H)</b>	<b>Premier (H)</b>	<b>Zweigle (K<sub>b</sub>)</b>
<b>1</b>	3.64	3.61	3.64	,22
<b>2</b>	3.77	3.36	3.84	,21
<b>3</b>	3.99	4.10	3.80	,27
<b>4</b>	3.72	3.88	3.73	,20
<b>5</b>	3.78	3.67	3.63	,21
<b>6</b>	3.78	3.97	3.74	,22
<b>7</b>	3.73	3.90	3.76	,22
<b>8</b>	3.69	3.75	3.77	,23
<b>9</b>	3.62	3.78	3.61	,23
<b>10</b>	3.89	4.15	3.78	,27
<b>Ortalama</b>	3.76	3.82	3,73	0,228
<b>% CV</b>	2.97	6.2	1,98	9,96

Ne 50/1 Penye dokuma ipliği için Uster Tester 3 (UT3), Uster Tester 4 (UT4), Premier Pt 7000 cihazlarından alınan tüylülük indeksi değerleri ve Zweigle G 566 cihazından alınan tüy uzunluğu ve sayısı parametreleri kullanılarak hesaplanan iplik tüylülük değerleri.

<b>Test No</b> \ <b>Cihazlar</b>	<b>UT 3 (H)</b>	<b>UT 4 (H)</b>	<b>Premier (H)</b>	<b>Zweigle (K<sub>b</sub>)</b>
<b>1</b>	3.54	3.48	3.52	,24
<b>2</b>	3.44	3.46	3.40	,22
<b>3</b>	3.53	3.54	3.65	,25
<b>4</b>	3.72	3.89	3.71	,24
<b>5</b>	3.55	3.68	3.67	,24
<b>6</b>	3.52	3.54	3.57	,26
<b>7</b>	3.71	3.87	3.82	,25
<b>8</b>	3.54	3.63	3.54	,24
<b>9</b>	3.56	3.70	3.66	,25
<b>10</b>	3.65	3.75	3.79	,34
<b>Ortalama</b>	3.58	3.65	3.63	0,253
<b>% CV</b>	2.49	4.2	3.53	12,78

Ne 60/1 Penye dokuma ipliği için Uster Tester 3 (UT3), Uster Tester 4 (UT4), Premier Pt 7000 cihazlarından alınan tüylülük indeksi değerleri ve Zweigle G 566 cihazından alınan tüy uzunluğu ve sayısı parametreleri kullanılarak hesaplanan iplik tüylülük değerleri.

<b>Test No</b> \ <b>Cihazlar</b>	<b>UT 3 (H)</b>	<b>UT 4 (H)</b>	<b>Premier (H)</b>	<b>Zweigle (K<sub>b</sub>)</b>
<b>1</b>	3.40	3.50	3.50	,33
<b>2</b>	3.37	3.44	3.50	,33
<b>3</b>	3.36	3.44	3.72	,26
<b>4</b>	3.37	3.49	3.69	,29
<b>5</b>	3.36	3.46	3.61	,28
<b>6</b>	3.33	3.43	3.56	,24
<b>7</b>	3.43	3.45	3.45	,27
<b>8</b>	3.67	3.85	3.67	,33
<b>9</b>	3.44	3.51	3.46	,29
<b>10</b>	3.37	3.56	3.37	,31
<b>Ortalama</b>	3.41	3.51	3.55	0,293
<b>% CV</b>	2.85	3.6	3.28	10,79



Ne 40/1 Penye dokuma ipliği için Zweigle G 566 iplik tüylülük test cihazından alınan iplik tüylülük değerleri

Test No	Farklı Uzunluk Gruplarındaki Tüy Sayıları								S <sub>3</sub>	İndeks (H)
	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	6 mm	8 mm	10 mm	12 mm		
1	5428,5	563	170	75,5	41	14,5	2	-	303	130
2	5447,5	547,5	120	62,5	26	8,5	1,5	-	218,5	112,5
3	6227	710	254	147	65,5	25,5	2,5	-	494,5	233
4	5362,5	480,5	147	60,5	21	7	1	-	236,5	107
5	5484	450	116,5	66,5	23	11,5	1,5	-	219	118
6	5507,5	531,5	159,5	76	29,5	11,5	1,5	-	278	131,5
7	5556,5	560	159	75	31,5	14	4,5	-	284	130
8	5576,5	608,5	186,5	100,5	35,5	12	-	-	334,5	168
9	5377	576	197,5	120	51,5	25	2	-	396	195,5
10	6160	698	262	156	66,5	26	5	-	515	245,5
<b>Ortalama</b>	5612,7	572,5	177,2	93,95	39,10	15,55	2,15	-	327,95	157,1
<b>% CV</b>	6,35	16,2	27,63	37,49	46,36	57,88	94,57	-	32,40	32,39

Ne 50/1 Penye dokuma ipliği için Zweigle G 566 iplik tüylülük test cihazından alınan iplik tüylülük değerleri

Test No	Farklı Uzunluk Gruplarındaki Tüy Sayıları								S <sub>3</sub>	İndeks (H)
	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	6 mm	8 mm	10 mm	12 mm		
1	5826,5	637,5	208,5	112,5	58	22	1,5	-	402,5	185,5
2	5605	515,5	145	86	38,5	15,5	2	-	287	147,5
3	5991,5	639	204,5	48,5	48,5	16,5	5	-	375,5	168
4	6007	595	207	49	49	18,5	3	-	392,5	188
5	5891,5	633,5	192,5	122,5	50,5	25	3,5	-	394	205
6	5991,5	654,5	249,5	142	57,5	25,5	5	-	479,5	226
7	6117	643,5	194	107,5	50,5	18	1,5	-	371,5	179
8	5832,5	613,5	179	104	54	20,5	6,5	-	364	174
9	5964	670	198	113	50,5	20	2,5	-	384	187
10	776,5	996	447,5	247,5	136,5	36,5	7	-	872	363
<b>Ortalama</b>	6028,4	659,8	222,25	125,1	59,35	21,8	3,75	-	432,25	201,9
<b>% CV</b>	6,84	19,55	37,23	35,78	46,42	31,66	71,28	-	36,8	29,58

Ne 60/1 Penye dokuma ipliği için Zweigle G 566 iplik tüylülük test cihazından alınan iplik tüylülük değerleri

Test No	Farklı Uzunluk Gruplarındaki Tüy Sayıları								S <sub>3</sub>	İndeks (H)
	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	6 mm	8 mm	10 mm	12 mm		
1	7219	930	356,5	211	101,5	33,5	5	-	707,5	319,5
2	7739	921	298	182	81,5	23,5	7	-	592	284,5
3	6647	697,5	160,5	81,5	35	10	1	-	288	142,5
4	7145,5	728	207	114,5	59	13	3,5	-	397	190
5	6007,5	746,5	238	103,5	61,5	18,5	4	-	425,5	172
6	6486,5	625,5	142	51,5	17	4	-	-	214,5	94
7	6817	744,5	197	82,5	34,5	15	5	-	329,5	142,5
8	7289	947,5	373	214	110	39	4	-	740	323
9	6922,5	769	252	141,5	64,5	23	2,5	-	483,5	227
10	7097,5	854,5	288	182	89,5	28	4	-	591,5	283
<b>Ortalama</b>	7015,5	796,3	251	136,4	65,4	20,75	3,15	-	476,9	217,8
<b>% CV</b>	5,33	14,09	30,95	41,9	46,92	54,61	83,85	-	36,72	36,74

Ne 5.8/1 OE-rotor dokuma ipliği için Uster Tester 3 (UT3), Uster Tester 4 (UT4), Premier Pt 7000 cihazlarından alınan tüylülük indeksi değerleri ve Zweigle G 566 cihazından alınan tüy uzunluğu ve sayısı parametreleri kullanılarak hesaplanan iplik tüylülük değerleri.

<b>Test No</b> \ <b>Cihazlar</b>	<b>UT 3 (H)</b>	<b>UT 4 (H)</b>	<b>Premier (H)</b>	<b>Zweigle (K<sub>b</sub>)</b>
<b>1</b>	8.98	9.57	9.11	,32
<b>2</b>	9.42	9.42	9.59	,37
<b>3</b>	9.67	9.58	9.55	,40
<b>4</b>	9.07	8.95	9.19	,34
<b>5</b>	7.97	8.45	8.25	,32
<b>6</b>	9.46	9.79	9.44	,39
<b>7</b>	7.89	8.91	7.99	,28
<b>8</b>	8.68	8.66	8.63	,32
<b>9</b>	9.30	9.54	9.88	,39
<b>10</b>	8.81	8.75	8.79	,35
<b>Ortalama</b>	8.87	9.16	9.04	0,348
<b>% CV</b>	7.12	5.1	6.81	11,23

Ne 6.8/1 OE-rotor dokuma ipliği için Uster Tester 3 (UT3), Uster Tester 4 (UT4), Premier Pt 7000 cihazlarından alınan tüylülük indeksi değerleri ve Zweigle G 566 cihazından alınan tüy uzunluğu ve sayısı parametreleri kullanılarak hesaplanan iplik tüylülük değerleri.

<b>Test No</b> \ <b>Cihazlar</b>	<b>UT 3 (H)</b>	<b>UT 4 (H)</b>	<b>Premier (H)</b>	<b>Zweigle (K<sub>b</sub>)'</b>
<b>1</b>	7.30	7.75	7.38	,23
<b>2</b>	7.41	7.89	7.69	,22
<b>3</b>	8.11	8.31	8.39	,33
<b>4</b>	7.13	7.65	6.82	,40
<b>5</b>	7.57	7.42	7.86	,23
<b>6</b>	7.88	8.02	7.79	,30
<b>7</b>	7.43	7.37	7.59	,25
<b>8</b>	7.26	7.71	7.76	,25
<b>9</b>	7.66	7.87	8.59	,29
<b>10</b>	7.37	7.51	8.35	,29
<b>Ortalama</b>	7.51	7.75	7.82	0,279
<b>% CV</b>	3.99	3.7	6.69	19,95

Ne12/1 OE-rotor dokuma ipliği için Uster Tester 3 (UT3), Uster Tester 4 (UT4), Premier Pt 7000 cihazlarından alınan tüylülük indeksi değerleri ve Zweigle G 566 cihazından alınan tüy uzunluğu ve sayısı parametreleri kullanılarak hesaplanan iplik tüylülük değerleri.

<b>Test No</b> \ <b>Cihazlar</b>	<b>UT 3 (H)</b>	<b>UT 4 (H)</b>	<b>Premier (H)</b>	<b>Zweigle (K<sub>b</sub>)</b>
<b>1</b>	4.54	6.16	4.14	,10
<b>2</b>	4.51	4.97	4.26	,10
<b>3</b>	4.66	4.92	4.35	,12
<b>4</b>	4.77	5.25	5.09	,14
<b>5</b>	5.31	5.79	5.55	,23
<b>6</b>	4.74	5.13	4.74	,15
<b>7</b>	4.52	4.88	4.74	,13
<b>8</b>	4.78	4.90	4.69	,14
<b>9</b>	4.61	4.81	4.83	,13
<b>10</b>	4.60	4.91	4.85	,14
<b>Ortalama</b>	4.70	5.17	4.72	0,138
<b>% CV</b>	5.00	8.7	8.76	26,41

Ne 18/1 OE-rotor triko ipliği için Uster Tester 3 (UT3), Uster Tester 4 (UT4), Premier Pt 7000 alınan iplik tüylülük indeksi değerleri.

<b>Test No</b> \ <b>Cihazlar</b>	<b>UT 3 (H)</b>	<b>UT 4 (H)</b>	<b>Premier (H)</b>
<b>1</b>	4.93	4.94	5.07
<b>2</b>	5.32	5.11	5.34
<b>3</b>	5.42	5.44	5.02
<b>4</b>	5.06	5.16	4.87
<b>5</b>	5.23	5.50	5.27
<b>6</b>	5.04	5.36	5.08
<b>7</b>	5.00	5.38	5.19
<b>8</b>	5.02	5.33	5.43
<b>9</b>	5.59	5.84	5.85
<b>10</b>	4.84	5.09	5.03
<b>Ortalama</b>	5.14	5.32	5.21
<b>% CV</b>	4.61	4.8	5.34

Ne 5.8/1 OE-rotor dokuma ipliği için Zweigle G 566 iplik tüylülük test cihazından alınan iplik tüylülük değerleri

Test No	Farklı Uzunluk Gruplarındaki Tüy Sayıları								S <sub>3</sub>	İndeks (H)
	1 mm	2mm	3mm	4mm	6mm	8mm	10mm	12mm		
1	5973,5	950,5	450	267	134	63	40,5	-	954,5	385
2	7181	1137	515	300,5	140	51,5	41	2,5	1050,5	430
3	7457	1244	599	345	148	69,5	45	2	1208,5	484,5
4	6446,5	1011,5	483	291	131,5	57	48,5	1,5	1012,5	416
5	5639,5	984	486,5	319,5	161,5	50,5	50,5	-	1087	446,5
6	7566,5	1191	528	341	149,5	45,5	45,5	-	1122	481,5
7	4860	851,5	417	248	121	38	38	1	890,5	358,5
8	5874	953,5	457,5	259	131	40,5	40,5	-	950,5	374,5
9	7085,5	1194,5	562,5	350,5	168,5	51,5	51,5	-	1190,5	489
10	6163,5	1072,5	552	309,5	179	39,5	39,5	2	1144	436,5
<b>Ortalama</b>	6424,75	1059	505	303,1	146,4	44,05	44,05	0,9	1061	430,2
<b>% CV</b>	23,19	28,95	28,41	25,7	22,94	21,83	21,83	134,40	25,13	22,99



Ne 6.8/1 OE-rotor dokuma ipliği için Zweigle G 566 iplik tüylülük test cihazından alınan iplik tüylülük değerleri

Test No	Farklı Uzunluk Gruplarındaki Tüy Sayıları								S <sub>3</sub>	İndeks (H)
	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	6 mm	8 mm	10 mm	12 mm		
1	42277,5	647,5	322,5	183,5	91	49	35,5	2	683,5	275
2	4123,5	625,5	283,5	189	94	44	37,5	0,5	684,5	284
3	6446	1043	450,5	247	123,5	49	40	1	911	362
4	4943	882,5	404	262	111	52,5	36,5	3	869	377
5	4559	644,5	325,5	179	90	38,5	22,5	-	655,5	269,5
6	5687,5	894,5	398,5	251	111,5	48,5	31	-	840,5	365
7	4780,5	785	344	214,5	100	45	30	0,5	734	318
8	4579	742,5	343	228	107,5	39,5	26	2	746	334
9	5683	854	397	217,5	89	63,5	30	1,5	798,5	321
10	5081	873	432,5	241	108,5	40	33	1,5	856,5	350
<b>Ortalama</b>	5016	799	370	221	102,6	46,95	32,2	1,2	774,3	325
<b>% CV</b>	28,97	37,48	35,97	31,95	23,5	22,77	26,56	103,31	30,36	28,48

Ne 12/1 OE-rotor dokuma ipliği için Zweigle G 566 iplik tüylülük test cihazından alınan iplik tüylülük değerleri

Test No	Farklı Uzunluk Gruplarındaki Tüy Sayıları								S <sub>3</sub>	İndeks (H)
	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	6 mm	8 mm	10 mm	12 mm		
1	1671,5	242	109	113	68	29	10	-	329,5	184,5
2	1741	257	138,5	116	59	30	13,5	-	357,5	184
3	2071,5	353	181,5	117	84	37	12	0,5	432,5	183,5
4	2504	410	178	138	86	35	15	-	453	216
5	5375	649	236	123	39	13	4,5	-	416,5	199
6	2737	442	210	134	82	36	14	-	476,5	209,5
7	2312	377	185	122	65	25	12	-	410,5	192
8	2441	383	194	148	82	41	20	-	486	227,5
9	2262	346	184	123	70	34	14	-	425	192
10	2523	428	201	147	72	34	13,5	-	468,5	227,5
<b>Ortalama</b>	2563	388	181	128	70	31	12,85	0,005	425,55	201,5
<b>% CV</b>	44,03	36,95	27,2	18,65	21,16	27,02	37,90	447,21	17,57	16,73

Ne 18/1 OE-rotor triko ipliği için Zweigle G 566 iplik tüylülük test cihazından alınan iplik tüylülük değerleri

Test No	Farklı Uzunluk Gruplarındaki Tüy Sayıları								S <sub>3</sub>	İndeks (H)
	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	6 mm	8 mm	10 mm	12 mm		
1	3347,5	341	108,5	66	26,5	7	1	-	209	115
2	4327,5	526	159	73,5	24	10	1	-	267,5	127
3	4039,5	531,5	179,5	96	35,5	12,5	2,5	-	326	160
4	3973,5	496	147,5	84	30	9	2	--	272,5	143,5
5	4199	510	158,5	81	34,5	12	3	-	289	138,5
6	4351	553,5	163,5	89,5	34,5	8	1	-	296,5	151,5
7	4193	527,5	173	105	32	6	2,5	-	318,5	173,5
8	4116	497	161	89,5	28,5	8,5	4	-	291,5	150
9	5252	652	204,5	116	37	16,5	4	-	378	190,5
10	3603	422,5	152,5	88,5	40	11	3	-	295	147,5
<b>Ortalama</b>	4140	505,7	160,75	88,90	32,25	10	2,4	-	294	149,7
<b>% CV</b>	19,31	27,36	27,39	25,28	22,98	38,26	85,92	-	24,30	22,44