

SPANDEX (LYCRA) İÇERİKLİ CORE-SPUN İPLİKLERİN (PES/VİSKON) TÜYLÜLÜK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

*Hüseyin Gazi ÖRTLEK**

*Osman BABAARSLAN***

Özet: Tüylülük kumaş üretimi, ön terbiye, boyama ve bitim işlemlerini etkileyen önemli bir iplik özelliğidir. Bu çalışmada, insanların daha rahat ve daha fonksiyonel tekstil ürünlerine duydukları yüksek talebi karşılamak için ortaya çıkan spandex içerikli kor ipliklerin (elastik kor iplikler) tüylülük özellikleri incelenmiştir. Çalışmada öncelikle iplik tüylülüğü kavramı ve modifiye edilmiş ring iplik eğirme makinelerinde elastik kor iplik üretim tekniği açıklanmıştır. Çalışmanın deneysel kısmında ise, elastik kor iplik yapısındaki elastan varlığının ve bu ipliklere uygulanan bobinleme işleminin tüylülük özelliğine etkileri Polyester/Viskon (50/50) karışımı elastik kor iplikler kullanılarak araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tüylülük, Tüylülük İndeksi, Elastik Kor İplik, Elastan, Bobinleme.

An Investigation of the Hairiness of Core-Spun Yarns Containing Spandex (Lycra)

Abstract: Hairiness is one of the important yarn characteristics, which affects weaving, knitting, preparation, dyeing and finishing process in textiles. In this study, the hairiness of core-spun yarns containing spandex that aims to meet consumer demands for more comfortable, convenient and versatile textile products was investigated. Initially; yarn hairiness and producing technique of core-spun yarn containing spandex by using a modified ring spinning frame are simply explained. In the experimental part of the study, the influence of the core and effects of winding process on hairiness are investigated by using Polyester/Viscose (50/50) core-spun yarns.

Key Words: Hairiness, Hairiness Index, Elastic Core-Spun Yarns, Spandex, Winding.

1.GİRİŞ

Tekstil teknolojisinde yaşanan gelişmeler, kısa stapel iplikçilikte üretim miktarlarının artmasına yol açmıştır. Ancak sadece miktar olarak üretimdeki artışın, ürünlerin pazar payının artmasına yol açmayacağı bilinmektedir. Üretilen ipliklerin, değişen yaşam biçimine paralel olarak, insanların tekstil ürünlerinden beklentilerinde oluşan farklılıkları karşılayabilecek özellik ve kalitede olması gerekmektedir.

Son yıllarda insanlar, değişen yaşam tarzı ile birlikte daha rahat, daha fonksiyonel ve daha uzun ömürlü tekstil ürünlerini tercih etmektedirler. Bu istekleri karşılayabilmek için ortaya çıkan elastan içerikli kombine iplik türleri, üst giyim için üretilen dokuma ve örme kumaşlarda artan oranlarda kullanılmaya başlanmıştır.

Elastan içerikli kombine iplikler, üretimde kullanılan sistemlere ve ipliğin yapısını oluşturan bileşenlerin türüne göre sınıflara ayrılmaktadırlar. Kısa stapel liflerle, spandex (elastan) komponentinin modifiye edilmiş ring iplik eğirme makinesinde bir araya getirilmesi sonucu elde edilen kombine iplik türüne, elastik kor iplik (spandex içerikli core-spun iplik) denilmektedir. Elastik kor iplikleri, klasik ring iplik eğirme makinelerinde yapılan bazı küçük modifikasyonlar sonucu, kolaylıkla üretilebilmektedirler. Modifiye edilmiş ring iplik eğirme makinelerinde elastik kor ipliklerin üretilebilmesi ve bu sistemin yatırım maliyetinin düşük olması, elastik kor ipliklerin tekstil endüstrisinde kullanımının hızla yaygınlaşmasını sağlamıştır.

* Erciyes Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, KAYSERİ

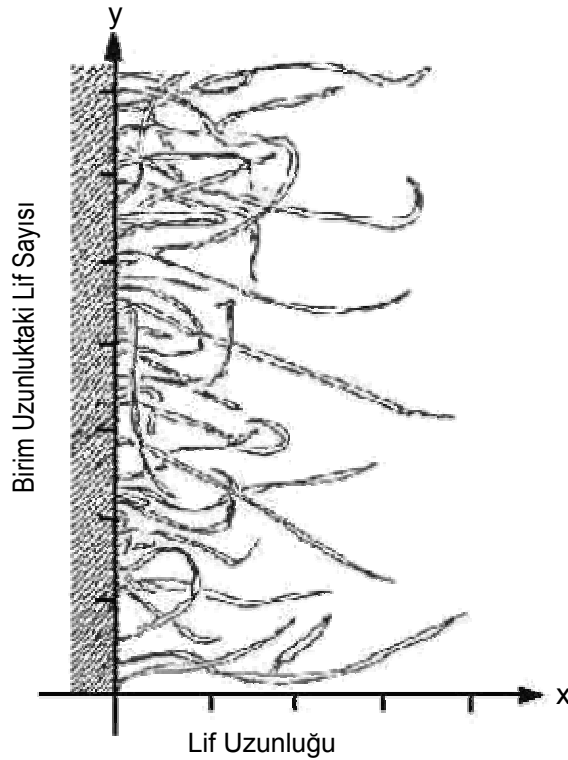
** Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Balcalı - ADANA

Her ne kadar elastik kor iplikler, konvansiyonel ring iplik eğirme sistemlerinde üretiliyor olsalar da, iplik yapı ve özellikleri bakımından klasik ring ipliklerine göre bazı farklılıklar arz etmektedirler. Bu farklılıkların bir tanesi de tüylülük özellikleri olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle çalışmada, tekstil sektöründe kullanımı giderek yaygınlaşan elastik kor ipliklerin, kullandıkları prosesler ve elde edilen nihai ürünler açısından son derece önemli olan tüylülük özellikleri incelenmektedir.

2. İPLİK TÜYLÜLÜĞÜ

Değişen kalite anlayışı ile birlikte öne çıkan iplik kalite değerlerinden birisi de tüylülüktür. İpliklerin tüylülüğünü, birim uzunluk veya alan başına iplik yüzeyinden dışarı doğru çıkan liflerin sayısı olarak ya da iplik yüzeyine dik olarak ölçülebilen lif uzunluğu olarak tanımlamak mümkündür.

İplik yüzeyi, iplik eksenine dik olacak şekilde incelendiğinde yüzeyden dışarı doğru çıkan ve tüylülüğü oluşturan lif uçları aşağıdaki gibi görülecektir (Şekil-1).



Şekil 1:
İplik yüzeyinden çıkan liflerin şematik gösterimi

İplik tüylülüğü, bazı özel durumlar hariç olmak üzere genel anlamda istenmeyen bir özelliktir. İplik tüylülüğünün kabul edilen kalite sınırının üzerinde olması, iplik üretimi sırasında uçuntu oluşumuna, çözgü çekme ve dokuma işlemleri sırasında yan yana gelen lif uçlarının düğümlenmeleri sonucu kopuklara ve üretilen kumaşların boncuklanma (pilling) özelliklerinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Ayrıca iplik tüylülüğünün fazla olması, bu ipliklerden elde edilen nihai ürünlerde (dokuma ve örme kumaşlarda) terbiye, boyama ve bitim işlemleri sonrasında çeşitli görünüm bozukluklarına yol açmaktadır.

Tüylülüğü, iplik veya kumaş yüzeyinden üretim sonrası işlemlerle uzaklaştırmaya çalışmak, hiçbir zaman için kesin bir çözüm getirmemektedir. Ayrıca bu tür işlemler, üretim maliyetini önemli ölçüde artırmaktadır. Bu nedenle ipliklerin tüylülük özelliklerinin doğru tespit edilip, üretim sırasında önlenmeye çalışılması gerekmektedir.

İplik tüylülüğü, gerek hammadde özellikleri gerekse üretim aşamaları bakımından bir çok parametreye bağlı olarak değiştiği için giderilmesi zor bir iplik özelliğidir. 1950'li yıllardan günümüze kadar iplik tüylülüğünün ölçüm yöntemleri, nedenleri ve giderilme çareleri üzerine bir çok araştırma

yapılmıştır (Barella, 1993). Günümüzde halen dünyanın değişik yerlerindeki araştırma-geliştirme enstitüleri, üniversiteler ve benzeri kurum ve kuruluşlarda iplik tüylülüğü ilgili olarak çeşitli araştırmalar yapılmaktadır.

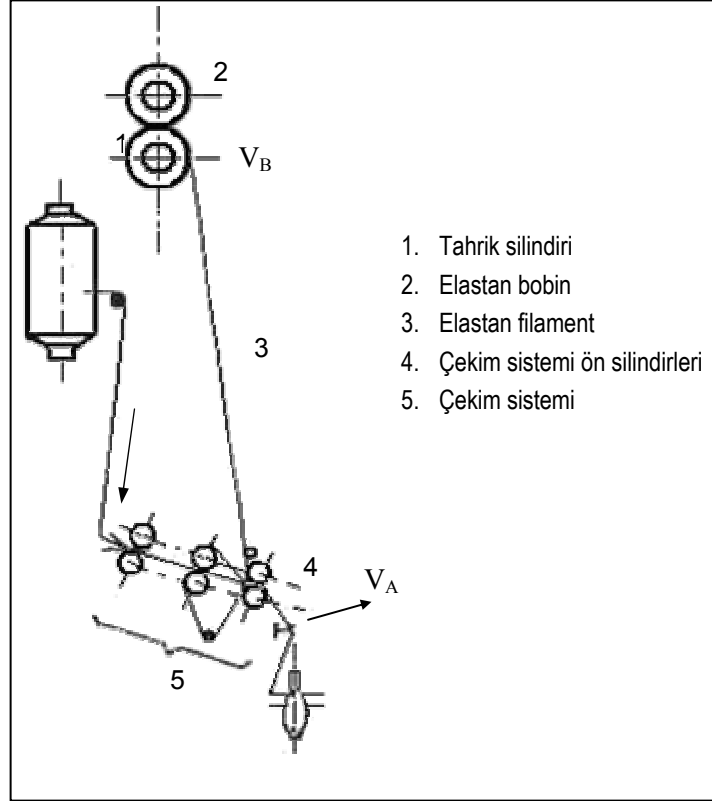
3. ELASTİK KOR İPLİK ÜRETİM SİSTEMİ

Elastan filamentlerin tek başlarına tekstilde kullanımları ancak sınırlı alanlarda olabilmektedir. Esneme özelliğine sahip tekstil yapıları elde etmek için elastan filament kullanılmak istendiğinde, dokuma, örme ve diğer tekstil proseslerinde karşılaşılan mekanik zorlamalara karşı, elastanın korunması gerekmektedir. Ayrıca bir çok tekstil ürününde, çok fazla elastikiyet aranmamakta ve hatta arzu edilmemektedir. Bu sebeplerden dolayı genelde, elastan lifleri, diğer doğal ve kimyasal liflerle değişik tekniklerle birleştirilerek, kombine halde kullanılırlar (Rupp ve Böhringer, 1999).

Günümüzde elastan içerikli kombine iplik üretim sistemleri, kaplama metodu, puntalama (air-covering), büküm metodu ve elastik kor ipliği üretim sistemi olarak dört ana sınıfa ayrılabilir. Elastik kor ipliği üretim sistemi, esnekliği ve yatırım maliyetinin düşüklüğü, nedeniyle günümüzde giderek yaygınlaşan bir kombine iplik üretim sistemidir.

Elastik kor iplik üretim sistemi, esas olarak, modifiye edilmiş ring iplik eğirme makinelerinde, bir elastan filament çekirdek üzerine doğal veya kimyasal elyaf sarılması temeline dayanmaktadır.

Kısa stapel lifler ile elastan filament, çekim sisteminin ön silindir çiftinin kıştırma noktasında birbirleri ile birleşmektedirler. Elastan filamentin çekim sistemine beslenebilmesi için ring iplik eğirme makinesine ilave bir elastan besleme tertibatı eklenmiştir. Şekil-2’de ring iplik eğirme makinesi üzerinde yapılan modifikasyon sonucu oluşturulan tipik bir elastik kor ipliği üretim sistemi gösterilmiştir.



Şekil 2:
Elastik kor iplik üretim sistemi

Bu sistemde tahrik silindiri¹ (makine tipine göre bir veya iki tane), hızı ayarlanabilen bir dişli sistemi ile hareket etmektedir. Tahrik silindirlerinin dişli sisteminden gelen hareketi elastana iletilmesiyle elastan filament (3) önceden belirlenen bir gerilimde kılavuz silindirinden geçerek, çekim sisteminin (5) ön silindirlerine (4) beslenir. Bu noktadan sonra normal klasik ring iplikçiliğinde olduğu gibi, bilezik ve kopça yardımıyla elastana ve onun içine karıştığı fitil formundaki çekilmiş lif topluluğuna büküm verilerek elastik kor ipliği üretimi gerçekleştirilir.

Elastan filamente uygulanan gerilim (çekim) oranı, üretilen kor ipliğın içerisindeki elastan oranını ve kor ipliğın elastikiyetini belirlemektedir. Elastana, tahrik silindirleri ile çekim sistemi ön silindirleri arasında uygulanan çekim değeri, bu iki silindirin yüzeysel hızlarının birbirlerine oranı ile belirlenmektedir. Tahrik silindirleri ile çekim sistemi giriş silindirleri arasındaki bölgede, elastanın çekim ve uzama değeri arasındaki ilişki, aşağıda verildiğı şekilde formüle edilmektedir.

$$E = (V-1) * 100 \quad (3.1)$$

Burada “V” çekim sistemi çıkış silindiri ile elastan tahrik silindiri arasındaki çekim değeri olup, silindirlerin lineer hızlarına bağılı olarak $V = V_A / V_B$ şeklinde ifade edilmektedir. Silindirlerin devri dikkate alındığında ise,

$$V = \frac{V_A}{V_B} = \frac{\Pi d_A n_A}{\Pi d_B n_B}$$

olarak ifade edilmektedir. Bu durumda çekime bağılı uzama değeri,

$$E = \left[\left(\frac{d_A n_A}{d_B n_B} \right) - 1 \right] * 100 \text{ [%]} \quad (3.2)$$

şeklinde formüle edilmektedir.

Veya elastan tahrik silindiri tarafından birim zamanda sevk edilen elastan uzunluğu l_1 , kütlesi m_1 , çekim sistemi çıkış silindirinden (4) birim zamanda alınan elastan uzunluğu l_2 ve kütlesi m_2 olduğu kabul edilirse, incelik tarifinden çekim

$$V = \frac{T_1}{T_2} = \frac{m_1}{l_1} \times \frac{l_2}{m_2} \quad (3.3)$$

şeklinde düzenlenebilir. Burada birim zamanda tahrik silindirine dahil olan ve çıkış silindiri tarafından alınan kütlelerin aynı olacağı dikkate alındığında ($m_1 = m_2$), çekim ifadesi

$$V = \frac{T_1}{T_2} = \frac{l_2}{l_1} \quad (3.4)$$

şeklinde de yazılabilecektir. Bu ifade (3.1)’nolu eşitlikte yerine yazıldığında, elastan materyale uygulanan çekime bağılı uzama ifadesi,

$$E = \left(\frac{T_1}{T_2} - 1 \right) \times 100 \text{ [%]} \quad (3.5)$$

veya

$$E = \left(\frac{l_2}{l_1} - 1 \right) \times 100 \text{ [%]} \quad (3.6)$$

şeklinde formüle edilecektir.

Pratikteki uygulamalarda elastan filamentin çekim değeri 3-4 arasındadır. Çekim değeri arttıkça üretilen elastik kor iplikteki elastan oranı düşecektir.

Proses sırasında elastanın kısa stapel lifler tarafından iyi bir şekilde sarılması için, yapıya normal klasik ring iplikçiliğine göre daha fazla miktarda büküm verilir. Elastik kor ipliğe verilecek büküm miktarı, kullanılan kısa stapel liflerin türüne, üretilen kor ipliğın numarasına ve son kullanım alanına bağılıdır. Üretilen elastik kor ipliğine verilen büküm değeri, kısa stapel liflerin elastan üzerinde kaymamasını sağlayacak oranda olmalıdır. Dokumada kullanılacak elastik kor ipliklere tıpkı klasik ring ipliğı üretiminde olduğu gibi, örmede kullanılacak olanlara oranla daha fazla büküm verilmektedir (Dupont, 1997).

Elastik kor ipliği üretim sistemleri, iplik kontrol elemanlarına sahip olmalıdırlar. Üretim sırasında elastan koştuğunda, fitil beslemesi de durmalıdır. Aksi takdirde üretilen kor iplik üzerinde elastan içermeyen bölgeler oluşacaktır.

Genel olarak, kısa veya uzun lifli her türlü doğal ve kimyasal elyaf, elastik kor iplik üretiminde kullanılabilir. Elastik kor ipliklerde yapıdaki elastan miktarı %3-20 arasında değişir. Çok değişik yapı ve özellikte liflerin kullanılabilmesi, üretilen elastik kor iplikleri kullanacak olan kumaş üreticilerine geniş tasarım imkanları sunmaktadır.

Elastik kor ipliği üretiminde kısa stapel liflerle çalışılması nedeniyle, üzeri örtülmeyen elastan bobinleri ve makine parçaları ortamda oluşan uçuntu ve tozlardan kirlenerek üretilen ipliğin kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, üretimin yapıldığı salondaki klima şartlarına dikkat edilmelidir.

Modifiye edilmiş ring iplik makinelerinde üretilen masuralara sarılı haldeki elastik kor iplikler, klasik bobinleme makinelerinde bobin halinde sarılabilirler. Ancak bu ipliklerin sahip oldukları yüksek elastikiyet özelliği nedeniyle, düşük sarım gerginliğinde çalışmaya özen gösterilmelidir. Örme makinelerinde kullanılacak olan elastik kor iplikler, bobinleme işlemi sırasında parafinlenmelidirler.

Üretilen elastik kor iplikler, normalden daha fazla büküme sahip olduklarından, genellikle büküm açılması ve karışmayı önlemek için fiksaj işlemi uygulanır. Ancak fiksaj işlemi, yapıdaki elastanın fiziksel özelliklerini korumak amacıyla düşük sıcaklıklarda yapılmalıdır.

4. ELASTİK KOR İPLİKLERİN TÜYLÜLÜK ÖZELLİKLERİ

4.1. Materyal

Çalışmada, modifiye edilmiş ring ipliği makinelerinde, tek fitil besleme sistemi ile üretilen değişik inceliklerde elastan içerikli kor iplikler ve yine aynı şartlarda elastansız olarak üretilen Ne 20/1 lineer yoğunluğunda kısa stapel iplik, kops ve bobin halinde numune olarak kullanılmıştır. Elastan içeren ve elastan içermeyen tüm ipliklerin üretiminde hammadde olarak poliesterviskon (%50/50) harmanı kullanılmıştır. Elastik kor ipliklerin üretiminde, lineer yoğunluğu 78 dtex olan mat Lycra® elastan olarak kullanılmıştır.

Deneylerde kullanılan iplik numunelerinin, hammadde özellikleri ve lineer yoğunlukları Tablo-1'de verilmiştir. Deneysel çalışma iki ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlerde kullanılan iplik numuneleri, Tablo-1'de sırasıyla grup A ve B şeklinde kodlanmıştır.

Tablo 1: Deneylerde kullanılan ipliklerin hammadde özellikleri ve lineer yoğunlukları

İplik Numuneleri		Hammadde			Numara (Ne)
A-Grubu	Lycra'lı	%44,5	1.2 denye / 38mm	PES (Sasa®)	20/1
		%44,5	1.5 denye / 38mm	Viskon (Danufil®)	
		%11	78 dtex mat	Lycra® Elastan	
	Lycra'sız	%50	1.2 denye / 38mm	PES (Sasa®)	20/1
%50		1.5 denye / 38mm	Viskon (Danufil®)		
B-Grubu	Lycra'lı	%43,5	1.2 denye / 38mm	PES (Sasa®)	18/1
		%43,5	1.5 denye / 38mm	Viskon (Danufil®)	
		%13	78 dtex mat	Lycra® Elastan	
		%45	1.2 denye / 38mm	PES (Sasa®)	22/1
		%45	1.5 denye / 38mm	Viskon (Danufil®)	
%10	78 dtex mat	Lycra® Elastan			

Deneyler fabrika koşullarında yapılmış olup, numune olarak kullanılan elastik kor ipliklerin lineer yoğunlukları, deneysel çalışmanın yapıldığı dönem itibarıyla fabrikanın üretim yaptığı iplik lineer yoğunluklarıdır.

Deneylerde kullanılan tüm elastan içerikli kor iplikler 3 çekim değeri ile üretilmişlerdir. Numune olarak kullanılan ipliklerin, üretim basamakları ve işlem şartları aşağıda tablo halinde verilmektedir (Tablo-2). Deneylerde kullanılan elastansız iplikler normal ring makinesinde, elastan içerikli kor iplikler ise modifiye edilmiş ring makinesinde eğrilmiştir.

Tablo 2: Deneylerde kullanılan ipliklerin işlem basamakları ve çalışma şartları

İşlem Basamakları	Çalışma Şartları
HARMAN-HALLAÇ	Tarak (Rieter) : 80 m/dk
↓	Cer (Vouk)
TARAK	I.Pasaj : 400 m/dk
↓	II.Pasaj : 410 m/dk
CER	III. Pasaj : 410 m/dk
I.Pasaj	Fıtıl (Ingolstad) : 23 m/dk
II. Pasaj	Ring (Ingolstad) : 6500 dev/dk
III. Pasaj	Bilezik : 45 mm
↓	Kopça : Çelik, T-9/0
FİTİL	α_e (A-Grubu): 5,14
↓	α_e (B-Grubu): 4,85
RİNG	Bobin (Schlafhorst) : 800 m/dk
&	
MODİFİYE EDİLMİŞ RİNG	

4.2. Metot

Yapılan deneysel çalışma iki ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde; A-Grubu (Lycra'lı-Lycra'sız) ipliklerin tüylülük özellikleri test edilerek, Lycra varlığının tüylülük üzerine etkisi incelenmiştir. Lycra'lı ve Lycra'sız durum için modifiye edilmiş ve normal ring iplik makineleri çıkışlarından rastgele alınan 10'ar adet kops ve bu makinelerin beslediği bobinleme makineleri çıkışından yine rastgele alınan 10'ar adet bobin formundaki numune üzerinde tüylülük ölçümü yapılmıştır.

İkinci bölümde, B-Grubu numune ipliklerin kops ve bobin formunda tüylülük özellikleri incelenerek, bobinleme işleminin elastik kor ipliklerin tüylülüğü üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu bölümde B-Grubu iplik numunelerinin üretildikleri modifiye edilmiş ring iplik makineleri ve bunların beslediği bobinleme makineleri çıkışından rastgele alınan 10'ar adet kops ve bobin üzerinde tüylülük ölçümleri yapılmıştır.

İplik eğirme aşamasına kadar olan işlem basamakları sırasında materyalin karşı karşıya kaldığı mekanik olaylar nedeniyle başlangıçta belirtilen lif özelliklerinde farklılıklar olabilecektir. Bu durum her iki grup numune için de söz konusu olduğundan, tayin edilmeye çalışılan iplik özelliği üzerinde eğirme öncesi işlem basamaklarının her iki grupta da aynı oranda etkili olduğu düşünülmektedir.

Deneylerin yapıldığı laboratuarda, klima şartları, 65 ± 2 izafi rutubet ve 20 ± 2 C° sıcaklık değerinde tutulmuştur. Deneylerde kullanılan bütün iplik numuneleri laboratuvar şartlarında testler öncesi 24 saat süre ile kondisyonlanmışlardır.

4.2.1. Kullanılan Test Cihazı ve Tüylülük Ölçümü

İpliklerin tüylülük özelliklerinin incelenmesinde Zweigle G-566 cihazı kullanılmıştır. Kullanılan Zweigle G-566 cihazı 50 m/dk sabit hızda ölçüm yapmakta olup, her bir ölçüm iki dakika sürede gerçekleştirilmiştir. Her bir kops ve bobin üzerinde bir kez ölçüm yapılmıştır.

Deneylerde kullanılan Zweigle G-566 cihazının çalışma esası fotoelektrik metoda dayanmaktadır. Bu cihazda iplik, bir ışık kaynağından iplik eksenine dik olarak gönderilen ışık hüzmesi tarafından yoklanır. İplik ve iplik gövdesinden çıkan lifler, ölçüm bölgesine gönderilen ışın demetini kesmekte ve gönderilen ışınların ölçülebilen parlaklığında dalgalanmaya yol açmaktadır. Bu şekilde iplik gövdesinden çıkan liflerle engellenen ışık demeti, düştüğü fototransistor üzerinde bir fotoakıma dönüştürülmekte ve kuvvetlendirilerek değerlendirilmektedir.

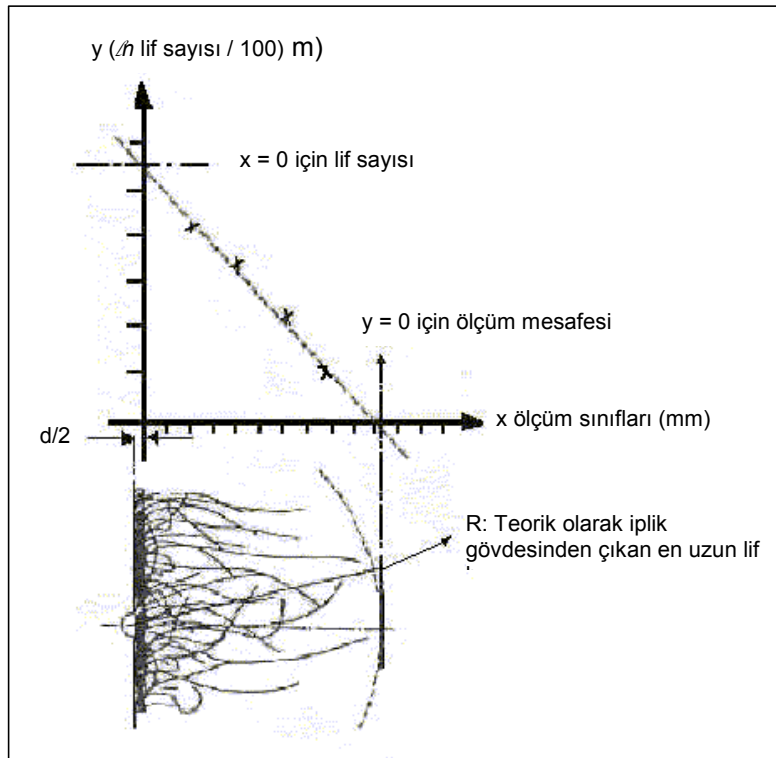
Zweigle tüylülük ölçüm cihazlarının ilk modellerinde sadece 4 farklı tüy uzunluğunda ölçüm yapılabilmekteydi. Başka bir ifadeyle iplik dört (4) ayrı fototransistör tarafından taranmaktaydı. Deneylerde kullanılan G-566 model cihaz ise, Zweigle tüylülük ölçüm cihazlarının en son versiyonu olup tek bir geçişte iplik on iki (12) ayrı fototransistör tarafından taranmaktadır. Bu cihazda yapılan ölçümlerde, iplik yüzeyinden dışarı doğru çıkmış lifler 1-25 mm arasında değişen 12 farklı grup (1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21 ve 25 mm) altında toplanarak, her bir gruptaki lif sayıları tespit edilmektedir. Zweigle G-566 cihazında tüylülük ölçüm uzunluğu 10-9999 m arasında ayarlanabilmektedir.

Tüylülük ölçümü sırasında, ipliğe cihaz üzerinde temas eden kılavuz sayısı çok azdır. Bu sayede, test sırasında iplik gövdesinden dışarı çıkmış liflerin havalanmaları ya da birbirlerine karışarak düğümlenmeleri mümkün olduğunca önlenmekte ve sağlıklı bir iplik tüylülüğü ölçümü yapılabilmektedir (Zweigle, 1996).

İpliklerde genel anlamda istenmeyen tüylü lif uzunlukları, 3mm ve 3mm'den daha uzun olanlardır. Yapılan tüylülük testlerinde, test edilen numunelerde ki 3mm ve 3mm den daha uzun liflerin sayılarının toplamı S_3 değeri olarak tüylülük ölçüm cihazından direkt alınabilmektedir. Zweigle tüylülük ölçüm cihazı, yapılan ölçümlerin sonunda ipliklerin tüylülüğünün bütün olarak değerlendirilmesinde kullanılan, Mangold ve Topf (1985) tarafından geliştirilen birimsiz bir indeks değerini de hesaplayarak vermektedir. Bu çalışmada yapılan tüylülük değerlendirmelerinde, ağırlıklı olarak S_3 ve indeks değerleri kullanılmış, gerekli görülen durumlarda, her bir ölçüm sınıfına karşılık gelen lif sayıları üzerinde de durulmuştur.

4.2.1.1. Tüylülük İndeksi

Tüylülük ölçümünde her bir ölçüm sınıfı; (x_i) ve bu ölçüm sınıfına karşılık gelen iplik yüzeyinden çıkmış lif sayısı da logaritmik olarak (y_i) ile ifade edilirse, yapılan tüylülük testi boyunca oluşan (x_i, y_i) çiftleri arasında lineer logaritmik bir korelasyon olduğu görülecektir. Tüylülük değerlendirmesinin, bu korelasyon hesaba katılarak yapılması gerekmektedir.



*Şekil 4:
Zweigle tüylülük indeksi değerinin hesaplanmasının grafiksel açıklaması*

Tüylülük indeksi değerinin hesaplanmasında kullanılan parametreler aşağıdaki gibidir.

- Her bir ölçüm sınıfı için, iplik gövdesinden çıkan lif sayıları (100 m iplikte)
- Teorik olarak hesaplanabilen en uzun lif (iplik yüzeyinden çıkan)boyu
- En küçük ve en büyük ölçüm sınıfına karşılık gelen lif sayılarının oranı
- Ölçüm sınıfı uzunlukları
- Regresyon katsayısı

Bu parametrelerin ışığında tüylülük indeksi değeri, aşağıda verilen formülle spesifik bir değer olarak hesaplanabilir.

$$H = \frac{\sum K * \sum N}{r * R * m} \quad (4.1)$$

Burada;

H: Tüylülük İndeksi,

r: Regresyon katsayısı,

K: Ölçüm Sınıfları,

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

R: Teorik olarak hesaplanabilen en uzun lif boyudur.

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

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

N_u : İplik yüzeyinden çıkmış en uzun liflerin sayısı (100 m iplikte)

Teorik olarak hesaplanabilen en uzun elyaf boyu $y = a+bx$ şeklindeki regresyon doğrusu üzerinde $y = 0$ için bulunan x değerine karşılık gelmekte ve

$$y = 0 = a+bx,$$

$$x = \frac{-a}{b} = R \text{ olmaktadır.}$$

a ve b değişkenlerinin hesaplanmasında, n ölçüm sınıfı sayısı olmak üzere aşağıdaki formüller kullanılmaktadır.

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n} \quad (4.2)$$

$$b = \frac{\sum x y - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \quad (4.3)$$

Regresyon katsayısının hesaplanmasında ise aşağıda verilen formüller kullanılmaktadır.

$$r^2 = \frac{(\sum x y - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n})^2}{(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n})(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n})} \quad (4.4)$$

$$r = \sqrt{r^2} \quad (4.5)$$

Spesifik bir değer olarak hesaplanan tüylülük indeksi değerinin büyümesi iplik tüylülüğünün arttığı anlamına gelir. En kısa lif sayısı ile en uzun lif sayısının birbirine oranlanması ile bulunan "m" değeri, indeks değerinin hesaplanmasında büyük etkiye sahiptir. Bu değerin çok yüksek olması tüylülük indeksi değerinin çok düşük olması anlamına gelmektedir.

Bunun tekstil teknolojisindeki anlamı, iplik yüzeyinden çıkan lif sayısı bakımından, daha fazla sayıda uzun liflere sahip olan ipliğin, daha fazla miktarda kısa liflere sahip olan ancak uzun lif sayısı bakımından düşük olan iplikten, daha büyük tüylülük indeksine sahip olacağıdır. Sonuç olarak, uzun liflerin sayıları, tüylülük indeksi değerinin hesaplanmasında kısa liflerin sayılarına nazaran daha belirleyici role sahiptir (Mangold ve Topf, 1985).

Yapılan tüylülük değerlendirmelerinde, tüylülük indeksi ile birlikte olm yapılan lif uzunluklarının, bu uzunluklara karşılık bulunan lif sayılarının ve indeks değerinin hesaplanmasında kullanılan olm sınıflarının da belirtilmesi gerekmektedir.

4.2.2. Kullanılan İstatistiksel Analiz Yöntemi

Deneyssel çalışmalarda incelenen parametreye göre, farklı durumlardan elde edilen sonuçlar arasındaki farkın ne denli anlamlı olduğunu belirlemek büyük önem arz etmektedir. Bunun için genelde istatistiksel yöntemlere müracaat edilmektedir. Yapılan testler sonucunda elde edilen değerlerin istatistiksel analizi, farklı ana kütleler üzerinde tek bir niteliğin etkisinin farklı olup olmadığı incelendiği için, tek faktörlü sınırlamasız varyans analizi metodu kullanılarak yapılmıştır. İstatistiksel analizlerde COSTAT paket programı kullanılmıştır.

Yapılan varyans analizi, toplam değişimi örnekler içi ve örnekler arası değişimlere ayrıştırarak, örnekler arası değişimin, örnekler içi değişimden önemli derecede büyük olup olmadığını tespit etmek esasına dayanmaktadır (Akdeniz, 1998).

Her bir örnek değerlerinin, kendi ortalamalarından sapmalarının kareleri toplamı, grup içi kareler toplamı olarak adlandırılmaktadır. Bu değer istatistiksel analizle ilgili tablolarda "Gİ" ile gösterilmiştir. Gruplar içerisindeki bu değişim, genellikle deneme hatasına atfedildiğinden, hata kareler toplamı olarak da adlandırılabilir. Her bir örnek ortalamasının genel ortalamadan sapmalarının kareleri toplamına ise, gruplar arası kareler toplamı denilmektedir. Bu değerler ise ilgili tablolarda "GA" ile gösterilmiştir.

Grup içi ve gruplar arası kareler toplamlarının, kendi serbestlik derecelerine (Df) bölünmesi ile bulunan ortalamalar ise, kareler ortalaması (Ko) olarak adlandırılmıştır.

İstatistiksel analizle ilgili tablolarda verilen F değeri (hesaplanan) gruplar arası kareler ortalamasının, gruplar içi kareler ortalamasına bölünmesiyle elde edilen bir değerdir. Hesaplanan F değerinin, kritik F değeri ile karşılaştırılması ile gruplar arasındaki farklılığın istatistiki açıdan anlamlı olup olmadığına karar verilmektedir. Kritik F değerleri, pay ve paydanın serbestlik dereceleri ile " α " nem seviyesine göre düzenlenmiş tablolarda belirtilmiştir. Hesaplanan F değeri, kritik F değerinden büyükse, iki grup ortalaması değerleri arasındaki farklılığın istatistiki açıdan önemli olduğu söylenebilir.

Ayrıca istatistiksel analiz sonuçları arasında verilen P anlamlılık değeri, belirlenen " α " nem seviyesinden ne kadar küçük olursa, iki grubun ortalaması değerleri arasındaki farklılığın istatistiki açıdan o derece de anlamlı olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada tüm değerlendirmeler $\alpha = 0,05$ önem seviyesinde yapılmıştır. İki grubun ortalaması değerleri arasında, $\alpha = 0,05$ önem seviyesinde istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık tesbit edilmesi, %95 emniyetle farklılığın tesadüfi olmadığını göstermektedir.

4.3. Araştırma Bulguları ve Tartışma

4.3.1. A-Grubu İplik Tüylülük Test Sonuçları

Deneyssel çalışmanın ilk bölümünde, hammadde özellikleri ile üretim şartları daha önce verilen A-Grubu ipliklerin (Lycra'lı ve Lycra'sız), üretildikleri modifiye edilmiş ve normal ring iplik makineleri çıkışından rastgele alınan 10'ar adet kops ve bu makinelerin beslediği bobinleme makineleri çıkışından yine rastgele alınan 10'ar adet bobin formundaki numune üzerinde tüylülük olm yapılmıştır. A-Grubu ipliklerle (Lycra'lı ve Lycra'sız) yapılan tüylülük testleri ortalaması sonuçları Tablo-3'de verilmiştir.

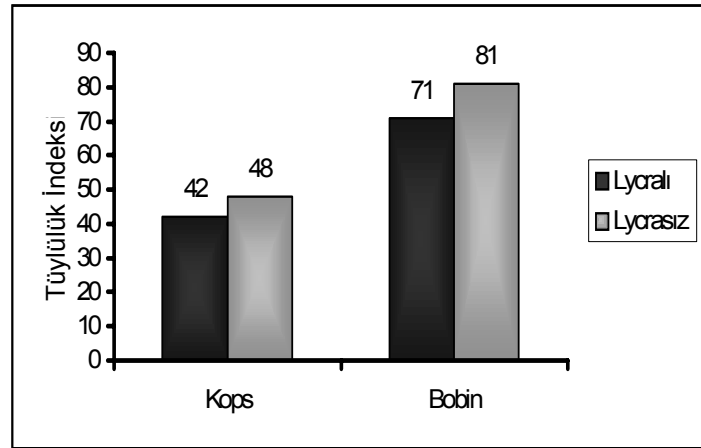
Yapılan ölçümlerde 12 mm ve daha uzun ölçüm sınıflarında iplik gövdesinden çıkmış lif bulunmadığından Tablo-3’de bu ölçüm sınıflarının (15, 18, 21, 25 mm) gösterilmesine gerek duyulmamıştır. Ayrıca test edilen bazı ipliklerde, 10 mm ölçüm sınıfında iplik yüzeyinden çıkan lif bulunmadığından, İndeks “I” değerlerinin hesaplanmasında, 8 mm lif uzunluğuna kadar olan (8 mm dahil) ölçüm sınıfları değerlendirmeye katılmıştır.

Tablo 3: A-Grubu ipliklerin tüylülük testi sonuçları

A-Grubu İplik		I	S ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₆	N ₈	N ₁₀	N ₁₂
Kops	Lycra’lı	42	1313	13235	2713	813	430	53	14	3	0
	Lycra’sız	48	1472	12716	2623	929	461	64	16	2	0
Bobin	Lycra’lı	71	2238	17711	3462	1360	743	107	25	3	0
	Lycra’sız	81	2620	15034	3244	1474	951	163	29	3	0

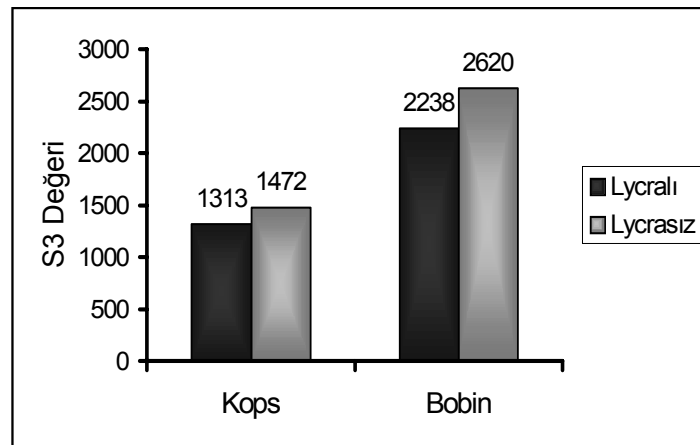
Lycra’sız iplik, aynı şartlarda aynı hammaddeden üretilen Lycra’lı iplikten indeks değeri bakımından daha yüksek değerlere sahiptir. İndeks değeri kops formunda 42’den 48’e, bobin formunda ise 71’den 81’e yükselmiştir.

S₃ değerleri bakımından ortalama sonuçlar incelendiğinde ise, Lycra®’sız ipliğin kops ve bobin formunda sırasıyla %12 ve %17 oranlarında daha olumsuz özellik gösterdiği görülmektedir. İndeks ve S₃ değerlerinin değişimi, Şekil-4 ve Şekil-5’de grafikler halinde verilmiştir.



Şekil 4:

A-Grubu iplik numunelerinde indeks değerlerinin Lycra’lı ve Lycra’sız durum için karşılaştırılması



Şekil 5:

A-Grubu iplik numunelerinde S₃ değerlerinin Lycra’lı ve Lycra’sız durum için karşılaştırılması

İndeks ve S_3 değerlerinde Lycra'lı ve Lycra'sız durum arasında görülen bu farklılığın istatistiki olarak anlamlı olup olmadığını incelemek amacıyla istatistiksel analiz yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde her iki durum için bulunan indeks ve S_3 değerleri ile bunların istatistiksel analiz sonuçları Tablo-4'te verilmiştir. Lycra'lı iplikler "+" ve Lycra'sız iplikler de "-" işareti ile tabloda temsil edilmişlerdir.

Tablo 4: A-Grubu iplikler için tüylülük test sonuçları (indeks- S_3) ve istatistiksel analizi

Test No:	Kops Formunda				Bobin Formunda			
	İndeks		S_3		İndeks		S_3	
	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
1	63	46	1256	1399	59	76	2149	2476
2	53	48	1342	1471	75	74	2185	2474
3	43	45	1367	1398	55	80	2235	2513
4	45	53	1392	1508	70	79	2264	2580
5	47	53	1305	1493	75	84	2260	2674
6	34	48	1346	1430	89	71	2280	2522
7	40	40	1251	1474	59	84	2155	2611
8	29	45	1262	1483	93	91	2301	2867
9	31	50	1348	1525	59	87	2219	2861
10	37	56	1257	1540	79	83	2332	2624
Ort	42	48	1313	1472	71	81	2238	2620
Kt	GA	192,2	127201,25		460,8	730384,2		
	Gl	1182	47069,3		1929	220525,6		
Df	GA	1	1		1	1		
	Gl	18	18		18	18		
Ko	GA	192,2	127201,25		460,8	730384,2		
	Gl	65,6666666	2614,9611111		107,16666667	12251,422222		
F (hesp.)		2,926	48,643648833		4,299844479	59,616278564		
P(anl.de.)		0,1043 ns	0,0000***		0,0527 ns	0,0000***		

Yapılan analizler sonucunda indeks değerlerinde Lycra'lı ve Lycra'sız iplikler arasında gözlemlenen farklılığın, her iki form (kops-bobin) için de istatistiki açıdan anlamlı olmadığı görülmüştür. Buna karşın, S_3 değerlerinde gözlemlenen farklılıkların, istatistiki açıdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Tüylülük indeksi değeri, bütün olarak ipliğin tüylülüğünü temsil eden birimsiz bir değerdir. Tüylülük indeksi değerlerinde Lycra'lı ve Lycra'sız durum arasında istatistiki açıdan anlamlı bir farklılığın görülmeyişi, tüylülük ölçüm cihazında uygulanan ön gerilim değeri ile ilişkilendirilebilir.

Elastik kor ipliklerin normal ipliklerden en önemli farklılıkları, yapılarındaki geri toparlanma gücüdür. Lycra'lı iplikteki elastandan kaynaklanan geri toparlanma özelliğinin, test sırasında pratik nedenlerle uygulanan yüksek gerilim değeri ($\approx 15\text{cN}$) nedeni ile önemini yitirdiği düşünülmektedir.

S_3 değeri bakımından Lycra'sız iplik, Lycra'lı kor iplikten hem kops hem de bobin formunda istatistiki açıdan anlamlı olacak şekilde daha büyük bulunmuştur. Bu durumun, elastik kor iplik yapısında, merkezdeki elastan etrafına kesik elyafın sarılması nedeni ile iplik gövdesinden dışarı çıkan uzun liflerin sayısının azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tüylülükle ilgili alınan sonuçlarda ilgi çekici bir diğer husus, Lycra'lı iplikte 1 ve 2 mm ölçüm sınıflarında bulunan lif sayısının, Lycra'sız iplikten daha fazla olmasıdır. Yapılan tüylülük testleri sonucunda elde edilen ortalama değerler incelendiğinde bu durum rahatlıkla görülebilir (Tablo-3). 1 ve 2 mm ölçüm sınıflarında görülen bu durumun tersine, indeks değerleri bakımından Lycra'sız ipliğin her ne kadar istatistiki açıdan anlamlı olmasa da, daha büyük çıkması indeks değerinin hesaplanmasında uzun liflerin daha belirleyici olduğunun kanıtıdır.

4.3.2. B-Grubu İplik Tüylülük Test Sonuçları

Ring iplikçiliğinde, üretilen ipliklerdeki hataların giderilebilmesi ve kops boyutları nedeniyle müteakip işlemlerde karşılaşılabilecek olan problemlerin önlenmesi amacıyla, üretilen kops formundaki

iplikler, çapraz sarımlı konik bobin halinde sarılırlar. Modifiye edilmiş ring iplik makinelerinde üretilen elastan içerikli kor ipliklerde aynı gerekçelerden dolayı bobinleme işlemine tabi tutulmaktadır.

Normal ring ipliği üretiminde uygulanan bobinleme işleminin tüylülüğü artırdığı yapılan çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Rust ve Peykamin, 1992). Çalışmanın bu bölümünde, çapraz sarımlı konik bobin halinde sarım işleminin, modifiye edilmiş ring ipliği makinelerinde üretilen elastan içerikli kor ipliklerin tüylülüğü üzerine etkisi incelenmiştir.

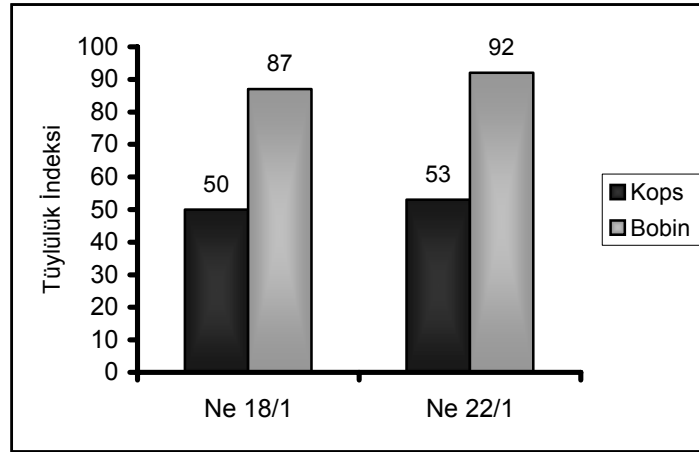
Daha önce hammadde özellikleri ile üretim şartları verilen, B-Grubu iplik numuneleri, içerisinden rasgele seçilen 10 adet kops ve 10 adet bobin yapılan tüylülük testlerinde kullanılmıştır. Testlerde kullanılan elastik kor iplikler, dokuma kumaş üretiminde kullanılacaklarından, bobinleme sırasında parafinleme işlemi uygulanmamıştır.

Her bir kops ve bobin tüylülük ölçüm cihazında bir kez test edilmiştir. Tüylülük testlerinden elde edilen ortalama değerler aşağıda tablo halinde verilmiştir (Tablo-5). Test edilen elastik kor ipliklerden bazılarında, 10 mm ölçüm sınıfında iplik yüzeyinden çıkan lif bulunmadığından, İndeks değerlerinin hesaplanmasında, 8 mm lif uzunluğuna kadar olan (8mm dahil) ölçüm sınıfları değerlendirmeye katılmıştır.

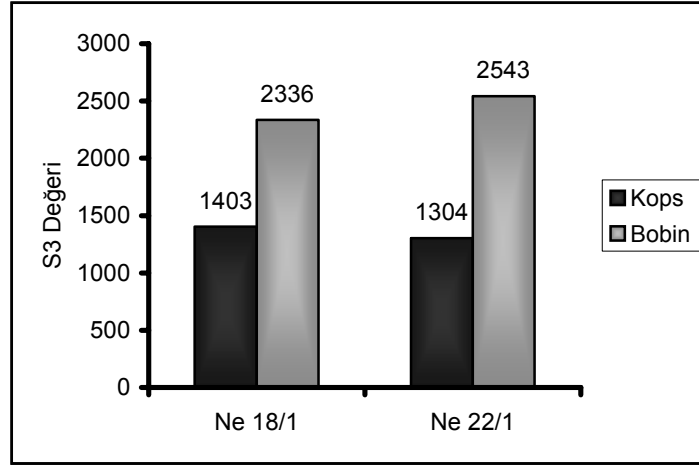
Tablo 5: B-Grubu iplikler için tüylülük ölçüm sonuçları

B-Grubu İplik		I	S ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₆	N ₈	N ₁₀	N ₁₂
Ne18/1	Kops	50	1403	12173	2443	824	481	76	17	5	0
	Bobin	87	2336	17703	3867	1371	804	125	31	5	0
Ne22/1	Kops	53	1304	12367	2383	798	426	57	18	5	0
	Bobin	92	2543	20053	4288	1513	856	134	33	7	0

İndeks değeri, kopsdan bobin formuna geçişte her iki iplik numarası için de yaklaşık %74 oranında artmıştır. S₃ değeri Ne 18/1 ve Ne 22/1 lineer yoğunluklu ipliklerde sırasıyla %66.5 ve %95 oranında artış göstermiştir. İndeks ve S₃ değerlerindeki değişimi daha iyi gözlemleyebilmek için elde edilen test sonuçları ortalamaları Şekil-6 ve Şekil-7'de grafik formunda verilmektedir.



*Şekil 6:
B-Grubu iplik numunelerinde indeks değerleri değişimi*



Şekil 7:

B-Grubu iplik numunelerinde S₃ değerleri değişimi

İndeks ve S₃ değerlerinde kops ve bobin formları arasında görülen bu farklılıkların istatistiki olarak anlamlı olup olmadığını incelemek amacıyla istatistiksel analiz yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde bulunan indeks ve S₃ değerleri ile bunların istatistiksel analiz sonuçları Tablo-6'da verilmiştir.

Tablo 6: B-Grubu iplikler için tüylülük test sonuçları (indeks-S₃) ve istatistiksel analizi

Test No:	Ne 18/1				Ne 22/1			
	İndeks		S ₃		İndeks		S ₃	
	Kops	Bobin	Kops	Bobin	Kops	Bobin	Kops	Bobin
1	31	77	1300	2312	50	93	1266	2195
2	19	93	1295	2383	62	100	1346	2668
3	95	91	1981	2288	36	102	1116	2836
4	44	92	1206	2286	43	78	1198	2904
5	42	87	1202	2475	61	60	1520	2441
6	44	76	1216	2279	64	109	1391	2214
7	75	90	1627	2442	57	91	1292	2520
8	52	83	1315	2335	55	94	1315	2569
9	41	88	1386	2329	50	86	1290	2509
10	53	92	1501	2234	48	102	1302	2572
Ort.	50	87	1403	2336	53	92	1304	2543
Kt	GA	6956,45	4356177,8		7566,05		7678083,2	
	Gİ	4549,3	590197		2528,9		579222	
Df	GA	1	1		1		1	
	Gİ	18	18		18		18	
Ko	GA	6956,45	4356177,8		7566,05		7678083,2	
	Gİ	252,73888889	32788,722222		140,49444444		32179	
F (Hesp.)	27,524256479		132,85597927		53,853019099		238,60540104	
P(anl. de.)	0,0001***		0,0000***		0,000***		0,0000***	

Tüylülüğün, elastan içerikli kor ipliklerin kopstan bobine sarımı sırasında, indeks ve S₃ değeri bakımından arttığı ve bu artışın istatistiksel olarak $\alpha=0,05$ önem seviyesinde anlamlı olduğu görülmektedir. Tüylülük değerlerinde görülen bu artışın, yüksek hızlarda yapılan bobinleme işlemi sırasında, artan hava akımının, ipliğin bobinleme makinesinin değişik kılavuzlarından geçerken maruz kaldığı çok çeşitli sürtünme kuvvetlerinin ve artan merkezkaç kuvvetinin etkisiyle iplik yapısından dışarıya doğru çıkan liflerin sayısının artmasından kaynaklandığı söylenebilir.

5. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Tüylülük; iplik üretimi ardından gelen kumaş üretimi, boyama ve terbiye işlemlerini etkileyen önemli bir iplik özelliğidir. Tüylülüğün ölçülebilen bir iplik parametresine dönüştürüldüğü 1950'li yılların

başından günümüze kadar iplik tüylülüğü ile ilgili çok çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Günümüzde halen bu önemli iplik özelliğinin ölçümü, nedenleri ve azaltılması ile ilgili olarak, değişik iplik türleri üzerinde yapılan çalışmalar devam etmektedir.

Bu çalışmada, öncelikle kısa stapel iplikçiliğinde önemli bir kalite parametresi halini almış olan tüylülük özelliği ile yine kısa stapel iplikçilik sistemi içerisinde değerlendirilen ve günümüzde kullanımı gittikçe yaygınlaşan elastik kor iplikleri konusu kısaca incelenmiştir.

Ardından, elastan varlığının ve bobinleme işleminin elastik kor ipliklerin tüylülük özelliği üzerindeki etkisi deneysel olarak araştırılmıştır. Deneysel çalışmada değişik lineer yoğunluklardaki poliester/viskon karışımı elastik kor iplikler kullanılmıştır.

A-Grubu ipliklerle, spesifik bir iplik numarası (Ne 20/1) için yapılan testler sonunda, poliester ve viskon karışımı kısa stapel ipliğinde, Lycra'lı ve Lycra'sız durum arasında ipliğin bütün olarak tüylülüğünü temsil eden indeks değerinde istatistiki açıdan anlamlı herhangi bir değişim görülmemiştir. Tüylülük ölçüm cihazında uygulanan gerilim nedeniyle, elastan içerikli kor ipliklerin normal ipliklerden en önemli farkı olan yüksek elastikiyet özelliğinin önemini yitirdiği ve bunun sonucu olarak elastik kor ipliğin tüylülük indeksi yönünden normal ipliklerden farklı bir özellik göstermediği sonucuna varılmıştır.

Lycra'lı ve Lycra'sız ipliklerle yapılan testlerde, iplik gövdesinden çıkan 3 mm ve daha uzun liflerin sayısını temsil eden S_3 değerinde Lycra'lı durumda istatistiki açıdan anlamlı azalma kaydedilmiştir. Bu durumun merkezdeki elastan üzerine liflerin sarılması sonucu, iplik gövdesinden çıkan uzun liflerin sayısının azalmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

B-grubu, Ne 18/1 ve Ne 22/1 lineer yoğunluklarındaki poliester ve viskon karışımı elastik kor iplikleri ile yapılan deneysel çalışmalar ve istatistiki analizler, kopstan bobine sarım esnasında tüylülükte, hem indeks hem de S_3 değeri bakımından artış meydana geldiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Elastik kor ipliklerin tüylülük değerlerinde görülen bu artışın, yüksek hızlarda yapılan bobinleme işlemi sırasında artan hava akımının, ipliğin bobinleme makinesinin değişik kılavuzlarından geçerken maruz kaldığı çok çeşitli sürtünme kuvvetlerinin ve artan merkezkaç kuvvetinin tesiriyle iplik yapısından dışarıya doğru çıkan liflerin sayısının artmasından kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır.

5. KAYNAKLAR

1. Akdeniz, F. (1998). *Olasılık ve İstatistik*, Baki Kitabevi, Adana.
2. Barella, A. (1993). *Textile Progress, The Hairiness of Yarns*. The Tex. Inst., UK.
3. Dupont Bulletin. (1997). Producing Core-Spun Yarns Containing Lycra, *Dupont Bulletin L-519*, s.6-7.
4. Mangold, G., Topf, W. (1985). Hairiness and Hairiness Index, a New Measuring Method. *Melliand Textilberichte*, 66: 245-247.
5. Örtlek, (2001). *Spandex İçerikli (Lycra®'lı) Core-Spun İpliklerin Tüylülük Özelliklerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
6. Rupp, J., Böhringer, A. (1999). Yarns and Fabrics Containing Elastane. *International Textile Bulletin*, 1: 10-30
7. Rust, J.P., and Peykamin, S. (1992). Yarn Hairiness and the Process of Winding, *Textile Research Journal*. 62 (11): 685-689.
8. Zweigle. (1996). Operating Instructions G 566.