

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SİROSPUN İPLİKLERİN ÖZELLİKLERİNİN**  
**İNCELENMESİ**



**Begüm Selen YILDIZ**

**Ağustos, 2017**

**İZMİR**

# **SİROSPUN İPLİKLERİN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi  
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Begüm Selen YILDIZ**

**Ağustos, 2017**


**İZMİR**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU


BEGÜM SELEN YILDIZ tarafından DOÇ. DR. MUSA KILIÇ yönetiminde hazırlanan “SİROSPUN İPLİKLERİN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

  
Doç. Dr. Musa KILIÇ

Yönetici

  
Doç. Dr. Pinar GELİK

Jüri Üyesi

  
Doç. Dr. Ümit Halis ERDOĞAN

Jüri Üyesi

  
Prof. Dr. Emine İlknur CÖCEN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Hem lisans hem de yüksek lisans öğrenimim boyunca tüm bilgi ve birikimini benimle paylaşan, iplik ve istatistik alanında tüm sorularıma cevap verip beni yetiştiren, bilgisi ve değerli görüşleri ile akademik hayatımı şekillendiren, gerek mesleğindeki başarısı, gerekse prensipleri açısından her zaman örnek alacağım sevgili danışmanım Sayın Doç. Dr. Musa KILIÇ'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince yardımlarını esirgemeyen ve her türlü fedakarlığa her zaman hazır olduğunu bildiğim, görüş ve önerileri ile çalışmamı zenginleştiren, her zaman daha ileriye gitmemi öğütleyen Dr. Gonca BALCI KILIÇ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İpliklerin üretilmesi ve birçok testin yapılması için bize kapılarını sonuna kadar açan KİPAŞ Tekstil Mensucat A.Ş.'ye teşekkürlerimi sunarım.

Hem ders sürecinde, hem de tez çalışması süresince bilgilerini benimle cömertçe paylaşan, yardımları ile bu yoğun çalışma temposunun altından kolayca kalkabilmeme yardımcı olan, arkadaşım Arş. Gör. Murat DEMİR'e teşekkür ederim.

Eğitim hayatımın her aşamasında maddi ve manevi desteğini asla esirgemeyen, karakterimi ve bakış açımı şekillendiren annem Filiz YILDIZ'a, hayatım boyunca desteğini üzerimden eksik etmeyen, en zor anlarımda bile yüzümü güldürebilen, yaşamımın her anına tanık olduğum ve beraber büyüdüğüm canım kardeşim Selis YILDIZ'a sonsuz teşekkür ederim. Yanımda olamasa da kalbimde varlığını, sevgisini, desteğini, güvenini hissettiğim, bugünleri görebilmesini çok istediğim ve her geçen gün katbekat özlediğim babam Dawar SHARIFIAN'a sonsuz minnetlerimi sunarım.

Begüm Selen YILDIZ

# SİROSPUN İPLİKLERİN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

## ÖZ

Ring iplik teknolojisinde, büküm ve sarım işlemlerinin aynı eleman tarafından gerçekleştirilmesi bazı teknolojik kısıtlamalara neden olmaktadır. Bununla birlikte, konvansiyonel çift katlı iplik eğirme teknolojisinde kullanılan katlama ve büküm işlemleri genellikle düşük verimli makineler tarafından yapılmaktadır. Tüm bu kısıtlamalar iplik eğirme teknolojisinde yeni araştırmalar ve yeni gelişmeleri tetiklemiştir. Bu gelişmelerden biri de büküm iplikçiliğidir.

Geleneksel bir ring iplik eğirme makinesi, birkaç makine parçasını değiştirerek veya aparatlar ekleyerek kolayca büküm eğirme makinesine dönüştürülebilir. Büküm eğirme teknolojisi, ayrı şekilde uygulanan katlama ve büküm işlemlerini ortadan kaldırdığı için, düşük enerji, düşük makine ve yatırım maliyetleri gibi sayısız avantajlar sağlamaktadır. Siro-spun eğirme sistemi, büküm iplikçiliğinde en yaygın olarak kullanılan teknolojidir.

Siro-spun eğirme sistemi, CSIRO ve IWS tarafından bulunan en yaygın eğirme teknolojilerinden biridir. Siro-spun eğirme sisteminin temel ilkesi, birbirine paralel iki lif demetinin aynı anda çekim bölgesine girmesi ve bu iki elyafın ön silindirden çıktıktan sonra birbiri üzerine bükülüp katlanmasıdır.

Bu çalışmada, ring ve siro-spun iplik eğirme teknolojileri kullanılarak %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester iplikler üretilmiştir. Tüm hammaddeler için siro-spun ve çift katlı ipliklerin numaraları Ne 40/2 olarak sabit tutulmuştur. İpliklerin düzgünlük, tüylülük, sık rastlanan hatalar, kopma mukavemeti, kopma uzaması, çap, yoğunluk, pürüzlülük, şekil ve sürtünme gibi fiziksel, mekanik ve yapısal özellikleri ölçülmüş ve eğirme teknolojileri ANOVA kullanılarak istatistiksel olarak birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, siro-spun ipliklerin tüm hammadde gruplarında daha düşük tüylülük derecesine sahip olduğunu göstermektedir. Düzgünlük değerleri sonuçları göstermiştir ki, pamuk ve

polyester siro-spun ve çift katlı iplikler yaklaşık değerlere sahiptir ve bu durum siro-spun eğirme sistemini ring iplikçiliğine iyi bir alternatif haline getirmiştir. Buna ek olarak, siro-spun iplik eğirme işleminin mikro Modal ve Tencel ipliklerinin düzensizlik değerlerinde iyileştirici bir etki sağladığı görülmektedir. Siro-spun ipliklerin ve çift katlı ipliklerin ince yer ve kalın yer miktarları birbirine oldukça yakındır. Ancak, pamuk ve mikro Modal çift katlı iplikler daha az miktarda neps içerir. Genel olarak, tüm hammadde gruplarında iplik-iplik sürtünme katsayıları siro-spun ipliklerde daha düşüktür. Siro-spun ipliklerin homojen büküm yapısı daha küçük çap ve daha düşük pürüzlülük değerine sahip olmasını sağlar ve aynı zamanda yoğunluk ve yuvarlaklık değerinin daha yüksek olmasına neden olur.

**Anahtar kelimeler:** Siro-spun eğirme, büküm iplikçiliği, katlı iplik, mikro Modal

# INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF SIROSPUN YARNS

## ABSTRACT

In ring spinning technology, twisting and winding processes are performed by the same element and this causes some technological limitations. Besides, doubling and twisting processes used in conventional ply-yarn spinning technology are generally applied by low-productive machines. All these limitations triggered new investigations and new developments on spinning technology. One of them is called twist spinning.

A conventional ring-spun machine can be modified to a twist spinning machine easily by changing and adding couple of machine parts. As it can eliminate doubling and twisting processes, twist spinning technology provides numerous important advantages such as lower energy, lower machine and investment expenses. Siro-spun spinning system is the most widely used technology in twist spinning.

Siro-spun spinning is one of the most widely used spinning technology invented by CSIRO and IWS. The main principle in siro-spun spinning is, two parallel fibre strands are fed simultaneously in the drafting zone and these two fibre strands twist together on each other when they leave the front roller.

In this study, 100% cotton, 100% Tencel, 100% micro Modal and 100% polyester yarns were produced by using ring and siro-spun spinning technologies. Yarn counts were kept stable as Ne 40/2 for siro-spun yarns and plied-yarns for all raw materials. Physical, mechanical and structural properties such as unevenness, hairiness, imperfections, breaking force, breaking elongation, diameter, density, roughness, shape and friction of all yarn types were measured and spinning technologies were compared with each other statistically by using ANOVA. Results show that considering all raw material groups, hairiness values of siro-spun yarns have lower hairiness degree. For unevenness values, results showed that cotton and polyester siro-spun and plied yarns have approximate values which makes siro-spinning a good

alternative of ring spinning. In addition, it can be easily realized that siro-spinning has an improving effect on unevenness values of micro Modal and Tencel yarns. Siro-spun yarns and plied yarns have quite approximate quantities of thin places and thick places. Besides, cotton and micro Modal plied yarns have lower neps quantities. In general, in all material groups yarn-to-yarn friction coefficients are lower for siro-spun yarns. Homogenous twist structure of siro-spun yarns causes smaller diameter and lower roughness and at the same time density and shape values are greater.

**Keywords:** Siro-spun spinning, twist spinning, plied yarn, micro Modal





## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ .....	iv
ABSTRACT .....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xi
TABLolar LİSTESİ.....	xv
<b>BÖLÜM BİR - GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Giriş.....	1
1.2 Eğirme Sistemlerine Genel Bakış .....	3
1.3 Ring İplik Eğirme Sistemi .....	5
1.3.1 Ring İplikçiliğinin Tarihsel Gelişimi .....	5
1.3.2 Ring İplik Üretim Teknolojisi.....	7
1.3.2.1 Eğirme Hazırlık İşlemleri .....	7
1.3.2.1.1 Harman Hallaç Dairesi .....	8
1.3.2.1.2 Tarak Makinesi .....	12
1.3.2.1.3 Cer Makinesi.....	15
1.3.2.1.4 Fitol Makinesi.....	16
1.3.2.2 Ring İplik Üretimi.....	18
1.3.2.3 Bobinleme.....	23
1.3.3 Ring İplik Üretim Teknolojisinde Elde Edilen Gelişmeler.....	24
1.4 Çift Katlı İplik.....	25
1.4.1 Çift Katlı İpliklerin Yapısı .....	26
1.4.2 Çift Katlı İplik Üretimi.....	27
1.4.2.1 Katlama Makineleri .....	28
1.4.2.2 Büküm Makineleri .....	31
1.5 Büküm İplikçiliği .....	36
1.5.1 Siro-spun .....	37

1.5.1.1 Çalışma Prensipleri .....	40
1.5.2 Farklı Büküm İplikçiliği Eğirme Sistemleri.....	43
1.5.2.1 Zinser .....	43
1.5.2.2 Pinter Fa Ni S.R.L .....	44
1.6 Önceki Çalışmalar.....	44
1.7 Çalışmanın Amacı.....	53

## **BÖLÜM İKİ - MATERYAL VE METOT .....55**

2.1 Materyal .....	55
2.1.1 Çalışma Kapsamında Kullanılan Liflerin Seçimi.....	55
2.1.2 Çalışma Kapsamında Kullanılan Liflerin Özellikleri.....	58
2.1.2.1 Pamuk .....	61
2.1.2.2 Tencel .....	42
2.1.2.3 Mikro Modal .....	64
2.1.2.3.1 Mikrolif.....	65
2.1.2.4 Poliester .....	69
2.1.3 Çift Katlı Ring ve Siro-spun İpliklerin Üretim Parametreleri.....	71
2.1.3.1 %100 Pamuk Çift Katlı Ring ve Siro-Spun İplik Üretimi.....	71
2.1.3.2 %100 Tencel, %100 Mikro Modal Ve %100 Poliester Çift Katlı Ring ve Siro-Spun İplik Üretimi.....	74
2.1.4 Çalışmanın Deney Planı .....	76
2.2 Metot .....	77
2.2.1 İplik Tüylülük Testi.....	77
2.2.2 İplik Düzensizliği, Sık Rastlanan Hatalar ve Diğer Yapısal Özelliklerin Ölçümü.....	78
2.2.3 Kopma Mukavemeti ve Kopma Uzaması Testleri .....	79
2.2.4 İplik Sürtünme Testleri.....	79
2.2.4.1 İplik-Seramik ve İplik-Metal Sürtünmesi .....	81
2.2.4.2 İplik-İplik Sürtünmesi.....	83
2.2.5 Sonuçların Değerlendirilmesi.....	85

**BÖLÜM ÜÇ - ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....86**

3.1	Tüylülük.....	86
3.1.1	Uster Tester 5 S8000 Sonuçları.....	86
3.1.2	Uster Zweigle Hairiness Tester 5 Sonuçları.....	89
3.2	Düzensüzlük .....	92
3.3	Sık Rastlanan Hatalar.....	95
3.3.1	İnce Yer ( - %50 / km) .....	97
3.3.2	Kalın Yer ( + %50 / km) .....	98
3.3.3	Neps ( + %200 / km) .....	98
3.4	Mekanik Özellikler .....	99
3.4.1	Kopma Mukavemeti (cN).....	101
3.4.2	Kopma Uzaması (%) .....	101
3.5	Sürtünme .....	102
3.5.1	İplik-Metal Sürtünmesi .....	104
3.5.2	İplik-Seramik Sürtünmesi .....	104
3.5.3	İplik-İplik Sürtünmesi .....	105
3.6	Diğer Yapısal Özellikler .....	106

**BÖLÜM DÖRT – SONUÇ VE ÖNERİLER.....111**

**KAYNAKLAR .....**116

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1	Dünyada iplik teknolojisi kullanım oranı..... 3
Şekil 1.2	Farklı iplik teknolojilerinin üretim hızları..... 4
Şekil 1.3	İlk iplik makinesi teknik çizim..... 6
Şekil 1.4	İlk ring iplik makinesi ..... 6
Şekil 1.5	Hammadde olarak pamuk kullanılan ring iplikçiliği üretim basamakları.....7
Şekil 1.6	Modern harman hallaç hattı: 1) otomatik balya açıcı, 2) ön temizleyici, 3) homojen karıştırıcı, 4) esas temizleyici, 5) kondenser, 6) tarak makinesi, 7) koyler ..... 9
Şekil 1.7	Otomatik balya açma makinesi ..... 10
Şekil 1.8	Liflerin birbiri üzerine dökülerek oluşturduğu katmanlar..... 11
Şekil 1.9	Rieter C70 yüksek performanslı tarak makinesi ..... 13
Şekil 1.10	Tarak makinesi şeması: 1)sevk kanalı, 2) besleme kanalı, 3) sevk silindiri, 4) besleme masası ve silindiri, 5) brizör, 6)ızgara, 7) hava emişi, 8) tambur, 9 ve 12) sabit tarama çubukları, 10) şapka, 11) temizleme ünitesi, 13) ızgara, 14) penyör 15) alıcı silindirler, 16) kalender (baskı) silindirleri ve huni, 17) tarak kovası, 18) koyler (helezon istifleyici) ..... 14
Şekil 1.11	Cer makinesi..... 16
Şekil 1.12	Bandın masura üzerine sarımı ..... 17
Şekil 1.13	Ring iplik makinesi ..... 18
Şekil 1.14	Ring iplik eğirme ünitesi ..... 19
Şekil 1.15	Ring iplik makinesinde çekim bölgesi ..... 20
Şekil 1.16	Ring iplik makinesinde çekim bölgesi şematik görünümü ..... 20
Şekil 1.17	Yüksek hızlı kamera ile görüntülenmiş eğirme üçgeni..... 21
Şekil 1.18	Ring iplikçiliğinde eğirme üçgeni ..... 21
Şekil 1.19	Bobin makinesi..... 23
Şekil 1.20	İplik katlama işlemi ve katlı iplik..... 25
Şekil 1.21	Katlı iplik teknik görünüm ..... 26
Şekil 1.22	İki yönlü ve tek yönlü çift katlı ipliklerin yapısı..... 27
Şekil 1.23	Katlama işleminin şematik görünümü..... 29

Şekil 1.24	Katlama makinesinin şematik görünümü.....	30
Şekil 1.25	İki iplik katlama .....	30
Şekil 1.26	Üç iplik katlama .....	31
Şekil 1.27	Ring büküm makinesi.....	33
Şekil 1.28	Çift büküm makinesinin teknik çizimi .....	34
Şekil 1.29	Çift büküm tekniğinin şematik gösterimi.....	35
Şekil 1.30	Siro iplik eğirme sistemi .....	38
Şekil 1.31	Siro iplik eğirme sistemi aşamaları ve ring eğirme sistemi aşamaları ....	38
Şekil 1.32	Siro-spun eğirme sistemin bileşenleri .....	39
Şekil 1.33	Siro-spun katlı ipliğin oluşumu.....	40
Şekil 1.34	Siro-spun ipliği üretimi için kullanılan aparatlar: 1) çift gözlü fitil kılavuzları, 2) orta kılavuz .....	41
Şekil 1.35	Klasik çift katlı iplik ve siro-spun iplik büküm yönleri .....	42
Şekil 1.36	Siro-spun ipliklerin ve klasik çift katlı ipliklerin yapısındaki lif yerleşimleri.....	42
Şekil 1.37	Zinser firmasının büküm iplikçiliği eğirme sistemi .....	43
Şekil 1.38	Pinter firmasının büküm iplikçiliği eğirme sistemi.....	44
Şekil 2.1	Yıllar bazında dünya lif üretimi .....	56
Şekil 2.2	Dünyada ve Türkiye’de 2014-2014 yılları arası kimyasal lif üretimi [Poliolefinler, polipropilen ve polietileni içermektedir.] .....	57
Şekil 2.3	Pamuk bitkisi.....	59
Şekil 2.4	Pamuk lifinin a=2000 kat, b=3000 kat, c=4000 kat büyütülmüş boyuna SEM görüntüsü.....	59
Şekil 2.5	Pamuk lifinin enine SEM görüntüsü .....	60
Şekil 2.6	Tencel lifinin boyuna ve enine SEM görüntüsü.....	62
Şekil 2.7	Pamuk ve Tencel liflerinin yüzey görünümleri.....	62
Şekil 2.8	1,3dtex Modal lifinin enine kesit ve uzunluğuna görünüşleri.....	65
Şekil 2.9	Mikroliflerin çapının pamuk, yün, keten ve ipek lifine göre karşılaştırması..	66
Şekil 2.10	a) Mikrofilament ipliklerden dokunmuş kumaş yapısı, b) Konvansiyonel filament ipliklerinden dokunmuş kumaş yapısı .....	67

Şekil 2.11	(a) Mikro lifli dokuma kumaşların rüzgâra karşı bariyer etkisi, (b) Mikro lifli dokuma kumaşların su iticilik özelliği, (c) Mikro lifli dokuma kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği .....	68
Şekil 2.12	25 yıkamadan sonra %100 pamuk ve %100 mikro Modal liflerden örülmüş kumaşların görüntüsü .....	68
Şekil 2.13	Poliester lifinin boyuna görünüşü .....	70
Şekil 2.14	Poliester lifinin farklı enine kesit görünüşleri .....	70
Şekil 2.15	Çalışmanın deney planı .....	76
Şekil 2.16	Uster Zweigle Hairiness Tester 5 .....	78
Şekil 2.17	Uster Tester 5 S800 .....	78
Şekil 2.18	Uster Tensorapid 4 test cihazı .....	79
Şekil 2.19	Lawson Hemphill CTT dinamik sürtünme test cihazı .....	80
Şekil 2.20	İplik sürtünmesi test cihazında test edilecek ipliğin geçişi .....	80
Şekil 2.21	İplik-materyal sürtünmesi testi öncesinde ipliğin konumu .....	81
Şekil 2.22	İplik-materyal sürtünmesi testi süresince ipliğin konumu .....	81
Şekil 2.23	İplik-metal ve iplik-seramik sürtünmesinde toplam sarım açısı .....	82
Şekil 2.24	Bükülmüş iplik yönteminin şematik diyagramı .....	83
Şekil 2.25	İplik-iplik sürtünmesi testlerinde ipliğin konumu (A)test öncesi, (B)test sırasında.....	84
Şekil 3.1	$H$ değerleri için %95 güven aralıkları grafiği.....	88
Şekil 3.2	$sh$ değerleri için %95 güven aralıkları grafiği.....	89
Şekil 3.3	$S3$ değerleri için %95 güven aralıkları grafiği .....	91
Şekil 3.4	$S1+2$ değerleri için %95 güven aralıkları grafiği.....	92
Şekil 3.5	$\%CVm$ değerleri için %95 güven aralıkları grafiği .....	94
Şekil 3.6	$\%CV2D$ $8mm$ değerleri için %95 güven aralıkları grafiği .....	95
Şekil 3.7	İnce Yer (- %50 / km) değerleri için %95 güven aralıkları grafiği .....	97
Şekil 3.8	Kalın yer (+%50 / km) değerleri için %95 güven aralıkları grafiği .....	98
Şekil 3.9	Neps (+%200 / km) değerleri için %95 güven aralıkları grafiği.....	99
Şekil 3.10	Kopma mukavemeti (cN) değerleri için %95 güven aralıkları grafiği. 101	
Şekil 3.11	Kopma uzaması (%) değerleri için %95 güven aralıkları grafiği.....	102
Şekil 3.12	İplik-metal sürtünme katsayıları için %95 güven aralıkları grafiği .....	104
Şekil 3.13	İplik-seramik sürtünme katsayıları için %95 güven aralıkları grafiği..	105

Şekil 3.14	İplik-iplik sürtünme katsayıları için %95 güven aralıkları grafiği.....	106
Şekil 3.15	$2D\emptyset$ (mm) değerleri için %95 güven aralıkları grafiği.....	109
Şekil 3.16	$CVFS$ (%) değerleri için %95 güven aralıkları grafiği.....	109
Şekil 3.17	$D$ ( $g/cm^3$ ) değerleri için %95 güven aralıkları grafiği .....	110
Şekil 3.18	Dairesellik değerleri için %95 güven aralıkları grafiği.....	110



## TABLULAR LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
Tablo 1.1 Eğirme sistemlerinin sınıflandırılması .....	4
Tablo 2.1 Çalışmada kullanılan liflerin özellikleri.....	58
Tablo 2.2 USA-164 pamuğuna ait HVI değerleri.....	60
Tablo 2.3 Tencel lifinin viskoz, pamuk poliester ve polipropilen lifleri ile karşılaştırmalı filament özellikleri .....	62
Tablo 2.4 Tencel lifinin çeşitleri ve özellikleri.....	63
Tablo 2.5 1,3 dtex doğrusal yoğunluktaki, 38mm kesme uzunluğundaki Lenzing Tencel LF lifinin mekanik özellikleri.....	64
Tablo 2.6 1,3 dtex doğrusal yoğunluktaki standart Tencel ve Tencel LF lifleri arasındaki özellik farkları .....	64
Tablo 2.7 Poliester lifinin özellikleri.....	71
Tablo 2.8 Harman-hallaç dairesindeki üretim parametreleri.....	72
Tablo 2.9 Eğirme hazırlıktaki üretim parametreleri .....	73
Tablo 2.10 Fital makinesine ait üretim parametreleri .....	73
Tablo 2.11 Ring ve bobin makinelerine ait üretim parametreleri.....	73
Tablo 2.12 Katlama ve büküm makinelerine ait üretim parametreleri.....	74
Tablo 2.13 Harman-hallaç dairesindeki üretim parametreleri.....	74
Tablo 2.14 Eğirme hazırlıktaki üretim parametreleri .....	75
Tablo 2.15 Fital makinesine ait üretim parametreleri .....	75
Tablo 2.16 Ring ve bobin makinelerine ait üretim parametreleri.....	75
Tablo 2.17 Katlama ve büküm makinelerine ait üretim parametreleri.....	76
Tablo 3.1 %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester çift katlı ve siro-spun ipliklerin Uster Tester 5 S800 cihazıyla ölçülen tüylülük ve tüylülük değişimi değerleri.....	87
Tablo 3.2 %100 Tencel, %100 poliester, %100 pamuk ve %100 mikro Modal çift katlı ve Siro-spun ipliklerin tüylülük ( <i>H</i> ) varyans analizi tablosu .....	87
Tablo 3.3 %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester çift katlı ve Siro-spun ipliklerin tüylülük değişimi ( <i>sh</i> ) varyans analizi tablosu ....	88



Tablo 3.4	% 100 pamuk, % 100 Tencel, % 100 mikro Modal ve % 100 poliester Modal çift katlı ve siro-spun ipliklerin Uster Zweigle Hairiness Tester 5 cihazıyla ölçülen tüylülük değerleri.....	90
Tablo 3.5	% 100 pamuk, % 100 Tencel, % 100 mikro Modal ve % 100 poliester çift katlı ve Siro-spun ipliklerin tüylülük (S3) varyans analizi tablosu.....	90
Tablo 3.6	% 100 pamuk, % 100 Tencel, % 100 mikro Modal ve % 100 poliester çift katlı ve Siro-spun ipliklerin tüylülük (S1+2) varyans analizi tablosu....	91
Tablo 3.7	% 100 pamuk, % 100 Tencel, % 100 mikro Modal ve % 100 poliester çift katlı ve siro-spun ipliklerin kapasitif düzgünsüzlük (%CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri.....	93
Tablo 3.8	% 100 Tencel, % 100 poliester, % 100 pamuk ve % 100 mikro Modal çift katlı ve siro-spun ipliklerin kapasitif düzgünsüzlük (%CVm) varyans analizi tablosu.....	93
Tablo 3.9	% 100 Tencel, % 100 poliester, % 100 pamuk ve % 100 mikro Modal çift katlı ve siro-spun ipliklerin optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) varyans analizi tablosu.....	94
Tablo 3.10	% 100 pamuk, % 100 Tencel, % 100 mikro Modal ve % 100 poliester çift katlı ve siro-spun ipliklerin sık rastlanan hata değerleri .....	96
Tablo 3.11	% 100 Tencel, % 100 poliester, % 100 pamuk ve % 100 mikro Modal çift katlı ve siro-spun ipliklerin ince yer (- %50 / km), kalın yer (+ %50 / km) ve neps (+ %200 / km) varyans analizi tablosu.....	96
Tablo 3.12	% 100 pamuk, % 100 Tencel, % 100 mikro Modal ve % 100 poliester çift katlı ve siro-spun ipliklerin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri.....	100
Tablo 3.13	% 100 pamuk, % 100 Tencel, % 100 mikro Modal ve % 100 poliester çift katlı ve siro-spun ipliklerin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) varyans analizi tablosu .....	100
Tablo 3.14	% 100 pamuk, % 100 Tencel, % 100 mikro Modal ve % 100 poliester çift katlı ve siro-spun ipliklerin iplik-metal, iplik-seramik, iplik-iplik sürtünme katsayıları ( $\mu$ ) .....	103

Tablo 3.15	%100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester çift katlı ve siro-spun ipliklerin iplik-metal, iplik-seramik ve iplik-iplik sürtünme katsayıları varyans analizi tablosu.....	103
Tablo 3.16	%100 Tencel, %100 poliester, %100 pamuk ve %100 mikro Modal çift katlı ve siro-spun ipliklerin çap ( $2D\emptyset$ mm), pürüzlülük ( $CV FS$ %), yoğunluk ( $D$ g/cm <sup>3</sup> ) ve yuvarlaklık (shape) değerleri.....	107
Tablo 3.17	%100 Tencel, %100 poliester, %100 pamuk ve %100 mikro Modal çift katlı ve siro-spun ipliklerin çap ( $2D\emptyset$ mm), pürüzlülük ( $CV FS$ %), yoğunluk ( $D$ g/cm <sup>3</sup> ), ve yuvarlaklık (shape) değerleri varyans analizi tablosu .....	108



# BÖLÜM BİR

## GİRİŞ

### 1.1 Giriş

Tekstil endüstrisinde yapılan yeni araştırmalar, üretim kalitesini ve verimini arttırmayı, daha az maliyet ile daha fazla ürün elde edebilmeyi hedeflemektedir. Bunun için hem var olan teknoloji geliştirilmekte hem de yeni yöntemler üzerine çalışılmaktadır. Yeni gelişmeler arasında en ilgi çekici olanlardan biri de iplik endüstrisindeki gelişmelerdir. Yapılan araştırmalar teknolojinin limitlerini zorlamaktadır ve bu da teknolojik gelişmelerin hızlıca yatırıma dönüşmesi konusunda teşvik yaratmaktadır. Ar-Ge kurumlarının arasındaki kuvvetli rekabet ve yardımlaşma dengesi teknolojinin hızla gelişmesini sağlamaktadır.

Çift katlı iplik üretiminde kullanılan büküm makineleri, genellikle üretim hızı ve verimi düşük makinelerdir. Ayrıca; büküm ve sarım işlemlerinin aynı eleman tarafından gerçekleştirilmesi bazı teknolojik sınırlandırmalara neden olmaktadır. Bu sınırlamalar yeni iplikçilik sistemlerinin geliştirilmesine neden olmuştur. Bu sistemlerden bir tanesi de büküm iplikçiliğidir.

Büküm iplikçiliği, klasik ring iplik makinesinde yapılan birkaç parça değişimi ile direkt olarak çift katlı iplik üretimi sağlamaktadır. Bu teknolojide katlama ve büküm işlemleri için ayrı işlem basamaklarına ihtiyaç duyulmamaktadır ve bu nedenle makine, enerji, personel ve yatırım maliyetlerinden kazanç sağlanmaktadır.

CSIRO tarafından geliştirilerek 1980'lerin başında iplikçilik sektörüne tanıtılan ve günümüzde kamgarn iplikçiliğinde yaygın olarak kullanılan siro-spun sistemindeki temel prensip; çekim sisteminin ön silindirinden sonra, aralarında oldukça geniş bir

mesafe bulunan paralel iki lif tutamının bir büküm noktasında birleştirilmesi ve bu noktada birlikte büküm almasıdır (Ünal ve Ömeroğlu, 2013).

Siro-spun iplikçiliğinde her türlü elyaf çeşidi oldukça geniş bir iplik numarası aralığında çalışabilmekte ve hem kısa hem de uzun lifler rahatlıkla kullanılabilir. Bu da muline ve flamlı ipliklerin üretimini kolaylaştırmakta ve pazara yeni iplikler, dolayısıyla yeni kumaşlar sunulmasına olanak sağlamaktadır.

Alışılmış sistemlerin yerine yenilerinin kurulması ve kabul edilmesi tüm dünyada oldukça maliyetli bir yatırımdır ve ticari risk taşımaktadır. Bu nedenle yeni bir sistem olan siro-spun iplik eğirme teknolojisi, kurulması gereken yeni bir sistem gerektirmeden hazırda bulunan ring iplik makinesi üzerine monte edilebilecek aparatlar ile hem hızı hem de verimi arttırmayı amaçlar.

Günümüzde oldukça yaygın kullanılan siro-spun iplikleri hem maliyet düşürücü özelliği ile hem de çift katlı ipliklere göre daha üstün özellikleri ile birçok iplik üretim tesisi tarafından tercih edilmektedir. 1992 yılında ABARE (Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics and Sciences) tarafından yapılan araştırmaya göre CSIRO tarafından geliştirilen siro-spun eğirme sistemi, eğirme maliyetlerini azalttığı için Avustralyalı yün üreticilerine önemli kazançlar sağlamıştır. ABARE'S'in icra direktörü Brian Fisher siro-spun eğirme sisteminin yün üreticilerine yıllık 36 milyon dolar getiri sağladığını bildirmiştir. Bu kazançların o günkü toplam getirisinin 908 milyon dolar olduğunu belirterek, bu miktarın siro-spun eğirme sistemini için yapılan araştırma ve geliştirme çalışmalarına sağlanan finansmanın 123 katı olduğunu altını çizmiştir. Siro-spun eğirme sisteminin bu getiriler ile üreticileri teşvik ettiğini ve iplik üreticilerinin yün kullanımını arttırdığını belirtmiştir (Johnstone, Tulpule, Foster ve Gilmour, 1992).

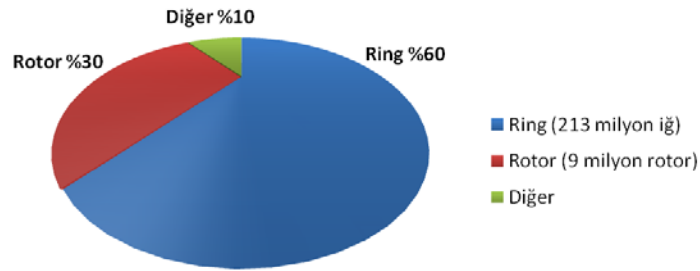
Yalnız iplik performansına göre değil, siro-spun iplikler ile örülmüş ya da dokunmuş kumaşların özelliklerine göre de değerlendirildiğinde siro-spun ipliklerin hazır giyim ihracatında da oldukça güçlü olduğu söylenebilir.

Çalışmada siro-spun iplikleri ile ring üretim teknolojisi kullanılmış olan çift katlı iplikler tüylülük, düzgünsüzlük, mekanik özellikler, çap, yoğunluk, pürüzlülük, sık rastanan hatalar ve sürtünme özelliklerine göre incelenmiş ve varyans analizi yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Tüm veriler toplandığında siro-spun ipliklerin, çift katlı ipliklere göre üstün özelliklerinin varlığı açık şekilde görülmektedir. Özellikle belirli üretim adımlarının ve makinelerin üretim prosesinden kaldırılması ile oluşan ekonomik ve hızlı üretim avantajı, siro-spun ipliklerin, çift katlı ipliklere potansiyel bir rakip olduğunu göstermektedir.

## 1.2 Eğirme Sistemlerine Genel Bakış

Günümüzde pek çok farklı iplik eğirme sisteminden söz etmek mümkündür. Bu eğirme sistemlerinden bazıları henüz deneme aşamasında olmakla birlikte, bazıları ise ticarileşmiş ve pazardaki yerlerini almıştır. Tablo 1.1’de bilinen bazı eğirme sistemlerinin sınıflandırması görülmektedir (Kılıç, Balcı Kılıç ve Okur, 2011).

Bugün dünyada en yaygın kullanılan ve geleneksel eğirme sistemi olarak da bilinen eğirme teknolojisi ring iplikçiliğidir. Ring iplikçiliği, yaklaşık 210 milyon iğlik kapasitesiyle dünya genelinde kısa lif iplik üretiminin %60’ını karşılamaktadır (Şekil 1.1).

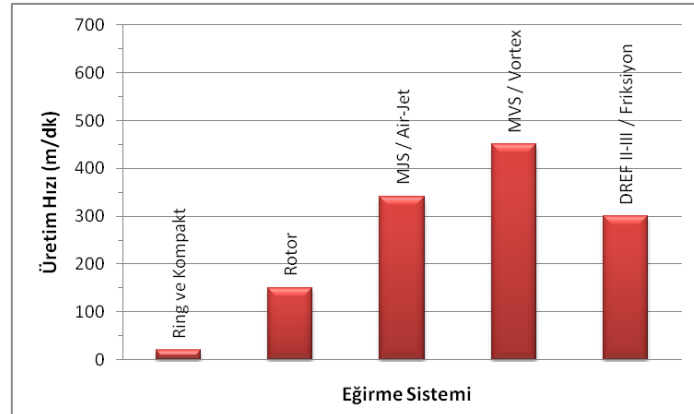


Şekil 1.1 Dünyada iplik teknolojisi kullanım oranı (Bange, Constabte, Gordon, Long, Naylor ve Van Der Stuij, 2009)

Tablo 1.1 Eğirme sistemlerinin sınıflandırılması (Lawrence, 2003)

Eğirme Teknolojisi	Yöntem	Eğirme Sırasında Büküm Verme Şekli	Lifleri Bir Arada Tutma Tekniği	Ticari Adı
Ring İplikçiliği	Tek fitilin bükümü ile	Gerçek	Büküm: S ya da Z	Çeşitli
	İki fitilin katlı bükümü ile	Gerçek	Büküm: S ya da Z	Siro-spun Duo-spun
Open-End İplikçiliği	Rotor İplikçiliği	Gerçek	Büküm: Z + sarma	Çeşitli
	Friksiyon İplikçiliği	Gerçek	Büküm: Z + sarma	DREF II
Self-Twist İplikçiliği	Sağa-sola hareketli ovalama silindirleri arasından geçen ipliğin, yine ovalama silindirleri ile katlanması	Yalancı	S ve Z büküm	Repco
Sarma (Wrap) İplikçiliği	Self-twist ipliğe filament sarma	Yalancı	S ve Z + filament sarma	Selfil
	Oyuk iğ ile	Yalancı	Sarma	Parafil
	Hava jeti ile	Yalancı	Sarma + büküm	DREF III, MJS, MVS, Plyfil
Bükümsüz	Su esaslı yapıştırma	Yalancı	Yapıştırma	Twilo
	Reçine esaslı yapıştırma	Yalancı	Yapıştırma	Bobtex
	Yaş keçeleştirme	Sıfır	Keçeleştirme	Periloc

Ancak, diğer eğirme sistemleriyle karşılaştırıldığında ring iplikçiliğindeki üretim hızının oldukça düşük olduğu görülmektedir (Şekil 1.2). Ayrıca, gerek üretim sürecindeki ara kademelerin çokluğu ve gerekse de kops halinde sarılan ipliğin miktarı gibi ekonomik sebeplerden dolayı günümüzde farklı eğirme sistemlerinin kullanımı da yaygınlaşmaktadır (Kılıç ve ark., 2011).



Şekil 1.2 Farklı iplik teknolojilerinin üretim hızları (Kılıç ve ark., 2011)

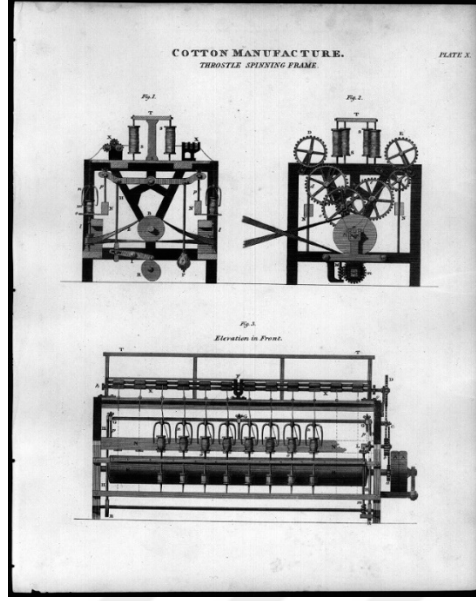
Dünyada en yaygın kullanılan iplik eğirme sistemi ring iplik eğirme sistemi olsa da üretim hızının yeni teknolojilere göre çok az olduğu görülmektedir. Ring iplik eğirme sisteminin daha yavaş olmasına rağmen hala yoğun kullanılıyor olmasının sebebi ise diğer teknolojilerin yatırım maliyetlerinin çok olması ve yeni sistemlerin kullanılabilmesi için yetiştirilecek operatörlerin sisteme alışmalarının ve tam randımanlı kullanabilmeleri için uzun bir süreye ihtiyaç duyulmasıdır. Bu nedenle ring iplikçiliği için kurulan makine hattında düzenleme yapılarak, yatırım maliyeti ve kullanım zorluğu yaratmayacak eğirme sistemleri tercih edilmektedir. Bunun yanında iplik işletmesinde makine parkuru seçilirken üretilecek olan iplik çeşitliliği, müşteri beklentileri, kullanılacak olan liflerin özellikleri ve maliyet en önemli hususlardır.

### **1.3 Ring İplik Eğirme Sistemi**

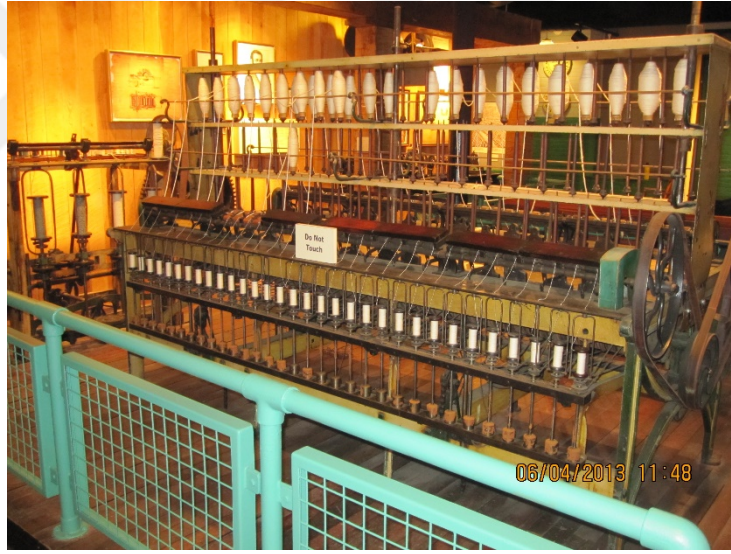
İplik üretiminde günümüze kadar çeşitli iplik eğirme teknolojileri geliştirilmiş ve farklı uygulama alanlarına yönelik olarak kullanım bulmuştur. Çok çeşitli hammadde kullanımına izin veren ve geniş bir numara aralığında iplik üretebilme özelliğine sahip olan ring iplik üretim teknolojisi, dünya genelinde en çok kullanılan sistemdir (Erdumlu, Oxenham ve Özipek, 2013).

#### ***1.3.1 Ring İplikçiliğinin Tarihsel Gelişimi***

Ring eğirme makinesi ilk olarak 1828 yılında Amerikalı John Thorp tarafından icat edilmiştir. Jenkes ise 1830 yılında kopça ilave ederek sistemi geliştirmiştir. 180 seneyi aşkın bir süredir ring eğirme makinesi basit yapısını korumuştur. Sistemde üretim miktarını arttırıcı değişiklikler hariç köklü bir değişiklik yapılmamıştır. Şekil 1.3'te ilk ring iplik makinesinin fikir aşamasındaki teknik çizimi ve Şekil 1.4'te ilk ring iplik makinesi gösterilmiştir.



Şekil 1.3 İlk iplik makinesi teknik çizim (Rees, 1820)



Şekil 1.4 İlk ring iplik makinesi (History of the Town of Schaghticoke, 2014)

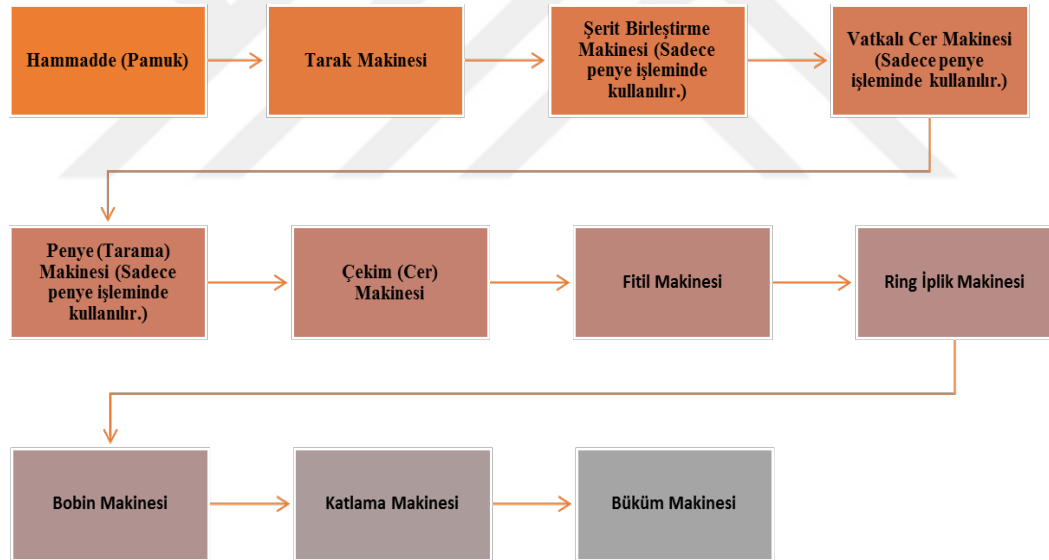
1970'li yılların sonuna doğru üretimde %40'a varan artış sağlayacak modifikasyonlar yapılmıştır. Özellikle de otomasyona önem verilmiştir. Bu modifikasyonların bazıları daha küçük bilezik ve kops formu ile yüzük ve iğdeki iyileştirici değişikliklerdir. Bu değişiklikler hala devam etmektedir. Diğer eğirme sistemlerine göre avantajları fazla olduğundan ring eğirme sistemi hala en yaygın kullanılan eğirme sistemidir.



### 1.3.2 Ring İplik Üretim Teknolojisi

Bu eğirme sistemiyle pamuk, keten, yün gibi doğal lifler kullanılarak iplik üretilen gibi kesikli sentetik ve rejenere lifler kullanılarak da iplik üretilir. Sistemin çalışma prensibi temel olarak, paralel hale getirilmiş olan lif kütlelerinin sırasıyla bant ve fitil formuna getirildikten sonra bir çekim sisteminden geçirilip bilezik ve kopça yardımıyla büküm verilerek bir kops haline dönüştürülmesi esasına dayanmaktadır (Günaydın ve Abdulla, 2014).

Hammadde olarak pamuk kullanılan ring iplikçiliği üretim basamakları Şekil 1.5'te gösterilmiştir.



Şekil 1.5 Hammadde olarak pamuk kullanılan ring iplikçiliği üretim basamakları

#### 1.3.2.1 Eğirme Hazırlık İşlemleri

Balyalar halindeki pamuğun ipliğe dönüştürülmesinde, hazırlık işlemlerinin birincil amacı lifleri açmak, temizlemek, paralel hale getirmek ve daha sonra eğirme işlemi

için bu lifleri ring iplik makinesine beslemektir. Bu işlemler; üç boyutlu sıkıştırılmış, birbirine dolanmış ve keçeleşmiş liflerden oluşan balyaları aynı doğrultuda, nizami şekilde dizilmiş uzun lif bantları haline getirmek amacı ile yapılmaktadır. Bu form değişikliğinin amacı ise lif bandı boyunca minimum lif kopuşunu sağlamak ve en az sayıda birbirine dolaşmış liflere rastlamaktır. Ayrıca lif kopuşunu azaltmak için önem verilmesi gereken diğer faktörler ise makine ayarlarının ve makine çalışma hızlarının iyi ayarlanmasıdır. Bu şekilde lifler daha az zarar görür ve lif kopuşları azalır (Lawrence, 2003).

Eğirme hazırlık işlemleri fitillerin ring iplik makinesine beslenmesine kadar olan süreci kapsar. Bu bölümde harman hallaç dairesi, tarak, cer ve fitil makinelerinden kısaca bahsedilecektir.

*1.3.2.1.1 Harman Hallaç Dairesi.* Farklı özellikteki (kalite, renk ve fiyat) hammaddeyi bir araya getirerek homojen bir şekilde karıştırma işlemine harman; bu işlemi yapan makineye de hallaç adı verilir.

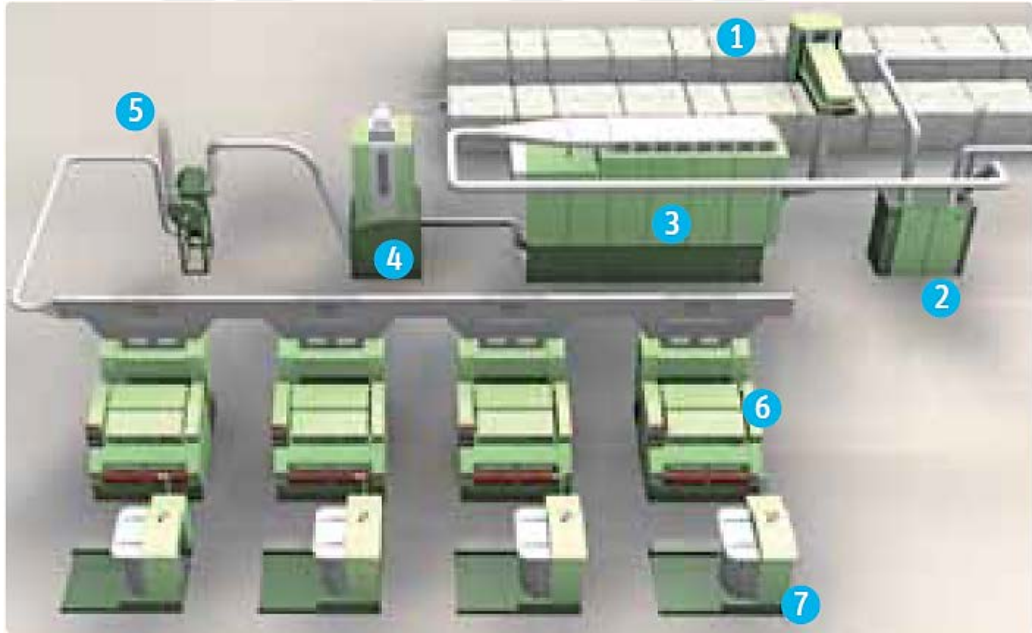
İplik üretiminde harmanın hazırlanmasında hareket noktası; elde edilmek istenen iplik, dolayısıyla ondan üretilecek tekstil yüzeyinin sahip olması gereken kullanım özellikleri ve fiyatıdır. Buna göre harmana katılacak lif türü veya türleri tespit edilir. Kalite açısından bakıldığında harmana katılacak olan liflerin şapel uzunluklarının inceliklerinin, mukavemet değerlerinin, temizlik derecesinin ve olgunluklarının denk olması gerekmektedir. Bu nedenle optimal karışıma ulaşmak için her balyadan alınan numuneler birtakım teknolojik analizlerden geçirilir. Harman, hem iyi kalitede iplik üretebilmek hem de fiyat-kalite oranını minimuma indirmek için çok önemli bir operasyondur (Carissoni, Dotti, Fleiss, Petaccia ve Pieri, 2002).

Harmandan beklenen özellikler:

- Hammaddenin küçük tutamlar halinde açılmış olması,

- Yabancı maddelerin ve tozun bir kısmının uzaklaşmış olması,
- Farklı tip ve kalitedeki pamukların karışmış olması,
- Hammadde maliyetinin azalmasına yardımcı olması,
- Hammaddenin sahip olduğu özelliklerin (incelik, uzunluk, olgunluk, mukavemet, yabancı madde vb.) varyasyonunu dengelemiş olması,
- Aynı lif uzunluğuna sahip lif türlerinin harmanlanmış olması,
- Üretim süreci boyunca verimi iyileştirmede avantaj sağlamış olması.

Bir iplik işletmesinde üretilecek iplikte ulaşılmak istenen özelliklere göre seçilen hammadde gruplarının homojen bir şekilde, reçeteye uygun olarak harmanlandığı yer harman-hallaç dairesidir. Şekil 1.6’da modern bir harman hallaç hattı görülmektedir.



Şekil 1.6 Modern harman hallaç hattı: 1) otomatik balya açıcı, 2) ön temizleyici, 3) homojen karıştırıcı, 4) esas temizleyici, 5) kondenser, 6) tarak makinesi, 7) koyler (Klein, 2011)

Harman hallaç hattındaki ilk işlem açma işlemidir. Hammadde işletmeye oldukça sıkı şekilde preslenmiş balyalar halinde gelmektedir. Bu aşamada balyalar açılır,

harman reçetesine göre kullanılacak olan lifler kullanım miktarına göre toplanır, tutamlar halinde açılır ve temizlenir. Balyalar ilk olarak otomatik balya açma makinesine beslenir. Makinede bulunan silindirler yardımı ile yan yana dizilmiş balyalar üzerinden elyaf demetleri koparılarak alınır. Otomatik balya açma makinesinin alma ünitesi aşağı ve yukarı yönde hareket edebildiğinden harman reçetesine uygun olarak hangi balyadan ne kadar lif demeti koparacağını bu şekilde ayarlar. Şekil 1.7’de otomatik balya açma makinesinin resmi görülmektedir. Koparılan elyaf tutamları kanal yardımı ile bir sonraki makineye sevk edilir.

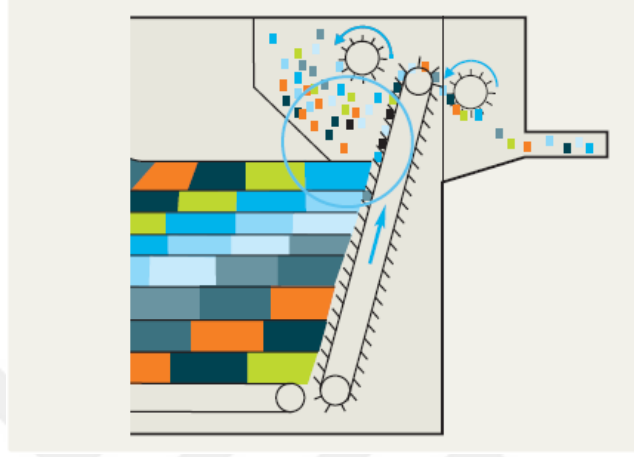


Şekil 1.7 Otomatik balya açma makinesi (Carisconi ve ark., 2002)

Ön temizleyici, otomatik balya açıcıdan sonra kullanılan etkin bir temizleme makinesidir. Görevi; liflere zarar vermeden etkin bir ön temizleme yapmaktır. Ön temizleyici makinesinde bulunan üzeri çivilerle kaplı silindirin elyaflar arasından geçmesi ve hava akımı ile lifler arasındaki boşlukların artması ile yabancı maddeler serbest kalır ve telef haznesine dökülürler.

Ön temizleyici ile temizlenmiş elyaflar harman makinesine gelir. Harman makinesi gelen elyafları olabildiğince homojen şekilde karıştırır. Harman makinesine gelen elyaflar makine içindeki odalara belirli oranlarda dolar. Bu oranın sağlanması fotosel yardımı ile olur. Lifler birbiri üzerine dökülerek katmanlar oluşturur ve silindir yardımı ile yukarı hareket eder. Bu da liflerin karışmasını sağlar. Aynı zamanda silindirin

bıçakları arasında kalan yabancı maddelerin telef haznesine dökülmesiyle lifler temizlenir. Şekil 1.8’de liflerin birbiri üzerine dökülerek oluşturduğu katmanlar görülmektedir.



Şekil 1.8 Liflerin birbiri üzerine dökülerek oluşturduğu katmanlar (Klein, 2011)

Harman makinesinde harmanlanan ve açılan lifler esas temizleme makinesine gelerek etkin biçimde temizlenir. Burada kısa lif, toz, çigit parçaları ve çepel gibi yabancı maddeler ayrılır. Ayrıca makinede bulunan açıcı silindirler sayesinde lifler açılır ve karışır.

Esas temizleyicide temizlenen ve açılan lifler daha küçük partiküllerin uzaklaştırılabilmesi için kondensere gönderilir. Hava emişi sayesinde hafif yabancı maddeler uzaklaştırılır. Bu aşamadan sonra karışım olmayan %100 aynı elyaftan oluşan lifler tarak makinesine beslenir. Eğer karışım ipliği elde edilecekse ekstra olarak karışım makinesine ihtiyaç vardır.

Karışım makinesi harmandan karışım ipliği elde etmeye yarar. Hassasiyet ayarı çok yüksek olan bu makine ile farklı elyaflar homojen şekilde karıştırılarak tarak makinesine beslenir.

*1.3.2.1.2 Tarak Makinesi.* Tarama, eğirme prosesi içerisindeki en önemli işlemdir çünkü sonunda elde edilecek olan ipliğin tüm özellikleri bu aşamada belirlenir. Tarama işleminin aşağıdaki gibi birçok amacı vardır:

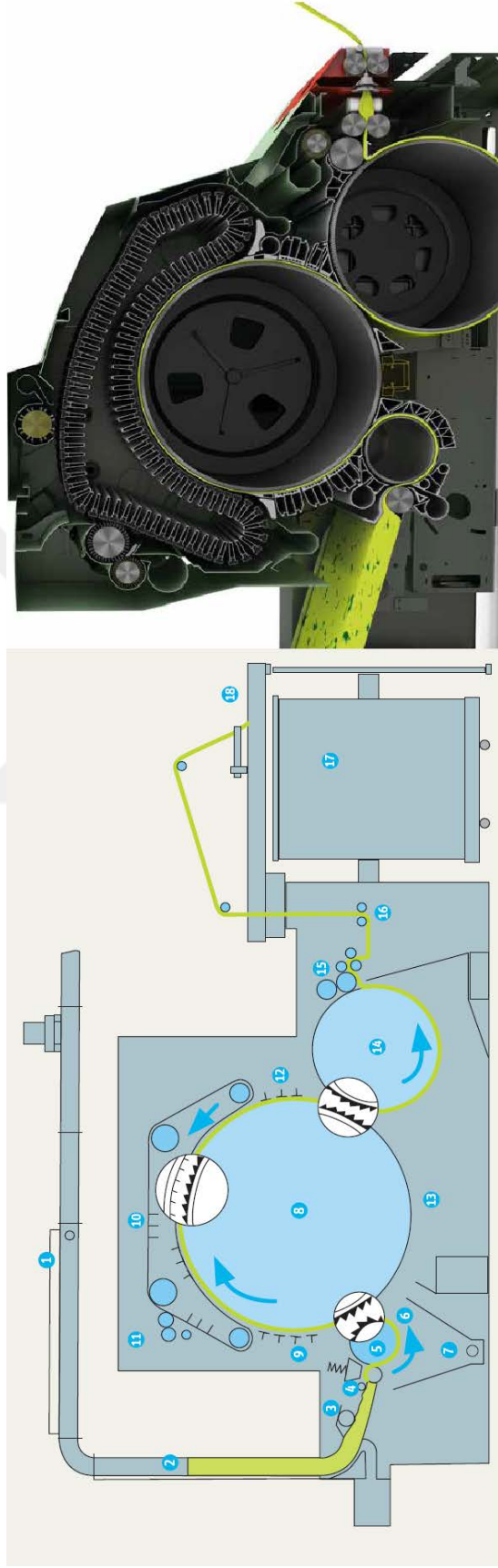
- Harman-hallaç dairesinde açılarak lif topakları haline getirilen lif kütlelerini tek lif haline gelinceye kadar açmak,
- Liflerin içinde bulunan ve daha önceki işlemlerde temizlenememiş olan kabuk, çekirdek parçaları, toz ve l lifleri uzaklaştırmak,
- Lifleri uzunluklarına göre seçmek, kısa lifleri uzaklaştırmak,
- Nepsleri gidermek,
- Lifleri paralelleştirmek,
- Düzgün bir tarak bandı elde etmek (Carissoni ve ark., 2002).

Modern tesislerde, hammadde hava emişi kanallarıyla farklı tasarımlardaki tarak makinesi silosuna beslenir. 500 – 900 kteks civarında düzgün bir şekilde sıkıştırılmış tülbent siloda biriktirilir. Bir transfer silindiri bu materyali besleme düzeneğine iletir. Besleme düzeneği bir silindir ve besleme tablasından oluşur ve bu düzenek elyafı optimum kısırtma sağlayacak şekilde brizre doğru ilerletir. Besleme silindirinden brizre doğru kısırtılmış olan elyaf brizör tarafından taranıp açılmalıdır. Bu topaklar ızgaralar üzerinden geçer ve tambura aktarılır. Bıçak, ızgara ve tarak telleri arasından geçen malzeme büyük lde temizlenir. Ortaya çıkan döküntü hava emişi ile uzaklaştırılır. Taraklama işleminde elyaf tutamları ise tambur ile taşınır ve tambur-şapka arasında tek bir lif haline gelinceye kadar açılır. şapkalar sonsuz zincir mekanizması ile hareket etmekte olan 80 - 116 ayrı taraklama çubuğundan oluşmaktadır. Günümüzde, şapkaların 30 - 46 tanesi taraklama pozisyonundadır, diğerleri ise hareket halinde taraklama konumuna dönüş yolundadır. Dönüş esnasında bir temizleme birimi şapkalardaki lifleri, nepsleri ve yabancı maddeleri sıyırır. Ayrıca sabit şapkalar da işleme yardımcı olması için tasarlanmıştır. Tamburun altı ızgaralar ya da plakalar ile kapatılmıştır. Taraklama işlemi tamamlandıktan sonra tambur üzerinde kancasız, paralel ve serbest konumda bulunan lifler taşınmaktadır. Ancak bu

haliyle lifler taşınabilir bir şekilde değildir. İlave bir silindir (penyör) liflerin taşınması için kullanılır. Penyörün çevresel hızı tambura kıyasla daha düşük olduğundan lifleri tülbent oluşturacak şekilde toplar. Sıyırıcı düzenek tülbenti penyörden alır. Silindirler şeridi kısmen sıkıştırdıktan sonra döner kova tertibatı ile şerit kovaya biriktirilir. Döner silindirler, tambur ve şapkaların işlem boyunca aşınmaya maruz kalan garnitür telleri vardır ve bu kısımlar belirli aralıklarla bilenmelidirler (Klein, 2011). Şekil 1.9'da Rieter C70 yüksek performanslı tarak makinesi, Şekil 1.10'da ise tarak makinesinin şeması görülmektedir.



Şekil 1.9 Rieter C70 yüksek performanslı tarak makinesi (Rieter, 2016)



Şekil 1.10 Tarak makinesi şeması: 1)sevk kanalı, 2) besleme kanalı, 3) sevk silindiri, 4) besleme masası ve silindiri, 5) brizör, 6)ızgara, 7) hava emişi, 8) tambur, 9 ve 12) sabit tarama çubukları, 10) şapka, 11) temizleme ünitesi, 13) ızgara, 14) penyör 15) alıcı silindirler, 16) kalender (baskı) silindirleri ve huni, 17) tarak kovası, 18) koyler (helezon istifleyici) (Klein, 2011 ve Rieter, 2016)



*1.3.2.1.3 Cer Makinesi.* Sadece ticari açıdan bakıldığında cer makinesi, üretim hattındaki diğer makinelere göre daha az önem taşımaktadır, genellikle iplik üretim maliyetlerinin %3'den daha azını oluşturur. Ancak kalite üzerine etkisi, özellikle iplik düzgünsüzlüğüne olan etkisi büyüktür. Ayrıca, eğer cer makinesi düzgün bir şekilde ayarlanmamış ise, iplik mukavemeti ve uzaması da etkilenecektir. Cer makinesinin iplik düzgünsüzlüğünü önemli ölçüde etkilemesinin iki ana nedeni vardır. Birincisi, kısa lif iplikçiliğinde makinelerin diziminde, cer makinesi hataların giderilmesi için son düzeltme noktasıdır. Cer makinesinden çıkan üründeki eksiklikler sadece ipliğe geçmekle kalmaz, bu yetersizlikler cer makinesini takiben çekim etkileri ile fiilen de pekiştirilir. Dolayısı ile iplik hiç bir zaman cer şeridinden daha iyi olamaz. İkinci olarak, cer makinesinde meydana gelen bir hata tüm prosesi önemli oranda etkiler (Klein, 2011). Şekil 1.11'de cer makinesi gösterilmiştir.

Cer makinesinin görevleri aşağıdaki gibidir:

- Dublajlama (katlama) adımı ile bantları birleştirerek homojen bir bant elde ederek bantları düzgünleştirmek.
- Tarak bantlarını farklı hızlarda dönen silindir çiftleri ile uygulanan çekim ile çekip inceltmek ve paralelleştirmek.
- Lif uçlarındaki çengelli yapıyı açmak.
- Lifleri homojen bir şekilde karıştırmak.
- Tozları uzaklaştırmak.
- İstenilen numarada cer bantları elde etmek.
- Elde edilen bantı koyler tertibatı ile kovalara helezonik şekilde istiflemek.

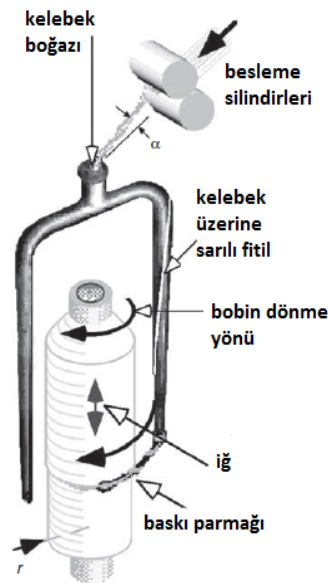


Şekil 1.11 Cer makinesi (Rieter, 2016)

*1.3.2.1.4 Fitol Makinesi.* Fitol makinesinin kullanılmasını gerektiren başlıca iki neden vardır. Birinci neden, istenilen çekim ile ilgilidir. Şerit tüylenmeye ve uçuntu oluşturmaya yatkın, kalın ve bükümsüz bir demet yapısındadır. Bunu ipliğe dönüştürmek için gerekli olan çekim miktarı 300–500 aralığındadır. Ring iplik makinelerinin günümüzdeki çekim tertibatları ile bu demeti; kısa liften eğrilmiş ipliklerden istenen normal beklentileri karşılayacak biçimde, tek bir operasyonda işleyip iplik haline getirmek mümkün değildir. İnce, büküm verilmiş fitil, bu amaç için çok daha uygundur. İkinci neden ise cer kovalarının, ring iplik makinesine malzeme beslemek için akla gelebilecek en kötü taşıma yöntemi ve malzeme sunumu olmasıdır. Buna rağmen, fitil makinesinin kullanımını sona erdirmek amacıyla, çok uzun süre ve ciddi miktarda çaba harcanmıştır (Klein, 2011).

Fitol makinesinin başlıca görevleri cer bandını çekim vererek ring iplik makinesinde kullanılabilir hale gelene kadar inceltmek, liflerin arasında yok denecek kadar az olan kohezyondan ötürü liflerin dağılmasını engellemek amacıyla çok az miktarda büküm vermek ve kovalarla gelen cer bantlarını ring iplik makinesinde kullanılabilir formda masuralara sarmaktır.

Cer makinesinden çıkan bant kovaları cağlık kısmına yerleştirilir ve bantlar bant gezdircilerinden geçirilerek çekim bölgesine beslenir. Çekim ve baskı silindirleri üzerinde meydana gelecek olan aşınmaların daha uzun sürede oluşmasını engellemek amacı ile bant gezdircileri sağa sola hareket ederek bantın çekim bölgesine aynı noktadan girmesini engeller. Fital makinesinden çekim kısmı alta ve üste yerleşmiş şekilde üç çiftten oluşur. Her çekim silindiri bir öncekinden daha hızlı döndüğünden silindirler cer bandına çekim vererek bantın incelmelerini ve liflerin paralel hale gelmesini sağlar. İncelmiş elyaf şeridine mukavemet kazandırmak amacıyla son silindir çifti ile kelebek boğazı arasında yalancı büküm verilir. Fitaldeki bükümün miktarı fitilin bobin halinde sarılmasında ve fitil bobinlerinin ring makinelerinden boşalması sırasında gerekli mukavemeti sağlayacak kadardır. Fazla büküm, istenilen kalitede iplik üretimini engeller. Büküm almış olan fitil kelebek boğazından girerek içi boş olan kelebek kanadına ve baskı parmağına hafif sarılır ve baskı parmağı ucundaki gözden geçirilerek fitil masurasına verilir. Masura üzerine sarım, masuranın üzerine takılı olduğu arabanın aşağı yukarı yönde hareket etmesi ile sağlanır. Kelebekten gelerek baskı parmağından geçen fitil, iğ üzerine yerleşmiş boş masura üzerine katlar halinde sarılır. Sarım işlemi tamamlandığında dolu olan masuralar kovalara doldurulur ve araba yardımı ile boş masuralar yerlerine yerleştirilir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011). Şekil 1.12’de bantın masura üzerine sarımı şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.12 Bandın masura üzerine sarımı (Lord, 2003)

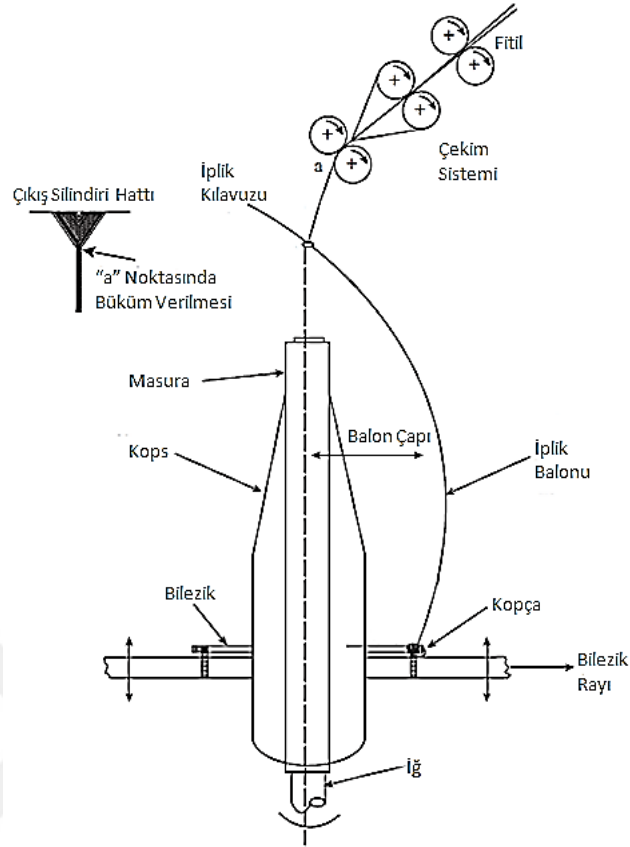
### 1.3.2.2 Ring İplik Üretimi

Ring iplikçiliğinde son basamak, fitil makinesinden gelen fitilleri inceltip istenen numara ve uygun mukavemette iplik elde etmek ve üretilen bu ipliği masuralara sarmaktır. Bu işlem, ‘bilezikli eğirme’ de denilen ring iplik makineleri tarafından gerçekleştirilir. Şekil 1.13’te ring iplik makinesi görülmektedir.



Şekil 1.13 Ring iplik makinesi (Saurer, 2016)

Ring iplik makinesinde fitil makinesinden gelen fitil bobinleri çekim ile inceltilerek istenen numarada iplik büküm olarak mukavemet kazanır ve kops halinde masuralara sarılır. Şekil 1.14’te bir ring iplik eğirme ünitesi şematik olarak gösterilmektedir.



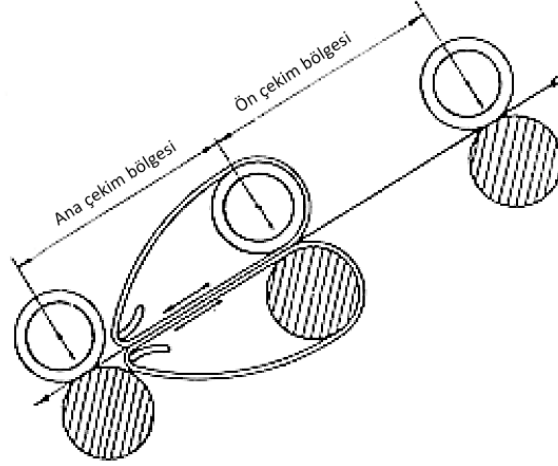
Şekil 1.14 Ring iplik eğirme ünitesi (Lawrence, 2003)

Fıtil bobinleri cağıltaktaki fıtil askılarına takılır. Kılavuz çubukları fıtilleri istenen numaraya gelene kadar çekilecekleri çekim sistemine doğru yönlendirir.

Çekim sistemi iplik düzgünlüğüne önemli etkisi bulunması nedeniyle makinenin en önemli kısımlarından birisidir. Makineye beslenen fıtille istenen iplik numarasına gelene kadar çekim verilir. Çekim tertibatı üç adet silindir çiftinden oluşur. Çekim kısmında ön çekim bölgesi ve ana çekim bölgesi olmak üzere iki çekim bölgesi vardır. Şekil 1.15 ve Şekil 1.16'da ring iplik makinesinde bulunan çekim bölgesi gösterilmiştir. Ön çekim bölgesinde verilen çekim miktarı oldukça azdır. Gerekli olan asıl çekim ana çekim bölgesinde uygulanır.

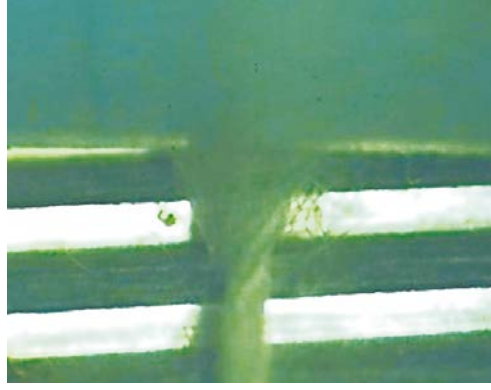


Şekil 1.15 Ring iplik makinesinde çekim bölgesi (Oerlikon Schlafhorst, 2009)

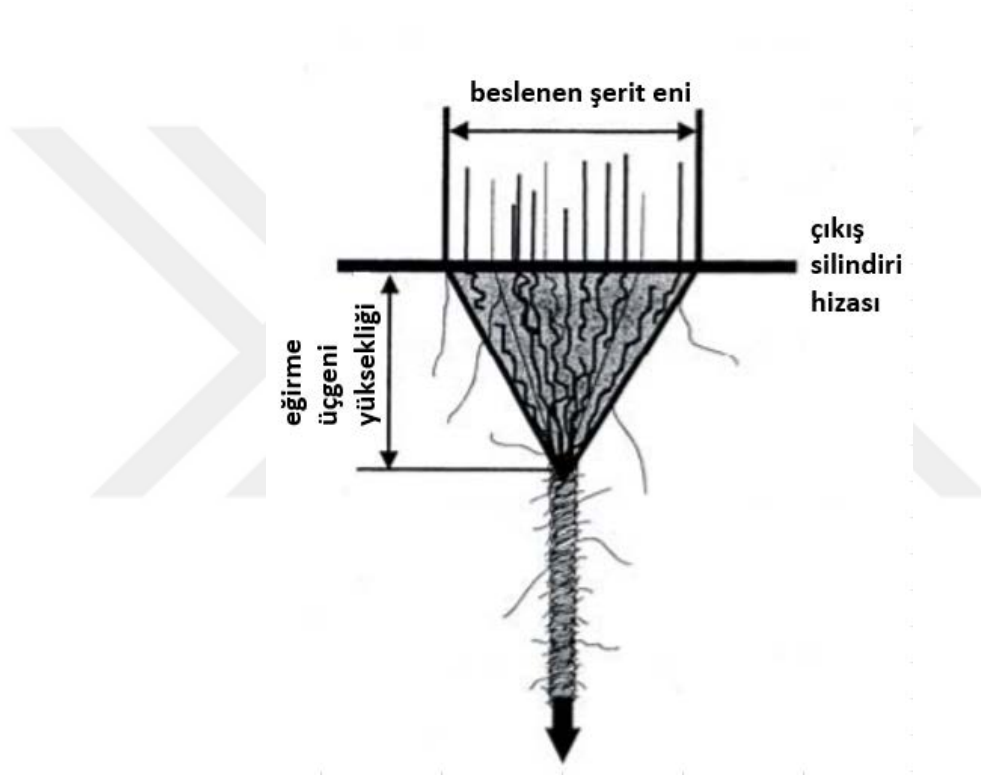


Şekil 1.16 Ring iplik makinesinde çekim bölgesi şematik görünümü (Carisconi ve ark., 2002)

Lifler ana çekim bölgesinden çıkarken eğirme üçgeni oluşur. Eğirme üçgeni ipliğin daha kolay kopmasına, düzgünlük değerinin artmasına ve iplik tüylülüğünün artmasına sebep olur. Eğirme üçgeninin olumsuz etkisini azaltmak için lifler çıkış silindirini terk ettiği anda sıkıştırılarak eğirme üçgeni açısını daraltmak gerekmektedir (Carisconi ve ark., 2002). Eğirme üçgeninin görünümü Şekil 1.17 ve Şekil 1.18’de gösterilmiştir.



Şekil 1.17 Yüksek hızlı kamera ile görüntülenmiş eğirme üçgeni (Liu, Su ve Wu, 2013)



Şekil 1.18 Ring iplikçiliğinde eğirme üçgeni (Krifa, Hequet ve Ettridge, 2002)

Elde edilen ince elyaf şeridi çıkış silindirlerini terk eder, gerekli mukavemeti sağlayacak olan büküm yüksek hızla dönen iğ tarafından verilir. Bilezik üzerinde kopçanın her dönüşü iplikte bir büküm meydana getirir. Kopça iğ üzerindeki boş kopsa ipliğin sarılmasını da sağlar. Bu kopça; fitil makinesindeki kelebeğe benzer iğ, etrafındaki bilezik diye adlandırılan kılavuz rayda hareket eder. Kopçanın kendine ait bir tahrik mekanizması yoktur, üzerine takılı iplik yardımıyla iğ tarafından sürüklenir. Bilezikle kopça arasında oluşan yüksek sürtünme, kopçanın atmosferik direnci ve

kopçayla iplik kılavuzu arasında balon oluşumu nedeniyle kopça iğge göre geriden gelmektedir. İğ ve kopça arasındaki bu hız farkı ipliğin kopsa sarılmasını sağlar. Fital makinesinin tersine ring iplik makinesinde iğ kopçadan daha yüksek hızlarda çalışır (Klein ve Stalder, 2011).

Kesintisiz bir bilezik rayına sabitlenmiş olan bileziklerin sürekli olarak aşağı ve yukarı hareket ettirilmesiyle iplik silindirik kops formunda sarılır. Bilezik rayının traversi kopsun dolu yüksekliğinden daha azdır. Bu sebeple bilezik rayı her sarım tabakasından sonra hafifçe kaldırılmalıdır (Klein ve Stalder, 2011).

Ring eğirme sisteminin yeni iplik eğirme teknolojilerine göre avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- Bütün hammaddeler kullanılabilir ve istenen numarada iplik elde edilebilir.
- İpliğin optimum özelliklerde üretilmesi sağlanabilir.
- Basit bir sistemdir ve üretim süreci kolaylıkla kontrol edilebilir.
- Sistem ve proses ile ilgili bilgi birikimi oldukça fazladır.

Ring iplik makinesinden çıkan kopsların üzerinde az miktarda iplik bulunduğundan dolayı bobin makinelerinde bu kopsların birleştirilip daha sonraki işlemlere uygun form olan bobin haline getirilmesi gerekmektedir. Ayrıca bobin makinelerinde ipliğin üzerindeki ince yer, kalın yer, neps gibi dokuma ve örme prosesinde iplik kopuşlarına neden olabilecek hatalar kesilip uzaklaştırılmaktadır. Ring iplik makinesinde büküm kısa mesafede verildiği için büküm dağılımı düzenli değildir ancak bobin makinesinde kopslar bobin haline geçerken büküm dağılımı da düzgünleştirilir. Delikli patronlar kullanılarak örme ve dokuma prosesinde iplikten boyalı şekilde kullanılacak olan bobinler kolayca boyanabilir.



### 1.3.2.3 Bobinleme

Bobin makinesinin ana görevi ring iplik makinesinden gelen ve üzerinde az miktarda iplik bulunan kopsları birleştirerek bobin haline getirmektir. Aynı zamanda makine üzerinde bulunan temizleyici aparatlarla yabancı maddeler, uçuntular, ince yerler, kalın yerler ve nepsler uzaklaştırılmaktadır. Bu tip sık rastlanan hatalar tespit edildiğinde bu kısımlar kesilir ve iplik düğümleme tertibatı ile iplik yeniden düğümlenir. Bu şekilde istenmeyen iplik düzgünsüzlükleri giderilmiş olur.

Bobin makinesinin çok önemli olan bir diğer önemli görevi ise iplik üzerindeki bükümü homojen hale getirmektir. Ring iplik makinesinde iplik oluşumu esnasında bilezik rayının yukarı yönde hızlı, aşağı yönde yavaş hareket etmesi nedeniyle, iplik bilezik rayı aşağı yönde hareket ederken daha fazla büküm alır. Bu durum iplikte büküm düzgünsüzlüğüne neden olur. Kopslar bobinlere aktarılırken aynı iplik üzerinde oluşan büküm farklılıkları giderilir. Bunun nedeni ise kopslar bobinlere aktarılırken ipliğin bir ucu serbest kalır ve büküm, bükümün çok olduğu yerden az olan yere doğru hareket eder. Şekil 1.19’da Savio marka bobin makinesi görülmektedir.



Şekil 1.19 Bobin makinesi (Savio, 2017)

### ***1.3.3 Ring İplik Üretim Teknolojisinde Elde Edilmesi Gereken Gelişmeler***

Ring iplikçiliğindeki iyileştirmelere rağmen yine de ideal iplik performansı elde edilememiştir. Bunun sebebi ise özellikle maliyetlerin fazla olması ve daha çok otomasyona ihtiyaç duyulmasıdır.

Gelişmeler öncelikle aşağıdaki belirtilen hususlarla elde edilebilir:

- Bileziklerin ve kopçanın daha fazla geliştirilmesi.
- Otomatik takım çıkarma donanımının kullanılması.
- Bilezik çapının düşürülerek kopça hızı değişmeden iğın dönme hızının artırılması. Örneğın, 48 mm'lik bilezik yerine 42 mm'lik bilezik kullanılarak verimlilikte hafif düşme olmasına rağmen bir kg iplik için 7 sent tasarruf sağlanabilir. Ancak bilezik çapındaki bu azalma ring iplik makinelerinde takım çıkarma donanımı (ücret maliyetlerinin düşük olduğu haller hariç) ve bobinleme esnasında ekleyicilerin kullanımını şart koşar. Bu durumda kalın yerin bulunmadığı uzunluğın önemi azalmıştır.
- Makine boyunun artırılması ki bu durum makine fiyatını düşürür.
- Yeni bilgi toplama sistemlerinin ve tahrik sistemlerinin yardımıyla iplik kopuş sıklığının azaltılması.
- Fital kalitesinin iyileştirilmesi, çünkü ring iplik makinelerinde iplik kopuşlarının yüzde ellisi hazırlama makinelerinde olmaktadır.
- Ring iplik makinesinin ve otomatik bobinleme makinelerinin tek bir üretim birimi olarak birleştirilmeleri.
- Fital durdurma hareketleri, temelde döküntüyü azaltmak ve kat oluşumunu önlemek içindir; bu şekilde belirli çalışma periyotlarında işlemler daha az sayıda personel tarafından gerçekleştirilebilir.
- Fital bobinlerinin taşınmasında ve değiştirilmesinde otomasyon.

Hepsi birlikte ring iplik makinesini tekrar cazip hale getirebilir (Klein ve Stalder, 2011).

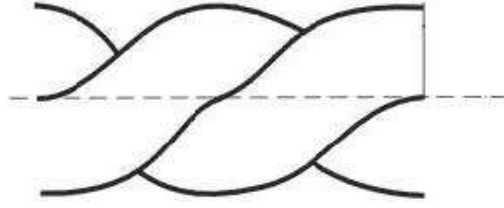
## 1.4 Çift Katlı İplik

Katlama, iplik özelliklerini geliştirmek ve tek katlı ipliklerle sağlanamayan iplik veya kumaş performansını elde etmek amacıyla iki veya daha fazla sayıdaki tek katlı ipliğin birbirine bükülmesi işlemidir. Tek katlı iki veya daha çok ipliğin bükülmesi veya katlanması ile elde edilen iplikler de “katlı iplik” olarak adlandırılmaktadır. Katlama, özellikle eğirme sonrası proseslerde ortaya çıkan kuvvetlere ipliğin dayanabilmesi için ipliğe mukavemet ve aşınma direnci kazandırmak amacıyla yapılmaktadır. Öte yandan, literatürde pürüzsüz bir yüzey ile yumuşak bir tutuma sahip oldukça parlak, düzgün, az tüylü, mukavemetli ve aşınmaya karşı dirençli iplikler “çok katlı iplik” olarak da adlandırılmaktadır (Yılmaz, Özkan ve Kimya, 2008).

Katlı iplik üretimi ile birçok kumaş tasarımının üretimi mümkündür. İki ipliğin birlikte bükülmesi, ipliklerin kopma mukavemetlerini, uzamasını ve düzgünlük değerlerini iyileştirir. Dolayısıyla katlı iplikler, nihai ürünün kullanım özelliklerini geliştirmekte ve uzun ömürlü tekstil materyallerinin üretimine imkan sağlamaktadır. (Brunk, 2004). Şekil 1.20 ve Şekil 1.21’de iplik katlama işlemi ve katlı iplik görülmektedir.



Şekil 1.20 İplik katlama işlemi ve katlı iplik (Brunk, 2004)



Şekil 1.21 Katlı iplik teknik görünüm (Yılmaz ve ark., 2008)

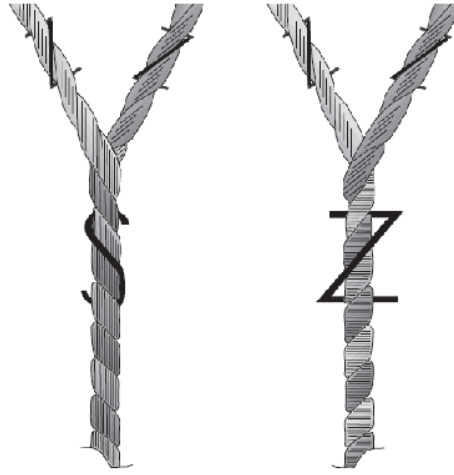
#### ***1.4.1 Çift Katlı İpliklerin Yapısı***

Çift katlı iplik kullanımı olmadan birçok kumaş tasarımını ekonomik olarak elde etmek mümkün değildir. İki ipliği birlikte bükmek mukavemet, uzama ve düzensizlik değerlerini iyileştirici etki gösterir. Çift katlı iplikler aynı zamanda dayanıklı ve stabil tekstil materyallerinin üretiminde önemli rol oynar.

Prensipite, çift katlı iplikler yapı olarak ikiye ayrılır:

- a) Tek ve katlı iplikteki bükümün zıt yönlü olduğu konvansiyonel katlı iplik (iki yönlü büküm),
- b) Tek ve katlı iplikteki bükümün aynı yönde olduğu eğirme-büküm ipliği (tek yönlü büküm).

Tek ve katlı iplikteki bükümün zıt yönlü olduğu konvansiyonel katlı iplik ve tek ve katlı iplikteki bükümün aynı yönde olduğu eğirme-büküm ipliğinin yapısal görünümü Şekil 1.20’de gösterilmektedir.



a) İki yönlü çift katlı iplik

b) Tek yönlü çift katlı iplik

Şekil 1.22 İki yönlü ve tek yönlü çift katlı ipliklerin yapısı (Brunk, 2006)

Şekil 1.22’de görüldüğü gibi iki yönlü çift katlı ipliklerde lifler oluşan iplik eksenine yönünde dizilir. Elde edilen çift katlı iplik, büküm alan tek katlı ipliklerin büküm yönüne zıt yönde olduğu için daha hacimli ve tüylülük değeri daha yüksek iplikler elde edilir. Tam aksine tek yönlü çift katlı ipliklerde ise; elde edilen çift katlı iplik, büküm alan tek katlı ipliklerin büküm yönüyle aynı olduğu için, yarıçapı ve tüylülük değeri daha düşük iplikler elde edilir.

#### **1.4.2 Çift Katlı İplik Üretimi**

İpliğe büküm vermek insanın varoluşundan beri süre gelen bir eylemdir. Dünya üzerinde yaşamış olan her insan topluluğu hayvan tüylerini birbiri üzerine sürterek büküm vermiş ve daha mukavemetli yapılar olan düğümleri ya da katlı iplikleri elde etmişlerdir. Milattan önce 5000 yıllarından hemen sonra iğ denilen bir çubuk icat edilmiştir. İğ, hem liflerin büküm almasını hem de bükülmüş ipliklerin tutulmasını sağlamaktaydı. Genellikle bir ağırlık sayesinde iğ stabil tutuluyordu. İğ, lifler iplik haline gelene kadar lifleri eğiriyor ve büküyordu (Elkhamy, 2007).

Dünya pazarındaki iplik makinelerinin % 80 – 90'ını oluşturan konvansiyonel ring iplik eğirme tekniği gerçek büküm prensibine göre çalışan ilk eğirme sistemidir. Günümüze kadar çok geniş bir kullanım alanına sahip olan ring iplikçilikte, kopça bilezik arasındaki sürtünmenin iş devrini sınırlaması sonucu yüksek hızlara çıkılamama sorunu yeni iplik eğirme yöntemlerine olan arayışları arttırmıştır. Geliştirilen yeni sistemlerde ana hedef üretim miktarının artırılması yönünde belirlenmiştir (Günaydın ve Abdulla, 2014).

Açık uçlu iplik eğirme prensibine dayalı OE-rotor iplik eğirme sistemi, bir dönem ring iplik eğirme sistemine alternatif olarak pazarda yerini almıştır. Ancak teknolojik ve ekonomik yönden bir takım eksiklikler nedeniyle ring iplik eğirme yönteminin yerini tamamen alamamıştır. Dolayısıyla çalışmalar ring iplik eğirme sisteminin modifikasyonu yönünde devam etmiştir. Bu alanda ring ipliklerin kalite ve görünümünü iyileştirmek amacıyla geliştirilen kompakt iplikçilik pazarda uzun yıllardan beri beğeni toplamaktadır. Daha sonra geliştirilen siro-spun ve duospun eğirme sistemleri, gerçek büküm sistemi ile katlı iplik üretimine imkan veren ring iplik eğirme sistemi modifikasyonlarıdır (Günaydın ve Abdulla, 2014).

Çift katlı iplik ile iplik özelliklerini geliştirmek ve tek katlı ipliklerle sağlanamayan iplik ve kumaş performansını artırmak amaçlanır. Ring iplikçiliğinde çift katlı iplik üretimi katlama ve büküm makineleri sayesinde yapılmaktadır.

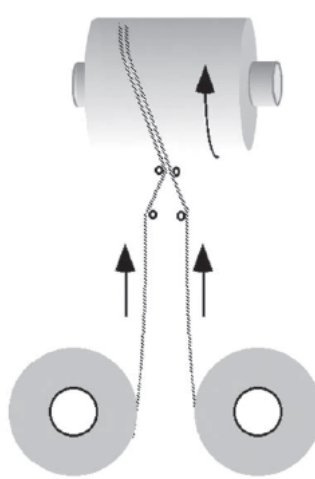
#### *1.4.2.1 Katlama Makineleri*

Katlama makinelerinde birden fazla tek kat iplik büküm verilmeden bir araya getirilir. Bu işlem bazen saf su ya da kimyasallar ile ıslak halde de yapılabilmektedir. Büküm makinelerinde ise tek kat filamet ipliklere ya da katlanmış ipliklere büküm verilir.

Katlama makinesinin görevleri:

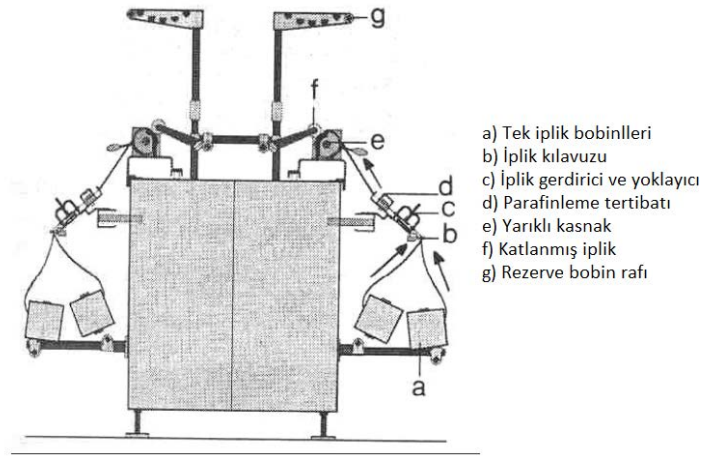
- Bükülmesi gereken tek kat iplikleri aynı gerginlikte bir bobin üzerine katlayarak büküm makinesine hazırlamak
- Katlamadan önce iplikler temizlenmemiş ise süzme tertibatından geçirerek hatalı kısımları temizlemek
- Bobin biçiminde ve uzun metrajlı sararak sonraki tüm işlemlerde çalışma kolaylığı sağlamaktır (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011).

Katlama makinesi birden fazla tek katlı iplik bobini, iplik kılavuzları, birleşim rehberi, katlanmış iplik bobini ve bobini döndüren silindirden oluşmaktadır. Katlama işleminin şematik görünümü Şekil 1.23'te görülmektedir.



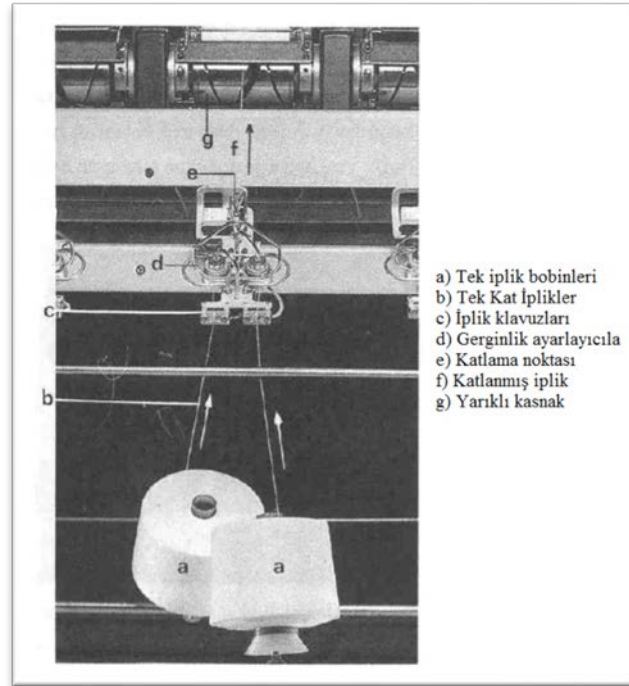
Şekil 1.23 Katlama işleminin şematik görünümü (Lord, 2003)

Katlanacak tek kat iplik bobinleri makinenin cağlık kısmına yerleştirilerek her bir iplik kılavuz ve iplik gerdiriciden geçirilir. Katlanan iplik sarım bölgesinde masura üzerine paralel veya çapraz olarak bobin biçiminde sarılır. Bobin sarma işlemi yüzeyden veya aksenal tahrikle sağlanabilmektedir. Bobin sarma ve değiştirme sistemleri bobin makinelerindeki gibidir. Manuel yolla bobin değiştirme işlemi yapıldığı gibi otomatik olarak da sağlanabilmektedir (Ağır, Çelike ve Uyanık, 2010). İplik katlama makinesinin şematik görünümü Şekil 1.24'te verilmiştir.



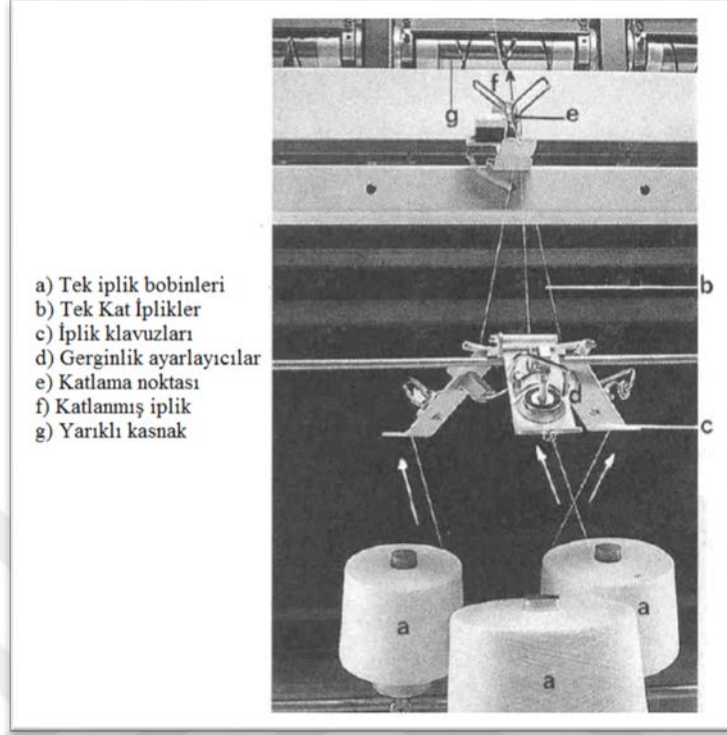
Şekil 1.24 Katlama makinesinin şematik görünümü (Yıldırım, Şahin ve Kırtak, 2010)

Katlama makinelerinin sarım hızı bobin makinelerinden azdır. Kopuşlar her iplik için iplik yoklayıcılar tarafından ayrı ayrı kontrol edilir ve kopuş olduğunda sarımı durdururlar. Kopan iplikler “splicer düğümleyici” ile tekrar bağlanırlar (Ağır ve ark., 2010). Katlama makineleri, ipliği bobine 2 kat, 3 kat ve 4 kat olarak sarabilmektedir. Şekil 1.25’te iki iplik katlama, Şekil 1.26’da üç iplik katlama görülmektedir.



Şekil 1.25 İki iplik katlama (Yıldırım ve ark., 2010)





Şekil 1.26 Üç iplik katlama (Yıldırım ve ark., 2010)

#### 1.4.2.2 Büküm Makineleri

Büküm tek kat ipliklerde mukavemetin artırılması için ya da iki veya daha fazla katlı iplik elde ederek kumaşta istenen efekt özelliklerini kazandırmak amacıyla yapılabilir. Bunların yanında aşağıdaki özelliklerin kazandırılmasında da etkilidir:

- Kopuk filamentleri ya da yabancı lifleri uzaklaştırmak,
- Yalancı büküm almış ipliklerin kuvvet momentlerini dengelemek,
- Filamentlerin taşıdığı yük miktarlarını dengelemek,
- İpliğin yük-uzama karakterini değiştirmek,
- İpliğin tuşesini ve optik görünümünü değiştirmek (Lord, 2003).

Büküm makineleri, birden fazla ipliği katlayıp, büküm veren makinelerdir ve katlama makineleri ile benzerlik gösterir. Büküm makineleri ile katlama makineleri

arasındaki en önemli fark; katlı büküm makinelerinde büküm tertibatlarının bulunmaması ve ipliğe katlama işlemine ek büküm de verilmesidir (Ağır ve ark., 2010).

Bükümün ipliğe etkileri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011);

- İpliğin bükümü ne kadar az olursa, lifler o kadar paralel doğrultuda uzanır ve iplik o kadar beyaz veya parlak görünür. Bu nedenle büküm ipliğin matlaşmasına ve renginin koyulaşmasına sebep olur.
- Büküm miktarı arttıkça makinenin çalışma süresi de artar ve üretim miktarı düşer. Bu nedenle sonunda elde edilecek olan ipliğin istenen özelliklere ve kullanım alanına göre optimum bükümün verilmesi önemlidir.
- Bükümün artması iplikte ince yerlerin artmasına, kalın yerlerin azalmasına neden olur.
- İpliğin metredeki büküm miktarının, ipliğin ve ondan üretilecek olan kumaşın görünümü ve dayanıklılığı üzerindeki etkisi oldukça önemlidir. Büküm miktarı az olan ipliklerde; ipliğin yumuşak, kabarık ve esnek olduğu görülür. Bu tip ipliklere yumuşak bükümlü iplikler de denebilir ve büküm miktarları metrede 80 ila 460 arasındadır. Büküm miktarı metrede 750 ila 1200 arasında olan iplikler yüksek bükümlü iplikler ve sert (sıkı) bükümlü iplikler olarak adlandırılır. Bunlar düşük bükümlü ipliklerden daha düzgün, daha sert ve sağlamdırlar.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan iki tip büküm makinesi kullanılır. Bunlardan biri ring büküm makinesi, ikincisi ise çift büküm (two for one) sistemidir.

Ring büküm makinelerinde büküm işlemi ring makinesinde olduğu gibi bilezikli sistemler sayesinde gerçekleştirilir. Bilezikli büküm makinelerinde elde edilen katlı bükümlü iplik kopları ek bir aktarma işlemiyle istenen formda bobinlere sarılır (Ağır ve ark., 2010).

Ring büküm makinesinde; çağlığa kat adedine göre dizilen tek iplik veya katlı iplik bobinlerinin iplikleri kılavuzlardan geçirilir. Çıkış silindiri ile kopça arasında büküm kazandırılır. Büküm, iğın dönüşü ile bilezik üzerinde hareket eden ve ipliğe takılmış olan kopçanın dönüşü ile oluşmaktadır. Aynı zamanda planga tertibatı tarafından aşağı-yukarı hareket ettirilen bileziğin ve kopçanın yardımıyla bükülen katlı iplik masura üzerine sarılır. Ring büküm makinelerinde iplik, kops biçimi aldıktan sonra bobin aktarma işleminden geçirilir (Yıldırım ve ark., 2010).

Ring eğirme makinesi ve ring büküm makinesinin eğirme prensibi tamamen aynıdır ancak makine bileşenlerinde bazı farklılıklar bulunmaktadır. Ring iplik makinesinin çekim sisteminin iptal edilip çağlık kısmının düzenlenmesiyle ring büküm sistemine dönüştürülmesi mümkün olabilmektedir. Şekil 1.27’de ring büküm makinesi görülmektedir.



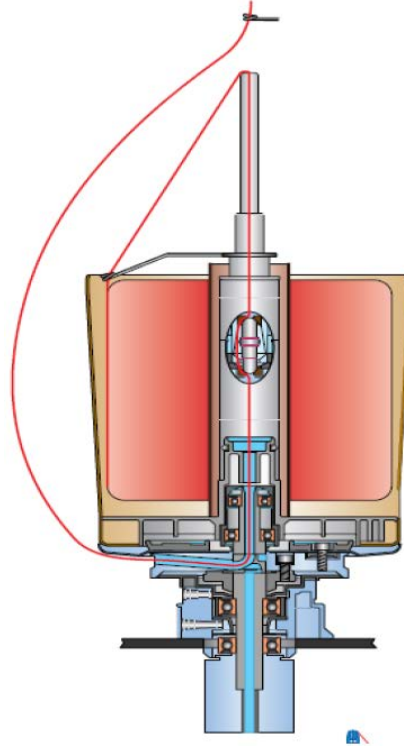
Şekil 1.27 Ring büküm makinesi (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011)

Çift büküm (two for one) makinesi büküm işlemi için öncelikle bükümlü ipliğin taşıyacağı iplik katı adedince tek kat iplik katlama makinesinde bükümsüz olarak bir bobine sarılmaktadır. Bu işlem sonrası elde edilen katlı iplik bobini, two for one

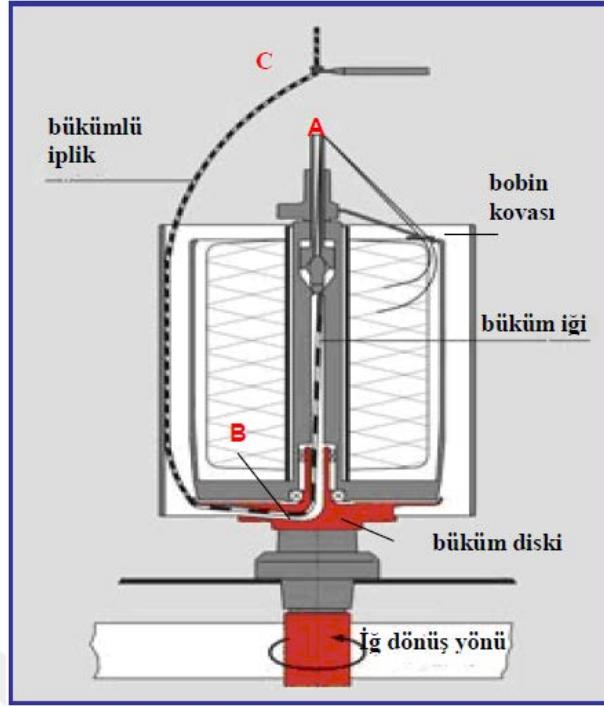
büküm makinesine yerleştirilir ve büküm işlemi bir turda iki büküm şeklinde bobinden bobine aktarım sırasında gerçekleşir (Yılmaz, Babaarslan ve Mörel, 2012).

Çift büküm tekniğinde katlama işlemini elimine etmek için bobin taşıyıcıya tek kat ipliklerden oluşan iki bobini üst üste yerleştirilerek doğrudan büküm işlemi yapılabilir de ipliklerin çift büküm makinesine verilmeden önce katlama işleminden geçirilmesi ve büküm almamış katlanmış ipliklerin makineye beslenmesi daha hızlı bir üretim sağlamaktadır.

Çift büküm sisteminde (Şekil 1.28) büküm, ipliğe her dönüşünde iki büküm veren çift büküm iğniyle gerçekleştirilir. Tek kat iplik bobinlerinden gelen iplik üstten içi boş çift büküm iğine girer. Dönen iğ içinden geçerken iplikler büküm alır. Bu işlem Şekil 1.29 üzerinde A noktası ile B noktası arasında gerçekleşir. İğn içinden geçen iplikler alt kısımda bir diskin içinden çıkarak kutu içinden yukarı doğru sevk edilir. Bu işlem Şekil 1.29 üzerinde B noktası ile C noktası arasında gerçekleşir. İplikler bobinden sağıldıktan sonra büküm verilmesi esnasında iğ, disk ve bobin kutusu vasıtasıyla iplik kılavuzuna gelir ve bobinlenmek üzere sevk edilir (Yıldırım ve ark., 2010).



Şekil 1.28 Çift büküm makinesinin teknik çizimi (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011)



Şekil 1.29 Çift büküm tekniğinin şematik gösterimi (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011)

Çift büküm makinelerinin görevleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- İğnin her devrinde ipliğe iki büküm vermek,
- Farklı bobinlerden gelen iplikleri bükerek mukavemet kazandırmak,
- Bükülen iplikleri sabit gerginlikte ve uzun metrajlı bobin biçiminde sarmaktır (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011).

Çift büküm makinelerinde, büküm iğ üzerine yerleştirilen katlı iplik bobini ve bunun üzerinde dönen bir rehber vardır. Bobinden çıkan katlı iplik rehberden geçer, bobinin üzerinde bulunduğu boş iğnin içerisinden girer ve alttaki boşluktan çıkarak büküm diskine sarılır ve sonra iplik kılavuzu, iplik yoklayıcı ve iplik gerilim ünitesinden geçerek sarım ünitesinde bobin formunda sarılır (Ağır ve ark., 2010).

Özet olarak klasik veya konvansiyonel katlı iplik üretimi iki aşamadan oluşmaktadır. Öncelikle tek katlı olarak üretilen iplikler bobinlere aktarılır, daha sonra

birbiri üzerine katlanıp büküm verilerek katlı iplik üretimi tamamlanmaktadır. Bu nedenle klasik katlama ve büküm yöntemleri oldukça maliyetli olmasının yanında üretim hızının düşük olması da önemli bir dezavantajdır.

Önceki çalışmalar göstermiştir ki; iplik özellikleri direkt olarak lif özelliklerinden etkilenmektedir ve daha düzgün iplik üretimi için çok önemli bir etken teşkil etmektedir. Özellikle lif mukavemeti, uzunluk parametreleri ve lif düzgünlüğü iplik mukavemeti açısından çok önemli faktörlerdir. Son yıllarda kalite iyileştirmeleri çalışmaları ring iplik makinesindeki bazı modifikasyonları beraberinde getirmiştir. Böylece modern eğirme sistemleri kullanılarak daha üstün özellikli iplikler üretilmeye başlanmıştır.

Bunlardan biri, büküm işlemini takiben ipliklerin birbirine katlanması sağlayan hava jetlerinden oluşan Plyfil 2000 (Suessen) ve Murata Twin Spinner (Murata) eğirme sistemleridir. Plyfil ve Murata Twin Spinner (MTS) eğirme sistemleri benzer bir yapıya sahiptir. Her iki eğirme sisteminde de aynı çekim sistemine çift şerit beslenmektedir. İki eğirme sistemi arasındaki temel farklılık ise kullanılan hava jetleridir. MTS sisteminde hava jetleri içerisindeki hava akımı birbirine zıt yönlüdür (Yılmaz ve ark., 2008). Klasik katlama işlemine alternatif olarak geliştirilen ve son zamanlarda adı geçen bir diğer eğirme sistemi ise büküm iplikçiliğidir.

## **1.5 Büküm İplikçiliği**

Büküm iplikçiliği üzerine araştırmalar özellikle son yıllarda hızlanmıştır. Günümüzde özellikle kamgarn ipliklerin eğirilmesinde daha çok kullanılır.

Büküm iplikçiliğinde iki sistem vardır:

- Duospun (Ems SA, Huber ve Suhner AG)
- Siro-spun (Zinser Textilmaschinen GmbH)

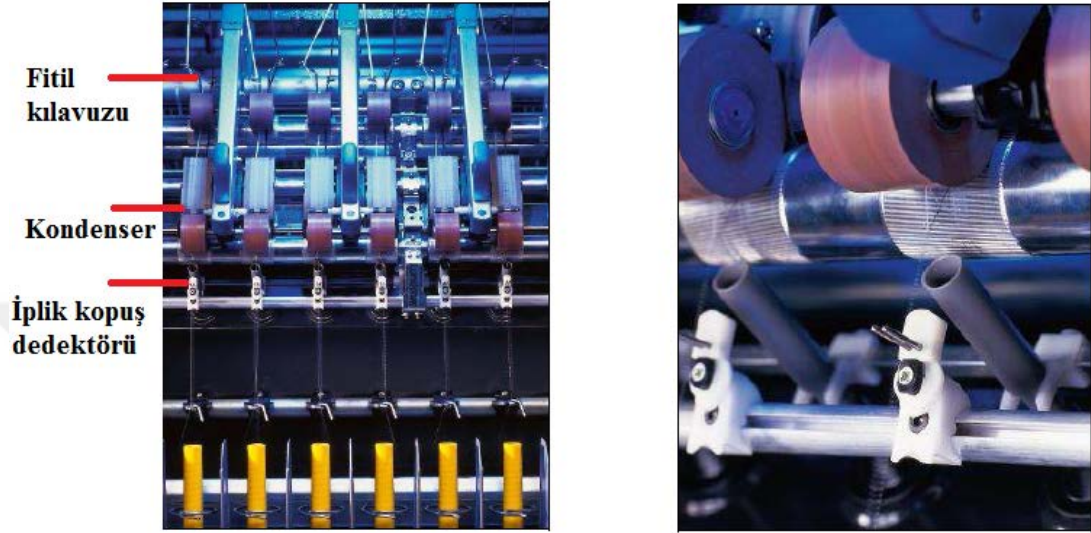
Büküm iplikçiliği prosesi için ring iplik makinesine birkaç elemanın eklenmesi yeterlidir.

Büküm iplikçiliğinde iki fitil birbirinden ayrı olarak çekim bölgesinden geçirilir. Çekim bölgesinden geçen lif demetleri çıkış silindirinden birbirlerinden ayrı şekilde çıkar. Lif demetleri iğ sayesinde kendi eksenleri etrafında bükülür ve iki ayrı iplik elde edilir. Birbirinden bağımsız olarak büküm almış iplikler birbiri üzerine bükülerek çift katlı iplik oluşturulur. Elyaf tutamlarından her biri ve elde edilen kompozit iplik büküldür ve hepsinde bükümün yönü aynıdır. Bu büküm üzerine büküm (ZZ veya SS) sonucunda farklı yöne bükümle elde edilmiş katlı ipliklere (ZS veya SZ) kıyasla daha sıkı, sıkıştırılmış merkezli iplik elde edilir. Bu şekilde iplik üretebilmek için ring iplik makinesine sadece yardımcı belirli parçaların ilave edilmesi ve normalden iki katı kadar bobin taşıyacak genişletilmiş çağlık montajı gerekmektedir. Sonuç olarak hem çift katlı iplik yapısına katılan iki ayrı iplik büküm almış olur hem de bu çift katlı iplik oluşturulurken bir büküm uygulanır.

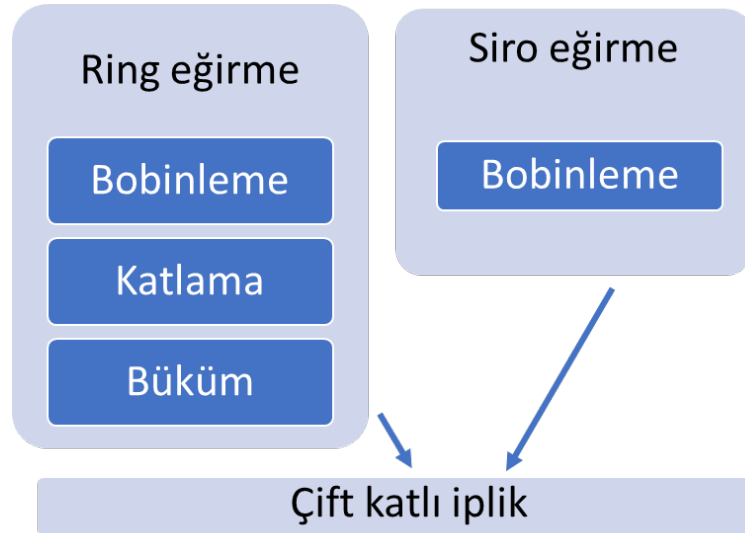
### **1.5.1 Siro-spun**

1975-1976 yıllarında CSIRO firması büküm iplikçiliği yöntemini geliştirdi ve bu yönteme siro-spun adını verdi. Daha sonra Alman Zinser firması tarafından, her tipte bilezikli eğirme makinesinin tadili suretiyle geniş kapsamlı olarak uygulamaya konuldu. Bu sistemde iplik eğirmenin temel prensibi, konvansiyonel bir çekim sisteminde bir fitil ucu yerine, aynı çekim silindirine iki fitil ucu beslenilmesidir. Böylece eğirme ve katlama işlemleri tek bir proses olarak birleştirilmektedir (Ünal, 2011). Siro-spun iplikler yapı olarak çift katlı iplikten çok tek katlı ipliklere benzerlik göstermektedir çünkü siro-spun iplikler çift katlı ipliklere göre sürtünme mukavemeti ve tüylülük parametrelerinde avantajlı değerlere sahiptir (Shaikhzadeh Najar, Khan ve Wang, 2006). Bunun yanı sıra siro-spun eğirme sistemi konvansiyonel ring iplik makinesine düşük maliyetlerde entegre edilebilmekte, bu sistemle katlama ve büküm prosesleri ortadan kaldırılabilen, daha az enerji ve havalandırma ile daha çok üretim yapılabilen ve bazı makineler elimine edildiğinden yerden kazanç

sağlanabilmektedir. Şekil 1.30’da Siro-spun iplik eğirme sistemi, Şekil 1.31’de ise siro-spun iplik eğirme sistemi aşamaları ile ring eğirme sistemi aşamaları görülmektedir.



Şekil 1.30 Siro iplik eğirme sistemi (Yılmaz ve ark., 2008)

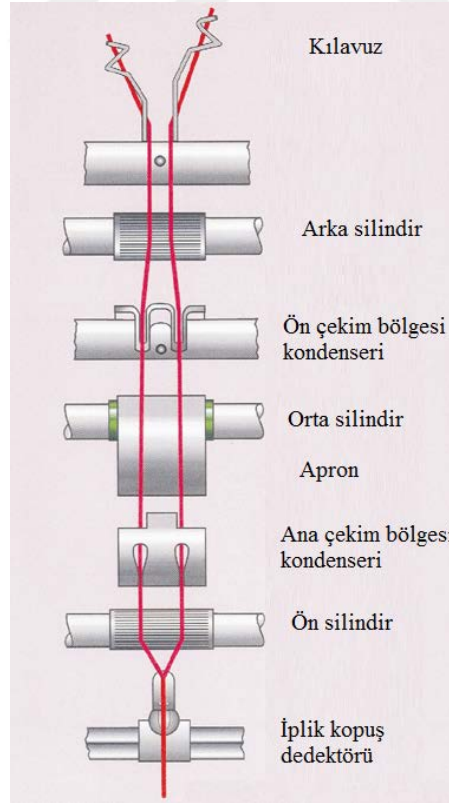


Şekil 1.31 Siro iplik eğirme sistemi aşamaları ve ring eğirme sistemi aşamaları

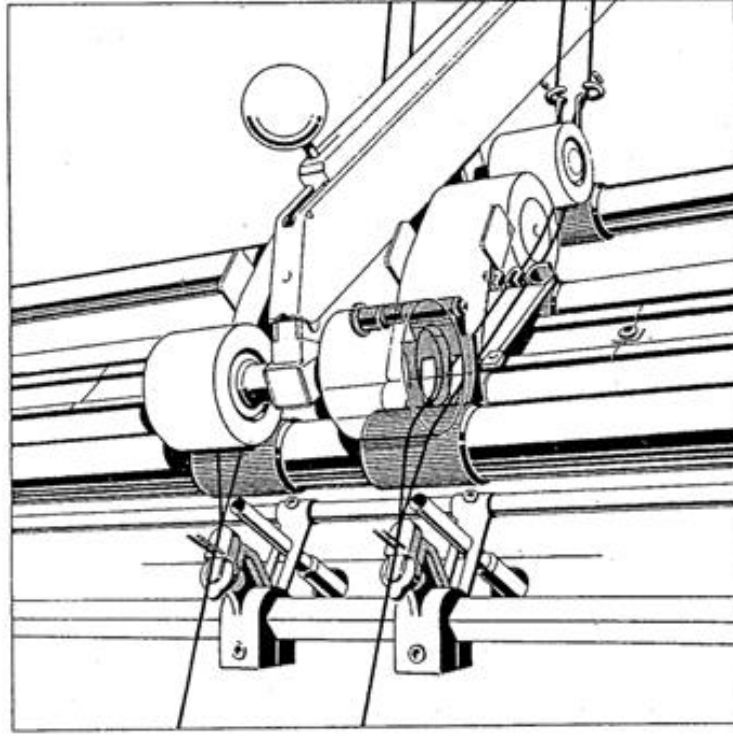


### 1.5.1.1 Çalışma Prensibi

Siro-spun eğirme sisteminde iki fitil genelde ring iplik makinelerindeki gibi konvansiyonel ama biraz gelişmiş çekim düzeneğinden geçer. Normal seviyede bir çekimle inceltilmiş olan elyaf tutamı sevk silindirlerini ayrı ayrı terk eder. Bu noktada her ikisi de ayrı ayrı iğ tarafından verilen bükümü almaktadır; bu yüzden eğirme üçgeni içerisinde her ikisi de ayrı iplik olarak bükülmüş haldedir ve bunlar kompozit iplik oluşturmak üzere birleştirilirler. Şekil 1.32’de sistemin bileşenleri, Şekil 1.33’te katlı ipliğin oluşumu gösterilmektedir. Elyaf tutamlarından her biri ve elde edilen kompozit iplik bükülüdür ve hepsinde bükümün yönü aynıdır. Büküm üzerine büküm (ZZ ve ya SS) sonucunda farklı yöne bükümle elde edilmiş katlı ipliklere (ZS ve ya SZ) kıyasla daha sıkı, sıkıştırılmış merkezli iplik elde edilir. Bu şekilde iplik üretebilmek için ring iplik makinesine sadece yardımcı belirli parçaların ilave edilmesi ve normalden iki katı kadar bobin taşıyacak genişletilmiş çağlık montajı gerekmektedir (Stalder, 2014).

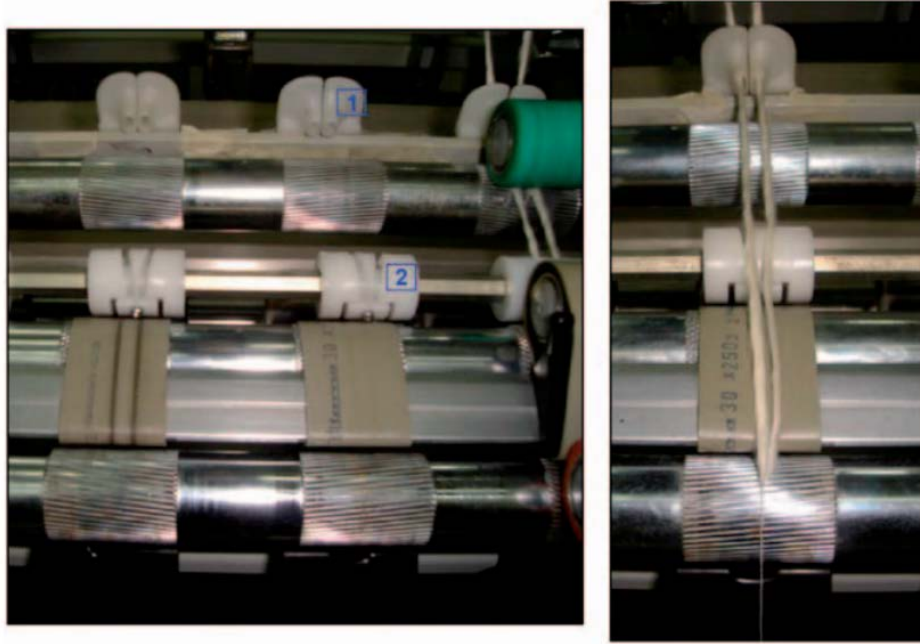


Şekil 1.32 Siro-spun eğirme sistemin bileşenleri (CSIRO, 2016)



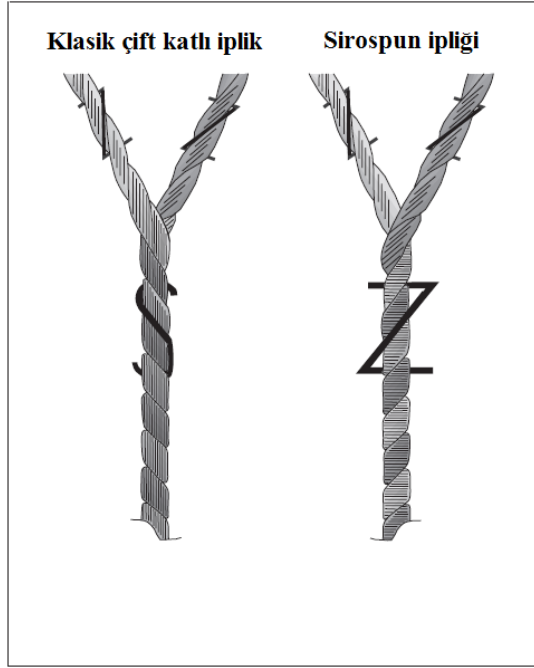
Şekil 1.33 Siro-spun katlı ipliğin oluşumu (Ghasem, Mozafari-Dana, Etrat, Shaikhzadeh ve Najar, 2008)

Şekil 1.34’te siro-spun ipliği üretimi için geleneksel ring iplik eğirme makinesinde yapılması gereken modifikasyonlar ve kullanılan aparatların resmi görülmektedir. Ring iplik makinesi üzerinde bulunan standart fitil kılavuzları sökülüp, yerine çift gözlü fitil kılavuzu takılarak ring iplik makinesine aynı anda iki fitilin beslenmesi sağlanmaktadır. Çift gözlü fitil kılavuzları monte edilirken gerekli olan fitiller arası mesafe değeri de ayarlanabilmektedir. Siro-spun eğirme sistemi için gerekli olan bir diğer aparat ise kondenser diye de adlandırılan orta kılavuzlardır. Orta kılavuzlar her çekim sisteminde birer adet olacak şekilde, elde edilecek siro-spun ipliğin kalitesine ve özelliklerine göre fitiller arası mesafe ayarlanarak sabitlenir. Farklı kılavuzlardan gelen fitiller ön silindirden çıkarken birbiri üzerine katlanarak büküm alır.

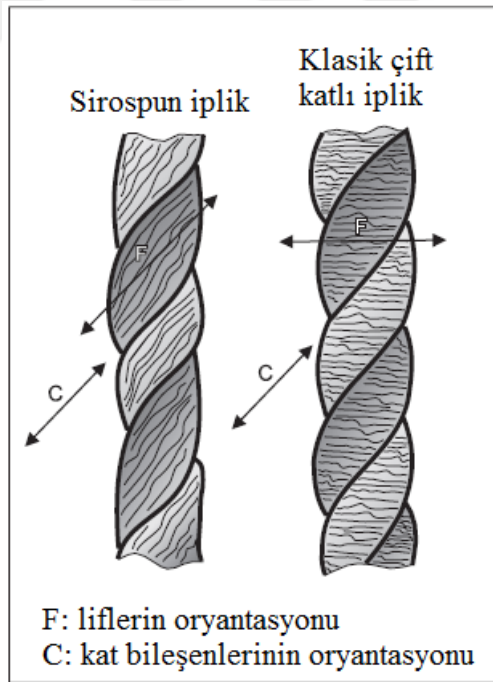


Şekil 1.34 Siro-spun ipliği üretimi için kullanılan aparatlar: 1) çift gözlü fitil kılavuzları, 2) orta kılavuz (Yılmaz ve Usal, 2013)

Siro-spun iplikleri ile klasik çift katlı iplikler arasındaki en önemli fark, üretilen siro-spun ipliğin büküm yönünün onu oluşturan tek katlı ipliklerin büküm yönü ile aynı olmasıdır. Klasik çift katlı iplik ve siro-spun iplik büküm yönleri şematik olarak Şekil 1.35’te gösterilmiştir. S büküm tek katlı ipliklerden üretilmiş bir siro-spun iplik yine S büküm, Z büküm tek katlı ipliklerden üretilmiş bir siro-spun iplik yine Z büküm olacaktır. Siro-spun ipliklerin ve klasik çift katlı ipliklerin yapısındaki lif yerleşimleri Şekil 1.36’da gösterilmiştir. Şekilde gösterildiği gibi klasik çift katlı iplikleri oluşturan lifler kat bileşenleri ile belli bir açı yapar. Bu da ipliğin daha hacimli ve daha tüylü olmasına sebep olur. Oysaki Siro-spun ipliklerde ipliği oluşturan lifler ile kat bileşenleri birbirine paraleldir (Brunk, 2006).



Şekil 1.35 Klasik çift katlı iplik ve siro-spun iplik büküm yönleri (Brunk, 2006)



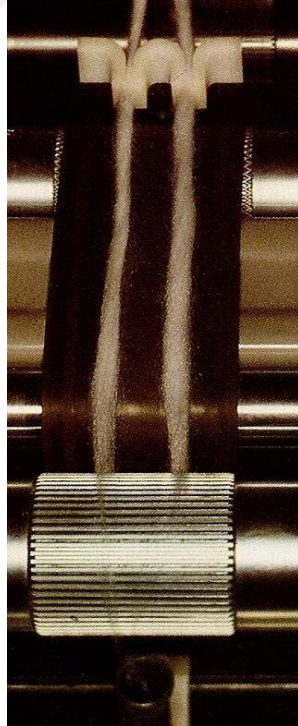
Şekil 1.36 Siro-spun ipliklerin ve klasik çift katlı ipliklerin yapısındaki lif yerleşimleri (Brunk, 2006)

### *1.5.2 Farklı Büküm İplikçiliği Eğirme Sistemleri*

Siro-spun ipliği üretimi için farklı makine üreticilerinin teorik olarak aynı ancak birbirinden farklı bazı modifikasyonlara sahip sistemleri mevcuttur.

#### *1.5.2.1 Zinser*

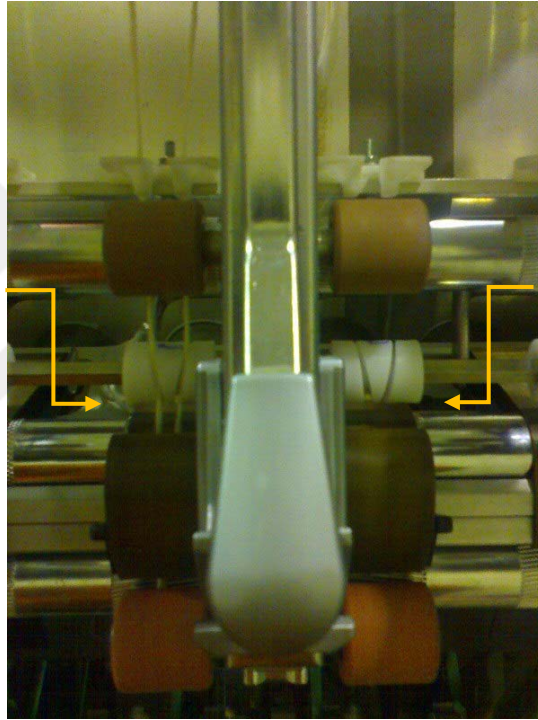
Zinser firmasının büküm ipliği üretimi için kullandığı sistem Şekil 1.37’de görüldüğü gibi ana çekim bölgesinden önce kullanılan çift gözlü fitil kılavuzu ve çekim sisteminden sonra kullanılan iplik denetleyiciden oluşmaktadır. Çift gözlü fitil kılavuzu çekim bölgesinde fitillerin birbirinden ayrı ve paralel olarak ilerlemesini sağlarken, iplik denetleyici, tüm eğirme işlemi boyunca, iplik akışını aralıksız olarak kontrol ederek, ipliklerden birinin kopması durumunda, diğer ipliği de koparmaktadır (Bedez Üte, 2007).



Şekil 1.37 Zinser firmasının büküm iplikçiliği eğirme sistemi (Bedez Üte, 2007)

### 1.5.2.2 Pinter Fa.Ni S.R.L

Pinter firmasının büküm ipliği eğirme sistemi, giriş silindirlerinden önce kullanılan çift gözlü fitil kılavuzu ve ön çekim bölgesine yerleştirilen yarıklı fitil kılavuzundan oluşmaktadır. Bu kılavuzlar Şekil 1.38’de görülmektedir. Ön çekim bölgesinde bulunan kılavuzlar, makine boyunca uzanan bir parça üzerine monte edilmiştir. Sistemin avantajı, fitiller arası mesafenin makine üzerinde pratik bir şekilde ayarlanabilmesidir (Bedez Ute, 2007).



Şekil 1.38 Pinter firmasının büküm iplikçiliği eğirme sistemi (Bedez Ute, 2007)

## 1.6 Önceki Çalışmalar

Büküm iplikçiliği ile ilgili çalışmalar seksenli yılların başlarında başlamıştır ve araştırmalar ile birlikte birçok yeniliğe ve gelişmelere imza atılmıştır.

Tyagi, Rajdev, Mehta, Jain ve Jindal (1987), yaptıkları araştırmada lif uzunluğu, lif yoğunluğu ve fitiller arası mesafenin siro-spun viskoz rayon ipliklerinin mekanik ve fiziksel özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. Yapılan alışmalar sonucunda siro-spun ipliklerin iplik mukavemeti, kopma uzaması ve iplik kalite indeksi tek katlı ipliklere göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Bu sonuçlar, lif uzunluğunun artması, fitiller arası mesafenin artması ve lif inceliğinin azalması ile artış gösterir. Tüm eğirme sistemleri için daha uzun ve daha ince liflerden üretilen ipliklerde tüylülük oranı daha düşüktür ancak siro-spun ipliklerinde ince ve uzun liflerin kullanılması ince ve kalın yer sayısında azalma meydana getirirken neps sayısında artış olur. Fitiller arası mesafenin optimum düzeye kadar artışı, iplik düzgünsüzlüğünü ve tüylülük oranını azaltır. Siro-spun ipliklerde aşınma mukavemeti, ştapel uzunluğu ve fitiller arası mesafenin artmasına bağlı olarak artar. Bu değer ancak lif incelidikçe düşme gösterir.

Mansour ve Tawfik (1985), kısa ştapel uzunluğuna sahip liflerden siro-spun iplik üretimi üzerine çalışmalar yapmışlardır. Siro-spun iplik üretimi için iki fitil kullanılır. Fitiller ayrı olarak çekim silindirlerinden geçerler ve çekim işleminde ön çekim silindirine bağlı sıkıştırma noktasındaki iğ sayesinde her iki fitil önce kendisi büküme tabi tutulur sonra da birbiri üzerine sarılır. Böylece tek katlı ipliğin büküm yönü ile siro ipliğin büküm yönü aynı olur. Yapılan çalışmalarda siro ipliklerin hem tek katlı ipliklere hem de çift katlı ipliklere oranla daha yüksek mukavemete sahip olduğu görülmüştür. Siro iplik üretim maliyeti de diğer yöntemlere oranla daha düşüktür.

Subramaniam ve Natarajan (1990), siro-spun ipliklerin sürtünme özelliklerini incelemişlerdir. alışmalarında iplik-metal ve iplik-iplik sürtünme dayanımları ile ilgili değerler araştırılmış ve bu işlemler için de pamuk, pamuk-poliester ve viskoz lifler kullanmışlardır. Yapılan alışmalar sonucunda iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme özellikleri kullanılan tüm iplik hammadde çeşitlerinde çok büyük benzerlikler göstermiştir. Ancak bazı farklı parametreler, örneğin temas yüzeyi ve lif yüzeyinin yapısı, iplik hammadde tiplerine göre sürtünme katsayısı üzerinde farklı sonuçlar göstermiştir. Fitiller arası mesafe arttığında, siro-spun ipliğin kompakt yapısına bağlı olarak lif çapı azalır. Bu da temas noktasında azalmaya neden olur. Test

sonuçlarında temas noktası azalsa bile, fitiller arası mesafenin sürtünme üzerinde mekanik kenetlenme nedeni ile daha etkin rol oynadığı görülmüştür. Sonuçlar incelendiğinde siro-spun ipliklerin sürtünme katsayısını azaltmak için yağlama işlemine tabi tutulması gerektiğine karar verilmiştir. Ayrıca iplik-iplik sürtünme değeri en fazla pamuk-poliester siro-spun ipliklerde, en az da pamuk ipliklerde olduğu görülmüştür.

Cheng ve Yuen (1997), siro-spun ve çift katlı iplikler üzerine araştırmalar yapmışlardır. Genel olarak, siro-spun iplik özelliklerinin çift katlı ring iplik özelliklerine göre daha iyi sonuçlar verdiğini gözlemişlerdir. Kopma uzaması siro-spun ipliklerde daha yüksek değerdedir. Çünkü iplik yapısına göre siro-spun iplikler daha düzenli şekilde bükülürler ve iki fitilin aynı anda bükülüp, birbiri üzerine sarılma işlemi dıştan gelen lifleri de sıkıştırıp, kohezyon kuvveti ile ipliğin arasına çeker ve düzgünlüğü artırır. Siro-spun iplikler, çift katlı ipliklere oranla daha iyi düzgünlük değerlerine sahiptir. Farklı iki fitilin beraber bükülmesi daha iyi paralellik ve düzgün yapı oluşturur. Siro iplikler her iki uçtan büküldüğü için daha düzgün formdadır ve bu nedenle tüylülük oranı da daha azdır.

Cheng ve Sun (1998), fitiller arası mesafenin ve büküm katsayısının pamuk siro-spun ipliklere etkisini incelemişlerdir. Yapılan çalışmalarda fitil aralığının, büküm miktarının, kopça hızının büküm parametresini nasıl etkilediğini, büküm faktörünün ve fitil aralığının mukavemet, sürtünme dayanımı ve tüylülük özelliklerini nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Çalışmalarda pamuk siro-spun ipliklerde fitiller arası mesafenin artmasıyla tüylülük değerinin azaldığı ve aşınma direncinin arttığı gözlenmiştir. Büküm katsayısı arttıkça, iplik mukavemeti maksimum seviyeye kadar artar ve daha sonra düşer. Büküm katsayısı arttıkça tüylenme değeri kademeli olarak azalmaktadır.

Sun ve Cheng (2000), pamuk siro-spun ipliklerin yapısı ve özellikleri ile ilgili yaptıkları çalışmalarda, aynı numarada üretilen siro-spun, çift katlı ve tek katlı



ipliklerin yapılarını karşılaştırdıklarında, siro-spun iplik yapısının çubuk şeklinde olduğunu ve çapının daha yuvarlağa yakın olduğunu görmüşlerdir. Tek katlı iplik yapısı da benzerdir. Fakat daha fazla tüylü görünümündedir. Çift katlı iplikler ise daha helezon görünümündedir. Siro-spun ipliklerin mukavemeti daha yüksek, tüylülüğü daha az ve aşınma dayanımı da daha yüksektir. Çünkü fitiller doğrudan büküm alır ve yüksek büküm katsayılarında daha yüksek uzama değerleri gösterir. Daha kalın olan siro-spun iplikler daha homojendir ve daha düşük düzgünsüzlük değerlerine sahiptir. Bütün büküm katsayılarında siro-spun iplikler diğerlerine oranla daha az tüylüdür. Orta seviyede büküm katsayılarında siro iplikler, çift katlı ipliklere göre daha yüksek mukavemete sahiptir. İplik incelendiğinde siro-spun ipliklerin homojenliği azalmakta ve düzgünsüzlük değeri artmaktadır.

Gowda, Sivakumar ve Senthil Kannan (2004), %100 Modal siro-spun ipliklerinin özellikle düzgünsüzlük ve tüylülük değerlerini Box-Behnken teoremi ile fitiller arası mesafe, kopça ağırlığı ve iğ dönme hızı parametrelerini esas alarak incelemişlerdir. Sonuç olarak, fitiller arası mesafenin 6mm'den 10mm'ye çıkarılması ile tüylülük değerinin azaldığını ancak düzgünsüzlük değerinin arttığını, mukavemet ve kopma uzaması değerinin de azaldığını tespit etmişlerdir. Araştırmada, bahsedilen üç parametre göz önünde bulundurulduğunda fitiller arası mesafenin 8mm, kopça ağırlığının 1/o ve iğ devrinin 17000 devir/dk olması durumunda iplik mukavemetinin optimum değerde olacağı ve bu değerlerin siro-spun iplik üretimi için optimum kaliteyi sağlayacağı savunulmuştur. Yine aynı araştırmada siro-spun ipliklerin düzgünsüzlük açısından değişen parametrelerden çift katlı Modal ipliklere göre daha az etkilendiği ancak tüylülük açısından çift katlı Modal ipliklere göre daha çok etkilendiği belirtilmiştir.

Gokarneshan, Anbumani ve Subramaniam (2007), siro-spun ipliklerde fitiller arası mesafenin yapıdaki liflerin çekim kuvvetine etkisini incelemişlerdir. İç yapıdaki liflerin çekim kuvveti, iplik özelliklerini belirgin olarak etkiler. Özellikle iplik mukavemetine doğrudan etkisi vardır. %100 pamuk, %50-%50 poliester-pamuk ve %50-%50 poliester-viskoz karışımli iplikler belirli yük altında büküm açma işlemine

tabi tutulmuş, büküm açma işlemi için 30 devir/dk'lık motor kullanılmış ve kopma anına kadar büküm adedi sayılmıştır. %100 pamuk ipliklerde yüksek fitiller arası mesafede, liflerin çekim kuvvetinin azaldığı görülmüştür. Poliester-pamuk karışımli ipliklerde de pamuktaki sonuçların benzeri izlenmiştir. Poliester oranı arttıkça MTC (minimum çekim kuvveti) değeri artmıştır. Testler sonucunda, kullanılan her üç iplikte de (%100 pamuk, %50-%50 poliester-pamuk ve %50-%50 poliester-viskoz) 8 mm fitiller arası mesafe, kopma direncinin en yüksek olduğu aralıktır. 8 mm'ye kadar direnç artar, 8 mm'den sonra da yavaşça azalır. Çünkü liflerin eksensel oryantasyonu zayıflar ve lif kuvveti azalır. Fitiller arası mesafenin, lif çekim kuvvetine doğrudan etkisi vardır. Her üç iplik tipinde de aynı olarak, fitiller arası mesafe arttıkça, liflerin çekim kuvveti azalır. İpliklerin kopma mukavemetleri de 8 mm'ye kadar artar ve 8 mm'den sonra azalır.

Ghasemi, Mozafari, Etrati ve Najar (2008), siro-spun ve solo-siro-spun (yün-poliester karışımli ipliklerde) ipliklerin fiziksel özelliklerini karşılaştırmışlardır. %55-%45 poliester-yün karışımı aynı numarada, fitiller arası mesafede ve büküm katsayısında hem siro-spun hem solo-siro-spun iplikler üretmişler, numuneleri 24 saat kondisyonlandıktan sonra iplik numarası, kopma yükü, düzgünlük ve tüylülük değerlerini ölçmüşlerdir. Tüylülük değerlendirildiğinde; solo-siro-spun ipliklerde daha önce büküm verilmiş lifler daha küçük büküm üçgeni oluşturarak tekrar bükülür ve son halini alır. Bu da tüylülüğü azaltır. Siro-spun ipliklerde daha çok lif sıkıştırılıp iplik formuna sokulduğundan tüylülüğü azaltıcı etki yapmıştır. Bu nedenle siro-spun eğirmede solo-spun silindiri kullanılması tüylülüğü azaltmıştır. Düzgünlük değeri, hem solo-spun hem de siro-spun ipliklerde büküm arttıkça yavaşça azalmıştır. Aşınma direnci açısından istatistiksel olarak herhangi bir farklılık oluşmamıştır. Solo-siro-spun tekniği ile kopma yükü, uzama ve aşınma değerleri belirli derecede değişmezken tüylülük değeri belirgin derecede iyileşmiştir.

Pourahmad ve Johari (2009), üç fitilli yöntem ile core spun iplik üretimini incelemişlerdir. Core-spun iplik yapısı, ipliği oluşturan filamentlerden birinin (ki bu genellikle sentetik mono veya multi filament olur) diğer bir ştapel iplikle kaplanması

ile oluşur. Bunun amacı, filamentlerin özelliklerinin avantajlı yönlerinin tek bir iplikte toplanabilmesidir. Bu core spun ipliğin mukavemetini artırır. Kaplama görevini yapan iplik, yüzeyin fiziksel özelliklerini artırır. Son üründe elde edilmek istenen özelliklere göre, çekirdek ve kaplayıcı iplik seçilir. Çekirdek iplik ile kaplayıcı ipliğin büküm sayısını artırarak, aralarındaki lif çekimi çoğaltılıp, olumsuz sonuçlar ortadan kaldırılabılır. Yüksek büküm sayısı, üretim hızını azaltıp maliyeti de artırır. Hatta iplik mukavemetini de azaltır. Bu sonuçlar üzerine farklı yöntemler geliştirilmiştir. Üç iplik (1 çekirdek-2 kaplayıcı) yönteminde çekirdek üzerine 2 kaplayıcı farklı iplik yolundan gelip birbiri üzerine sarılır ya da iki kaplayıcı arasına çekirdek iplik, sandviç şeklinde yerleştirilir. Diğer bir yöntemde ise, siro-spun iplik yöntemidir ki; iki fitil kendi içinde büküm alır ve birbiri üzerine sarılır. Siro-spun en kolay üretim yöntemidir.

Bedez Üte ve Kadoğlu (2009), viskon siro-spun ve ring ipliklerin özelliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada, siro-spun ipliği eğirme yöntemiyle viskon liflerin eğrilmesi ve çeşitli üretim parametrelerinin iplik kalitesine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, üç farklı iplik numarası, üç farklı büküm katsayısı ve üç farklı fitiller arası mesafe kullanılarak siro-spun iplikleri eğrilmiştir. Karşılaştırma yapabilmek için aynı numara ve büküm katsayıları ile ring iplikleri eğrilmiştir. Üretilen ipliklerin fiziksel özellikleri test edilmiş ve test sonuçları istetikselsel olarak değerlendirilmiştir. Siro-spun iplikleri, aynı numarada ring iplikleri ile kıyaslandığında daha düşük iplik tüylülüğüne sahiptir. Fitiller arasındaki mesafe arttıkça, eğirme üçgeni bozulmakta ve kopuşlar artmaktadır. Viskoz siro-spun ipliklerin eğirme performansını arttırmak için daha düşük fitiller arası mesafe ve optimum büküm katsayısı tercih edilmelidir.

İçoğlu ve Kireççi (2009), ring ve siro-spun ipliklerden üretilen pamuklu kumaşların haslık özelliklerini ve renk değerlerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmalarda tek katlı, çift katlı ve siro-spun ipliklerden üretilen kumaşların kolorometrik özellikleri (renk açıklığı, renk doygunluğu ve renk açısı) ve haslık değerleri (yıkama, sürtme ve ter haslığı) incelenmiştir. Üç farklı reaktif boyarmadde kullanılmış yıkama haslığı için bulunan sonuçların iplik metodlarına göre önemli bir değişiklik göstermediği saptanmamıştır. Hem alkali hem de asit ve baz ter haslığı denemeleri sonuçlarına göre

yıkama haslıklarında da farklı iplikler arasında değerler birbirine çok yakın çıkmıştır. Sürtme haslığında da farklı yöntemlerle üretilen kumaşların değerleri birbirine yakın çıkmıştır. Kolorometrik değerler için de yapılan testlerde üretilen her iplik numarasında siro-spun iplikten üretilen kumaşların, ring iplik ile üretilen kumaşlara göre daha yüksek beyazlık değerine sahip olduğu, siro-spun ve ring ipliklerden elde edilen kumaşların renk haslık değerlerinin de birbirine yakın olduğu görülmüştür.

Pourahmad ve Johari (2011), ring, solo-spun, siro core-spun ipliklerin özelliklerini karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Çalışmada belirli sayıda hazırlanan ring, solo-spun ve siro-spun ipliklerin en üstün özelliklere sahip olanları tek bir core-spun iplik ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre en yüksek mukavemet değerine core-spun ipliğin sahip olduğu görülmüştür. Bunun yanında tüylülük değerlerinin solo-spun, core-spun ve siro-spun ipliklerde birbirine yakın ve ring ipliğe göre daha düşük olduğu testlerle kanıtlanmıştır. Ring ve siro-spun ipliklerin aşınma dayanımının diğerlerine göre daha yüksek olduğu da araştırmada belirtilmiştir. Yapılan tüm testlerin sonucunda ortalamalara bakıldığında core siro-spun ipliklerin diğerlerine göre daha iyi fiziksel ve mekanik özellikler taşıdığı vurgulanmıştır.

Soltani ve Johari (2011), siro, solo, kompakt ve konvansiyonel ring-spun iplikler üzerinde yaptıkları ilk çalışmalarında, ipliklerin yapısal özelliklerini ve lif göçünü incelemişlerdir. Solo, siro ve kompakt iplik eğirme yöntemlerinde eğirme üçgeninde değişiklik yapılarak ring iplik eğirme prosesinde modifikasyonlar yapılması gerektiği önerilmiştir. Son yirmi yıldır siro-spun iplikler ve avantajları araştırılarak konvansiyonel sistemlere göre üstünlükleri kanıtlanmıştır. Araştırmalar sonucunda pamuk siro-spun ipliklerindeki fitiller arası mesafenin artmasının, sürtünmenin artmasına neden olduğu gözlenmiştir. Siro-spun iplikler, düzgün lif oranına en fazla sahip olan ipliklerdir. Büküm katsayısının artması, eğirme üçgeninde tek life uygulanan gerilimi artırır. Bu da liflerin daha düzgün olmasını ve sabit bir bölümdeki büküm sayısını artırır. Siro-spun ipliklerin lif göçü parametresi diğer ipliklere göre daha yüksektir. Yapılan tüm denemelerde kanıtlanmıştır ki; siro-spun ve kompakt-spun iplikler, solo-spun ipliklere oranla daha yüksek lif göçü parametresine sahiptir.

Hem eğirme sistemi hem de büküm katsayısı, lif göçü parametresini doğrudan etkiler. Eğirme teknolojilerindeki büküm oluşma işlemlerini incelersek, eğirme üçgeninin dış tarafında kalan lifler daha uzun olduklarından, daha yüksek gerilime maruz kalır. Orta bölüme yaklaştıkça uzunluk azaldığından gerilim azalır. Minimum potansiyel enerji kurallarına göre yüksek gerilime maruz kalan lifler yer değiştirme eğiliminde olurlar. Siro-spun ipliklerde iki ayrı lif demeti olması, eğirme üçgenini küçültür.

Soltani ve Johari (2011), çalışmalarına devam ederek siro, solo, kompakt ve konvansiyonel ring-spun iplikler üzerinde yaptıkları çalışmanın ikinci bölümünde ipliklerin fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemiştir. Bu araştırmalar, kapasitif düzensizlik ile iplik mukavemeti arasında bir ilişki olduğunu ve düzensizlik arttıkça, iplik mukavemetinin azaldığını göstermiştir. Büküm sayısı arttıkça tüm ipliklerde tüylenme azalır. Siro ve kompakt eğirme ile üretilmiş ipliklerde tüylülük oranı benzer düzeyde iken ring ipliklerde ise artma gösterir. Ring ipliklerdeki bu durumun nedeni, liflerin düzgün yerleşmemesinden ve birbirine paralel olmamasındandır. Siro-spun iplikte ise iki demet halindeki lif şeridi birbiri ile büküme girdiğinden, tüylülük oranı azalır. Solo eğirme yönteminde de ise lifler diğer lif şeridi üzerine sarıldığından, kompakt sistemde ise Rocos sistemi nedeniyle tüylülük oranı azdır. Siro-spun ipliklerde düzensizlik diğer ipliklere oranla en azdır. Bu durum siro-spun ipliklerdeki katlanmış ve bükülmüş lifin az miktarda bulunmasından kaynaklanır. Büküm sayısının arttıkça, konvansiyonel ring iplikleri hariç diğer ipliklerde mukavemet belli miktarda artar. Siro-spun iplikler en yüksek mukavemete sahip ipliklerdir. Tüm büküm katsayıları incelendiğinde, siro-spun iplikler en yüksek, ring iplikler ise en düşük iplik kalite indeksine sahiptir. Siro-spun ipliklerindeki bu özellikler, yüksek kaliteli mamullerde ve özellikle dokumalarda iyi sonuç verir. Sonuç olarak siro, solo ve kompakt iplikler ring ipliklere göre daha gelişmiş sistemle elde edilmişlerdir ve özellikle siro-spun iplikler, mukavemet, iplik kalite indeksi ve tüylülük bakımından diğer ipliklerden daha iyi özelliktedir.

El-Sayed ve Sanad (2011), ring ve siro-spun ipliklerden elde edilen pamuklu kumaşların karakteristik özelliklerini araştırmışlardır. Çalışmada siro-spun ipliklerin

mukavemet, uzama ve tüylülük değerlerinin çift katlı ring ipliklere göre çok daha iyi değerlere ulaştığı görülmüştür. Siro-spun ipliklerin atkı yönünde kullanıldığı dokuma kumaşların, çift katlı ring ipliklerden üretilen dokuma kumaşlara göre mukavemetinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca siro-spun ipliklerinin boyanması sırasında daha az boya miktarı kullanıldığı böylece de maliyetin düşürüldüğü anlaşılmıştır. Siro-spun iplik ile üretilen dokuma kumaşlar, çift katlı ring iplik ile üretilen kumaşlara oranla renkleri daha iyi yansıttığı saptanmıştır.

Yan Liu, Yin Huang, Ling Li ve Min Li (2012), iki katlı bükümlü ipliklerin eğirilmesi sonucu ipliklerin uyumundaki stabil durum ve kontrol üzerine araştırma yapmışlardır. Siro-spun iplikleri konvensiyonel ring makinesinde iki fitil beslenerek, önceden belirlenmiş ön bölümde iki fitilin aynı anda çekilip inceltmesi ve aynı anda bükülmesi ile elde edilir. Sirofil eğirmede iki fitil birbiri üzerine bükülerek katlı iplik elde edilir. Siro-spun eğirme sisteminde iki bileşen ve bu bileşenlerin modülleri aynıdır. Bu nedenle büküm daha stabil ve dengeli, çıkan iplik de daha düzgün olur. Sirofil ipliklerde fitil ve filament, farklı bileşenler olduğu ve modülleri de farklı olduğu için liflerin dağılımı da asimetrik olur. Bu da düzgünsüzlüğe sebep olur.

Ünal ve Ömeroğlu (2012), ring iplikçiliğinde farklı sistemler kullanılarak elde edilmiş çift katlı iplik özelliklerini incelemişlerdir. Bu çalışmada; yün-poliamid karışımı iplikler, konvensiyonel siro-spun ve iki farklı kompakt-siro sistemi kullanılarak üretilmiş ve kopma mukavemeti, düzgünsüzlük ve tüylülük özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; her iki kompakt-siro sistemiyle elde edilmiş ipliklerin, konvensiyonel siro-spun sisteminden elde edilen ipliklere göre, incelenen özellikler bakımından istatistiki olarak daha iyi kalite değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Çalışmada kullanılan iki farklı kompakt siro sisteminden üretilmiş olan iplik özellikleri arasından ise istatistiki olarak önemli farklar görülmemiştir.

Ünal ve Ömeroğlu (2013), farklı sistemlerde doğrudan elde edilmiş çift katlı iplik özelliklerinin örme kumaş özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Yaptıkları

çalışmada iki farklı hammadde ve üç farklı iplikçilik sistemi ile elde edilen toplam altı farklı tip direkt çift katlı ipliklerden örülmüş kumaşların patlama mukavemeti, boncuklanma ve aşınma direncini incelemiştir. Patlama mukavemeti değerleri bakımından gerek Suessen kompakt-siro, gerekse Pinter kompakt-siro sistemleriyle elde edilen ipliklerden örülmüş kumaşların daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Boncuklanma testi sonuçlarından; çift katlı kompakt iplikler kullanılarak elde edilen kumaşların konvansiyonel siro-spun ipliklerden oluşan kumaşlara göre daha düşük boncuklanma eğilimine sahip olduğu görülmektedir. Aşınma direnci değerleri ile ilgili olarak da kompakt siro ipliklerden örülmüş kumaşların daha yüksek aşınma direncine sahip olduğu görülmüştür.

## **1.7 Çalışmanın Amacı**

Özellikle son yıllarda artan rekabet nedeni ile daha düşük maliyet ile daha hızlı üretimin gerekliliği artmış, buna bağlı olarak geleneksel eğirme sistemine alternatif sistemlerin geliştirilmesi gereği doğmuştur. Bunun yanında, elde edilecek olan kalite özellikleri de dikkate alınmakta ve amaçlanan kalite hedeflerine ulaşılmaya, hatta daha da ötesine geçilmeye çalışılmaktadır. Bu amaçla, geleneksel sistemden farklı olarak yepyeni iplik üretim teknolojileri geliştirildiği gibi, mevcut teknolojiler üzerinde bir takım değişiklikler de yapılabilmektedir. Bununla birlikte, yeni sistemlerin uygulanabilirliği konusunda araştırmalar hızla devam etmektedir. Önceki yapılan çalışmalara bakıldığında, var olan eğirme sistemleri üzerindeki gelişmelerin dünyada en yaygın şekilde kullanılan ring iplik eğirme sistemi üzerine yapıldığı açık şekilde görülmektedir.

Tez kapsamında, geleneksel ring iplik eğirme sistemi ile üretilip katlama ve büküm işlemleri sonucunda üretilmiş çift katlı iplikler ile bobinleme ve katlama prosesine girmeden ring iplik eğirme makinesinde yapılan bir takım modifikasyonlar ile tek fitil yerine iki fitil beslenerek iki fitilin aynı anda katlanması ve büküm alması ile elde edilmiş siro-spun ipliklerin tüylülük, düzgünlük, mekanik özellikler, çap,

yoğunluk, pürüzlülük, sık rastanan hatalar ve sürtünme özelliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Karşılaştırmaları yapabilmek adına kullanılan hammaddeler her iki eğirme sistemi için sabit tutulmuştur ve %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester lifleri kullanılmıştır. Sabit tutulan bir diğer parametre ise iplik numarasıdır. Tüm hammadde grupları için çift katlı ipliklerde Ne 40/2, siro-spun ipliklerde ise Ne 20/1 iplikler üretilmiştir. Ana amaca uygun olarak her hammadde grubu eğirme sistemi bakımından kendi arasında değerlendirilmiş ve sonuçlar bu perspektife göre incelenmiştir.





## **BÖLÜM İKİ**

### **MATERYAL VE METOT**

#### **2.1 Materyal**

Çalışma kapsamında, çift katlı iplikler ile doğrudan büküm almış siro-spun iplikleri kalite parametreleri açısından kıyaslanmıştır. Çalışmada hammadde olarak tüm ürün gruplarını temsil edebilmesi açısından %100 pamuk, %100 Tencel, %100 micro Modal ve %100 poliester lifleri kullanılmıştır. Çalışmada, tüm iplikler kontrollü olarak Ne 40/2 iplik numarasıyla üretilmiştir. İki katlı İplik üretiminde ilk olarak 1000 tur/metre Z bükümlü Ne 40/1 numaralı tek katlı iplikler üretilmiştir. Bobinleme ve katlama işlemlerinden sonra tek katlı ipliklere 500 tur/metre S katlama bükümü verilerek her bir S bükümün 1 Z bükümü açması sağlanmıştır. Sonucunda 1000 tur/metre Z büküme sahip ipliklere 500 tur/metre S büküm uygulandığında her bir tek katında 500 tur/metre Z büküm olan Ne 40/2 numaralı çift katlı iplikler elde edilmiştir. Siro-spun ipliklerinde ise 500 tur/metre Z bükümlü iplikler ile çalışılmıştır. Siro-spun ipliklerde ayrıca bir katlama ve büküm işlemi uygulanmadığından direkt olarak iplik makinesinden çıkan bükümlü iplik 500 tur/metre Z büküme sahiptir ve numarası Ne 40/2' dir.

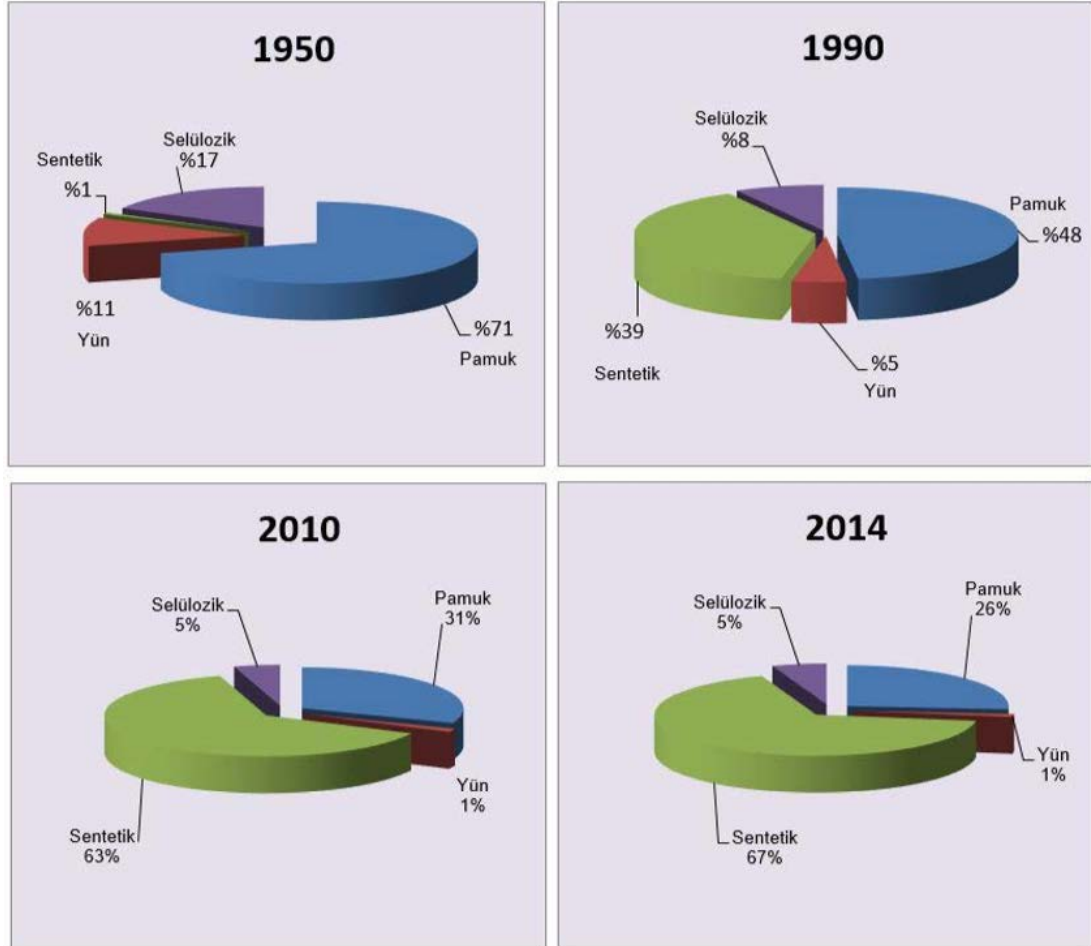
Bu bölümde ayrıca %100 pamuk, %100 Tencel, %100 micro Modal ve %100 poliester liflerinin genel özellikleri, kullanım alanları ve çalışma kapsamında üretimi yapılan liflerin üretim parametreleri hakkında bilgiler verilecektir.

#### ***2.1.1 Çalışma Kapsamında Kullanılan Liflerin Seçimi***

Çalışmada %100 pamuk, %100 Tencel, %100 micro Modal ve %100 poliester liflerinden üretilen çift katlı ring ve Siro-spun iplikler kullanılmıştır.

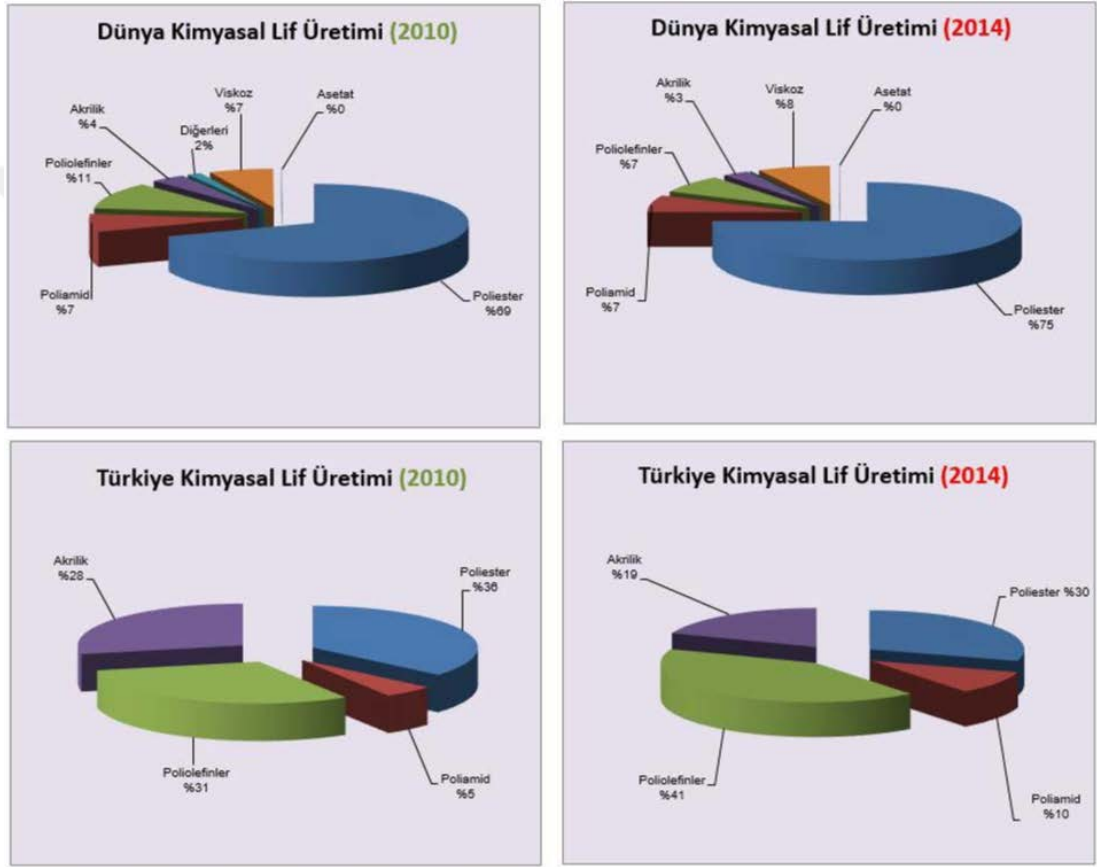
Bu liflerin seçilmesinin sebepleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Pamuk lifleri, gelişen teknoloji ve hızla değişen moda anlayışı karşısında kimyasal lif üretiminin son yıllarda artmasına karşın doğal lif olmasının sağladığı bazı üstün özellikleri sayesinde oldukça yaygın olarak kullanılmaya devam edilmektedir. Özellikle kimyasal liflerle karışım olarak da kullanılabilirdiği için günümüzde tekstil sektörünün bir çok alanında yoğun şekilde kullanılmaktadır. Şekil 2.1’de 1950, 1990, 2010 ve 2014 yıllarında dünyada pamuk, yün ve kimyasal lif üretimini gösteren grafiklerde pamuğun hala ne kadar yaygın olarak üretildiği görülmektedir.



Şekil 2.1 Yıllar bazında dünya lif üretimi (Balcı Kılıç, 2016)

2. Poliester lifi dünyada en çok üretilen sentetik lif olması nedeniyle araştırma kapsamında tercih edilmiştir. Şekil 2.2’de dünyada ve Türkiye’de kimyasal lif üretim oranları görülmektedir. Grafikte de görüldüğü gibi poliester lifine olan talebin artması ile arz da artmaktadır ve dünyada poliester lifinin kullanım alanları buna bağlı olarak çoğaltmaktadır. Özellikle teknik tekstiller alanındaki çalışmalarda tercih edilmektedir.



Şekil 2.2 Dünyada ve Türkiye’de 2010-2014 yılları arası kimyasal lif üretimi [Poliölefinler, polipropilen ve polietileni içermektedir.] (Balcı Kılıç, 2016)

3. Bazı özellikleriyle son yıllarda kendilerine önemli yer edinen rejenere lifler arasından Tencel ve Modal lifleri de çalışmada kullanılmışlardır. Daha ince yapıda olan mikro Modal lifleri çalışmanın çeşitliliği açısından tercih edilmiştir. Mikro lifler birçok doğal liflerden daha incedir. Bu nedenle mikro liflerin ince yapısı elde edilen iplik ve kumaşların özelliklerini de büyük ölçüde

etkilemektedir. İnce lif yapısından dolayı mikro liften yapılan mamuller standart liften yapılan mamuller ile karşılaştırıldığında daha fazla lif veya filament içermektedir. Bu nedenle mikro liften yapılan mamuller yumuşak, düzgün ve hacimli özellik gösterirler (Kaynak ve Babaarslan, 2009).

### **2.1.2 Çalışma Kapsamında Kullanılan Liflerin Özellikleri**

Çalışma kapsamında konvansiyonel çift katlı iplik eğirme sistemi ile siro-spun eğirme sisteminin iplik özellikleri üzerinde etkisini incelemek amacı ile %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester lifler kullanılmıştır. Bu liflere ait incelik (dtex) ve uzunluk (mm) değerleri Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1 Çalışmada kullanılan liflerin özellikleri

<b>Hammadde</b>	<b>Lif İnceliği (dtex)</b>	<b>Lif Uzunluğu (mm)</b>
Pamuk	1,4	29,5
Tencel	1,3	38
Poliester	1,3	38
Mikro Modal	1,0	38

#### **2.1.2.1 Pamuk**

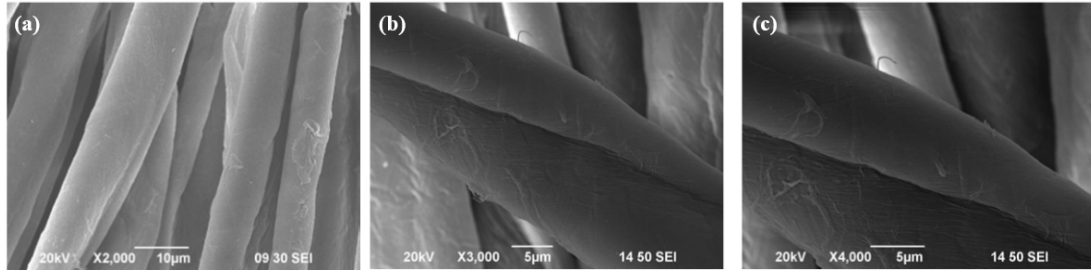
Pamuk; bir yıllık ömrü olan 1-2 metre boyunda bir bitkidir. Sıcak iklimde ve fazla yağışlı olmayan yerlerde yetişir. Pamuk bitkisinin açık sarı veya pembe çiçekleri vardır. Bu çiçekler olgunlaşma zamanında patlayan ceviz büyüklüğünde kozalar haline gelirler. Üç-beş odacığa sahip kozanın her bir odacığı kahve tanesi büyüklüğünde on civarında tohum taneciği içerir. Her bir taneciğin yüzeyi çok ince tohum lifleri ile donatılmıştır. Hasat zamanı tohum lifleri patlamış kozalardan elle veya makinelerle toplanır. Tohum ile pamuk lifi çırçır makinelerinde yapılan çırçırılama işlemi sırasında birbirinden ayrılır. Bu lifler sıkıştırılarak balyalar halinde eğirme tesislerine götürülür (Milli Eğitim Bakanlığı, 2007).

Lif uzunluğu açısından; kısa (26mm.), orta (27-29mm.), uzun (30-38mm.) ve çok uzun (38mm ve daha fazla) Şeklinde gruplanabilir. Lif uzunluğu arttıkça lifin inceliği de artar. Doğal bir matlığa sahiptir. Bunların yanısıra kopma dayanımı, sürtünme ve aşınma dayanımı yüksektir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2007).

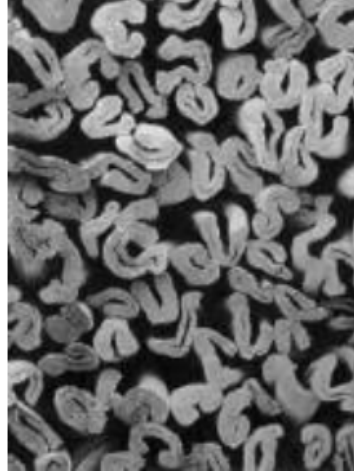
Şekil 2.3'te pamuk bitkisi, Şekil 2.4'te pamuk lifinin boyuna SEM görüntüsü, Şekil 2.5'te ise pamuk lifinin enine SEM görüntüsü görülmektedir.



Şekil 2.3 Pamuk bitkisi (Swicofil, 2017)



Şekil 2.4 Pamuk lifinin a=2000 kat, b=3000 kat, c=4000 kat büyütülmüş boyuna SEM görüntüsü (Kan, Lam ve Yuen, 2012)



Şekil 2.5 Pamuk lifinin enine SEM görüntüsü (Swicofil, 2017)

Pamuk lifinden üretilen iplikler daha sonrasında kumaş haline getirilip giyim endüstrisi, ev tekstili, teknik tekstiller, medikal ve kozmetik alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Çalışmada, Amerikan pamuğu kullanılmıştır. Kullanılan pamuğa ait Uster HVI Spectrum değerleri Tablo 2.2’de yer almaktadır. Kullanılan USA-164 pamuğu %40 Brezilya, %60 Amerika menşelidir ve testereli çırçır makinesi (sawgin) ile çırçırlandırılmıştır.

Tablo 2.2 Çalışmada kullanılan Amerikan pamuğuna ait HVI değerleri

<b>HVI TEST SONUÇLARI</b>	
İncelik (Mikroner)	4,5
Olgunluk	0,9
Elyaf Uzunluğu (mm)	29,1
Elyaf Düzgünlüğü (%)	81,4
Kısa Elyaf İndeksi (%)	9,0
Mukavemet (cN/tex)	30,5
Elastikiyet (%)	7,1
Parlaklık Derecesi	75,7
Sarıklık	8,8

### 2.1.2.2 Tencel

Tencel lifi, 2004 yılında Lenzing firması tarafından piyasaya sürülen rejenere selülozik bir lifdir. Tencel liflerinin günümüzde Tencel Standart, Tencel A100 ve Tencel LF olmak üzere üç farklı tipi vardır. Tencel Standart'ın fibrilasyon özelliği, kumaşın görünümüne ve tutumuna katkıda bulunmakta olup fibrillenmenin kumaş üzerinde oluşturduğu yumuşak tutum nedeniyle “şeftali tüyü efekti” ile tanınmaktadır. Tencel A100 ve Tencel Standart ise şeftali tüyü efektinin ürünleri için uygun olmadığını düşünen müşteriler için geliştirilmiş tipleridir (Karsu, 2017).

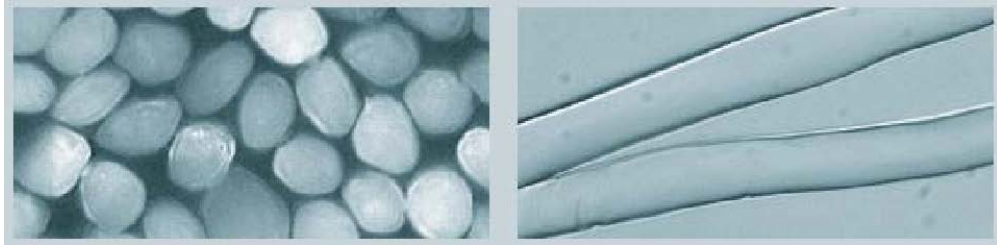
Tencel lifi tek fibril yapısındadır. Bu yapı Tencel lifinin sentetik liflere göre daha fazla nem hapsedmesini sağlar. Sentetik lifler haricinde Lenzing firmasına göre Tencel lifi pamuk lifinden yaklaşık %50 oranında daha fazla nem hapsedebilmektedir. Tencel lifi pamuk lifinden daha çok nem tutucudur, ipekten daha yumuşaktır ve ketenden daha serin tutar (Lenzing, 2017).

Tencel lifi pamuk gibi doğal liflere, viskoz gibi rejenere selülozik liflere ve poliester gibi kimyasal liflere göre Tablo 2.3'te gösterildiği gibi bazı üstün özellikler göstermektedir. Tencel lifinin kuru mukavemeti ve yaş mukavemeti pamuk ve viskoz liflere göre daha iyidir. Su emicilik özelliği ise pamuk, poliester ve polipropilen liflere göre daha iyi sonuçlar vermektedir, viskoz lifine de yakın değerlere sahiptir. Ayrıca Tencel lifinin uzamasının pamuk lifinden daha fazla olduğu da görülmektedir.

Tablo 2.3 Tencel lifinin viskoz, pamuk poliester ve polipropilen lifleri ile karşılaştırmalı filament özellikleri (Slater, 2005 ve Dündar, 2008)

Özellik	Tencel	Viskoz	Poliester	Polipropilen	Pamuk
Kuru Mukavemet (cN/tex)	30-40	20-25	40-50	25-35	20-24
Kuru Uzama (%)	10-16	20-25	15-55	200-300	7-9
Yaş Mukavemet (cN/tex)	25-35	10-15	40-50	25-35	10-15
Yaş Uzama (%)	12-18	25-35	15-55	200-300	25-30
Su Emicilik (%)	60-70	90-100	<5	0	44-55

Tencel ve pamuk liflerinin yüzeyleri birbirleriyle karşılaştırıldığında pamuğun yapısı gereği sahip olduğu bükümlerden kaynaklanan pürüzlü bir yüzeyi bulunduğu görülürken Tencel'in yüzeyinin pürüzsüz olduğu görülmektedir. Şekil 2.6'da Tencel lifinin boyuna ve enine SEM görüntüsü, Şekil 2.7'de pamuk ve Tencel liflerinin yüzey görünümleri görülmektedir.



Şekil 2.6 Tencel lifinin boyuna ve enine SEM görüntüsü (Lenzing, 2017)



**Pamuk**

**Tencel**

Şekil 2.7 Pamuk ve Tencel liflerinin yüzey görünümleri (Lenzing, 2017)

Bunların yanısıra Tencel lifinin üretim prosesi geri dönüşüm açısından kapalı bir döngü içindedir. Yani Tencel lifi üretimi için kullanılan solvent doğada %100



çözünebilmektedir, bu nedenle Avrupa Çevre Kurumu tarafından Avrupa Çevre Ödülü ile ödüllendirilmiştir.

Tablo 2.4'te Tencel lifinin çeşitleri ve özellikleri yer almaktadır. Çalışma kapsamında 1,3 dtex doğrusal yoğunluktaki, 38 mm kesme uzunluğundaki Lenzing Tencel LF lifi kullanılmıştır. Tablo 2.5'te 1,3 dtex doğrusal yoğunluktaki, 38 mm kesme uzunluğundaki Lenzing Tencel LF lifinin mekanik özellikleri bulunmaktadır. Tencel LF (low fibrillation-düşük fibrilasyon) lifi Lenzing firması tarafından müşterilerinin Tencel lifinin bitim işlemlerinin daha kolay ve daha az maliyetli olması talebi üzerine geliştirilmiştir. Tencel LF lifi üretiminde, Tencel lifinin üretimi esnasında Lenzing firmasının formülünü gizli tuttuğu, bağlayıcı gruplar içeren kimyasallar kullanarak selüloz moleküllerinin çapraz bağlanması sağlanır. Böylece kimyasal çapraz bağlanma sayesinde lifin fibrilasyon eğilimi baskılanır (Rohrer, Retzl ve Firgo, 2001). Tablo 2.6'da görüldüğü gibi çapraz bağlanma nedeni ile 1.3 dtex doğrusal yoğunluktaki Tencel LF liflerinin mukavemet değerleri aynı doğrusal yoğunluktaki standart Tencel'e göre daha düşüktür. Ancak güzenek hacminin ve iç yüzeyin büyümesi Tencel LF lifinin su tutma kapasitesini, dolayısı ile boya alımını arttırır. Bu durum Tencel LF lifinin daha kolay boyanmasına ve bitim işlemleri için gerekli olan süreyi ve maliyeti azaltır.

Tablo 2.4 Tencel lifinin çeşitleri ve özellikleri (Kılıç, 2010)

Tip	Doğrusal Yoğunluk (dtex)	Kesme Uzunluğu (mm)
Standart	1,3	38
	1,4	38
	1,7	38/51
	2,2	50
Micro	0,9	34
	0,9	34 LF
LF	1,3	34
	2,2	50
	0,9	34
A 100	1,4	38
	3,0	75B/98B
FILL	2,3	15
	6,7	22/32
	6,7	60

Tablo 2.5 1,3 dtex doğrusal yoğunluktaki, 38mm kesme uzunluğundaki Lenzing Tencel LF lifinin mekanik özellikleri (Dündar, 2008)

Kuru Mukavemet (cN/tex)	37
Kuru Uzama (%)	13
Yaş Mukavemet (cN/tex)	30
Yaş Uzama (%)	15

Tablo 2.6 1,3 dtex doğrusal yoğunluktaki standart Tencel ve Tencel LF lifleri arasındaki özellik farkları (Rohrer ve ark., 2001)

Elyaf Özellikleri	Tencel LF	Standart Tencel
Mukavemet (cN/tex)	35-37	40-42
Uzama (%)	9-11	15-17
Yaş Mukavemet (cN/tex)	27-29	34-36
Yaş Uzama (%)	11-13	17-19
Gözenek Hacmi (ml/g)	0,82	0,6
İç Yüzey (m <sup>2</sup> /g)	507	374
Su Tutma Kapasitesi (%)	69	55

### 2.1.2.3 Mikro Modal

Modal lifi, Lenzing firması tarafından “Dünya’yı daha yumuşak bir yere dönüştürür.” sloganı ile piyasaya sürülen özellikle yumuşak tutumu ile fark yaratan selülozik bir lifdir. Modal lifi kayın ağaçlarından elde edilir.

Düşük lif rijitliği ve Modal lifinin yüzey kesiti sayesinde Modal lifi yumuşaklığı açısından rakipsiz hale gelmiştir. Lenzing firmasına göre Modal lifi yapılan tuşe testlerine göre pamuk lifinden iki kat daha yumuşaktır. Ayrıca yine Lenzing firmasının geliştirdiği micro Modal Air lifi ise en yumuşak lifdir (Lenzing, 2017).

Modal lifinin enine kesiti pamuk lifinin enine kesitine benzemektedir. Bu durum Modal lifinin pamuk lifi ve diğer lifler ile karışımını kolaylaştırır. Ancak pamuk lifinde

bulnan lumen Modal lifinde yoktur. Şekil 2.8’de Modal lifinin enine kesit ve boyuna görünüşleri bulunmaktadır.



Şekil 2.8 1,3dtex Modal lifinin enine kesit ve uzunluğuna görünüşleri (Balcı Kılıç, 2016)

Modal lifinin kullanım alanları arasında çoraplar, iç çamaşırları, havlular, banyo, pijama ve gecelikler, t-shirtler vb. gelmektedir. Son zamanlarda ise farklı bitim işlemleri uygulanarak cupro görünümlü kumaşlar elde edilebilmektedir.

*2.1.2.3.1 Mikrolif.* Genel olarak doğrusal yoğunluğu 1dtex’in altındaki lifler mikrolif olarak kabul edilmektedir. Bunun yanı sıra doğrusal yoğunluğu 0,3 dtex’in altındaki lifler ise süper mikrolif olarak kabul görmektedir (Purane ve Panigrahi, 2007). Mikrolifler, konvansiyonel lifler ile karşılaştırıldıklarında kumaşlara lüks görünüm, iyileştirilmiş fiziksel ve tutum özellikleri ve yüksek seviyede giyim konforu sağlamaktadır. Bu nedenle, son yıllarda mikroliflere karşı artan bir eğilim bulunmaktadır. Mikrolifler yüksek kalitedeki giysiler, abiye kıyafetler, spor giyim, ev tekstilleri, endüstriyel ürünler gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Demiröz Gün, Demircan ve Şevkan, 2011).

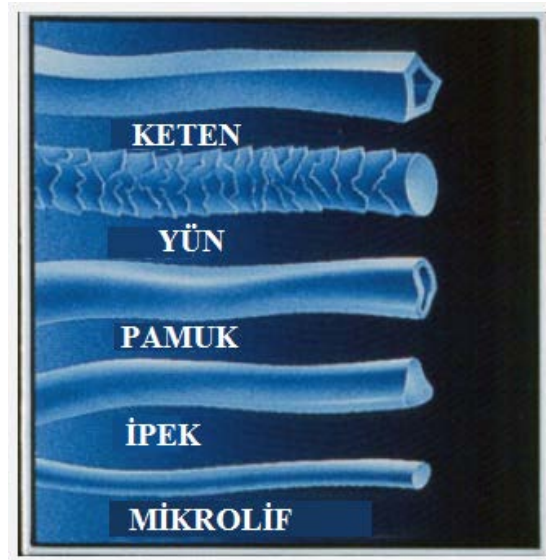
Mikroliflerin sahip olduğu önemli özellikler;

- Oldukça düşük doğrusal yoğunluk,
- Dökümlülük,
- Yumuşak ipeksi tutum,
- Kolay yıkanabilme ve kuru temizlenebilme,

- İyi çekme dayanımı,
- Yüksek mukavemet,
- Yağmur, soğuk ve rüzgara karşı izole edebilme,
- Antialerjik,
- Düşük elektrostatiklenme,
- Süper emici (suda kendi ağırlığının 7 katını emme kapasitesi) özellik,
- Diğer liflere nazaran 3 kat hızlı kuruyabilme,
- Parlaklık ve karakteristik renk,
- Düşük eğilme dayanımı,
- Baskılı kumaş üretiminde konvansiyonel kumaşlara nazaran daha net ve keskin desenler elde edebilme

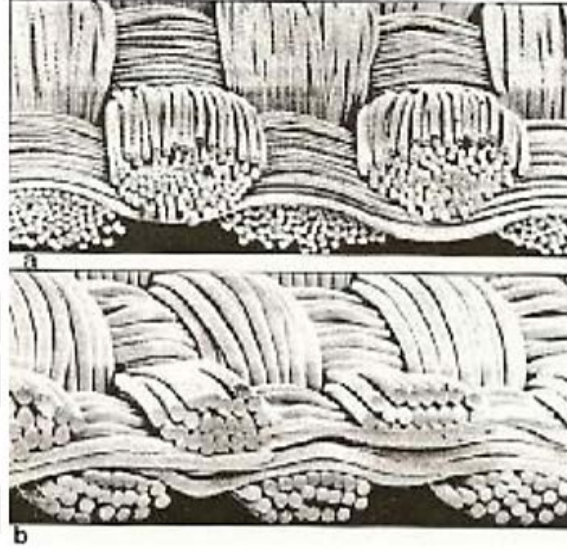
şeklinde sıralanabilir (Kaynak ve Babaarslan, 2009).

Çaplarının küçük olması nedeni ile mikroliflerin eğilmeye karşı dirençleri düşüktür. Lif çapı küçüldükçe lif çapı ile doğru orantılı olarak değişen atalet momenti düşmekte ve buna bağlı olarak eğilme deformasyonu artış gösterdiğinden, mikroliflerin eğilme direnci düşmektedir (Demiröz Gün ve ark., 2011). Şekil 2.9’da mikroliflerin çapının pamuk, yün, keten ve ipek lifine göre daha ince olduğu görülmektedir.



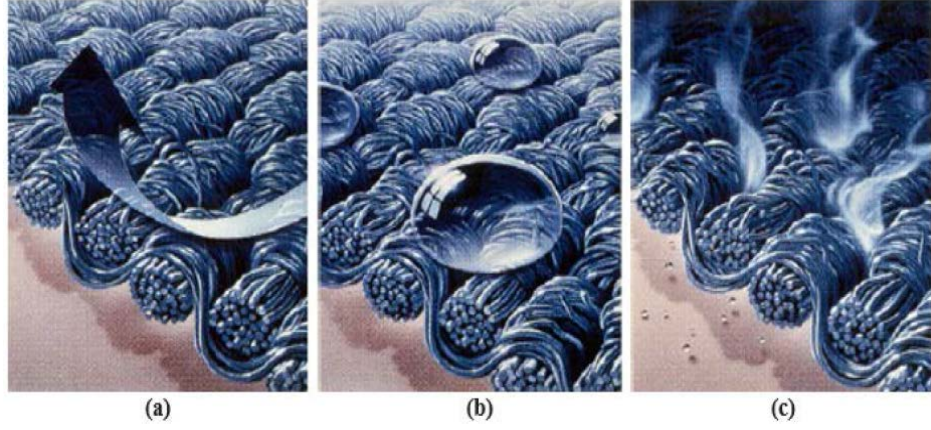
Şekil 2.9 Mikroliflerin çapının pamuk, yün, keten ve ipek lifine göre karşılaştırması (American Fiber Manufacturers Association, 2017)

Mikrolif ipliklerden dokunan kumaşlar, filamentlerin oldukça düşük doğrusal yoğunluğa sahip olması nedeniyle konvensiyonel incelikteki filament ipliklerinden dokunan kumaşlara nazaran oldukça sıkı bir yapıya sahiptirler (Kaynak ve Babaarslan, 2009). Konvensiyonel ve mikroliflerden elde edilmiş ipliklerden oluşan iki farklı dokuma kumaş yapısı karşılaştırma için Şekil 2.10'da verilmiştir.



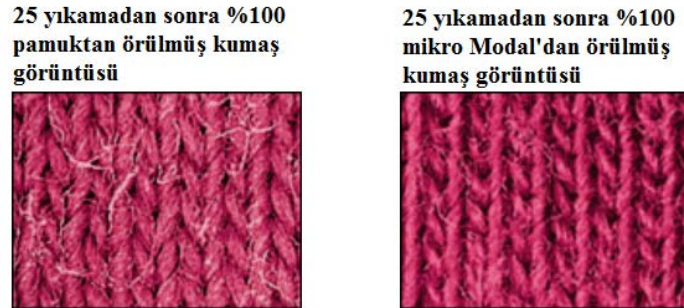
Şekil 2.10 a) Mikrofilament ipliklerden dokunmuş kumaş yapısı, b) Konvensiyonel filament ipliklerinden dokunmuş kumaş yapısı (Yakartepe ve Yakartepe, 1999)

Mikrolifli kumaşların daha fazla lif içermesi lifler arasındaki boşluklar azalttığı için elde edilen kumaş yapısının daha sıkı olmasını sağlamaktadır. Sıkı kumaş yapısı rüzgarın içeri girmesini engellerken vücut ısısının giysinin dışına çıkmasına engel olmaktadır. Bu nedenle mikroliflerden elde edilen kumaşlar soğuk, rüzgar, yağmur ve su geçirmezlik özelliklerine sahiptir. Mikrolifli kumaşlar su itici özellikte olmasına rağmen su buharı geçişine izin vermektedir. Böylece herhangi bir kimyasal ya da kaplama gerektirmeksizin, nefes alabilen kumaşlar üretilebilir (Demiröz Gün ve ark., 2011). Nefes alabilen kumaşların rüzgar, su ve su buharı etkilerine karşı gösterdiği tutum Şekil 2.11'de gösterilmiştir.



Şekil 2.11 (a) Mikro lifli dokuma kumaşların rüzgâra karşı bariyer etkisi, (b) Mikro lifli dokuma kumaşların su iticilik özelliği, (c) Mikro lifli dokuma kumaşların su buharı geçirgenliği özelliği (American Fiber Manufacturers Association, 2017).

Mikro Modal iplik, birim kesitte Modal ipliğe göre daha fazla elyaf içerir. Bu nedenle diğer elyaflardan daha büyük bir yüzeye sahip olduğundan dökümlülük ve rahatlıkla birlikte yumuşak, dolgun bir tutum gibi giyside çok aranan özellikleri en iyi şekilde sağlamaktadır. Sıkı dokunmuş kumaşlarda bile birim alana düşen ağırlık düşük olmakta ve kumaş kırılmamaktadır. Mikro Modal kumaş, nemi pamuğa göre daha hızlı absorbe etmekte ve daha hızlı dışarı atmaktadır. Dolayısı ile çabuk kuruma özelliği ve nem transferi çok iyidir. Birçok yıkamadan sonra bile parlak ve yumuşak kalmaktadır. (Karsu, 2017). Şekil 2.12’de 25 yıkamadan sonra %100 pamuk ve %100 mikro Modal liflerden örülmüş kumaşların görüntüsü verilmiştir.



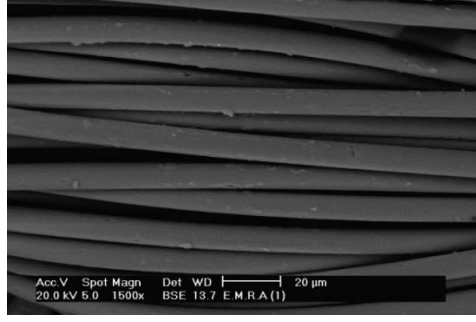
Şekil 2.12 25 yıkamadan sonra %100 pamuk ve %100 mikro Modal liflerden örülmüş kumaşların görüntüsü (Karsu, 2017)

Çalışma kapsamında 1,0 dtex doğrusal yoğunluktaki, 39 mm kesme uzunluğundaki Lenzing mikro Modal lifi kullanılmıştır.

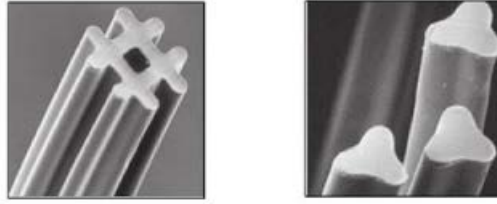
#### 2.1.2.4 Poliester

Poliester, Carothers'ın DuPont firmasında çalıştığı yıllarda alkol ve karboksilik asit kullanılarak yeni liflerinin oluşturulabileceği üzerine başlattığı çalışmalar ile gündeme gelmiştir ancak Carothers'ın çalışmaları sonucu bulunan ilk lif naylon olmuştur. Bunun üzerine J.R. Whinfield, J.T. Dickson, W.K. Birtwhistle ve C.G. Rithie'den oluşan dört İngiliz araştırmacı 1939 yılında Carothers'ın araştırmasını geliştirmeye başlamışlardır. 1941 yılında Terylene olarak adlandırılan ilk poliester lifini üretmişlerdir. 1964 yılında DuPont firması tüm yasal hakları satın almış ve araştırmalara devam ederek diğer bir poliester lifi olan Dacron'u tanıtmıştır. 1958 yılında Kodol adı ile Eastman Chemical Products Inc. firması tarafından diğer bir poliester lifi tanıtılmıştır ve bununla beraber poliester lifinin pazardaki yeri artmaya başlamıştır. Poliester lifinin ve poliester içerikli tekstil materyallerinin yaygınlığı 70'li yılların başlarına kadar inanılmaz bir hızla artmıştır ancak 60'lı yılların sonlarına doğru yayılan poliesterin "sağlıksız ve rahatsız" olduğu imajı nedeniyle 70'lerden sonra tüketimi azalmaya başlamıştır (Swicofil, 2017).

Günümüzde en yaygın olarak kullanılan poliester lifi polietilen tereftalat (PET) olup, tekstil haricinde aynı zamanda su şişelerinde kullanılmaktadır. Özellikle polietilen tereftalatın geri dönüştürülmesi için çalışmalar her gün artmakta ve yeniden poliester lifi olarak kullanımı sağlanmaya çalışılmaktadır (American Fiber Manufacturers Association, 2017). Şekil 2.13'te poliester lifinin boyuna görünüşü görülmektedir. Poliester eriyikten çekim yöntemi ile üretildiği için, geçirildiği düzenin şeklini alır. Bu nedenle belirli bir enine kesit şekli bulunmamaktadır. Şekil 2.14'te poliesterin farklı enine kesit görünüşleri bulunmaktadır.



Şekil 2.13 Poliester lifinin boyuna görünüşü (Elnagar, Elmaaty ve Raouf, 2014)



Şekil 2.14 Poliester lifinin farklı enine kesit görünüşleri (Gupta, 2008)

Son yıllarda fantezi ve pahalı kumaşlar elde edilebilmesi ve pahalı lifler ile karışım halinde kullanılabilmesi sayesinde yeniden pazardaki yerini güçlendirmiştir. Modaya uygun, yenilikçi kumaşların elde edilmesinde ve pahalı kumaşların benzerlerinin üretiminde oldukça önemli rol oynayan poliester tekstilde önemli bir yere sahiptir. Yüksek mukavemeti, aşınma direncinin yüksek olması, elastik geri dönme özelliğinin yüksekliği, kırışmaması, kolay yıkanabilmesi, kolay kuruması, yüksek kimyasal dayanımı, kolay boyanabilmesi ve kolayca küf oluşturmaması bakımında sadece tekstilde değil diğer birçok sektörde de kullanılmaktadır.

Çalışma kapsamında 1,6 dtex doğrusal yoğunluktaki, 38 mm kesme uzunluğundaki Sasa firması tarafından üretilen poliester lifi kullanılmıştır. Tablo 2.7’de poliester lifinin bazı genel özellikleri verilmektedir.



Tablo 2.7 Poliester lifinin özellikleri (Feng ve Jiao, 2011)

Kuru Mukavemet (cN/dtex)	3,4-6,5
Kuru Uzama (%)	15-40
Mutlak Nem (%)	0,2-0,4
Erime Noktası (°C)	260
Boyanabilirlik	Dispers boyarmaddeler ile 130°C
Dökümlülük	Kötü
Parlaklık	Düşükten ortaya
Buruşmazlık	İyi

### **2.1.3 Çift Katlı Ring ve Siro-spun İpliklerin Üretim Parametreleri**

Çalışma kapsamında %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester çift katlı ring ve siro-spun iplikler üretilmiştir. İplik üretiminde dikkat edilen husus, çift katlı ring ve siro-spun iplikleri karşılaştırılırken büküm verme işlemlerinin farkının liflerin mekanik ve fiziksel özelliklerine etkisinin incelenebilmesi için diğer tüm üretim parametrelerinin aynı olmasının sağlanmasıdır. Bu nedenle çift katlı ring ve siro-spun ipliklerin üretim parametreleri birbiri ile aynıdır. Bu bölümde %100 pamuk lifi için ayrı, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester lifleri için ayrı şekilde makine hattı ve makinelerin üretim parametreleri bilgileri verilmiştir.

#### **2.1.3.1 %100 Pamuk Çift Katlı Ring ve Siro-Spun İplik Üretimi**

Çalışmada %100 pamuk, 500 tur/metre büküm miktarına sahip Ne 40/2 numaralı ve Ne 40/2 numaralı siro-spun iplikler üretilmiştir. Tablo 2.8’de harman-hallaç dairesine ait üretim parametreleri, Tablo 2.9’da eğirme hazırlık dairesine ait üretim parametreleri, Tablo 2.10’da fitil makinesine ait üretim parametreleri ve Tablo 2.11’de ring makinesi ve bobin makinesine ait üretim parametreleri bulunmaktadır.

Tablo 2.8 Harman-hallaç dairesindeki üretim parametreleri

<b>RIETER HARMAN HALLAÇ</b>	
<b>RIETER B34 BALYA AÇICI</b>	
Devir	900
<b>RIETER A11 UNIFLOC</b>	
Dalma Derinliği (mm)	3,5
Giriş ve Çıkış Kademesi	6-3,5
Alıcı Silindir Devri (devir/dk)	1600
Hareketi (m/dk)	13
Tarama Sonrası İlk Tesviye Derinliği (mm)	4-6
<b>RIETER B12 UNICLEAN</b>	
Devir (devir/dak)	590
Temizleme Şiddeti	0,3
Nisbi Telef Oranı (%)	3
<b>RIETER B72 UNIMIX</b>	
Üretim Seviyesi	90
Açılma	0,6
Dolu Depo Basıncı (Pa)	200
Üretime Hazır Olma Kapasitesi (%)	50
<b>RIETER A79 UNISTORE</b>	
Açıcı Silindir Devri	1000
Çekim	1,5
Besleme Silindir Devri	2,8
Sıkıştırma Silindiri	0,8
Dur Çalış Oranı (%)	30
Üretim Seviyesi	100
Temizleme Şiddeti	0,6
Nisbi Telef Oranı (%)	1

Tablo 2.9 Eğirme hazırlıktaki üretim parametreleri

<b>EĞİRME HAZIRLIK</b>	
<b>RIETER C60 TARAK MAKİNASI</b>	
Ne	0,1
Verim (kg/saat)	45
Üretim Hızı (m/dk)	102
<b>1.PASAJ CER: RIETER SB-D-40</b>	
Ne	0,12
<b>RIETER E32 UNILAP MAKİNASI</b>	
Dublaj	24
Çekim	1,39
<b>RIETER E75 PENYE MAKİNASI</b>	
Ne	0,120
Telef ( % )	21-22
<b>2.PASAJ CER: RIETER SB-D-40</b>	
Ne	0,12

Tablo 2.10 Fitol makinesine ait üretim parametreleri

<b>MARZOLİ FTS-DN FİTİL MAKİNASI</b>	
Fitol Numarası (Ne)	0,9
Ortalama İğ Devri (devir/dk)	900
Çekim	7,57
Kırıcı Çekim	1,2

Tablo 2.11 Ring ve bobin makinelerine ait üretim parametreleri

<b>PINTER MERLIN LABORATUVAR TİPİ İPLİK MAKİNESİ</b>	
Fitol Numarası (Ne)	0,9
İplik Numarası (Ne)	Çift katlı iplikler için tek kat; 40/1 siro-spun iplikler için; 40/2
Ortalama İğ Devri (devir/dk)	13000
Çekim	44,4
Kırıcı Çekim	1,08
Büküm (tur/m)	Çift katlı iplikler için; katlamadan önce 1000 T/m (Z), katlamadan sonra 500 T/m (Z)
<b>SAVIO ITEMA BOBİN MAKİNESİ</b>	
İğ Devri (devir/dk)	1000

Bobin makinesinin de dahil olduğu üretim süreci hem tek katlı hem de siro-spun iplikler için ortaktır. Çift katlı iplik üretimi için siro-spun ipliklerden farklı olarak ayrıca tek katlı ipliklerin katlama ve büküm işlemlerine tabi tutulması gerekmektedir. Tablo 2.12’de katlama ve büküm makinelerine ait üretim parametreleri bulunmaktadır.

Tablo 2.12 Katlama ve büküm makinelerine ait üretim parametreleri

<b>SCHÄRER SCHWEITER METTLER KATLAMA MAKİNESİ</b>	
İğ Devri (devir/dk)	800
<b>SAURER VOLKMANN BÜKÜM MAKİNESİ</b>	
İğ Devri (devir/dk)	10000
Çıkış Hızı (m/dk)	28

### 2.1.3.2 %100 Tencel, %100 Mikro Modal Ve %100 Poliester Çift Katlı Ring ve Siro-Spun İplik Üretimi

Çalışmada %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester, 500 tur/metre büküm miktarına sahip Ne 40/2 numaralı çift katlı ve siro-spun iplikler üretilmiştir. Tablo 2.13’te harman-hallaç dairesine ait üretim parametreleri, Tablo 2.14’te eğirme hazırlık dairesine ait üretim parametreleri, Tablo 2.15’te fitil makinesine ait üretim parametreleri ve Tablo 2.16’da ring makinesi ve bobin makinesine ait üretim parametreleri bulunmaktadır.

Tablo 2.13 Harman-hallaç dairesindeki üretim parametreleri

<b>RIETER HARMAN HALLAÇ</b>	
<b>RIETER B34 BALYA AÇICI</b>	
Devir	900
<b>RIETER A79 UNISTORE</b>	
Açıcı Silindir Devri	1000
Çekim	1,5
Besleme Silindir Devri	2,8
Sıkıştırma Silindiri	0,8
Dur Çalış Oranı (%)	30
Üretim Seviyesi	100
Temizleme Şiddeti	0,6
Nisbi Telef Oranı (%)	1

Tablo 2.14 Eğirme hazırlıktaki üretim parametreleri

<b>EĞİRME HAZIRLIK</b>	
<b>RIETER C60 TARAK MAKİNASI</b>	
Ne	0,1
Verim ( kg/saat )	600
Üretim Hızı ( m/dk)	102
<b>1.PASAJ CER: RIETER SB-D-40</b>	
Ne	0,10
<b>2.PASAJ CER: RIETER SB-D-40</b>	
Ne	0,12

Tablo 2.15 Fıtıl makinesine ait üretim parametreleri

<b>MARZOLİ FTS-DN FİTİL MAKİNASI</b>	
Fıtıl Numarası (Ne)	0,9
Ortalama İğ Devri (devir/dk)	900
Çekim	7,57
Kırıcı Çekim	1,2

Tablo 2.16 Ring ve bobin makinelerine ait üretim parametreleri

<b>PINTER MERLIN LABORATUVAR TİPİ İPLİK MAKİNESİ</b>	
Fıtıl Numarası (Ne)	0,9
İplik Numarası (Ne)	Çift katlı iplikler için tek kat; 40/1 siro-spun iplikler için; 40/2
Ortalama İğ Devri (devir/dk)	13000
Çekim	44,4
Kırıcı Çekim	1,08
Büküm (tur/m)	Çift katlı iplikler için; katlamadan önce 1000 T/m (Z), katlamadan sonra 500 T/m (Z)
<b>SAVIO ITEMA BOBİN MAKİNESİ</b>	
İğ Devri (devir/dk)	1000

Bobin makinesinin de dahil olduğu üretim süreci hem tek katlı hem de siro-spun iplikler için ortaktır. Çift katlı iplik üretimi için siro-spun ipliklerden farklı olarak

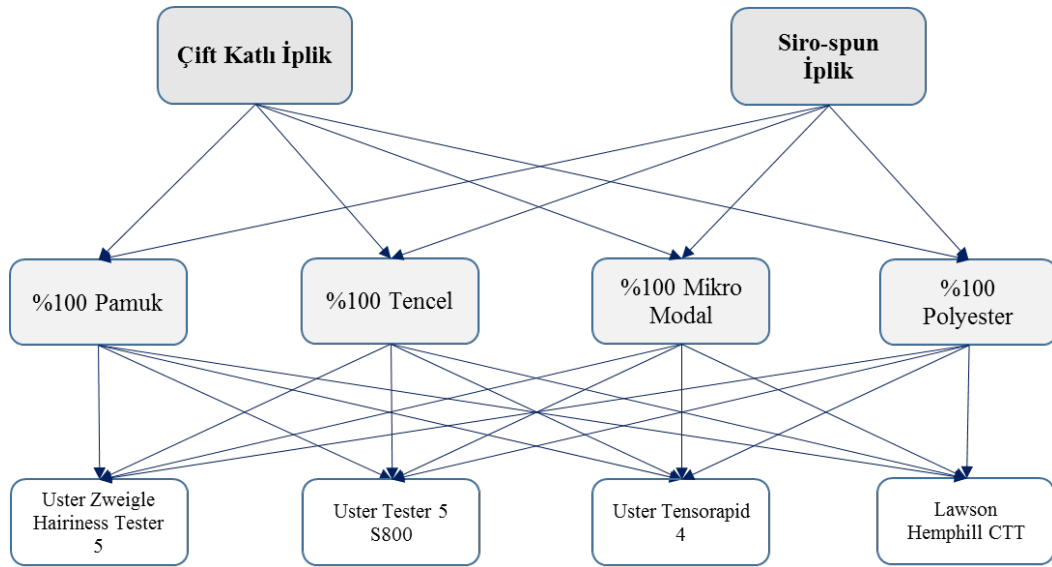
ayrıca tek katlı ipliklerin katlama ve büküm işlemlerine tabi tutulması gerekmektedir. Tablo 2.17’de katlama ve büküm makinelerine ait üretim parametreleri bulunmaktadır.

Tablo 2.17 Katlama ve büküm makinelerine ait üretim parametreleri

<b>SCHÄRER SCHWEITER METTLER KATLAMA MAKİNESİ</b>	
İğ Devri (devir/dk)	800
<b>SAURER VOLKMANN BÜKÜM MAKİNESİ</b>	
İğ Devri (devir/dk)	10000
Çıkış Hızı (m/dk)	28

#### 2.1.4 Çalışmanın Deney Planı

Tez kapsamında öncelikle çift katlı iplikler ile siro-spun ipliklerin özelliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bunun için, Ne 40/2 numaralı çift katlı ring ve Ne 40/2 numaralı aynı büküm miktarına ve büküm yönüne sahip %100 Tencel, %100 pamuk, %100 mikro Modal ve %100 poliester iplikler üretilmiştir ve her hammadde grubu için ayrı ayrı fiziksel ve mekanik özellikler karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çalışmanın deney planı Şekil 2.15’te yer almaktadır.



Şekil 2.15 Çalışmanın deney planı

## 2.2 Metot

Tez kapsamında pamuk, poliester, mikro Modal ve Tencel liflerinden üretilmiş siro-spun ve çift katlı ipliklerinin yapısal, fiziksel ve mekanik özelliklerinin incelenmesi amacıyla tüylülük, kopma mukavemeti, kopma uzaması, düzgünsüzlük, çap, yuvarlaklık, pürüzlülük, yoğunluk ve iplik-seramik, iplik-metal ve iplik-iplik sürtünme testleri yapılmıştır.

### 2.2.1 İplik Tüylülük Testi

Tez kapsamında farklı eğirme yöntemleri ile üretilen ipliklerinin tüylülükleri, fotoelektrik yöntemle göre çalışan Uster Zweigle Hairiness Tester 5 (UZHT5) ve Uster Tester 5 S800 test cihazları ile ölçülmüştür.

Uster Zweigle Hairiness Tester 5 ile ipliklerin S3 (100 metre iplik uzunluğunda 3mm'den uzun liflerin sayısı) ve S1+2 (100 metre iplik uzunluğunda 3mm'den kısa liflerin sayısı) değerleri ölçülmüştür. Her bir hammaddeye ait 5'er adet çift katlı, 5'er adet siro-spun bobinin tüylülük ölçümleri 50 m/dk standart test hızında toplam 4 dk süre ile gerçekleştirilmiştir. Uster Tester 5 S800 ile ipliklerin H (1cm uzunluğundaki iplik üzerinde çıkıntı yapan liflerin cm cinsinden toplam değeri) ve sh (H değerinin standart sapması) değerleri ölçülmüştür. Her bir hammaddeye ait 5'er adet çift katlı, 5'er adet siro-spun bobinin tüylülük ölçümleri 400 m/dk test hızında toplam 2,5 dk süre ile gerçekleştirilmiştir.

Şekil 2.16'da Uster Zweigle Hairiness Tester 5, Şekil 2.17'de Uster Tester 5 S800 cihazlarının görüntüsü bulunmaktadır.



Şekil 2.16 Uster Zweigle Hairiness Tester 5



Şekil 2.17 Uster Tester 5 S800 (Furter, 2007)

### ***2.2.2 İplik Düzgünsüzlüğü, Sık Rastlanan Hatalar ve Diğer Yapısal Özelliklerin Ölçümü***

Tez kapsamında farklı eğirme yöntemleri ile üretilen ipliklerinin düzgünsüzlük ve sık rastlanan hata değerleri Uster Tester 5 S800 test cihazı ile ölçülmüştür. Yapılan ölçümlerde standart olarak test süresi 2,5 dakika ve test hızı 400 m/dk tutulmuştur ve her bir hammaddeye ait 5'er adet çift katlı, 5'er adet siro-spun bobinin ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Sayısal düzgünsüzlük değeri olarak %CV<sub>m</sub>, sık rastlanan hata değerleri olarak ince yer (-%50), kalın yer (+%50) ve neps (+%200) değerleri, diğer yapısal özellikler başlığı altında ise çap (2DØmm), yoğunluk (D g/cm<sup>3</sup>), pürüzlülük (CV FS %) ve yuvarlaklık (Shape) değerleri ölçülmüştür.



### **2.2.3 Kopma Mukavemeti ve Kopma Uzaması Testleri**

Çalışma kapsamında ipliklerin kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri Uster Tensorapid 4 ile ölçülmüştür. Her bir hammaddeye ait 5'er adet çift katlı, 5'er adet siro-spun bobinin ölçümleri 500 m/dk hız ile 500 mm ölçüm uzunluğunda yapılmıştır. Şekil 2.18'de Uster Tensorapid 4 test cihazının görüntüsü bulunmaktadır.



Şekil 2.18 Uster Tensorapid 4 test cihazı (Uster, 2017)

### **2.2.4 İplik Sürtünme Testleri**

Sürtünme katsayısı; statik (durgun) durumdan harekete başlamış bir cisme karşı yüzeyin maddeye uyguladığı kuvvete sebep olan katsayıdır. Kaliteli ve yüksek verimli üretim yapabilmek için ipliklerin iplik-iplik ve iplik-materyal sürtünme katsayılarının mümkün olduğunca düşük olması gerekmektedir (Altaş ve Kadoğlu, 2009).

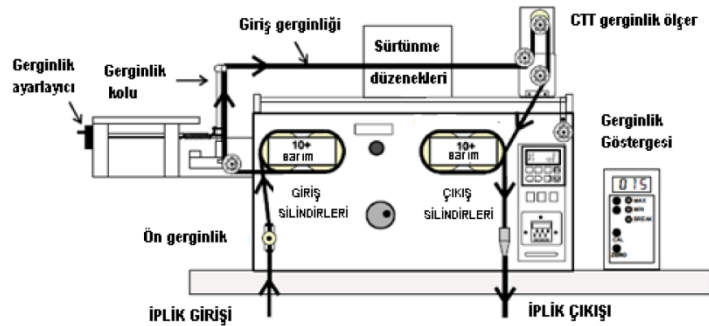
Tez kapsamında iplik sürtünme testleri Lawson Hemphill CTT dinamik sürtünme test cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 2.19'da kullanılan test cihazının görüntüsü bulunmaktadır. Her bir hammaddeye ait 5'er adet çift katlı, 5'er adet siro-spun bobin test edilmiştir. İplik-seramik ve iplik-metal sürtünmesi testleri giriş gerginliği 30 cN sabit tutularak 100 metre/dakika sabit hız altında 4 dakika süre ile, iplik-iplik sürtünmesi ise yine giriş gerginliği 30 cN sabit tutularak 20 metre/dakika

sabit hız altında 4 dakika süre ile yapılmıştır. Bunun nedeni hız arttığında ipliklerde kopuş meydana geldiği ve iplik-iplik sürtünmesi testinin yapılamamasıdır.



Şekil 2.19 Lawson Hemphill CTT dinamik sürtünme test cihazı (Lawson Hemphill, 2017)

Cihazda bulunan dört farklı gerginlik kolu aracı ile test edilecek ipliğe 1 cN-700 cN aralığında giriş gerginliği uygulanabilmektedir. İplik, cihaz üzerindeki kılavuzlardan ve ölçüm sırasında kullanılacak olan yüzeye göre (iplik, metal veya seramik) cihazın üzerine yerleştirilen sürtünme düzeneklerinden geçirilmektedir ve gerginlik ölçer aracılığı ile çıkış gerginliği ölçülmektedir. Şekil 2.20’de ipliğin ölçüm cihazı üzerine nasıl yerleştirileceği gösterilmektedir. Cihaz, çıkış ve giriş gerginliği değerlerini kullanarak farklı yüzeylere göre ortalama sürtünme katsayısı değerini hesaplanmaktadır. Sürtünme katsayısını hesaplamak amacıyla kullanılan çıkış gerginliği değerleri ölçümün yapıldığı anda gerginlik ölçer tarafından ölçülen ve kaydedilen çıkış gerginliği değerleridir. Giriş gerginliği değerleri ise kullanıcı tarafından uygun gerginlik kolu cihaza yerleştirilerek ayarlanabilmektedir (Balci, 2010).

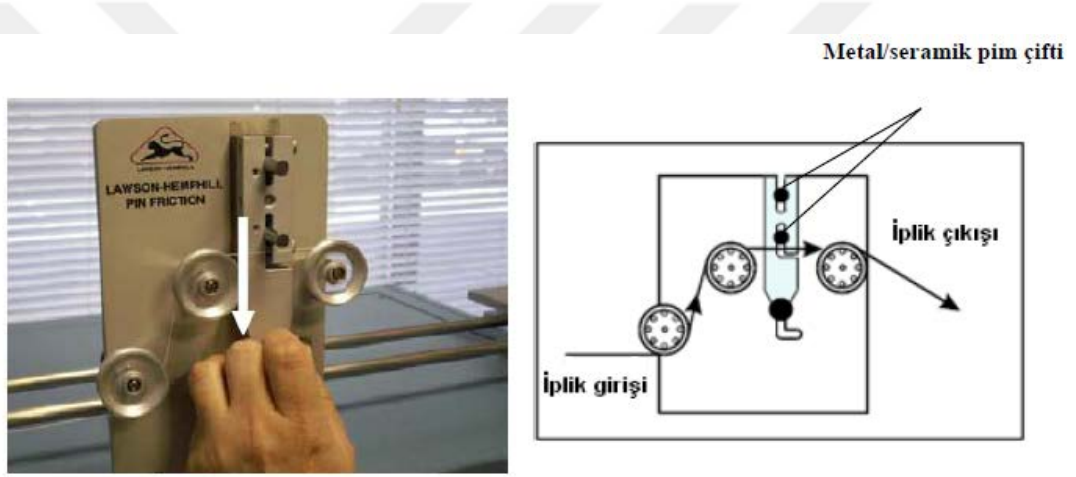


Şekil 2.20 İplik sürtünmesi test cihazında test edilecek ipliğin geçişi (Balci, 2010)

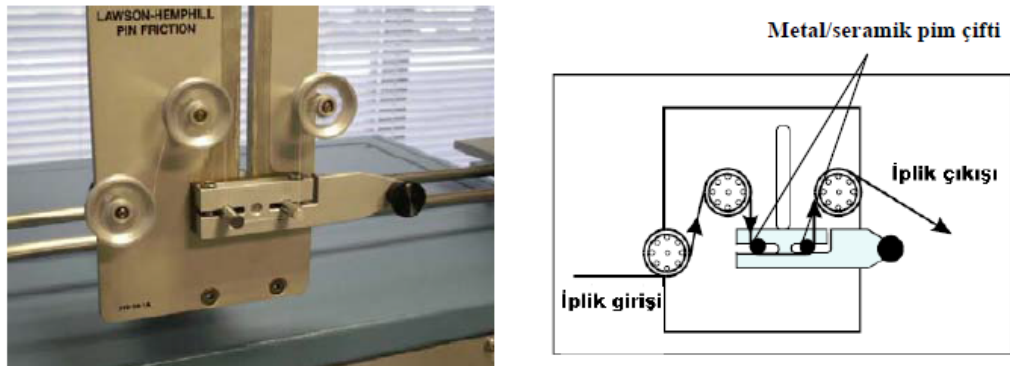
Ölçümlerde kaydedilen çıkış gerginliği, giriş gerginliği, sarım açısı ya da iplikler arasındaki açı gibi değerler Microsoft Excel programına formüller ile birlikte aktarılarak bütün iplikler için ortalama sürtünme katsayısı ve değişim katsayısı değeri hesaplanmıştır.

#### 2.2.4.1 İplik-seramik ve iplik-metal sürtünmesi

İplik-metal ve iplik-seramik sürtünmesi için cihaza seramik ve metalden yapılmış silindirler eklenerek ipliğin bu materyallere sürtmesi sağlanır. Şekil 2.21 ve Şekil 2.22’de ipliğin iplik-metal ve iplik-seramik sürtünme testi öncesinde ve test sırasında izlediği yol gösterilmektedir.

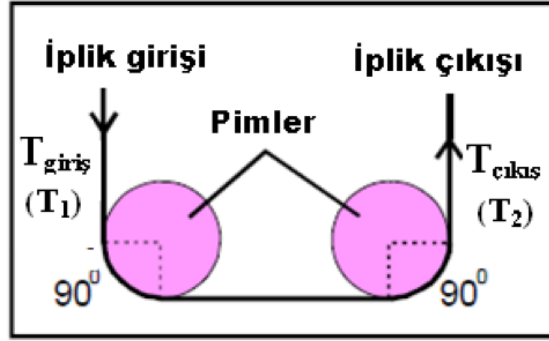


Şekil 2.21 İplik-materyal sürtünmesi testi öncesinde ipliğin konumu (Lawson Hemphill, 2008; Balcı, 2010)



Şekil 2.22 İplik-materyal sürtünmesi testi süresince ipliğin konumu (Lawson Hemphill, 2008; Balcı, 2010)

İplik-metal ve iplik-seramik sürtünmesinde ipliğin giriş ve çıkış gerginliği değerleri ve toplam sarım açısı dikkate alınarak sürtünme katsayısını hesaplamaktadır. Formülü oluşturmak için kullanılan şema ve bu şemada toplam sarım açısının 180° olduğu Şekil 2.23'te gösterilmektedir.



Şekil 2.23 İplik-metal ve iplik-seramik sürtünmesinde toplam sarım açısı (Balcı, 2010)

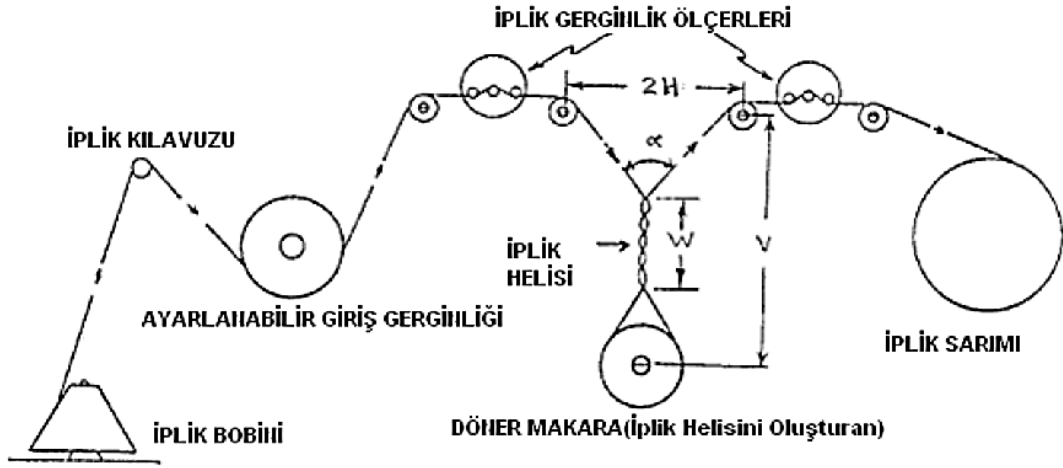
Cihazda bulunan yazılım, iplik-seramik ve iplik-metal sürtünme katsayılarını eşitlik 2.1'de gösterilen Capstan formülünü kullanarak hesaplamaktadır (Gupta, 2008).

$$\mu = \frac{\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)}{\theta} \quad (2.1)$$

Formülde  $\mu$ ; iplik-materyal sürtünme katsayısını,  $T_2$ ; çıkış gerginliğini,  $T_1$ ; giriş gerginliğini ve  $\theta$  ise toplam sarım açısını (radyan) ifade etmektedir. Capstan formülü ipliğin sürtüdüğü materyal değişse bile (metal, seramik, teflon v.b.) olduğu şekli ile kullanılabilir ve test hızı materyale göre ayarlanabilmektedir.

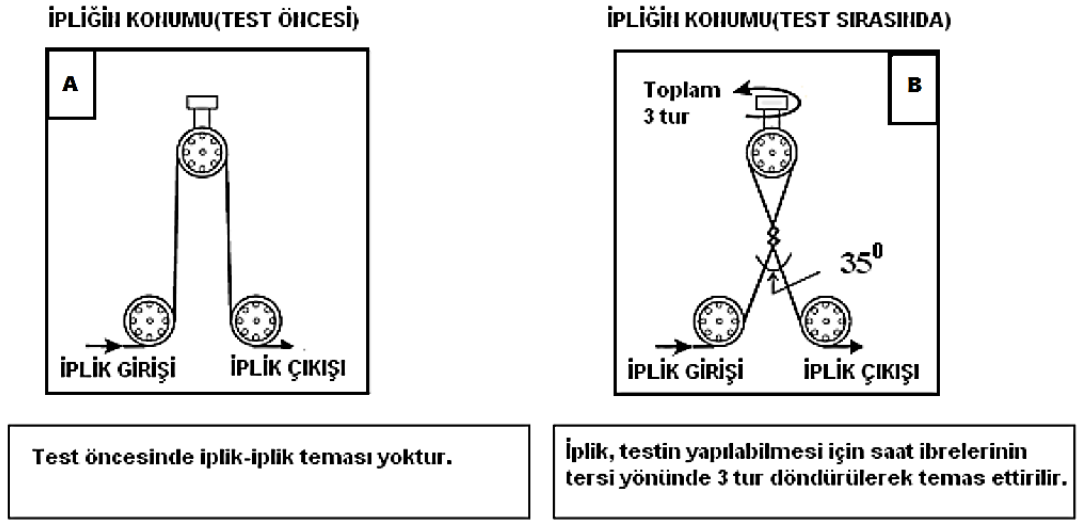
#### 2.2.4.2 İplik-iplik sürtünmesi

İplik-iplik sürtünme katsayısının ölçümü için Lawson Hemphill dinamik sürtünme test cihazında bükülmüş iplik yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde ipliğin giriş gerginliği sabit tutularak çıkış gerginliği cihaz tarafından ölçülmektedir. Test yapılırken iplik Şekil 2.17’de gösterildiği gibi cihaza yerleştirilir. Gerekli sürtünme düzeneği cihaza yerleştirilip saat yönünün tersine 3 kez döndürülerek standartta belirtilen şekilde  $900^\circ$  sarım açısı elde edilir ve ölçüm yapılır (ASTM D 3412-01). Şekil 2.24’te bükülmüş iplik yönteminin şematik diyagramı bulunmaktadır.



Şekil 2.24 Bükülmüş iplik yönteminin şematik diyagramı (ASTM D 3412-01)

Şekil 2.25’te ipliğin iplik-iplik sürtünme testi öncesinde ve test sırasında izlediği yol gösterilmektedir.



Şekil 2.25 İplik-iplik sürtünmesi testlerinde ipliğin konumu (A)test öncesi, (B)test sırasında (Lawson Hemphill, 2008)

Test sırasında yatay ve dikey vidalar sayesinde kılavuz çizgiler refrans alınarak ayar yapılmalıdır ve ipliklerin birbiri üzerinde sürtündüğü hiza bu kılavuz çizgilerine denk getirilmelidir. Böylece iplikler arası açı  $35^\circ$  olarak sabit tutulabilmektedir.

Cihazda bulunan yazılım, iplik-iplik sürtünme katsayılarını eşitlik 2.2’de gösterilen formül kullanarak hesaplamaktadır (Balcı Kılıç, 2016).

$$\mu = \frac{\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)}{4\pi(n - 0,5) \sin(\beta/2)} \quad (2.2)$$

Formülde  $\mu$ ; iplik-iplik sürtünme katsayısını,  $T_2$ ; çıkış gerginliğini,  $T_1$ ; giriş gerginliğini,  $\beta$ ; iplikler arasındaki açığı ( $35^\circ$ ) ,  $n$ ; plığın kendi üzerinde attığı tur sayısını (standarta göre 3 alınmalıdır) ifade etmektedir.

### ***2.2.5 Sonuçların Değerlendirilmesi***

Tez kapsamında geleneksel ring iplik eğirme sistemi ile üretilip katlama ve büküm işlemlerine tabi tutulmuş çift katlı iplikler ile ring iplik eğirme makinesine tek fitil yerine iki fitil beslenerek iki fitilin aynı anda birbiri üzerine katlanması ve büküm alması ile elde edilmiş siro-spun ipliklerin tüylülük, düzgünsüzlük, mekanik özellikler, çap, yoğunluk, pürüzlülük, sık rastanan hatalar ve sürtünme özellikleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester çift katlı ve siro-spun ipliklere ait elde edilen ölçüm sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilebilmesi için Microsoft Office Excel 2016 ve IBM SPSS Statistics 23 paket programlarından yararlanılmıştır. Tez kapsamında kullanılan ipliklerin ölçüm sonuçları Microsoft Office Excel 2016 programı kullanarak tablo haline getirilmiş ve elde edilen değerlerin bütünsel olarak görülebilmesi sağlanmıştır. Sonuçların değerlendirilmesinde IBM SPSS Statistics 23 paket programı kullanarak varyans analizi (ANOVA) tablolarından yararlanılmıştır. Elde edilen verilerle  $\alpha = 0,05$  önem seviyesinde varyans analizi yapılmış ve görsel sunum için %95 güven aralığı grafiklerinden yararlanılmıştır. Çalışmanın amacına uygun olarak her hammadde grubu eğirme sistemi bakımından kendi arasında değerlendirilmiştir ve istatistiksel sonuçlar bu şekilde incelenmiştir.

## BÖLÜM ÜÇ

### ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında, farklı hammadde grupları göz önünde bulundurularak üretilen çift katlı ve siro-spun ipliklerin özelliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, doğal, rejenere, mikro ve sentetik lifleri temsilen sırasıyla pamuk, Tencel, mikro Modal ve poliester lifleri tercih edilmiştir.

Bu bölümde, aynı koşullar altında üretilmiş siro-spun ve çift katlı ipliklerin fiziksel, mekanik ve yüzey özellikleri incelenmiştir. Tüylülük ( $H$ ,  $sh$ ,  $S3$  ve  $S1+2$ ), düzgünlük ( $\%CV_m$  ve  $\%CV_{2D}$  8mm), sık rastlanan hatalar (ince yer  $-%50$  /km, kalın yer  $+%50$  /km ve neps  $+%200$  /km), kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması ( $\%$ ), sürtünme katsayısı (iplik-metal, iplik-seramik ve iplik-iplik), çap ( $2D\text{Ømm}$ ), yoğunluk ( $D$  g/cm<sup>3</sup>), pürüzlülük (CV FS  $\%$ ) ve yuvarlaklık (Shape) değerlerine ait sonuçlar özet olarak sunulmuş ve istatistiksel araçlar yardımıyla gerçekleştirilen analiz sonuçları yorumlanmıştır. Sonuçların karşılaştırılması için  $\alpha = 0,05$  önem düzeyinde varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve aynı zamanda sonuçlar  $\%95$  güven aralığı grafikleriyle desteklenmiştir.

### 3.1 Tüylülük

#### 3.1.1 Uster Tester 5 S800 Sonuçları

$\%100$  pamuk,  $\%100$  Tencel,  $\%100$  mikro Modal ve  $\%100$  poliester liflerinden üretilen siro-spun ve çift katlı ipliklerin Uster Tester 5 S800 cihazıyla ölçülen tüylülük ( $H$ ) ve tüylülük değişimi ( $sh$ ) değerleri Tablo 3.1'de yer almaktadır.



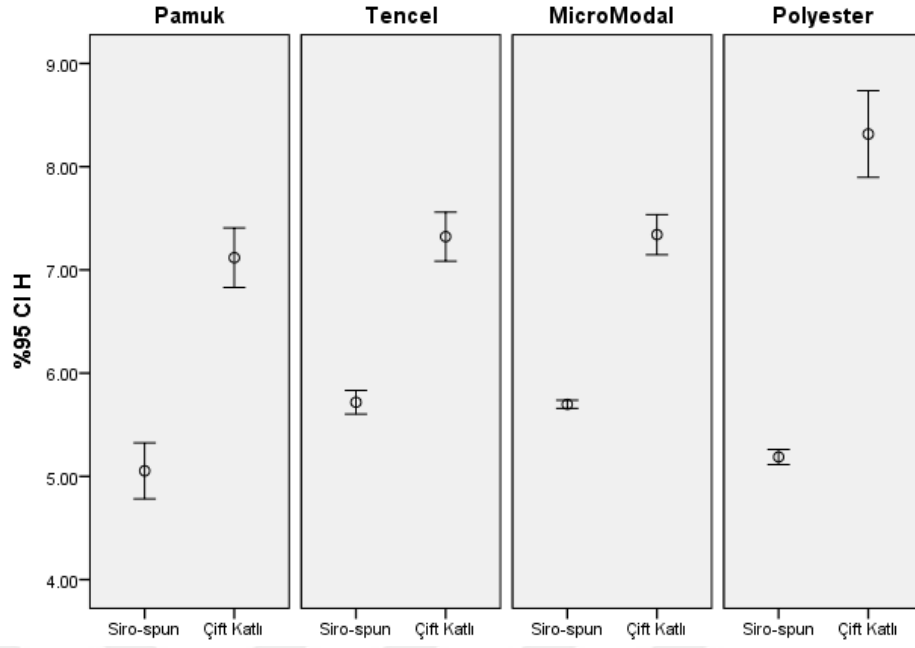
Tablo 3.1 %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester çift katlı ve siro-spun ipliklerin Uster Tester 5 S800 cihazıyla ölçülen tüylülük ve tüylülük değişimi değerleri

	Pamuk		Tencel		Mikro Modal		Poliester	
	Çift Katlı	Siro-spun	Çift Katlı	Siro-spun	Çift Katlı	Siro-spun	Çift Katlı	Siro-spun
<i>H</i>	7,05	5,05	7,05	5,63	7,36	5,73	8,26	5,25
	7,52	5,23	7,21	5,62	7,35	5,69	8,11	5,11
	6,96	4,87	7,38	5,73	7,09	5,72	8,03	5,15
	6,96	4,81	7,44	5,83	7,52	5,65	8,29	5,24
	7,10	5,31	7,53	5,78	7,39	5,70	8,89	5,19
Ortalama	7,12	5,05	7,32	5,72	7,34	5,70	8,32	5,19
<i>sh</i>	2,04	1,12	2,00	1,17	2,17	1,19	2,55	1,08
	2,20	1,14	2,08	1,19	2,21	1,23	2,43	1,06
	2,09	1,16	2,08	1,22	2,11	1,20	2,45	1,09
	2,11	1,16	2,12	1,20	2,14	1,21	2,59	1,10
	2,09	1,21	2,13	1,23	2,07	1,20	2,66	1,07
Ortalama	2,10	1,16	2,08	1,20	2,14	1,20	2,54	1,08

Tüylülük (*H*) açısından bir değerlendirme yapıldığında, tüm hammadde grupları için eğirme sisteminin etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. Tüm hammadde gruplarında çift katlı ipliklerin tüylülük (*H*) değerleri siro-spun ipliklerinkinden daha yüksektir (Tablo 3.2 ve Şekil 3.1).

Tablo 3.2 %100 Tencel, %100 poliester, %100 pamuk ve %100 mikro Modal çift katlı ve Siro-spun ipliklerin tüylülük (*H*) varyans analizi tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Pamuk	10,650	1	10,650	209,650	0,000
Tencel	6,432	1	6,432	284,352	0,000
Mikro Modal	6,757	1	6,757	531,198	0,000
Poliester	24,461	1	24,461	414,944	0,000

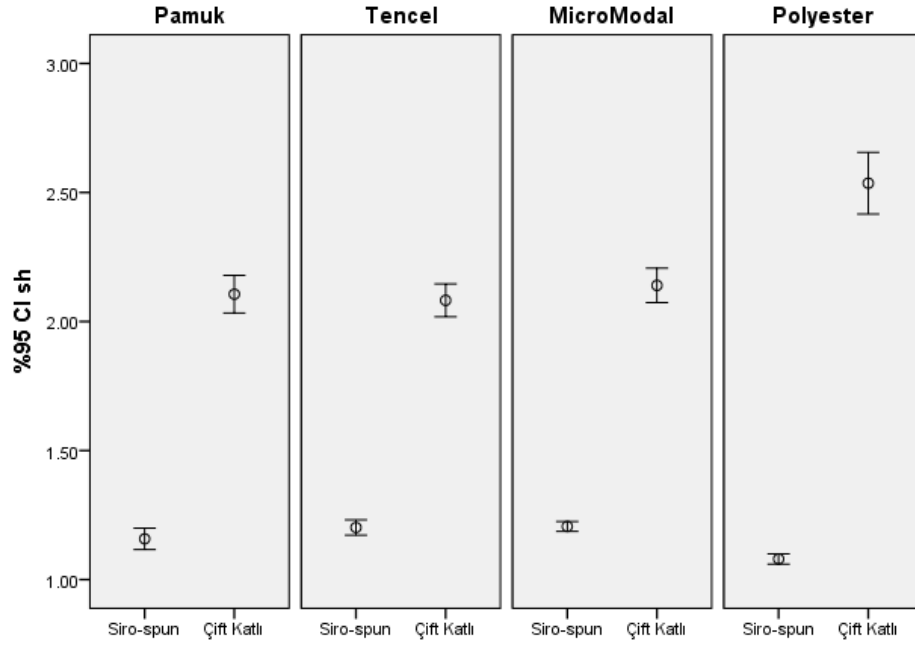


Şekil 3.1 H değerleri için %95 güven aralıkları grafiği

Tüylülük değişimi (*sh*) açısından bir değerlendirme yapıldığında, tüm hammadde grupları için eğirme sisteminin etkisi istatistiksel olarak önemlidir ve çift katlı ipliklerin tüylülük değişimleri (*sh*) siro-spun ipliklerinden daha yüksektir (Tablo 3.3 ve Şekil 3.2).

Tablo 3.3 %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester çift katlı ve Siro-spun ipliklerin tüylülük değişimi (*sh*) varyans analizi tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Pamuk	2,247	1	2,247	987,587	0,000
Tencel	1,936	1	1,936	1213,793	0,000
Mikro Modal	2,181	1	2,181	1393,540	0,000
Poliester	5,300	1	5,300	1112,243	0,000



Şekil 3.2 *sh* değerleri için %95 güven aralıkları grafiği

Tüylülük değerleri (*H* ve *sh*) açısından genel bir değerlendirme yapıldığında, tüm hammaddeler için siro-spun eğirme sistemi ile üretilmiş ipliklerin tüylülük değerlerinin çift katlı ipliklerin tüylülük değerlerine göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun olası sebeplerinden biri siro-spun iplik üretiminde katlama ve büküm aşamalarının olmayışıdır (Kılıç, 2010). Diğer bir olası neden ise siro-spun ve çift katlı ipliğin yapısal farklılığından kaynaklanan lif yerleşimleridir (Brunk, 2006).

### 3.1.2 Uster Zweigle Hairiness Tester 5 Sonuçları

%100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester liflerinden üretilen siro-spun ve çift katlı ipliklerin Uster Zweigle Hairiness Tester 5 cihazıyla ölçülen tüylülük (S3 ve S1+2) değerleri Tablo 3.4'te yer almaktadır.

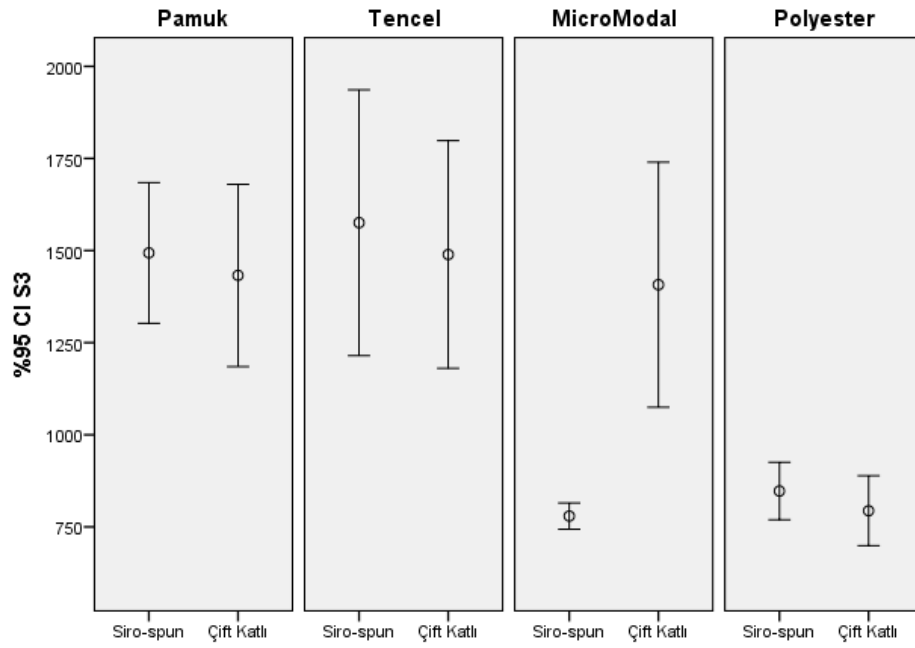
Tablo 3.4 %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester Modal çift katlı ve siro-spun ipliklerin Uster Zweigle Hairiness Tester 5 cihazıyla ölçülen tüylülük değerleri

	Pamuk		Tencel		Mikro Modal		Poliester	
	Çift Katlı	Siro-spun	Çift Katlı	Siro-spun	Çift Katlı	Siro-spun	Çift Katlı	Siro-spun
S3	1516	1546	1266	1592	1335	802	826	871
	1618	1460	1198	2027	1305	795	793	782
	1562	1682	1548	1520	1106	803	768	944
	1130	1260	1664	1219	1829	742	687	813
	1337	1520	1770	1520	1461	755	895	827
Ortalama	1433	1494	1489	1576	1407	779	794	847
S1+2	25254	22291	18206	23663	21521	16372	20361	20303
	25304	21439	18828	27355	20476	16584	19652	19276
	24058	23141	23844	24453	22247	16329	21446	20974
	20462	24005	21871	23581	23540	18141	18810	19694
	22938	22043	26167	23795	23686	16289	21302	19113
Ortalama	23603	22584	21783	24569	22294	16743	20314	19872

Tüylülük (S3) açısından bir değerlendirme yapıldığında, mikro Modal lifleri için eğirme sisteminin etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Siro-spun ipliklerin S3 değerleri çift katlı ipliklere göre daha düşüktür. Bununla birlikte, pamuk, Tencel ve poliester lifleri için eğirme sisteminin etkisi önemli değildir (Tablo 3.5 ve Şekil 3.3).

Tablo 3.5 %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester çift katlı ve Siro-spun ipliklerin tüylülük (S3) varyans analizi tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Pamuk	9302,5	1	9302,5	0,294	0,603
Tencel	18662,4	1	18662,4	0,255	0,627
Mikro Modal	985332,1	1	985332,1	27,135	0,001
Poliester	7182,4	1	7182,4	1,469	0,260

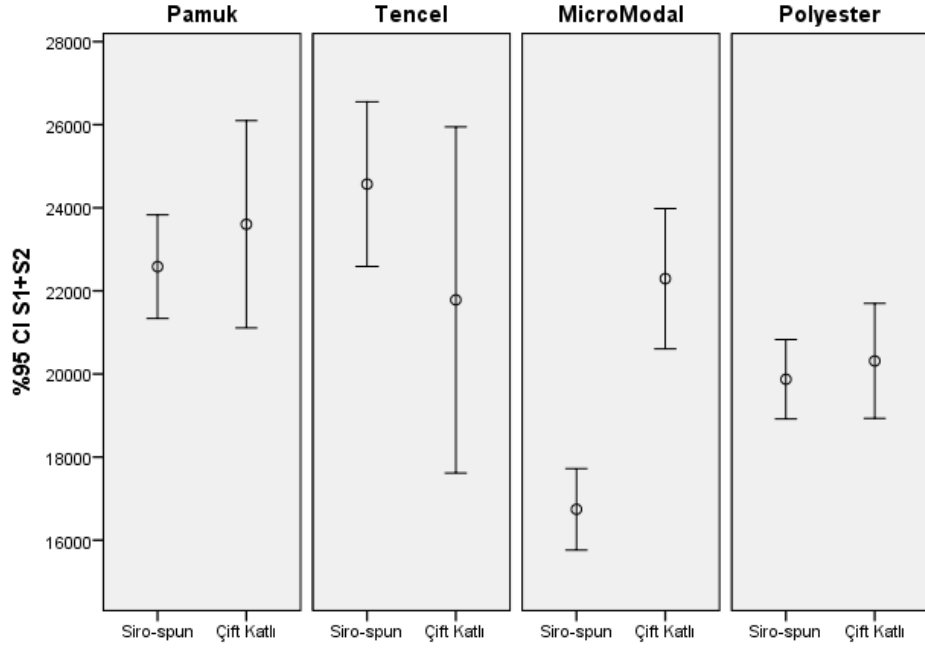


Şekil 3.3 S3 değerleri için %95 güven aralıkları grafiği

Tüylülük (S1+2) açısından bir değerlendirme yapıldığında, mikro Modal lifleri için eğirme sisteminin etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Siro-spun ipliklerin S1+2 değerleri çift katlı ipliklere göre daha düşüktür. Bununla birlikte, pamuk, Tencel ve poliester lifleri için eğirme sisteminin etkisi önemli değildir (Tablo 3.6 ve Şekil 3.4).

Tablo 3.6 %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester çift katlı ve Siro-spun ipliklerin tüylülük (S1+2) varyans analizi tablosu

	<b>Kareler Toplamı</b>	<b>Serbestlik Derecesi</b>	<b>Kareler Ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Pamuk	2597940,9	1	2597940,9	1,0313	0,340
Tencel	19407276,1	1	19407276,1	2,814	0,132
Mikro Modal	77034002,5	1	77034002,5	62,313	0,000
Poliester	488852,1	1	488852,1	0,534	0,486



Şekil 3.4 S1+2 değerleri için %95 güven aralıkları grafiği

Tüylülük değerleri ( $S3$  ve  $S1+2$ ) açısından genel bir değerlendirme yapıldığında, mikro Modal lifleri için siro-spun ipliklerin tüylülük değerlerinin daha düşük olduğu, bununla birlikte diğer hammaddeler açısından bir farklılık olmadığı görülmektedir.  $H$  ve  $sh$  değerlerinden farklı olan bu durumun tüylülük ölçüm cihazlarının çalışma prensiplerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

### 3.2 Düzensüzlük

%100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester liflerinden üretilen siro-spun ve çift katlı ipliklerin Uster Tester 5 S800 cihazıyla ölçülen kapasitif düzensüzlük ( $\%CVm$ ) ve optik düzensüzlük ( $\%CV2D 8mm$ ) değerleri Tablo 3.7’de yer almaktadır.

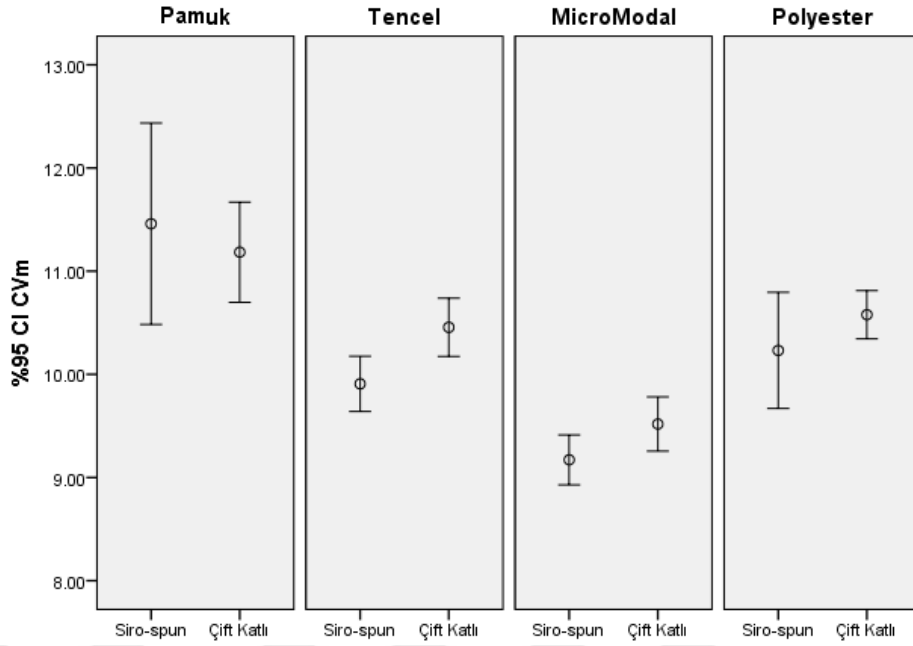
Tablo 3.7 %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester çift katlı ve siro-spun ipliklerin kapasitif düzensizlik (%CVm) ve optik düzensizlik (%CV2D 8mm) değerleri

	Pamuk		Tencel		Mikro Modal		Poliester	
	Çift Katlı	Siro-spun	Çift Katlı	Siro-spun	Çift Katlı	Siro-spun	Çift Katlı	Siro-spun
%CVm	11,04	11,46	10,72	9,55	9,70	9,19	10,61	10,11
	10,50	10,49	10,63	9,98	9,28	9,34	10,26	10,35
	11,37	12,33	10,48	10,11	9,53	9,33	10,64	10,47
	11,23	12,13	10,21	9,89	9,75	9,14	10,66	10,71
	11,36	10,89	10,24	10,01	9,33	8,86	10,75	10,58
Ortalama	11,10	11,46	10,45	9,91	9,52	9,17	10,58	10,44
%CV2D 8mm	9,56	9,03	9,07	7,27	7,37	7,62	8,59	7,63
	9,03	8,24	9,31	7,52	6,99	7,79	8,41	7,82
	9,82	9,62	9,14	7,50	7,68	7,69	8,50	8,04
	9,78	9,44	8,45	7,32	7,62	7,57	8,42	8,10
	9,80	8,53	8,59	7,50	7,39	7,41	8,68	7,70
Ortalama	9,60	8,97	8,91	7,42	7,41	7,62	8,52	7,86

Kapasitif düzensizlik (%CVm) açısından değerlendirme yapıldığında pamuk ve poliester lifleri için eğirme sistemi etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. Bunun yanı sıra Tencel ve mikro Modal liflerinde eğirme sisteminin etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Siro-spun ipliklerin düzensizlik değerleri çift katlı ipliklere göre daha düşüktür (Tablo 3.8 ve Şekil 3.5).

Tablo 3.8 %100 Tencel, %100 poliester, %100 pamuk ve %100 mikro Modal çift katlı ve siro-spun ipliklerin kapasitif düzensizlik (%CVm) varyans analizi tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Pamuk	0,190	1	0,190	0,494	0,502
Tencel	0,751	1	0,751	15,298	0,004
Mikro Modal	0,299	1	0,299	7,234	0,028
Poliester	0,299	1	0,299	2,488	0,153



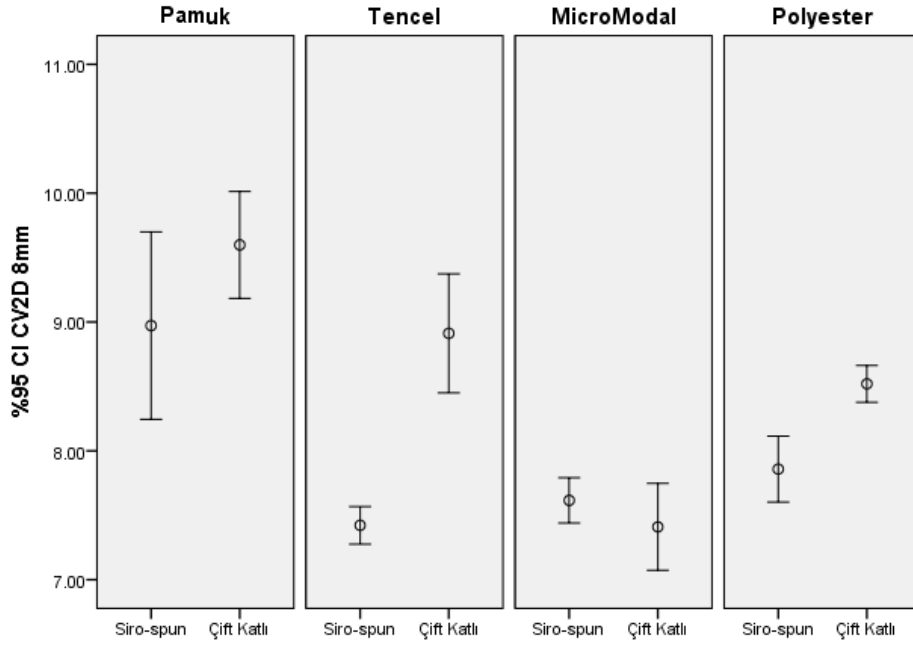
Şekil 3.5 %CVm değerleri için %95 güven aralıkları grafiği

Optik düzensizlik (%CV<sub>2D</sub> 8mm) açısından değerlendirme yapıldığında pamuk ve mikro Modal lifleri için eğirme sistemi etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. Bunun yanı sıra Tencel ve poliester liflerinde eğirme sisteminin etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Siro-spun ipliklerin düzensizlik değerleri çift katlı ipliklere göre daha düşüktür (Tablo 3.9 ve Şekil 3.6).

Tablo 3.9 %100 Tencel, %100 poliester, %100 pamuk ve %100 mikro Modal çift katlı ve siro-spun ipliklerin optik düzensizlik (%CV<sub>2D</sub> 8mm) varyans analizi tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Pamuk	0,980	1	0,980	4,305	0,072
Tencel	5,550	1	5,550	73,058	0,000
Mikro Modal	0,106	1	0,106	2,259	0,171
Poliester	1,096	1	1,096	39,290	0,000





Şekil 3.6 %CV2D 8mm değerleri için %95 güven aralıkları grafiği

Düzgünsüzlük değerleri (%CVm ve %CV2D 8mm) açısından genel bir değerlendirme yapıldığında, siro-spun ipliklerin çift katlı ipliklere benzer ve veya daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Bu durum 2011 yılında Soltani ve Johari tarafından yapılan deneyler sonucunda da gözlemlenmiştir.

### 3.3 Sık Rastlanan Hatalar

%100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester liflerinden üretilen siro-spun ve çift katlı ipliklerin Uster Tester 5 S800 cihazıyla ölçülen sık rastlanan hata değerleri (ince yer; - %50 / km, kalın yer; + %50 / km ve neps; +%200 / km ) Tablo 3.10'da, istatistiksel ANOVA tablosu ise Tablo 3.11'de yer almaktadır.

Tablo 3.10 %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester çift katlı ve siro-spun ipliklerin sık rastlanan hata değerleri

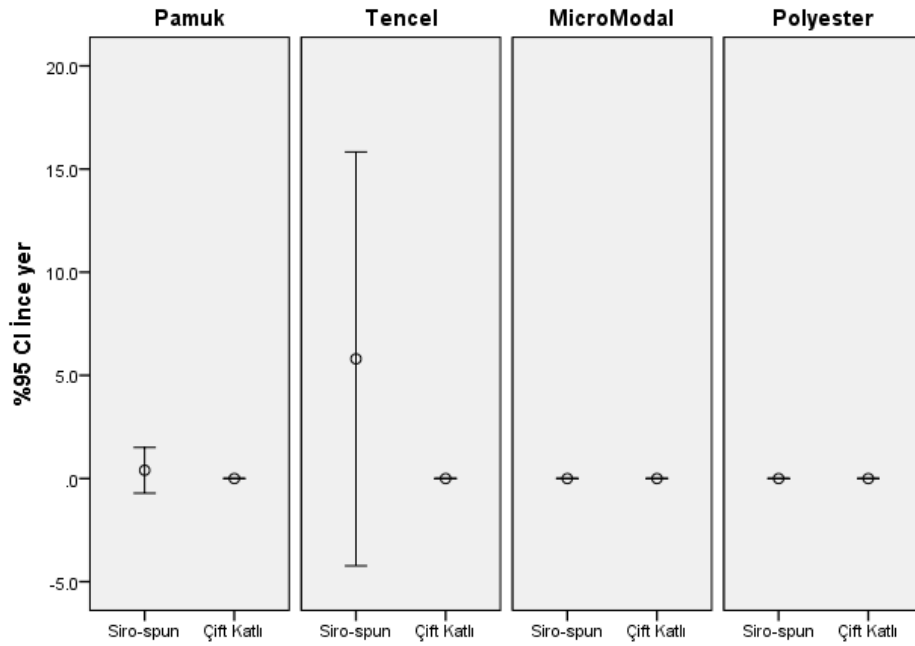
	Pamuk		Tencel		Mikro Modal		Poliester	
	Çift Kath	Siro-spun	Çift Kath	Siro-spun	Çift Katlı	Siro-spun	Çift Kath	Siro-spun
İnce yer (- %50 / km)	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	2	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	2	0	19	0	0	0	0
	0	0	0	8	0	0	0	0
Ortalama	0	0,4	0	5,8	0	0	0	0
Kalın yer (+ %50 / km)	12	27	7	8	3	3	7	5
	10	13	10	9	0	7	4	2
	15	42	1	14	2	3	4	7
	12	18	4	5	4	4	6	9
	15	6	2	7	2	5	4	4
Ortalama	12,8	21,2	4,8	8,6	2,2	4,4	5,0	5,4
Neps (+ %200 / km)	8	10	9	5	8	10	11	5
	3	10	9	3	4	12	3	6
	8	16	8	2	9	16	12	9
	4	11	7	2	7	9	8	8
	5	12	4	6	6	12	2	10
Ortalama	5,6	11,8	7,4	3,6	6,8	11,8	7,2	7,6

Tablo 3.11 %100 Tencel, %100 poliester, %100 pamuk ve %100 mikro Modal çift katlı ve siro-spun ipliklerin ince yer (- %50 / km), kalın yer (+ %50 / km) ve neps (+ %200 / km) varyans analizi tablosu

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
İnce Yer (- %50 / km)	Pamuk	0,4	1	0,4	1,000	0,347
	Tencel	84,1	1	84,1	2,580	0,147
	Mikro Modal	0,0	1	0,0	-	-
	Poliester	0,0	1	0,0	-	-
Kalın Yer (+ %50 / km)	Pamuk	176,4	1	176,4	1,778	0,219
	Tencel	36,1	1	36,1	2,888	0,128
	Mikro Modal	12,1	1	12,1	4,840	0,059
	Poliester	0,4	1	0,4	0,086	0,777
Neps (+ %200 / km)	Pamuk	96,1	1	96,1	16,713	0,003
	Tencel	36,1	1	36,1	9,500	0,015
	Mikro Modal	62,5	1	62,5	11,468	0,010
	Poliester	0,4	1	0,4	0,032	0,862

### 3.3.1 İnce Yer ( - %50 / km)

İnce Yer ( - %50 / km) açısından değerlendirme yapıldığında pamuk, Tencel, mikro Modal ve poliester lifleri için eğirme sistemi etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. Mikro Modal ve poliester hammaddelerinde ise hem siro-spin hem de çift katlı ipliklerde yapılan testler sonucu ince yer miktarı aynı çıktığından sigma değeri hesaplanamamıştır (Tablo 3.11 ve Şekil 3.7).

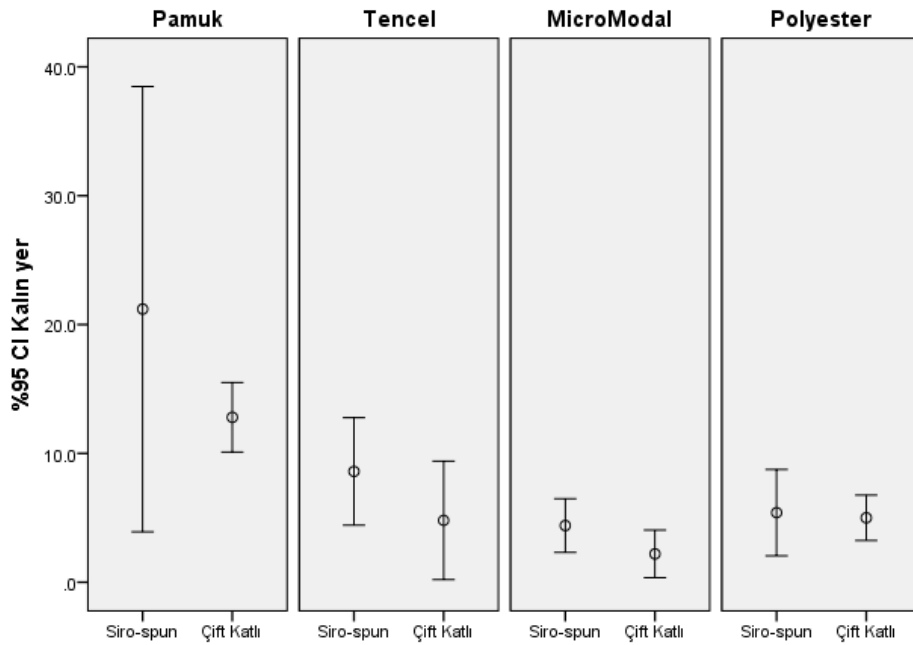


Şekil 3.7 İnce Yer ( - %50 / km) değerleri için %95 güven aralıkları grafiği

Sık rastanan hatalar üzerine değerlendirme yaparken sadece ince yer miktarını analiz etmek yeterli değildir. Ayrıca kalın yer ve neps miktarları sonuçlarını da irdelemek gerekmektedir.

### 3.3.2 Kalın Yer ( + %50 / km)

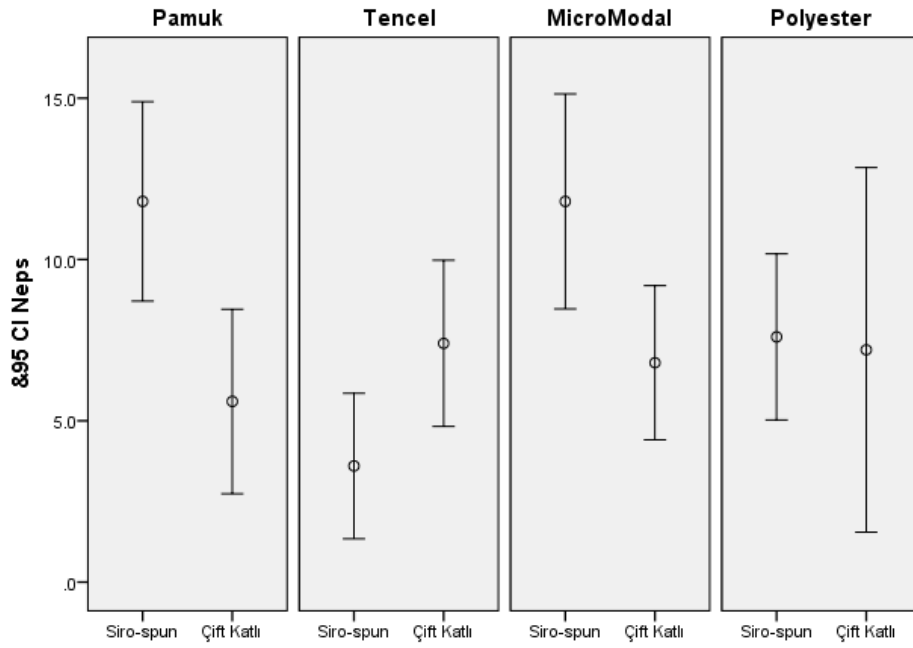
Kalın Yer ( + %50 / km) açısından değerlendirme yapıldığında pamuk, Tencel, mikro Modal ve poliester lifleri için eğirme sistemi etkisi istatistiksel olarak önemli değildir (Tablo 3.11 ve Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Kalın yer (+%50 / km) değerleri için %95 güven aralıkları grafiği

### 3.3.3 Neps ( + %200 / km)

Neps ( + %200 / km) miktarı açısından değerlendirme yapıldığında pamuk, Tencel ve mikro Modal lifleri için eğirme sistemi etkisi istatistiksel olarak önemlidir. %100 Pamuk ve %100 mikro Modal ipliklerde neps miktarı siro-spun ipliklerde daha fazladır, bunun nedeni ise Tyagi ve arkadaşları (1987) tarafından siro-spun ipliklerde daha çok ince ve uzun liflerin kullanılmasının neps miktarında artışa neden olabileceği ile açıklanmaktadır. %100 Tencel ipliklerde ise siro-spun teknolojisinin neps sayısına olumlu yönde etkisi olmuştur. Poliester lifinde ise eğirme sisteminin neps (+%200) miktarı üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir (Tablo 3.11 ve Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Neps (+%200 / km) değerleri için %95 güven aralıkları grafiği

İnce yer, kalın yer ve neps miktarı sonuçlarının tamamı bütünsel olarak analiz edildiğinde %100 poliester hariç diğer üç hammaddeden üretilmiş çift katlı ipliklerin aynı hammaddelerden üretilmiş siro-spun ipliklerden daha iyi veya birbirine yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. %100 poliester siro-spun ipliklerin ise sık rastlanan hata oranı %100 poliester çift katlı ipliklere göre kısmen daha azdır.

### 3.4 Mekanik Özellikler

%100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester liflerinden üretilen siro-spun ve çift katlı ipliklerin Uster Tensorapid cihazıyla ölçülen kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri ölçülmüş ve sonuçları bu bölümde incelenmiştir. Test sonuçları Tablo 3.12’de, istatistiksel ANOVA tablosu ise Tablo 3.13’te yer almaktadır.

Tablo 3.12 %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester çift katlı ve siro-spun ipliklerin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri

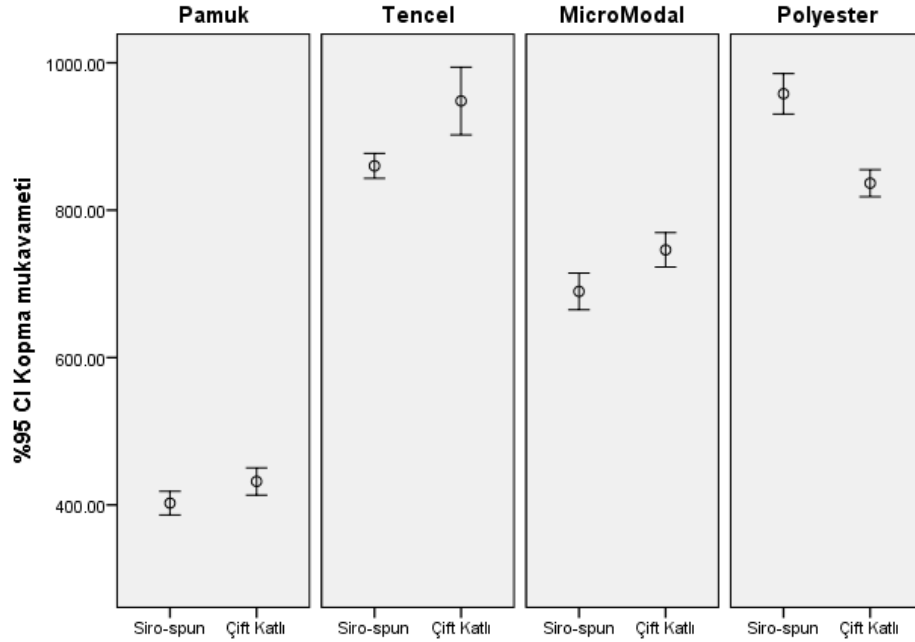
	Pamuk		Tencel		Mikro Modal		Poliester	
	Çift Katlı	Siro-spun	Çift Katlı	Siro-spun	Çift Katlı	Siro-spun	Çift Katlı	Siro-spun
Kopma Mukavemeti (cN)	438,32	417,89	900,16	864,34	740,44	713,18	853,17	978,66
	447,6	392,84	954,55	866,92	741,77	688,85	852,33	933,3
	407,58	392,59	921,42	862,39	722,48	694,5	826,41	959,77
	432,98	394,06	987,99	870,85	773,96	694,05	828,95	937,59
	433,15	415,31	976,91	836,32	752,08	658,03	822,53	980,46
Ortalama	431,93	402,54	948,21	860,16	746,15	689,72	836,68	957,96
Kopma Uzaması (%)	5,40	5,78	12,27	10,94	10,15	10,44	10,24	13,78
	5,68	5,17	12,49	10,82	10,28	10,63	10,20	13,28
	5,06	5,63	12,38	11,17	10,03	10,54	9,73	13,52
	5,32	5,55	12,61	11,34	10,44	10,54	10,43	13,52
	5,46	5,67	12,29	10,71	10,23	10,29	10,29	13,69
Ortalama	5,38	5,56	12,41	10,99	10,23	10,49	10,18	13,56

Tablo 3.13 %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester çift katlı ve siro-spun ipliklerin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) varyans analizi tablosu

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Kopma Mukavemeti (cN)	Pamuk	2159,136	1	2159,136	11,176	0,010
	Tencel	19378,484	1	19378,484	24,910	0,001
	Mikro Modal	7959,169	1	7959,169	21,101	0,002
	Poliester	36770,883	1	36770,883	103,458	0,000
Kopma Uzaması (%)	Pamuk	0,077	1	0,077	1,474	0,259
	Tencel	4,984	1	4,984	115,312	0,000
	Mikro Modal	0,172	1	0,172	8,580	0,019
	Poliester	28,561	1	28,561	533,900	0,000

### 3.4.1 Kopma Mukavemeti (cN)

Kopma mukavemeti (cN) açısından değerlendirme yapıldığında pamuk, Tencel, mikro Modal ve poliester lifleri için eğirme sistemi etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Pamuk, Tencel ve mikro Modal çift katlı ipliklerinin kopma mukavemetlerinin aynı hammaddelerden üretilmiş siro-spun ipliklere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Bunun aksine %100 poliester siro-spun ipliklerin ise kopma mukavemetlerinin %100 poliester çift katlı ipliklere göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 3.13 ve Şekil 3.10).

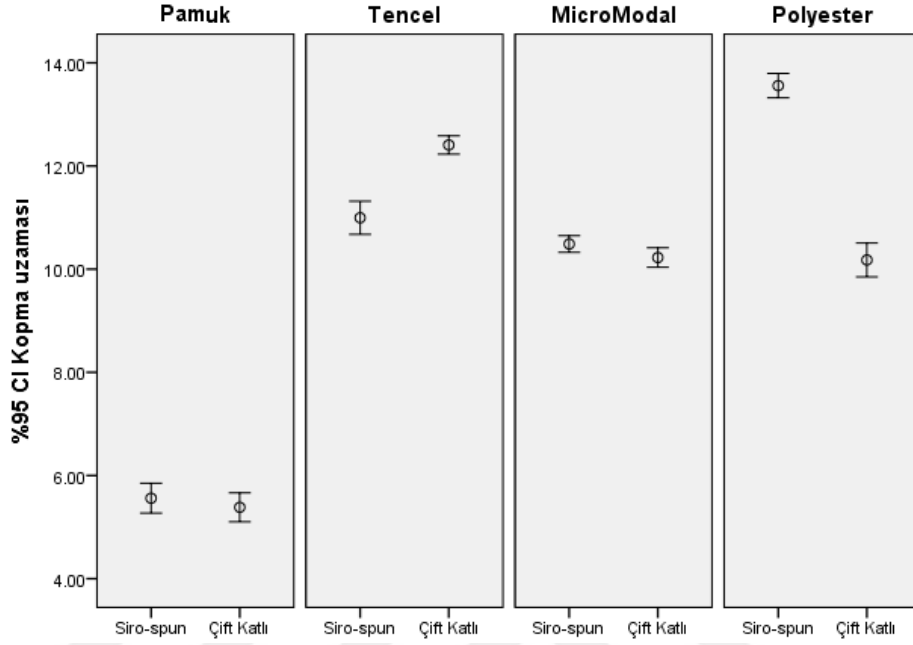


Şekil 3.10 Kopma mukavemeti (cN) değerleri için %95 güven aralıkları grafiği

### 3.4.2 Kopma Uzaması (%)

Kopma uzaması (%) açısından değerlendirme yapıldığında Tencel, mikro Modal ve poliester lifleri için eğirme sisteminin etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Mikro Modal ve poliester çift katlı ipliklerinin kopma uzaması değerinin aynı hammaddelerden üretilmiş siro-spun ipliklere göre daha düşük sonuçlar verdiği görülmektedir. Tencel’de ise çift ipliklerin kopma uzaması değerlerinin siro-spun

ipliklere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Pamuk lifinde ise eğirme sisteminin etkisi istatistiksel olarak anlamlı değildir (Tablo 3.13 ve Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Kopma uzaması (%) değerleri için %95 güven aralıkları grafiği

### 3.5 Sürtünme

%100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester liflerinden üretilen siro-spun ve çift katlı ipliklerin Lawson Hemphill CTT (Constant Tension Transport) test cihazıyla ölçülen iplik-iplik, iplik-seramik, iplik-metal sürtünme katsayıları Tablo 3.14'te, istatistiksel ANOVA tablosu ise Tablo 3.15'te yer almaktadır.



Tablo 3.14 %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester çift katlı ve siro-spun ipliklerin iplik-metal, iplik-seramik, iplik-iplik sürtünme katsayıları ( $\mu$ )

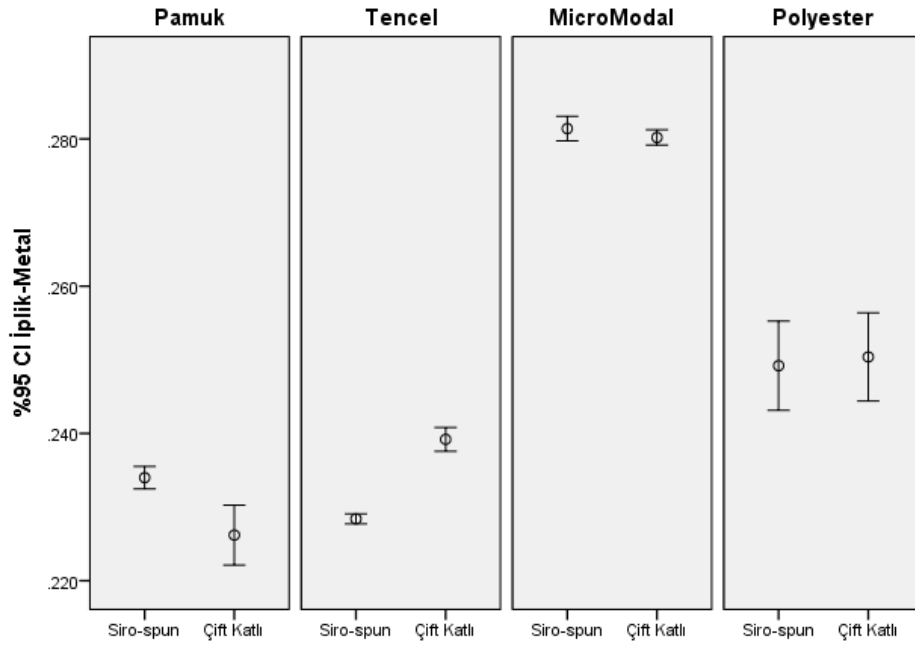
	Pamuk		Tencel		Mikro Modal		Polyester	
	<i>Çift Katlı</i>	<i>Siro-spun</i>	<i>Çift Katlı</i>	<i>Siro-spun</i>	<i>Çift Katlı</i>	<i>Siro-spun</i>	<i>Çift Katlı</i>	<i>Siro-spun</i>
İplik-Metal ( $\mu$ )	0,231	0,236	0,241	0,228	0,280	0,283	0,246	0,246
	0,228	0,233	0,240	0,228	0,280	0,282	0,254	0,246
	0,223	0,234	0,239	0,228	0,279	0,282	0,251	0,246
	0,225	0,233	0,238	0,229	0,281	0,280	0,256	0,251
	0,224	0,234	0,238	0,229	0,281	0,280	0,245	0,257
Ortalama	0,225	0,234	0,239	0,228	0,280	0,281	0,250	0,249
İplik-Seramik ( $\mu$ )	0,231	0,243	0,241	0,240	0,276	0,277	0,279	0,310
	0,231	0,242	0,240	0,239	0,275	0,278	0,281	0,307
	0,230	0,242	0,238	0,239	0,276	0,276	0,276	0,308
	0,231	0,244	0,237	0,239	0,276	0,276	0,277	0,306
	0,231	0,242	0,237	0,239	0,275	0,275	0,277	0,307
Ortalama	0,231	0,243	0,239	0,239	0,276	0,276	0,278	0,308
İplik-İplik ( $\mu$ )	0,173	0,154	0,122	0,107	0,164	0,136	0,184	0,152
	0,175	0,154	0,129	0,108	0,162	0,136	0,191	0,154
	0,175	0,155	0,130	0,107	0,164	0,135	0,188	0,161
	0,171	0,154	0,130	0,107	0,166	0,135	0,189	0,164
	0,172	0,157	0,131	0,107	0,166	0,134	0,193	0,153
Ortalama	0,173	0,155	0,128	0,107	0,165	0,135	0,189	0,157

Tablo 3.15 %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester çift katlı ve siro-spun ipliklerin iplik-metal, iplik-seramik ve iplik-iplik sürtünme katsayıları varyans analizi tablosu

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
İplik-Metal	Pamuk	0,000	1	0,000	24.934	0,001
	Tencel	0,000	1	0,000	291.600	0,000
	Micro Modal	3,600E-6	1	3,600E-6	2.880	0,128
	Polyester	3,600E-6	1	3,600E-6	0,153	0,706
İplik-Seramik	Pamuk	0,000	1	0,000	696.200	0,001
	Tencel	1,400E-5	1	1,400E-5	1	0,494
	Micro Modal	3,600E-6	1	3,600E-6	7,200	0,028
	Polyester	0,002	1	0,002	695.365	0,000
İplik-İplik	Pamuk	0,001	1	0,001	345.469	0,000
	Tencel	0,001	1	0,001	166.459	0,000
	Micro Modal	0,002	1	0,002	1218,057	0,000
	Polyester	0,003	1	0,003	128.960	0,000

### 3.5.1 İplik-Metal Sürtünmesi

İplik-metal sürtünmesi açısından değerlendirme yapıldığında pamuk ve Tencel, lifleri için eğirme sisteminin etkisi istatistiksel olarak önemlidir. %100 pamuk siro-spun ipliklerin çift katlı ipliklere göre iplik-metal sürtünme katsayısının daha yüksek olduğu, %100 Tencel siro-spun ipliklerin çift katlı ipliklere göre iplik-metal sürtünme katsayısının daha düşük olduğu görülmektedir. Öte yandan, %100 mikro Modal ve %100 poliester lifleri için eğirme sisteminin etkisi istatistiksel olarak önemli değildir (Tablo 3.15 ve Şekil 3.12).

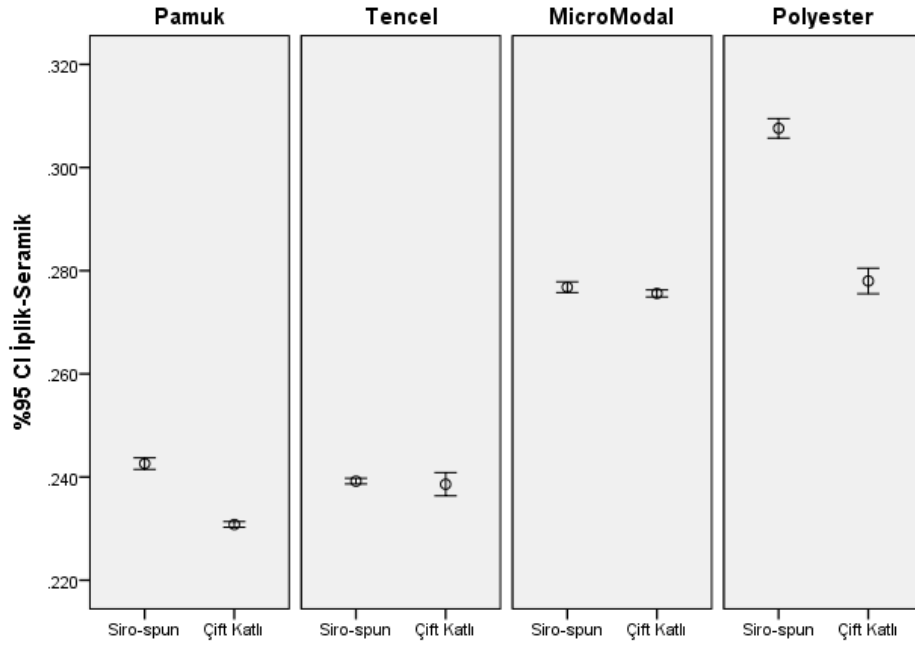


Şekil 3.12 İplik-metal sürtünme katsayıları için %95 güven aralıkları grafiği

### 3.5.2 İplik-Seramik Sürtünmesi

İplik-seramik sürtünmesi açısından değerlendirme yapıldığında pamuk, mikro Modal ve poliester lifleri için eğirme sisteminin etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Her üç hammadde grubunda da siro-spun ipliklerin iplik-seramik sürtünme

katsayıları çift katlı ipliklerden daha yüksektir. Öte yandan, %100 Tencel lifleri için eğirme sisteminin etkisi istatistiksel olarak önemli değildir (Tablo 3.15 ve Şekil 3.13).

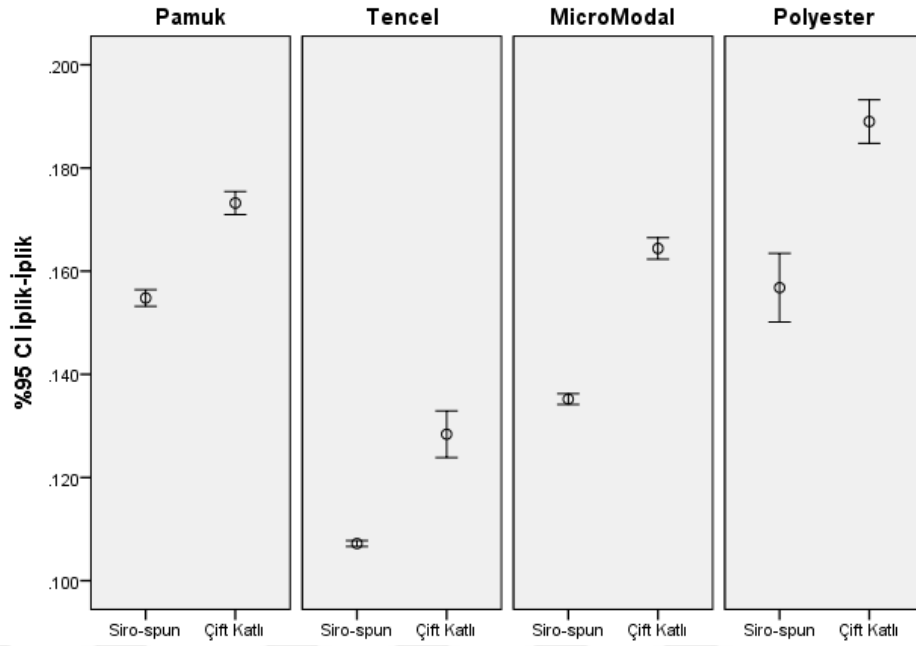


Şekil 3.13 İplik-seramik sürtünme katsayıları için %95 güven aralıkları grafiği

### 3.5.3 İplik- İplik Sürtünmesi

İplik-iplik sürtünmesi açısından değerlendirme yapıldığında pamuk, Tencel, mikro Modal ve poliester lifleri için eğirme sisteminin etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Tüm hammadde tiplerinde siro-spun ipliklerin iplik-iplik sürtünme katsayıları çift katlı ipliklerden daha düşüktür (Tablo 3.15 ve Şekil 3.14). Bunun nedeni siro-spun ipliklerin tüylülük ( $H$ ) değerlerinin çift katlı ipliklerden daha düşük olmasıdır.

İplik-metal ile iplik-seramik sürtünme test sonuçlarının iplik-iplik sürtünme test sonuçlarına göre farklılık göstermesinin nedeni iplik-metal ve iplik-serami testlerinin Capstan yöntemi kullanılarak, iplik-iplik testlerinin ise bükülmüş iplik yöntemi kullanılarak yapılmasıdır. Testler farklı yöntemler kullanılarak yapılmış olması nedeni ile karşılaştırmalar yapılırken bu husus göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 3.14 İplik-iplik sürtünme katsayıları için %95 güven aralıkları grafiği

### 3.6 Diğer Yapsal Özellikler

% 100 pamuk, % 100 Tencel, % 100 mikro Modal ve % 100 poliester liflerinden üretilen siro-spun ve çift katlı ipliklerin Uster Tester 5 S800 cihazıyla ölçülen çap ( $2D\emptyset$  mm), pürüzlülük (CV FS %), yoğunluk ( $D$  g/cm<sup>3</sup>) ve yuvarlaklık değerleri bu bölümde incelenmiştir.

Tablo 3.16'da % 100 pamuk, % 100 Tencel, % 100 mikro Modal ve % 100 poliester liflerinden üretilen siro-spun ve çift katlı ipliklerin çap ( $2D\emptyset$  mm), pürüzlülük (CV FS %), yoğunluk ( $D$  g/cm<sup>3</sup>) ve yuvarlaklık değerleri verilmiştir. Ayrıca Tablo 3.17'de varyans analizi tablosu görülmektedir.

Tablo 3.16 %100 Tencel, %100 poliester, %100 pamuk ve %100 mikro Modal çift katlı ve siro-spun ipliklerin çap ( $2D\emptyset$  mm), pürüzlülük ( $CVFS$  %), yoğunluk ( $D$  g/cm<sup>3</sup>) ve yuvarlaklık (shape) değerleri

	Pamuk		Tencel		Mikro Modal		Poliester	
	<i>Çift Katlı</i>	<i>Siro-spun</i>	<i>Çift Katlı</i>	<i>Siro-spun</i>	<i>Çift Katlı</i>	<i>Siro-spun</i>	<i>Çift Katlı</i>	<i>Siro-spun</i>
$2D\emptyset$ (mm)	0,337	0,271	0,295	0,244	0,312	0,248	0,309	0,242
	0,345	0,275	0,298	0,245	0,313	0,249	0,302	0,244
	0,337	0,271	0,300	0,248	0,305	0,250	0,304	0,241
	0,335	0,272	0,315	0,245	0,306	0,249	0,307	0,242
	0,338	0,277	0,308	0,245	0,305	0,249	0,313	0,243
Ortalama	0,338	0,273	0,303	0,245	0,308	0,249	0,307	0,243
$CVFS$ (%)	8,09	7,37	8,6	6,00	7,87	7,33	8,08	6,43
	8,37	7,21	9,03	5,97	7,76	7,25	7,86	6,37
	8,07	7,22	8,97	6,00	7,99	7,26	7,87	6,50
	8,14	7,17	8,46	6,09	7,91	7,19	8,08	6,55
	8,19	7,27	8,58	6,11	7,7	7,19	8,25	6,39
Ortalama	8,17	7,25	8,73	6,03	7,85	7,24	8,03	6,45
$D$ (g/cm <sup>3</sup> )	0,33	0,51	0,43	0,63	0,39	0,61	0,39	0,64
	0,32	0,50	0,42	0,63	0,38	0,61	0,41	0,63
	0,33	0,51	0,42	0,61	0,41	0,60	0,41	0,65
	0,34	0,51	0,38	0,63	0,40	0,61	0,40	0,64
	0,33	0,49	0,40	0,63	0,40	0,61	0,38	0,64
Ortalama	0,33	0,50	0,41	0,63	0,40	0,61	0,40	0,64
Dairesellik	0,73	0,84	0,73	0,87	0,70	0,86	0,68	0,87
	0,70	0,84	0,72	0,86	0,70	0,85	0,69	0,87
	0,72	0,84	0,72	0,86	0,71	0,85	0,68	0,86
	0,72	0,83	0,69	0,86	0,72	0,85	0,67	0,87
	0,72	0,82	0,71	0,86	0,73	0,85	0,65	0,86
Ortalama	0,72	0,83	0,71	0,86	0,71	0,85	0,67	0,87

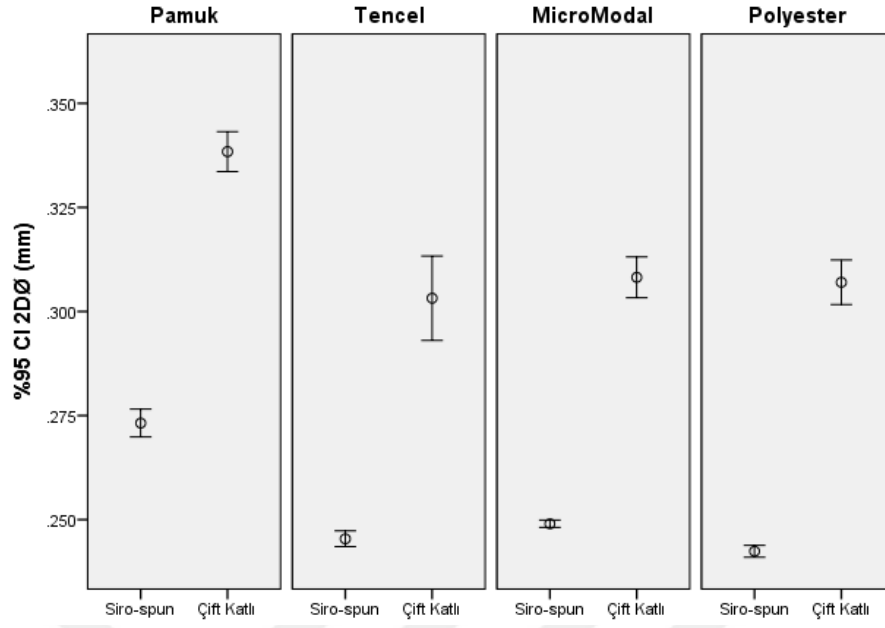
Çap ( $2D\emptyset$ mm), yoğunluk ( $D$  g/cm<sup>3</sup>), pürüzlülük ( $CVFS$  %) ve yuvarlaklık (shape) açısından değerlendirme yapıldığında eğirme sisteminin etkisinin %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester lifleri için anlamlı olduğu görülmektedir (Tablo 3.16).

Tablo 3.17 %100 Tencel, %100 poliester, %100 pamuk ve %100 mikro Modal çift katlı ve siro-spun ipliklerin çap ( $2D\emptyset$  mm), pürüzlülük ( $CV FS$  %), yoğunluk ( $D$  g/cm<sup>3</sup>) ve yuvarlaklık (shape) değerleri varyans analizi tablosu

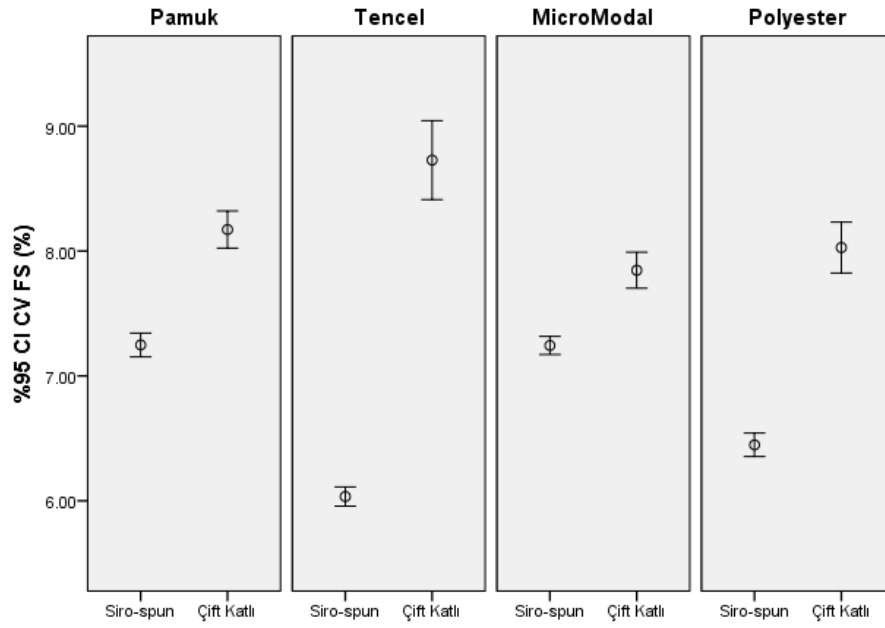
		<b>Kareler Toplamı</b>	<b>Serbestlik Derecesi</b>	<b>Kareler Ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
2D $\emptyset$ mm	Pamuk	0,011	1	0,011	966,145	0,000
	Tencel	0,008	1	0,008	242,090	0,000
	Mikro Modal	0,009	1	0,009	1080,679	0,000
	Poliester	0,010	1	0,010	1053,828	0,000
CV FS %	Pamuk	2,134	1	2,134	209,876	0,000
	Tencel	18,144	1	18,144	527,444	0,000
	Mikro Modal	0,906	1	0,906	107,157	0,000
	Poliester	6,241	1	6,241	381,829	0,000
D g/cm <sup>3</sup>	Pamuk	0,076	1	0,076	1164,462	0,000
	Tencel	0,117	1	0,117	486,000	0,000
	Mikro Modal	0,112	1	0,112	1498,133	0,000
	Poliester	0,146	1	0,146	1331,000	0,000
Dairesellik	Pamuk	0,034	1	0,034	336,400	0,000
	Tencel	0,055	1	0,055	438,080	0,000
	Mikro Modal	0,049	1	0,049	515,789	0,000
	Poliester	0,092	1	0,092	708,923	0,000

Çap değerleri karşılaştırıldığında her dört hammadde grubunda da siro-spun ipliklerin çap değerlerinin çift katlı ipliklere göre daha düşük olduğu Şekil 3.15'te görülmektedir. Aynı hammaddeye ragmen iplik çapının daha küçük olması, bükümün daha homojen olduğunun göstergesidir. Yani siro-spun eğirme sisteminde büküm, çift katlı ipliğe göre daha homojen ve eşit dağılmıştır (Sun ve Cheng, 2000).

Pürüzlülük ( $CV FS$  %) değerleri karşılaştırıldığında her dört hammadde grubunda da siro-spun ipliklerin pürüzlülük değerlerinin çift katlı ipliklere göre daha düşük olduğu Şekil 3.16'da görülmektedir.

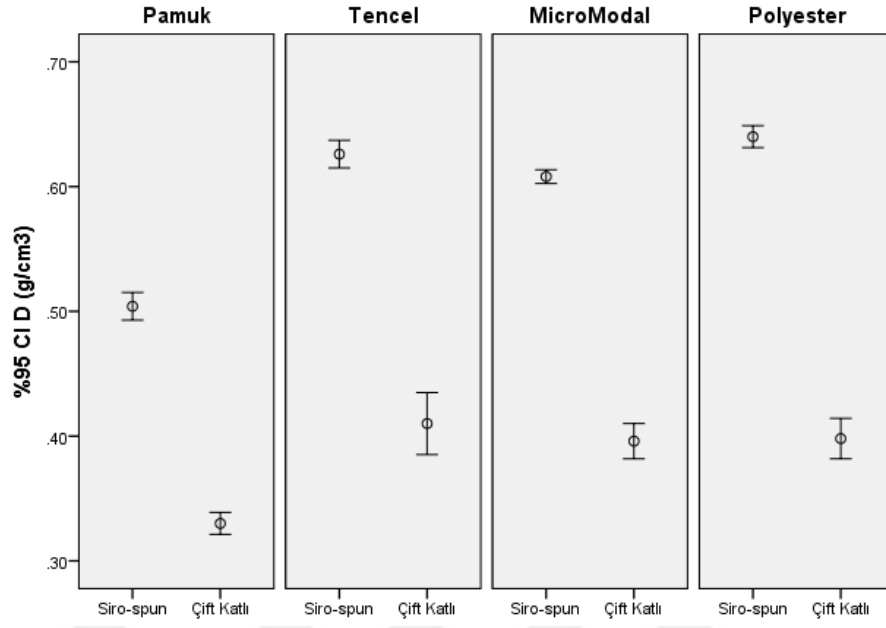


Şekil 3.15 2DØ(mm) değerleri için %95 güven aralıkları grafiği



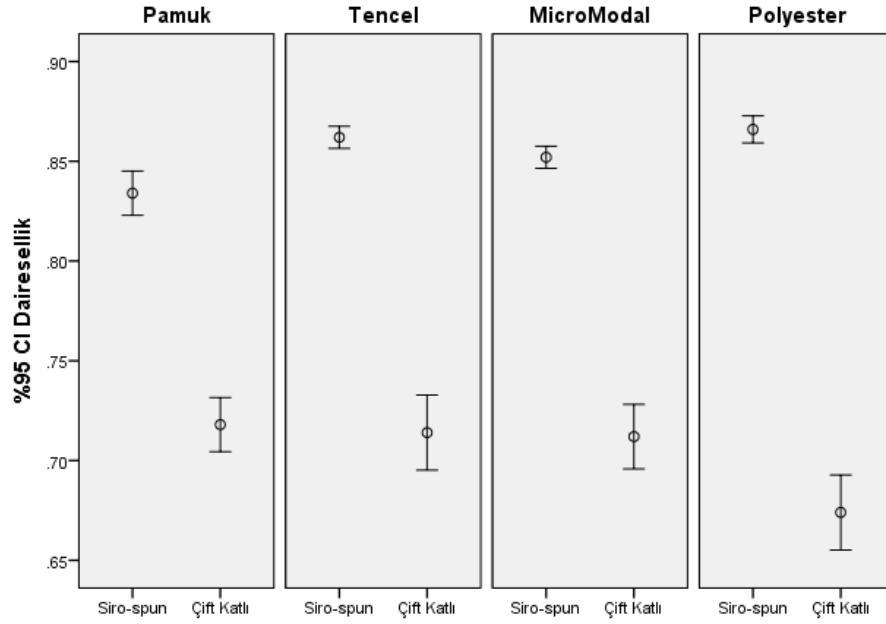
Şekil 3.16 CV FS (%) değerleri için %95 güven aralıkları grafiği

Yoğunluk değerleri karşılaştırıldığında her dört hammadde grubunda da siro-spun ipliklerin yoğunluk değerlerinin çift katlı ipliklere göre daha yüksek olduğu Şekil 3.17'de görülmektedir. İplik çapı azaldıkça iplik yapısına katılan liflerin doğrusal yoğunluğu da azalır. Bu durum ipliğin enine kesitinde daha fazla lif görülmesi anlamına gelmektedir. Enine kesitteki lif sayısı arttıkça yoğunluk değeri artmaktadır.



Şekil 3.17  $D$  ( $g/cm^3$ ) değerleri için %95 güven aralıkları grafiği

Dairesellik değerleri karşılaştırıldığında her dört hammadde grubunda da siro-spun ipliklerin dairesellik değerlerinin çift katlı ipliklere göre daha yüksek olduğu Şekil 3.18'de görülmektedir.



Şekil 3.18 Dairesellik değerleri için %95 güven aralıkları grafiği



## BÖLÜM DÖRT

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez kapsamında dünyada en yaygın kullanım alanına sahip doğal lif olarak pamuk lifi, sentetik lif olarak poliester, mikro lif teknolojisi ile üretilmiş mikro Modal lifi ve bazı özellikleri ile doğal, rejenere selülozik ve sentetik liflerden daha üstün özelliklere sahip Tencel lifleri kullanılarak konvansiyonel çift katlı iplik eğirme sistemi ve siro-spun iplik eğirme sistemi ile üretilmiş iplikler tüylülük, düzgünsüzlük, mekanik özellikler, çap, yoğunluk, pürüzlülük, sık rastanan hatalar ve sürtünme özellikleri açısından karşılaştırılmıştır. Tüm hammadde grupları için çift katlı ipliklerde Ne 40/2, siro-spun ipliklerde ise Ne 40/2 iplikler üretilmiştir ve büküm miktarları sabit tutulmuştur. Her hammadde grubu eğirme sistemi bakımından kendi arasında değerlendirilmiştir ve testlerden elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak incelenmiştir ve %95 güven seviyesinde varyans analizi (ANOVA) yapılmış, güven aralığı grafikleri hazırlanmıştır.

Siro-spun eğirme sistemi kullanımının, konvansiyonel çift katlı iplik eğirme sistemi kullanımına göre ipliklerdeki tüylülük değeri üzerindeki etkisi incelenmesi amacı ile farklı tüylülük değerleri ölçümü yapan Uster Tester 5 S800 ve Uster Zweigle Hairiness Tester 5 test cihazları kullanılmıştır. Uster Zweigle Hairiness Tester 5 ile ipliklerin S3 (100 metre iplik uzunluğunda 3mm'den uzun liflerin sayısı) ve S1+2 (100 metre iplik uzunluğunda 3mm'den kısa liflerin sayısı) değerleri ölçülmüştür. Uster Tester 5 S800 ile de ipliklerin H (1cm uzunluğundaki iplik üzerinde çıkıntı yapan liflerin cm cinsinden toplam değeri) ve sh (H değerinin standart sapması) değerleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre yapılan varyans analizinde tüm hammadde gruplarında eğirme sisteminin H ve sh tüylülük değeri üzerindeki etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır. Siro-spun eğirme sistemi ile üretilen ipliklerin H ve sh tüylülük değerlerinin çift katlı iplik eğirme sistemi ile üretilen ipliklere göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun yanında S3 ve S1+2 değerleri incelendiğinde eğirme sistemi farkının pamuk, Tencel ve poliester liflerinin tüylülük değeri üzerindeki etkisinin

önemli olmadığı, mikro Modal liflerinde ise önemli olduğu belirlenmiştir. Bu durum bize pamuk, Tencel ve poliester liflerinin S3 ve S1+2 değerlerinin çift katlı ve siro-spun ipliklerde birbirine yakın değerler verdiğini göstermektedir. Mikro Modal liflerde ise siro-spun eğirme sistemi ile üretilen ipliklerin S3 ve S1+2 tüylülük değerlerinin çift katlı ipliklere göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Tüm tüylülük değerleri analiz edildiğinde her dört lif grubunda da siro-spun iplikler, çift katlı ipliklere göre daha az tüylü yapıdadır.

Siro-spun eğirme sisteminin, konvansiyonel çift katlı iplik eğirme sistemi kullanımına göre ipliklerdeki düzgünlük değeri üzerindeki etkisi incelenmesi amacı ile yapılan kapasitif ve optik düzgünlük ölçümleri Uster Tester 5 S800 cihazı ile yapılmıştır. Ölçülen %CVm ve %CV2D 8mm değerlerinin varyans analizi yapıldığında %100 pamuk lifinde siro-spun iplikler ile çift katlı ipliklerin düzgünlüğün birbirine yakın olduğu görülmekte ve siro-spun teknolojisinin, konvansiyonel çift katlı iplik eğirme teknolojisine iyi bir alternatif olduğu söylenebilmektedir. Diğer üç hammadde grubunda ise %CVm ve %CV2D 8mm düzgünlük değerleri birlikte incelendiğinde siro-spun ipliklerin çift katlı ipliklere göre daha iyi düzgünlük sonuçları verdiği görülmektedir.

Uster Tester 5 S800 cihazı ile ölçümler sık rastlanan hatalar açısından değerlendirme yapıldığında tüm hammadde gruplarında ince yer (-%50) ve kalın yer (+%50) oranlarında eğirme sistemi farkının önemli bir etkisi olmadığı varyans analizi sonucunda görülmüştür. Neps (+%200) değerleri incelendiğinde ise eğirme sistemi değişimi %100 poliester lifinde istatistiksel olarak önemli olmadığı ve %100 Tencel lifinde siro-spun lehine azalma görülse de %100 pamuk ve %100 mikro Modal ipliklerde siro-spun eğirme sistemi neps sayısında artışa neden olmuştur.

Siro-spun ve çift katlı ipliklerde mekanik özellikler başlığı altında kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) testleri Uster Tester 5 S800 cihazı ile yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre %100 pamuk, %100 mikro Modal, %100 Tencel ve %100 poliester iplikler için eğirme sisteminin kopma mukavemeti ve kopma uzaması üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. Pamuk, Tencel ve mikro Modal ipliklerde kopma mukavemeti değerleri siro-spun ipliklerde daha düşüktür ancak aradaki fark mukavemetin ön planda olmadığı bir iplik üretimi için göz ardı edilebilecek seviyededir. %100 poliester liflerde ise siro-spun ipliklerin kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri, aynı hammaddeden üretilmiş çift katlı ipliklere göre daha yüksektir. Genellikle yüksek performanslı ve yüksek mukavemetli lif tercihinde pamuk, Tencel ve Modal lifleri yerine poliester lifler tercih edildiğinden siro-spun eğirme sistemi mekanik özellikler açısından çift katlı iplik eğirme sistemine iyi bir alternatif olarak yorumlanabilmektedir.

Sürtünme testlerinin yapılması amacı ile kullanılan Lawson Hemphill CTT cihazında iplik-metal, iplik-seramik ve iplik-iplik sürtünme testleri yapılmıştır. İplik-metal sürtünme testleri neticelerine göre mikro Modal ve poliester hammaddelerinde eğirme sisteminin iplik-metal sürtünmesi üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Pamuk ve Tencel’de ise eğirme sisteminin iplik-metal sürtünmesi üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir.

İplik-metal sürtünme katsayıları karşılaştırıldığında %100 pamuk içerikli çift katlı ipliklerin, aynı içeriğe sahip siro-spun ipliklere göre iplik-metal sürtünme katsayısının daha düşük olduğu görülmektedir. Subramaniam ve Natarajan (1990) yaptığı araştırma sonucu siro-spun ipliklerin sürtünme katsayısını azaltmak amacıyla yağlama işleminin uygulanması ile siro ipliklerin çift katlı ipliklere göre daha fazla tercih edilmesinin sağlanacağını belirtmiştir. Öte yandan %100 Tencel çift katlı ipliklerin, aynı içeriğe sahip siro-spun ipliklere göre iplik-metal sürtünme katsayısının daha düşük olduğu, %100 poliester ve %100 mikro Modal ipliklerde de siro-spun ve çift katlı ipliklerdeki iplik-metal sürtünme katsayılarının ortalama değerlerinin birbirine denk olduğu görülmektedir.

İplik-seramik sürtünme katsayıları karşılaştırıldığında pamuk, mikro Modal ve poliester ipliklerde eğirme sisteminin sürtünme katsayısı üzerindeki etkisi anlamlıdır ve siro ipliklerin sürtünme katsayılarının daha yüksektir. Güven aralıkları grafiği incelendiğinde mikro Modal ipliklerde siro-spun ve çift katlı iplik eğirme sisteminin iplik-seramik sürtünme katsayısı arasındaki farkın oldukça az olduğu görülmektedir. Bunun yanında Tencel ipliklerde ise eğirme sisteminin sürtünme katsayısı üzerindeki etkisi anlamlı değildir.

İplik-iplik sürtünme katsayıları karşılaştırıldığında pamuk, Tencel, mikro Modal ve poliester iplikler için eğirme sisteminin sürtünme katsayısı üzerindeki etkisinin anlamlı olduğu anlaşılmaktadır ve siro-spun ipliklerin daha düşük sürtünme katsayılarına sahiptirler. İplik-iplik sürtünmesi hem iplik oluşumu esnasında, hem kuma oluşumunda hem de konfeksiyon aşamasında oldukça üretimin verimi ve kalitesi için oldukça önemli bir parametredir.

Diğer yapısal özellikler başlığı altında Uster Tester 5 S800 cihazı ile çift katlı ve siro-spun ipliklerin çap ( $2D\text{Ømm}$ ), yoğunluk ( $D\text{ g/cm}^3$ ), pürüzlülük ( $CV\text{ FS } \%$ ) ve yuvarlaklık (Shape) değerleri ölçülmüştür. Çift katlı ve siro-spun ipliklerde eğirme sisteminin değişimi, kullanılan dört hammadde için de istatistiksel olarak önemlidir. Genel olarak %100 pamuk, %100 Tencel, %100 mikro Modal ve %100 poliester siro-spun ipliklerin çap ve pürüzlülük değerleri en düşük, yoğunluk ve yuvarlaklık değerleri en yüksektir. Bu durum siro-spun ipliklerin büküm dağılımının daha homojen olması ile ilgilidir. Eğirme sistemi çift katlıdan siro-spun'a dönünce ipliğin enine kesitindeki lif sayısı lif oryantasyonu nedeni ile artar. Bu durum daha önce şekil 1.36'da açıklanmıştır. Siro-spun ipliklerde ipliği oluşturan lifler ile kat bileşenlerinin birbirine paralel olması nedeni ile iplik daha kompakt, daha az tüylü, daha az pürüzlü, daha yoğun ve daha daireseldir.

Tez kapsamında elde edilen tüm sonuçlar birlikte analiz edildiğinde siro-spun ipliklerin çift kaklı ipliklere göre daha az tüylü, daha kompakt ve daha homojen yapıdadır. Aynı zamanda mukavemet, sık rastanan hatalar ve sürtünme katsayıları açısından da konvansiyonel çift katlı iplik eğirme sistemi ile üretilmiş ipliklere de iyi bir alternatif oluşturmaktadır. Üretilcek olan iplikte ulaşılması gereken kalite hedefine ve bir işletmenin en önemli unsuru olan maliyet hedefine göre kullanılacak olan teknoloji belirlenmelidir. Bu nedenle yapılan çalışmada hem siro-spun ipliklerin çift katlı ipliklere göre rekabetçi ve avantajlı özelliklerinin bulunması hem de maliyet düşürücü niteliğinden dolayı siro-spun ipliklerinin kullanımının işletme açısından “yüksek verim, düşük maliyet, iyi kalite” anlayışına daya uygun olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Ağır, Y., elikel, C.D., Uyanık, S. (2010). *Gaziantep ve Halep İllerindeki Akrilik İplik İşletmelerine Kalifiye Teknik Eleman Yetiştirilmesi Projesi*, Proje No: KM-T-09-010, Gaziantep Üniversitesi Gaziantep Meslek Yüksekokulu.
- Alagirusamy, R. (2009). Indian Institutes of Technology and Science National Programme on Technology Enhanced Learning, *Yarn Manufacture II: Yarn doubling*. 14 Aralık 2016. <http://nptel.ac.in/courses/116102038/39>.
- Altaş, S. ve Kadoğlu, H. (2009). İplik-iplik ve iplik-metal sũrtũnme katsayısı ile bazı iplik özellikleri arasındaki ilişki. *Tekstil ve Mũhendis Dergisi*, 16 (73-74), 1-5.
- ASTM D 3412-01 (2001). *Standard test method for coefficient of friction, yarn to yarn*. West Conshohocken, PA: American Society for Testing and Material.
- Balcı, G. (2010). *İplik sũrtũnme özelliklerini etkileyen faktũrler*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylũl Üniversitesi, İzmir.
- Balcı Kılıç, G. (2016). *İplik yũzey profilinin kumaş yũzey özelliklerini etkileyiş biçiminin incelenmesi*. Doktora Tezi, Dokuz Eylũl Üniversitesi, İzmir.
- Bange, M.P., Constabte, G.A., Gordon, S.G., Long, R.L., Naylor. G.R.S., ve Van Der Stuij, M.H.J. (2009). *Fibrepak from seeds to good shirts*. Australia: The Conon Catchment Communities CRC.
- Bedez Ute, T. (2007). *Kısa lif iplikçiliğinde sirospun yũnteminin uygulanması ũzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Bedez Öte, T. ve Kadoğlu, H. (2009). Viskon sirospun ve ring ipliklerinin özelliklerinin karşılaştırılması. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3, 12-23.
- Brunk, N. (2004). Reflections on the spinning of two-ply yarns with EliTwist compactset. *Spinnoation*, 20 (6), 10-13.

- Brunk, N. (2006) . EliTwist-Three years after market introduction. *Spinnovation*, 22 (7), 10-16.
- Carissoni, E., Dotti, S., Fleiss, F., Petaccia, L. ve Pieri, L. (2002). *Reference books of textile technologies, spinning, cotton and wool spinning*. ACIMIT, Italy.
- Cheng, K.P.S ve8 Yu, C. (2003). A study of compact spun yarns. *Textile Research Journal*, 71 (4), 345-349.
- Cheng, K.P.S. ve Yuen, C.H. (1997). Siro and two-fold yarns. *JHKITA*. 64-70.
- Cheng, K.P.S.ve Sun,M.N. (1998).Effect of strand spacing and twist multiplier on cotton Sirospun yarn. *Textile Research Journal*, 68 (7), 520-527.
- Cotton, (b.t). 25 Şubat 2017, <http://www.swicofil.com/products/001cotton.html>.
- Demiröz Gün, A., Demircan, B. ve Şevkan, A. (2011). Mikroliflerin üretim yöntemleri, özellikleri ve kullanım alanları. *Tekstil ve Mühendis Dergisi*, 18 (83), 38-46.
- Dündar, E. (2008). *Çeşitli selülozik ipliklerden üretilen örme kumaşların performanslarının karşılaştırılması*. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Elkhamy, D.S., (2007). *Processing mechanics of alternate twist ply (ATP) yarn technology*. Doktora tezi, Drexel Üniversitesi, Philadelphia.
- Elnagar, K., Elmaaty, T. A. ve Raouf, S. (2014). Dyeing of polyester and polyamide synthetic fabrics with natural dyes using ecofriendly technique. *Hindawi Publishing Corporation Journal of Textiles*, 2014, Article ID:363079, 1-8.
- El-Sayed, M. A. M. ve Sanad, H. S. (2011). Characteristics of cotton fabrics produced from sirospun and plied yarns. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 89 (2), 579-586.

- Erdumlu, N., Oxenham, W. ve Özipek, B. (2013). Vorteks, konvansiyonel ring ve kompakt ring ipliklerin özellikleri. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7 (2), 7-15.
- Feng, S. ve Jiao, X. (2011). *The application of PLA resin on nonwovens production*. *Advanced Textile Materials*, 332-334, 1239-1242.
- Flyer*, (b.t). 12 Aralık 2016, <http://w3.siemens.com/mcms/mc-solutions/en/mechanical-engineering/textile-machine/staple-fiber-spinning/flyer/pages/flyer.aspx>.
- Furter, R. (2007). *Uster Tester 5-S800 Application Report*, Uster.
- Ghasemi, R., Mozafari, R., Etrati, S.M. ve Najar, S. (2008). Comparing the physical properties of produced sirospun and new hybrid solo-siro spun blend wool/polyedter worsted yarns. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 16 (1), 66.
- Ghasemi. R., Mozafari-Dana. R., Etrati. S. M., Shaikhzadeh Najar, S. (2008). Comparing the physical properties of produced sirospun and new hybrid solo-siro spun blend wool/polyester worsted yarns. *Fibres & Textiles In Eastern Europe*, Vol. 16, 1 (66), 24-27.
- Gokarneshan, S., Anbumani, N. ve Subramaniam, V. (2007). Influence of strand spacing on the interfibre cohesion in siro yarns. *The Journal of The Textile Institute*, 98 (3), 289-292.
- Gowda, R. M. V., Sivakumar, M. ve Senthil Kannan, M. S. (2004). Influence of process variables on characteristics of model siro-spun yarns using Box-Behnken response surface design. *Indian Journal of Fibres & Textiles Research*, 29, 412-418.
- Günaydın, G. ve Abdulla, G. (2014). Dünden bugüne kısa stapel iplik üretim teknolojileri. *SDU Teknik Bilimler Dergisi*, 4 (2), 18-28.
- Gupta, B.S. (2008). *Friciton in textile materials*, Cambridge. UK: Woodhead Publishing Limited.



*History of the Town of Schaghticoke*, (2014). 29 Kasım 2016, <https://schaghticokehistory.files.wordpress.com/2014/10/mill11.jpg>.

İçoğlu, H.İ. ve Kireçci, A. (2009). Investigation of the fastness properties and color values of cotton fabrics knitted from ring spun and Sirospun yarns. *The Journal of The Textile Institute*, 102 (2), 114-119.

Johnstone, B., Tulpule, V., Foster, M., Gilmour, K. (1992). *The economic gains from sirospun technology*, ABARE Research Report 92.5, ISSN 1037-8286, 53-54.

Kan, C.V., Lam, Y.L., Yuen, C.V.M. (2012). Microscopic study of cotton fibre subjected to different functional treatments, Current Microscopy Contributions to Advances in Science and Technology. *Formatex*, 1 (1), 1130-1136

Kaynak H.K. ve Babaarslan O. (2009). Mikroliflerin tekstil endüstrisindeki yeri ve önemi. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3 (3), 70-83.

Kılıç, M. (2010). *Karışım ipliklerinde düzgünlük ve tüylülük analizleri*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Kılıç, M., Balcı Kılıç, G., Okur, A. (2011). Eğirme sisteminin iplik özelliklerine etkileri. *Tekstil ve Mühendis Dergisi*, 18 (81), 22-34.

Klein, W. (2011). *Rieter İplikçilik El Kitabı Cilt 2-Harman hallaç & Taraklama*.

Klein, W. (2011). *Rieter İplikçilik El Kitabı Cilt 3-İplik Hazırlık*.

Klein, W. ve Stalder, H. (2011). *Rieter İplikçilik El Kitabı Cilt 4-Ring İplikçiliği*.

Krifa, M., Hequet, E. Ve Etbridge, D. (2002). *Compact spinning: Newpotential for short staple cottons*. *Textile Topics*, International Textile Center, Texas Technical University, USA.

Lawrence, C.A. (2003). *Fundamentals of Spun Yarn Technology*. New York: CRC Press.

Lawson Hemphill, (b.t), 21 Mart 2017, [http://www.lawsonhemphill.com/assets/lh\\_401-series-ctt.pdf](http://www.lawsonhemphill.com/assets/lh_401-series-ctt.pdf).

Lawson Hemphill. (2008). *CTT User Manual*.

Liu, X., Su, X. ve Wu, T. (2013). Effects of the horizontal offset of the ring spinning triangle on yarn. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 21, 1 (97), 35-40.

Lord, P.R. (2003). *Handbook of Yarn Production*. New York: CRC Press.

Mansour, S.A.ve Tawfik, M. (1985). Production of Siro-spun yarns from short-staple fibres. *Indian Journal of Textile Research*, 11, 70-72.

Microfiber, (b.t). 13 Mart 2017, <http://www.fibersource.com/fiber-products/microfiber/#2>.

Mikromodal, (b.t). 13 Mart 2017, <http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/mikromodal-ve-karisimleri.php>.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2007). *Giyim üretim teknolojisi: tekstil lifleri*, Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2011). *Tekstil teknolojisi: fitil makinesi 542TGD429*, Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2011). *Tekstil teknolojisi: katlama ve büküm makineleri 542TGD499*, Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.

Modal, (b.t), 13 Mart 2017, <http://www.lenzing-fibers.com/en/lenzing-modal>.

Pourahmad, A. ve Johari, M. S. (2011). Comparaison of the properties of Ring, Solo and Siro core-spun yarns. *The Journal of The Textile Institute*, 102 (6), 540-547.

Pourahmad,A. ve Johari,M.S.(2009).Production of core-spun yarn by the three-strand modified method. *The Journal of The Textile Institute*, 100 (3), 275-281.

Purane, S.V. ve Panigrahi, N.R. (2007). Microfibers microfilaments and their applications, *Autex Research Journal*, 7 (3), s.148-158.

Rees, A. (1820). *The cyclopedia; universal dictionary of arts, sciences, and literature*, 2. 29 Kasım 2016, <http://www.library.hbs.edu/hc/exhibits/distech/cotton.htm>.

Rieter C70 Yüksek Performanslı Tarak Makinesi, (b.t). 6 Aralık 2016, <http://www.rieter.com/tr/makinalar-sistemler/ueruenler/elyaf-hazirlik/c-70-tarak-makinasi/>.

Rieter SB/RSB-D 50 Cer Makinası, (b.t). 12 Aralık 2016, <http://www.rieter.com/tr/makinalar-sistemler/ueruenler/iplik-hazirlik/>.

Rohrer, C., Retzl, P. ve Firgo, H. (2001). *Lyocell LF –Profile of A Fibrillation-Free Fibre From Lenzing*. Lenzinger Berichte, 75-81.

Saurer Zinser 451. *Worsted Spinning*, (b.t). 13 Aralık 2016, [http://schlafhorst.saurer.com/fileadmin/Schlafhorst/pdf/Ring/Zinser\\_451\\_TR.pdf](http://schlafhorst.saurer.com/fileadmin/Schlafhorst/pdf/Ring/Zinser_451_TR.pdf).

Savio Polar E Premium Bobin Makinesi, (b.t). 3 Mart 2017, <https://www.saviotechnologies.com/savio/en/Products/Automatic-Winders/Polar/Polar-E-Premium/Pages/Polar-E-Premium.aspx>.

Shaikhzadeh Najar, S., Khan, Z. A., Wang, X. G. (2006). The new Solo-Siro spun process for worsted yarns. *The Journal of The Textile Institute*, 97 (3), 205-210.

*Sirospun*, (b.t). 6 Şubat 2017, <https://csiropedia.csiro.au/sirospun/>.

Slater, A. (2005). *Tencel-The Key To Performance Nonwoven Products*. Lenzinger Berichte, 84, 36-41.

Soltani, P. ve Johari, M.S. (2011). A study on siro-,solo-,compact-,and conventional ring-spun yarns, part 1: structural and migratory properties of the yarns. *The Journal of The Textile Institute*, 103 (6), 622-628.

Soltani, P ve Johari, M.S. (2011). A study on siro-,solo-,compact-,and conventional ring-spun yarns, part 2: yarn strength with relation to physical and structural properties of yarns. *The Journal of The Textile Institute*, 103 (9), 921-930.

- Stalder, H. (2014). Rieter İplikçilik El Kitabı Cilt 6-Alternatif Egirme Sistemleri
- Subramaniam, V. ve Natarajan, K.S. (1990). Frictional properties of Siro-spun yarns. *Textile Research Journal*, 60, 234-239.
- Sun, M.N. ve Cheng, K.P.S. (2000). Structure and properties of cotton Siro-spun yarn. *Textile Research Journal*, 70 (3), 261-268.
- Temel, E. ve Çelik, P. (2010). % 100 polyester ve polyester/pamuk karışımı Siro-spun ipliklerin eğrilebilirliğinin incelenmesi. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 20 (1), 23-29.
- Tencel, (b.t), 25 Şubat 2017, <http://www.lenzing.com/en/fibers/tencel/specifications.html>.
- Tencel, (b.t). 25 Şubat 2017, <http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/tencel.php>.
- Tyagi, G.K., Rajdev, A., Mehta, M., Jain, S. ve Jindal, B.M. (1987). Contribution of fibre length, fibre linear density and strand spacing to physical and mechanical characteristics of Siro-spun viscose Rayon yarns. *Indian Journal of Textile Research*, 12, 63-67.
- Ünal, S. (2011). *Ring iplikçiliğinde direkt çift katlı iplik egirme ve farklı metotlarla elde edilen çift katlı iplik yapılarının incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Ünal, S. ve Ömeroğlu, S. (2013). Ring iplikçiliğinde farklı sistemler kullanılarak direkt olarak elde edilmiş çift katlı iplik özelliklerinin incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19 (4), 165-169.
- Ünal, S ve Ömeroğlu, S. (2013). Farklı sistemlerde direkt olarak elde edilmiş çift katlı iplik özelliklerinin örme kumaş özelliklerine etkileri. *Journal of Textiles and Engineer*, 20 (91), 9-15.
- Uster® Tensorapid 4, Uster® Tensojet 4 (2017). *The Strength And Weavability Measurement Systems, Application Handbook*.

- Yakartepe, M. ve Yakartepe, Z. (1999). Mikro Elyafklar. *Tekstil Maraton Dergisi*, 3, 31-38.
- Yan Liu, W., Yin Huang, T., Min Li, H. ve Ling Li, Y. (2012). Stability and control of the convergence point for two –strand yarn spinning. *The Journal of The Textile Institute*. 103 (11), 1228-1233.
- Yıldırım, B., Şahin, B.U., Kırtak, A. (2010). *Bobinleme, katlama & katlı büküm iplikçiliği makinaları (ring büküm, çift büküm, hamel makinaları)*. Bitirme Tezi, Gaziantep Meslek Yüksek Okulu Teknik Programlar Tekstil Bölümü, Gaziantep.
- Yılmaz D. ve Usal M. R. (2013). Improvement in yarn hairiness by the siro-jet spinning method. *Textile Research Journal*, 83 (10), 1081-1100.
- Yılmaz, D., Özkan, H., Kimya. C. (2008). Kısa şapel iplikçilikte siro iplik özelliklerinin incelenmesi. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 1-16. 21 Ekim 2016, <http://www.kutuphane.deu.edu.tr/tr/veri-tabanlari/>.
- Yılmaz, R., Babaarslan, O., Mörel, A. (2012). Eş zamanlı uygulanan katlama ve büküm işleminin katlı iplik özellikleri üzerindeki etkisi. *Tekstil ve Mühendis Dergisi*, 19 (86), 25-33.