

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÜÇ FİTİLDEN DİKİŞ İPLİĞİ ÜRETİM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI



Murat DEMİR

Mayıs, 2017

İZMİR

ÜÇ FİTİLDEN DİKİŞ İPLİĞİ ÜRETİM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Tekstil Mühendisliği Bölümü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

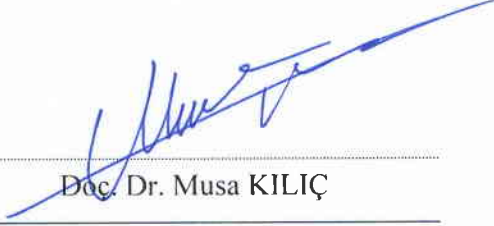
Murat DEMİR

Mayıs, 2017

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

MURAT DEMİR tarafından DOÇ. DR. MUSA KILIÇ yönetiminde hazırlanan “ÜÇ FİTİLDEN DİKİŞ İPLİĞİ ÜRETİM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.


Doc. Dr. Musa KILIÇ

Yönetici


Doç. Dr. L. Behro BÜYÜKBAYRAKTAR

Jüri Üyesi


Doç. Dr. Bekir YILDIRIM

Jüri Üyesi


Prof. Dr. Emine İlknur CÖCEN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konumu belirleyen, değerli bilgi ve tecrübeleriyle bana her zaman yol gösteren, birlikte çalışmaya başladığımız günden itibaren her türlü desteğini esirgemeyen, akademik ve gündelik hayatımızda bize rol model olan çok kıymetli danışmanım Sayın Doç. Dr. Musa KILIÇ'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresinde değerli görüş ve önerileriyle tezime katkıda bulunan, üretilen ipliklerin test edilmesi konusunda yardımını esirgemeyen Sayın Dr. Gonca BALCI KILIÇ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İpliklerin üretilmesi ve çoğu testin yapılması için bize KİPAŞ Tekstil Mensucat A.Ş.'nin kapılarını sonuna kadar açan Sayın Halit GÜMÜŞER'e, Sayın Ahmet DUYGAL'a ve yardımlarını esirgemeyen tüm çalışanlara sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her alanında desteklerini esirgemeyen çok sevgili babam Mustafa DEMİR'e, sevgili annem Şükriye DEMİR'e ve sevgili kardeşlerim Sevda ve Mehmet DEMİR'e sonsuz teşekkür ederim. Hayatıma girdiği günden bu yana özel bir yere sahip olan sevgili Zehra DİNÇ'e sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Murat DEMİR

ÜÇ FİTİLDEN DİKİŞ İPLİĞİ ÜRETİM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

ÖZ

Bu tez kapsamında, genellikle üç katlı olarak üretilen dikiş ipliklerine alternatif olabilecek yeni bir üretim yöntemi üzerine çalışılmıştır. Bu amaçla, siro-spun eğirme teknolojisinden esinlenerek geleneksel ring eğirme sisteminde bir takım eklentiler yapılmış ve aynı anda üç adet fitil çekim sistemine beslenerek üç fitil iplikleri üretilmiştir. Yeni bir eğirme yöntemi olarak sunulan üç fitil iplik üretim teknolojisinin, katlama ve büküm işlemlerinin üretim sürecinden çıkarılmasının sağlayacağı ekonomik avantajlar ile üç katlı ipliklere alternatif olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada, yeni geliştirilen sistemde üretilen ipliklerin yapısal, fiziksel ve mekanik özellikleri aynı hammadde gruplarında üretilen üç katlı ipliklerle karşılaştırılmıştır. Yeni geliştirilen sistemin tüm hammaddeler için uygun olup olmadığının araştırılması amacıyla doğal, rejenere, sentetik ve mikro lif gruplarından sırasıyla pamuk, Tencel, poliester ve mikro Modal lifler ile çalışılmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde üç fitilli olarak üretilen ipliklerin tüylülük değerlerinin üç katlı ipliklere göre oldukça düşük olduğu görülmüştür. Ek olarak, üç fitil ipliklerinin çap, yoğunluk, pürüzlülük ve dairesellik gibi yapısal özellikler açısından da üç katlı ipliklere göre daha farklı sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Üretilen iplikler mekanik özellikler bakımından incelendiğinde, üç fitil iplikleri ile üç katlı iplikler benzer değerlere sahiptir. Bununla beraber, siro-spun iplik teknolojisinde başlıca sorun olan düzgünsüzlük ve sık rastlanan hatalara ait daha kötü sonuçların bu tez kapsamında üretilen iplikler için de geçerli olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Üç fitil iplikçiliği, siro-spun iplikçilik, büküm iplikçiliği

AN INVESTIGATION ON PRODUCTION POSSIBILITIES OF THREE-ROVING SEWING THREADS

ABSTRACT

In this thesis, an alternative production method for sewing threads that usually produced as three-ply has been studied. For this purpose, some modifications were made on conventional spinning system which are inspired from siro-spun technology and three-rovings yarns were produced by feeding three-rovings into drafting zone. This method which is presented as a new way to produce three-rovings yarn might be an alternative for three-ply yarns with the help of economic benefit that provide from eliminating doubling and twisting from production process.

In the study, physical, mechanical and structural properties of three-rovings yarns which produced in new developed method were compared with three-ply yarns produced from same raw material groups. In order to find out if this new method works for all raw materials, cotton, Tencel, PES and micro Modal fibres were used for natural, regenerated, synthetic and micro fibres groups, respectively. Evaluating results showed that, three-rovings yarns have much better hairiness value than three-ply yarns. In addition, it also concluded that three-rovings yarns have different diameter, density, shape and roughness values than three-ply yarns. For mechanical properties, three-rovings and three-ply yarns have similar values. Besides, it is seen that worse values for imperfections and unevenness values which are also basic problems for siro-spun yarn technology, are also valid for three-rovings yarns.

Keywords: Three-rovings yarn, siro-spun yarn, twist yarn

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ.....	xiv

BÖLÜM BİR - GİRİŞ

1.1 Giriş.....	1
1.2 Ring İplik Üretim Teknolojisi.....	4
1.2.1 Ring İplik Makinası.....	5
1.2.2 Bobin Makinası	6
1.3 Katlı İplik Üretimi.....	8
1.3.1 Katlama	8
1.3.1.1 Katlama Makinası.....	9
1.3.2 Büküm	10
1.3.2.1 Volkmann (two for one) Büküm Makinası.....	11
1.4 Büküm İplikçiliği	12
1.4.1 Büküm İpliği Üretim Teknolojisi.....	14
1.5 Dikiş İpliği Teknolojisi	15
1.5.1 Dikiş İpliklerinin Üretimi.....	15
1.5.1.1 Pamuk Dikiş İpliklerinin Üretimi	15
1.5.1.1.1 Gazeleme	16
1.5.1.1.2 Merserizasyon.....	16
1.5.1.1.3 Kasar	17
1.5.1.1.4 Boyama	17
1.5.1.1.5 Lubrikasyon (Yağlama).....	17
1.5.1.2 Sentetik Dikiş İpliklerinin Üretimi	17

1.6	Önceki Çalışmalar.....	18
1.6.1	Hammaddenin ve Üretim Parametrelerinin Büküm İpliği Özellikleri Üzerindeki Etkileri	19
1.6.2	Büküm İplikleri ve Büküm İpliklerinden Üretilen Kumaş Özelliklerinin Değerlendirilmesi	22
1.6.3	Farklı Eğirme Teknolojilerinin Birlikte Kullanılması – Hibrit Eğirme Sistemleri.....	25
1.6.4	Eğirme Teknolojilerinde Yapılan Geliştirmeler.....	30
1.6.5	Çok Fitilli Eğirme Teknolojisi Üzerinde Yapılan Çalışmalar.....	34
1.7	Çalışmanın Amacı.....	37
BÖLÜM İKİ - MATERYAL VE METOT		38
2.1	Materyal	38
2.1.1	İplik Üretiminde Kullanılan Liflerin Özellikleri.....	38
2.1.1.1	Pamuk	38
2.1.1.2	Tencel	39
2.1.1.3	Poliester	41
2.1.1.4	Modal.....	42
2.1.2	İplik Üretimi.....	42
2.1.3	İplik Üretiminde Kullanılan Makinalar.....	43
2.1.3.1	Cer Makinası ve Karışım İşlemi	43
2.1.3.2	Penye Makinası.....	44
2.1.3.3	Fitil Makinası.....	44
2.1.3.4	Ring İplik Makinası	44
2.1.3.5	Bobin Makinası.....	44
2.1.3.6	Katlama Makinası	44
2.1.3.7	Büküm Makinası.....	44
2.1.4	Çalışmanın Deney Planı	44
2.2	Metot.....	46
2.2.1	Çalışma Kapsamında Kullanılan Eğirme Teknolojileri	46
2.2.1.1	Üç Katlı İplik Üretim Teknolojisi.....	46

2.2.1.2 Üç Fitol İplik Üretim Teknolojisi.....	46
2.2.1.3 İletici Silindirli Üç Fitol İplik Üretim Teknolojisi	57
2.2.2 İplik Testleri	48
2.2.2.1 Tüylülük Ölçümü.....	49
2.2.2.2 Mukavemet Ölçümü	50
2.2.2.3 Düzensüzlük ve Diğer Yapısal Özelliklerin Ölçümü	50
2.2.2.4 Sürtünme Ölçümü.....	51
2.2.3 Sonuçların Değerlendirilmesi.....	53
BÖLÜM ÜÇ - ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	54
3.1 Tüylülük.....	54
3.1.1 Uster Tester 5 Değerleri (H ve sh)	54
3.1.2 Uster Zweigle Hairiness Tester 5 Değerleri (S3 ve S1+2).....	58
3.2 Mekanik Özellikler	61
3.2.1 Kopma Mukavemeti.....	62
3.2.2 Kopma Uzaması	63
3.3 Düzensüzlük	65
3.3.1 Düzensüzlük (%CVm).....	66
3.3.2 Optik Düzensüzlük (%CV2D 8mm).....	68
3.4 Sık Rastlanan Hatalar.....	69
3.5 Diğer Yapısal Özellikler	72
3.6 Sürtünme Özellikleri.....	75
3.6.1 İplik Materyal Sürtünmesi.....	76
3.6.2 İplik İplik Sürtünmesi.....	78
BÖLÜM DÖRT - SONUÇ VE ÖNERİLER.....	80
KAYNAKLAR	82

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Dünya kısa lif iplik üretimi	1
Şekil 1.2 Eğirme sistemlerinin üretim hızları.....	2
Şekil 1.3 Ring iplikçiliği üretim süreci.....	5
Şekil 1.4 Ring iplikçilik makinası	6
Şekil 1.5 Yarı otomatik bobin makinası	7
Şekil 1.6 Katlama işlemi.....	8
Şekil 1.7 Katlama işleminin şematik görünüşü	10
Şekil 1.8 Büküm işlemi	10
Şekil 1.9 Büküm çeşitleri	11
Şekil 1.10 Çift büküm (two for one) çalışma prensibi	12
Şekil 1.11 Çift iplik büküm yöntemi	12
Şekil 1.12 Siro-spun iplikçilik patenti.....	13
Şekil 1.13 Büküm iplikçiliği (a. Büküm iplikçiliği işlemi b. Büküm iplikçiliği iplik oluşumu	14
Şekil 1.14 Pamuk dikiş ipliği üretim süreci	16
Şekil 1.15 Gazeleme işlemi	16
Şekil 1.16 Lubrikasyon işlemi.....	17
Şekil 1.17 Çift katlı ve siro-spun ipliğin büküm yönleri.....	19
Şekil 1.18 Solo-spun teknolojisinde kullanılan kanallı çıkış silindiri	26
Şekil 1.19 Solo-siro eğirme sistemi.....	27
Şekil 1.20 Solo-sirofil eğirme sistemi	28
Şekil 1.21 Kompakt-siro ve siro-spun ipliklerinin uzunluğuna görünüşleri	28
Şekil 1.22 Kompakt iplik eğirme sistemine hava düzesi eklenmesi	29
Şekil 1.23 Siro-sirofil, özlü siro-spun ve sarmal siro-spun iplikleri.....	30
Şekil 1.24 AB : Çıkış silindirleri üzerine temas eden iplik uzunluğu a) iletici silindirsiz b) iletici silindirli	30
Şekil 1.25 Çıkış silindirleri sonun eklenen farklı yüzeydeki yapılar a) geleneksel eğirme sistemi b) düz yüzeyde kuru eğirme c) düz yüzeyde ıslak eğirme d) kuru yüzeyde ıslak eğirme e) yivli yüzeyde ıslak eğirme	31

Şekil 1.26	Kompakt-siro çekim bölgesine ilave edilen hava kanallı yapı.....	31
Şekil 1.27	a) Geleneksel ring eğirme sistemi b) Geleneksel ring eğirme sistemine eklenen 5 mm uzaklıktaki yivli yüzey c) Geleneksel ring eğirme sistemine eklenen 10 mm uzaklıktaki yivli yüzey d) Geleneksel ring eğirme sistemine eklenen 15 mm uzaklıktaki yivli yüzey e) Siro-spun eğirme sistemi f) Siro-spun eğirme sistemine eklenen 5 mm uzaklıktaki yivli yüzey g) Siro-spun eğirme sistemine eklenen 10 mm uzaklıktaki yivli yüzey h) Siro-spun eğirme sistemine eklenen 15 mm uzaklıktaki yivli yüzey	32
Şekil 1.28	Baskı çubuklarının eklendiği siro-spun eğirme sisteminin gösterimi	33
Şekil 1.29	Jet-siro ünitesi	34
Şekil 1.30	Ring, sirospun ve üç fitil iplikçiliği.....	35
Şekil 1.31	Farklı incelikte lifler kullanarak üretilen üç fitil ipliklerinin enine kesit görünüşü.....	38
Şekil 1.32	Üç kanallı silindir	36
Şekil 2.1	1.3 dtex Tencel liflerinin enine kesit ve uzunluğuna görünüşleri	40
Şekil 2.2	Pamuk ve Tencel liflerinin yüzey görünümleri.....	40
Şekil 2.3	Dünya kimyasal lif üretimi.....	41
Şekil 2.4	Üç fitil ve üç katlı iplik üretim süreci (* Yalnızca pamuk iplikleri için).....	43
Şekil 2.5	Çalışmanın deney planı	45
Şekil 2.6	Siro-spun eğirme sisteminde fitil hunisi ve iletici silindir	46
Şekil 2.7	Üçlü fitil hunisi yerleşimi.....	47
Şekil 2.8	Üçüncü fitil hunisinin ilave edildiği çekim sistemi.....	47
Şekil 2.9	Üç kanallı iletici silindir.....	48
Şekil 2.10	Üç kanallı iletici silindirin ilave edildiği çekim sistemi.....	48
Şekil 2.11	İplik testleri	49
Şekil 2.12	İplik-materyal sürtünmesi testi öncesi ipliğin konumu	51
Şekil 2.13	İplik-materyal sürtünmesi sırasında ipliğin konumu.....	51
Şekil 2.14	İplik-metal sürtünmesinde toplam sarım açısı	52
Şekil 2.15	İplik-iplik sürtünme testlerinde ipliğin konumu (a) test öncesi (b) test sırasında.....	53

Şekil 3.1	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin tüylülük (H) değerleri için %95 güven aralıkları	56
Şekil 3.2	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin tüylülük değişimi (sh) değerleri için %95 güven aralıkları	56
Şekil 3.3	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç ipliklerinin tüylülük (S3) değerleri için %95 güven aralıkları	59
Şekil 3.4	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç ipliklerinin tüylülük (S1+2) değerleri için %95 güven aralıkları	59
Şekil 3.5	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin kopma mukavemeti (cN) değerleri için %95 güven aralıkları.....	63
Şekil 3.6	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin kopma uzaması (%) değerleri için %95 güven aralıkları	64
Şekil 3.7	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin düzgünsüzlük (%Cvm) değerleri için %95 güven aralıkları	67
Şekil 3.8	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin optik düzgünsüzlük (% Cv2D) değerleri için %95 güven aralıkları	68
Şekil 3.9	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin ince yer (-50%/km) değerleri için %95 güven aralıkları	70
Şekil 3.10	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin kalın yer (+50%/km) değerleri için %95 güven aralıkları	71
Şekil 3.11	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin neps (+200%/km) değerleri için %95 güven aralıkları	71
Şekil 3.12	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerini iki boyutlu çap (2DØ mm) değerleri için%95 güven aralıkları.....	73
Şekil 3.13	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin yoğunluk değerleri (g/cm3) için %95 güven aralıkları.....	74
Şekil 3.14	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin pürüzlülük (%CV FS) değerleri için %95 güven aralıkları	74
Şekil 3.15	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin dairesellik (shape) değerleri için %95 güven aralıkları	74
Şekil 3.16	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin iplik-metal sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralıkları	77

- Şekil 3.17 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin iplik-seramik sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralıkları78
- Şekil 3.18 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin iplik-iplik sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralıkları79



TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.1 Eğirme sistemleri.....	2
Tablo 2.1 Deneysel çalışmada kullanılan liflerin zellikleri	38
Tablo 2.2 Pamuk liflerinin zellikleri (HVI sonuçları)	39
Tablo 2.3 Tencel St. Liflerinin incelik ve kesme uzunluğu değerleri	39
Tablo 2.4 Tencel St. liflerinin mekanik zellikleri.....	40
Tablo 2.5 Poliester lifinin mekanik zellikleri	41
Tablo 2.6 Modal lifi eşitleri	42
Tablo 2.7 Üç fitil ve üç katlı ipliklerin yapısal zellikleri.....	45
Tablo 2.8 Tüylölük ölçüm parametreleri ve birimleri	50
Tablo 2.9 Uster Tester 5’de ölçölen parametreler ve birimleri	50
Tablo 3.1 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin tüylölük (H ve sh) değerleri.....	55
Tablo 3.2 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin tüylölük (H ve sh) değerleri için varyans analizi sonuçları	55
Tablo 3.3 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil eğirme sistemlerinde üretilen ipliklerin tüylölük (H) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar	57
Tablo 3.4 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin tüylölük değişimi (sh) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar	57
Tablo 3.5 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin tüylölük (S3 ve S1+2) değerleri.....	58
Tablo 3.6 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin tüylölük (S3 ve S1+2) değerleri için varyans analizi.....	58
Tablo 3.7 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin tüylölük (S3) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar	60
Tablo 3.8 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerinin tüylölük (S 1+2) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar	60
Tablo 3.9 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil eğirme sistemlerinde üretilen ipliklerin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri ..	61

Tablo 3.10	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil eğirme sistemlerinde üretilen ipliklerin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için varyans analizi sonuçları	61
Tablo 3.11	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil eğirme sistemlerinde üretilen ipliklerin kopma mukavemeti (cN) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar	63
Tablo 3.12	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin kopma uzaması (%) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar	64
Tablo 3.13	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin düzgünlük (%CVm) ve optik (%CV2D 8mm) düzgünlük değerleri	65
Tablo 3.14	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin düzgünlük (%CVm) ve optik (%CV2D 8mm) düzgünlük değerleri için varyans analizi	66
Tablo 3.15	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin düzgünlük (%Cvm) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar	67
Tablo 3.16	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin optik düzgünlük (%CV2D) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar	68
Tablo 3.17	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km), neps (+%200/km) değerleri	69
Tablo 3.18	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli ipliklerin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km), neps (+%200/km) değerlerine için varyans analizi.....	70
Tablo 3.19	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin iki boyutlu çap (2DØ mm), yoğunluk (D g/cm ³), pürüzlülük (%CVFS) ve dairesellik (Shape) değerleri.....	72
Tablo 3.20	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin iki boyutlu çap (2DØ mm), pürüzlülük (%CVFS) ve yoğunluk (g/cm ³) değerlerine için varyans analizi	73
Tablo 3.21	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin iplik-metal, iplik-seramik ve iplik-iplik sürtünme değerleri	75
Tablo 3.22	Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin iplik-metal, iplik-seramik ve iplik-iplik sürtünme değerleri için varyans analizi tablosu..	76

Tablo 3.23 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin iplik-metal değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar	77
Tablo 3.24 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin iplik-seramik değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar	78
Tablo 3.25 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin iplik-iplik sürtünme değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar	79



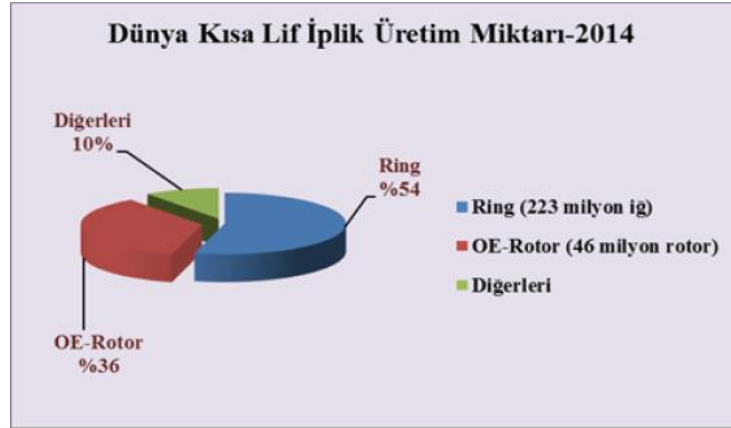
BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Giriş

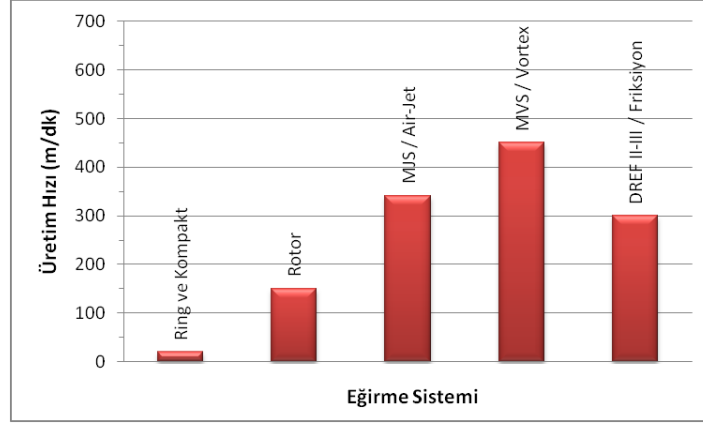
Ring iplik makinası 1828 yılında geliştirilmiş ve 1830 yılında bilezik etrafında dönen parçanın eklenmesiyle bugünkü halini almıştır. Günümüze kadar geçen zaman içerisinde ring iplik makinası üzerine bir takım iyileştirmeler yapılmış olup, temel çalışma prensibi aynı kalmıştır. 1970'li yılların sonunda daha küçük bilezik ve kopların kullanılması, sarım esnasında ekleme yapılabilmesi ve daha küçük bilezik ve kopçaların kullanılmaya başlanması ring iplikçiliğinin verimini %40 artırmıştır (Stalder, 2014).

Ring iplikçiliği, kısa lif iplik üretiminde en çok kullanılan teknolojidir (Şekil 1.1). Bunun başlıca sebepleri, optimum kalitede iplik üretebilmesi, diğer eğirme sistemlerine göre daha geniş numara aralığında iplik üretmenin mümkün olması, uzun yıllardır tüm dünyada kullanılması, teknoloji hakkındaki genel bilgi birikimin çok olması, sade ve basit yapısı vb. olarak sıralanabilmektedir (Kılıç ve ark., 2011).



Şekil 1.1 Dünya kısa lif iplik üretimi (Rieter, 2016)

Diğer eğirme sistemlerine kıyasla sağladığı avantajlara rağmen, ring iplikçiliği mevcut iplik teknolojileri içerisinde en düşük eğirme hızına sahiptir (Şekil 1.2). Üretim kapasitesi üzerinde doğrudan etkili olan eğirme hızı, ring iplikçiliğine alternatif sistemlerin aranmasının temel faktörlerinden biridir (Kılıç ve ark., 2011).



Şekil 1.2 Eğirme sistemlerinin üretim hızları (Kılıç ve ark., 2011)

Ring ipliği teknolojisine alternatif olabilecek ya da daha iyi kalite özelliklerinde iplik üretimini amaçlayan eğirme teknolojileri, tamamen farklı prensipte çalışan eğirme teknolojileri olabildiği gibi, mevcut eğirme teknolojileri üzerinde bir takım değişiklikler yapılarak da elde edilmektedir. Günümüzde bulunan mevcut eğirme sistemleri Tablo 1.1’de özetlenmiştir.

Tablo 1.1 Eğirme sistemleri (Stalder, 2014)

Proses grubu	Eğirme prosesi	Ticari isim	İplik tipi	İplikteki büküm	İpliğe mukavemet kazandırma
Open-end	Rotor iplikçiliği Electrostatic iplikçilik Friksiyon iplikçiliği	Batelle prosesi Dref II Masterspinner Manchester üniversite	Klasik Tek iplik	Gerçek büküm	Mekanik büküm prosesi
	Disk iplikçilik Air-Vortex iplikçilik	Polmatex PFI			Aerodinamik büküm verme
Büküm iplikçiliği		Siro-spun Duo-spun	Çift büküm	Tek ve katlı iplikte büküm	Mekanik büküm verme
Ovalama Tekniği	Self-twist iplikçilik	Repco	İki katlı iplik	Değişken büküm	Mekanik büküm verme
Yapıştırma Prosesi	Bağlayıcı madde Bağlayıcı lifler	(Pavena) Twilo Twilo	Yapıştırılmış elyaflı band	Bükümsüz	Geçici yapıştırma
	Polimer	Bobtex	Çoklu komponentli iplik		Kalıcı yapıştırma
Keçeleştirme işlemi	Lif, bant, fitil veya ipliğin keçeleştirilmesi	Periloc	Keçeleşmiş iplik	Bükümlü veya bükümsüz	Keçeleştirme
Yalancı büküm prosesi	İki düzeli hava jetli iplikçilik	PLYfil	Çift İplik	Bükümsüz öz, bükümlü sargı lifleri	Aerodinamik sarım
		Rutofil Murata MJS	Demet formunda tek katlı iplik		Mekanik sarım
	Friksiyon İplikçiliği	Dref 3			
Sarım Prosesi	Oyuk iğ iplikçiliği	Coverspun Parafil	Filament sarılmış tek iplik	Bükümsüz stapel lifler	Mekanik sarım
Liflerle sarma prosesi	Havajetli iplikçilik	Murata MVS Rieter J10 air-jet spinning machine	Elyaf sarılmış iplik	Bükümsüz öz, bükümlü sargı lifleri	Aerodinamik sarım

Son yıllarda geliştirilen sistemlerden biri de büküm iplikçiliğidir. Ring eğirme sistemin üzerine bir takım değişiklikler yapılarak geliştirilen büküm iplikçiliği, aynı anda iki fitilin beslenmesi ve çekim bölgesini beraber terk ederek iğ-bilezik-kopça yardımıyla iplik oluşturulması prensibine dayanmaktadır. Katlama ve büküm makinalarının iplik üretim sürecinden çıkarılmasını sağlayan büküm iplikçiliği, sağladığı ekonomik avantajlar yardımıyla iki katlı ipliklerin pazarda ciddi rakibi olmuştur. Ancak değişik büküm yapısı nedeniyle konvansiyonel iki katlı ipliklerin tamamen yerini alması beklenmemektedir (Stalder, 2014).

Estetik görünüş olarak kullanıldığı alanlar dışında, temel görevi kumaş ve deri gibi tekstil yüzeylerinin bir bütün halinde birbirine tutulmasını sağlamak olan dikiş iplikleri, kullanım sırasındaki mukavemet gereksiniminden dolayı genelde katlı olarak üretilmektedir. Katlı iplikler bir veya daha fazla tek katlı ipliğin katlama ve büküm makinalarında katlanmasıyla üretilirler ve fazla üretim prosesi nedeniyle daha maliyetlidirler (Ercan ve Yıldız, 2007).

Bu tez kapsamında, siro-spun eğirme sisteminden esinlenerek geleneksel ring iplik makinasında yapılan bir takım iyileştirmeler yardımıyla üç fitilden iplik üretim olanakları incelenmiştir. Üretilmesi planlanan ipliklerin, konfeksiyon sanayinde kullanılan ve genellikle üç katlı olarak tercih edilen dikiş ipliklerine de alternatif olabileceği düşünülmüştür. Buradaki en önemli avantaj, yeni sistemde katlama ve büküm makinalarının üretim sürecinden çıkarılmasının sağlayacağı ekonomik fayda olacaktır.

Tezin birinci bölümünde geleneksel ring iplik üretim teknolojisi incelenmiş ve bu sistemde üretilen üç katlı ipliklerin üretim süreci hakkında genel bilgiler verilmiştir. Bununla birlikte, tez kapsamında kullanılan teknolojinin esinlendiği siro-spun teknolojisi hakkında da bilgiler verilmiştir. Ayrıca, giriş kısmında genellikle üç katlı olarak üretilen dikiş iplikleri genel olarak anlatılmıştır. Son olarak, siro-spun ve geleneksel ring eğirme teknolojilerinden geliştirilen iplik üretim sistemleri, bu sistemlerdeki değişiklikler ve üretilen ipliklerin özelliklerini inceleyen çalışmalar özetlenmiştir.

Tezin ikinci bölümünde iplik üretimi ve iplik üretiminde kullanılan hammaddelere ait özelliklere yer verilmiştir. Çalışmanın deneysel kısmında doğal (%100 pamuk), rejenere selülozik (%100 Tencel), sentetik (%100 poliester) ve mikro (%100 mikro Modal) lif gruplarından üç katlı ve üç fitil iplikler üretilmiştir. Üretilen üç fitil ipliklerinin yapısal, mekanik ve yüzey özellikleri geleneksel üç katlı ipliklerle karşılaştırılmıştır. Ek olarak, bu bölümde çalışma kapsamındaki üç fitil ipliklerinin üretilmesi için geleneksel ring eğirme teknolojisinde yapılan değişiklikler gösterilmiştir.

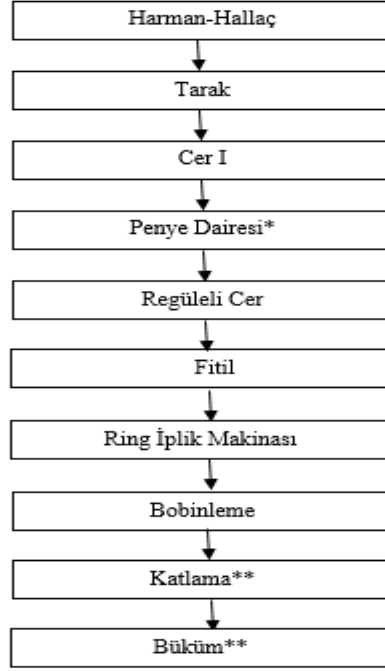
Üçüncü bölümde ise çalışma kapsamında üretilen üç katlı iplikler ile üç fitil veiletici silindiri üç fitil ipliklerinin özellikleri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

1.2 Ring İplik Üretim Teknolojisi

Ring iplik makinası 1828 yılında John Thorp tarafından geliştirilmiş olup, 1830 yılında Mr. Jenk tarafından bilezik etrafında dönen kopçanın ilave edilmesiyle bugünkü halini almıştır. Ring iplik teknolojisi, üretim hızları ve otomasyonlar dışında günümüze kadar mevcut halini korumuştur (Stalder, 2014). Şekil 1.3'te harmanhallaçtan itibaren ring iplik üretim süreci verilmiştir.

Kullanılan en eski iplik eğirme sistemi olan ve diğer eğirme sistemlerine karşı sağladığı birtakım avantajlar nedeniyle kısa lif iplikçiliğinde en fazla kullanılan ring eğirme teknolojisi üzerinde iyileştirme çalışmalarının devam edeceği ön görülmektedir. Ancak bu iyileştirmelerin vizyonu makinanın temel çalışma prensibinden daha çok bilezik ve kopçanın daha çok geliştirilmesi, otomatik takım çıkarma donanımının kullanılması, makina boyutunun artırılması, yeni bilgi toplama ve tahrik sisteminin geliştirilmesi, ring iplik makinasının ve otomatik bobinleme makinalarının tek bir üretim birimi olarak birleştirilmesi gibi otomasyon ve yardımcı bileşenler üzerine olacaktır (Stalder, 2014).

RİNG İPLİK ÜRETİMİ

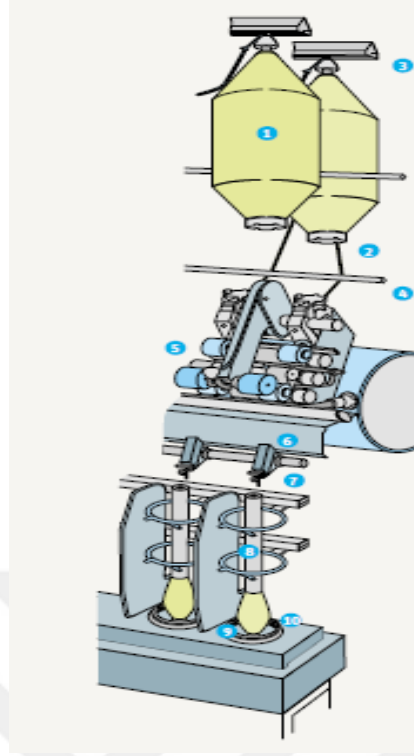


Şekil 1.3 Ring iplikçiliği üretim süreci (* Penye ipliği üretimi, ** Katlı iplik üretimi)

1.2.1 Ring İplik Makinası

Ring iplik makinasının temel görevi fitil formatına getirilen elyafın çekim sisteminde nihai numarasına getirilmesi, lif tutamının bükülerek mukavemet kazandırılması ve elde edilen ipliği sonraki işlem basamaklarına uygun olarak kops halinde sarılmasıdır.

Ring ipliği üretiminde cağlıklara yerleştirilen fitil bobinlerinden sağılan fitiller kılavuz çubukları yardımıyla çekim sistemine iletilir. Burada çekime maruz kalan lifler ince elyaf şeridi halinde çıkış silindirlerini terk eder. İplik kılavuzundan geçen elyaf şeridine gerekli mukavemet yüksek hızla dönen iğ tarafından verilir. Bilezik üzerinde bulunan ve içinden geçen iplikle beraber hareket eden kopçanın her dönüşü iplikte bir büküm meydana getirir. Elde edilen yapı, iğ üzerinde bulunan boş masuraya sarılır (Şekil 1.4).



1. Fitol bobinleri
2. Fitol
3. Çağlık
4. Kılavuz çubukları
5. Çekim sistemi
6. İncelmiş elyaf şeridi
7. İplik kılavuzu
8. İplik
9. Kopça
10. Bilezik

Şekil 1.4 Ring iplikçilik makinası (Stalder, 2014)

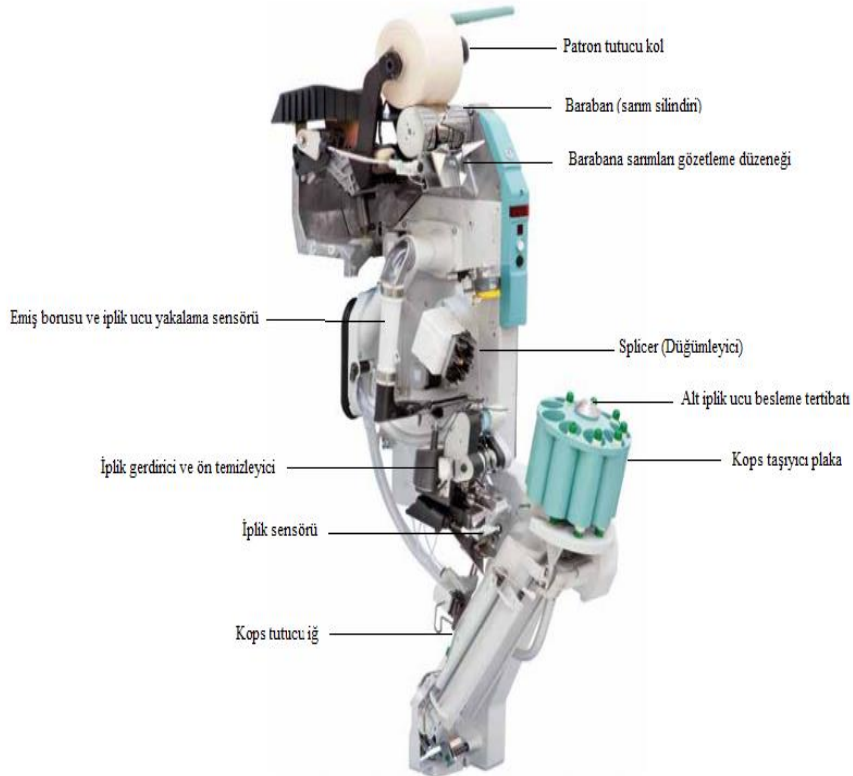
1.2.2 Bobin Makinası

Bobinleme işlemi, basitçe ipliğin sarılı olduğu kopstan bir bobine aktarılmasıdır. Bobinleme işleminin ana amacı, daha sonraki işlemler için daha fazla miktarda iplik taşıyan bobinlerin hazırlanması, kops oluşumu sırasında meydana gelen gerginlik ve büküm düzgünlüklerinin giderilmesi ve iplik üzerindeki hataların temizlenmesidir. Bununla birlikte bobinleme işleminin diğer amaçları ise ipliğin delikli masuralara sarılarak bobin boyamaya hazırlanması ve kumaş üretiminde kullanılacak ipliklerin parafinlenmesidir.

Bobinleme işlemi sırasında gerçekleştirilen sarım işlemi, bobinleme işleminin amacı ve ipliğin özelliğine göre çapraz sarım ve paralel sarım şeklinde gerçekleştirilmektedir. Çapraz sarım bobin patronu üzerine ipliğin belirli bir açı oluşturacak şekilde sarılmasıdır. Düz sarım ise genellikle filament ipliklerin sarılmasında kullanılmaktadır (Gantep, 2009).

Bobin makinaları ipliği bir sargı patronundan diğer sargı patronuna geçirme işleminin gerçekleştiği makinalardır. Bobinden bobine, çileden bobine, kopstan bobine sarım yapan bobin makinaları bulunmaktadır.

Bobin makinalarında kops besleme, bobin değiştirme, kopuş bağlama gibi işlemler otomasyonlar yardımıyla yapılabilmektedir. Otomasyon derecesine göre bobin makinaları genellikle yarı otomatik ve tam otomatik olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Tam otomatik bobin makinalarında, ring iplik makinasında üretilen kopsların bobin makinasına iletimi ve boşalan kopsların tekrar ring iplik makinasına iletimi otomasyonlar tarafından yapılmaktadır. Bununla birlikte en yaygın olarak kullanılan bobin makinası türü yarı otomatik bobin makinalarıdır (Şekil 1.5). Yarı otomatik bobin makinalarında iplik düğümleri ve bobin değiştirme otomasyon tarafından, bobin besleme ise elle yapılmaktadır (Gantep, 2009, Saurer, 2015).



Şekil 1.5 Yarı otomatik bobin makinası (Saurer, 2015)

Yarı otomatik bobin makinalarının başlıca elemanları aşağıda verilmiştir (www1.gantep.edu.tr, 2009) ;

- **Uç Götürücü Kol:** Kopsun ucunu emici boruya götüren koldur.
- **Kops Taşıyıcı Plaka:** Kopsların kops kutusuna düzgün yerleşmesini sağlayan parçadır.
- **Kops Tutucu İğ:** Kopsların düzgün sağılmasını sağlayan parçadır.
- **İplik Freni ve Yoklayıcı:** Fren ipliğin ince ve mukavemetsiz yerlerinin belirlenmesini, yoklayıcı ise iplik yolunda ipliğin olup olmadığını kontrol eden mekanizmadır.
- **Emici Boru:** Uç getiricinin getirdiği uçları yakalayan parçadır.
- **Elektronik Temizleyici:** İplik üzerindeki hataları temizleyen mekanizmadır.
- **Düğüm Kontrol Aparatları:** Elektronik kesicilerden kaçan düğüm ve iplik hatalarını yakalayan bölümdür.
- **İplik Alıcı Kol:** Yakalayıcıdan aldığı ipliği düğümleyici ağızına getiren koldur.
- **Baraban (Sarım Silindiri):** İpliğin sarımını sağlayan üzeri yarıklı ve yivli silindiridir.
- **Patron Tutucu Kol:** Bobin yapmak için patronun takıldığı için bağlı olduğu koldur.

1.3 Katlı İplik Üretimi

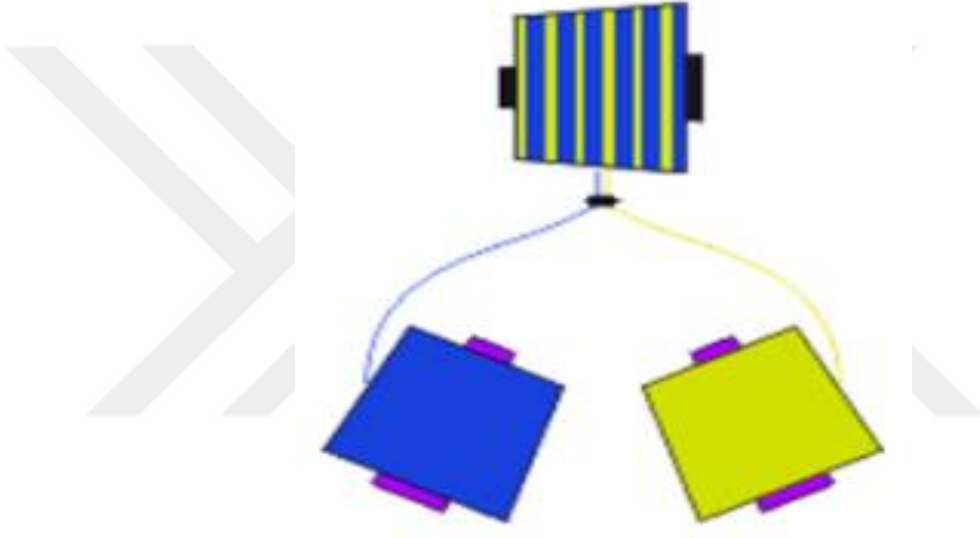
Katlı iplikler daha iyi özelliklerde ürün elde etmek için iki veya daha fazla ipliğin birleştirilmesiyle üretilmektedir. Katlı iplik üretiminde katlama ve büküm olmak üzere iki temel işlem basamağı vardır.

1.3.1 Katlama

Katlama işlemi bir veya daha fazla bobine sarılmış ipliğin büküm öncesi tek bir bobine sarılma işlemidir (Şekil 1.6). Katlama makinasında katlanan iplikler büküm

makinasına iletilir. Büküm işleminin düzgün bir şekilde gerçekleşmesi için katlama makinalarında birleştirilen ipliklerin gerginlikleri iyi ayarlanmalıdır (NPTEL, 2013).

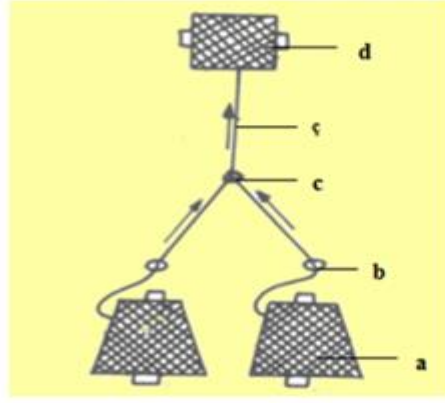
Katlama işleminde tek basamaklı sistem ve iki basamaklı sistem olmak üzere iki farklı sistem bulunmaktadır. Tek basamaklı sistemde ring iplik makinasında üretilip kops üzerine sarılan iplikler doğrudan katlama makinasına iletilerek katlama işlemi gerçekleşir. İki basamaklı sistemde kopslara sarılı iplikler önce bobinlere aktarılır ve daha sonra katlama makinasına iletilir (NPTEL, 2013).



Şekil 1.6 Katlama işlemi (NPTEL, 2013)

1.3.1.1 Katlama Makinası

Bir veya daha fazla ipliğin büküm vermeden tek bir bobin üzerine sarılma işleminin gerçekleştirildiği makinalardır (Şekil 1.7). Katlama makinasının temel görevleri, bükülmesi gereken tek katlı iplikleri aynı gerginlikte bir bobin üzerine katlayarak büküm işlemine hazırlamak, katlamadan önce iplikler temizlenmemişse iplikleri temizlemek, uzun metrajlı ve bobin biçiminde sararak sonraki işlemlerde çalışma kolaylığı sağlamaktır (MEGEP, 2011b)

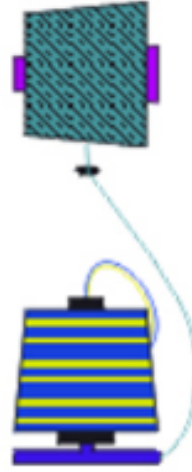


- a. Tek katlı iplik bobinleri
- b. İplik kılavuzu
- c. Tek katlı ipliklerin birleşimi
- ç. Tek katlı ipliklerin birleşimi
- d. Katlı iplik bobini

Şekil 1.7 Katlama işleminin şematik görünüşü (MEGEP, 2011b)

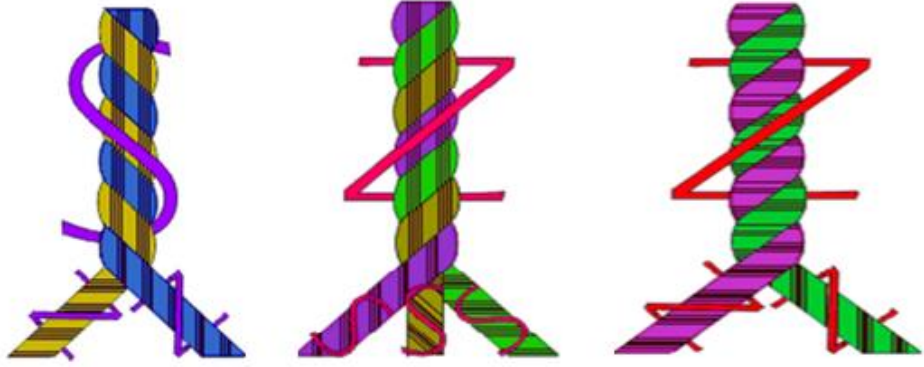
1.3.2 Büküm

Büküm işlemi, katlanmış iki veya daha fazla ipliğin bükülerek tek bir iplik haline getirilmesi işlemidir (Şekil 1.8).



Şekil 1.8 Büküm işlemi (NPTEL, 2013)

Büküm işleminde iki adet Z bükümlü ipliğin S bükümle birleştirilmesi, iki adet S bükümlü ipliğin Z bükümle birleştirilmesi veya iki adet Z bükümlü ipliğin Z bükümle birleştirilmesi mümkündür (Şekil 1.9) (NPTEL, 2013).

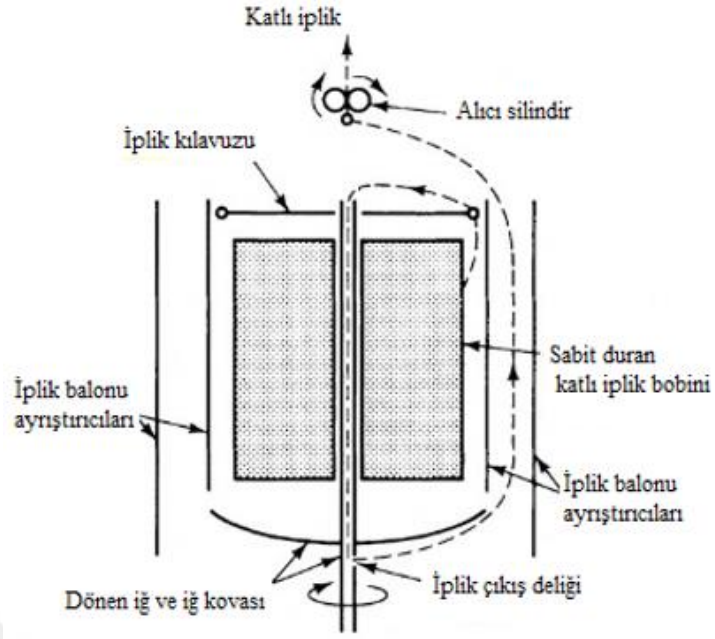


Şekil 1.9 Büküm çeşitleri (NPTEL, 2013)

1.3.2.1 Volkmann (Two for One) Büküm Makinası

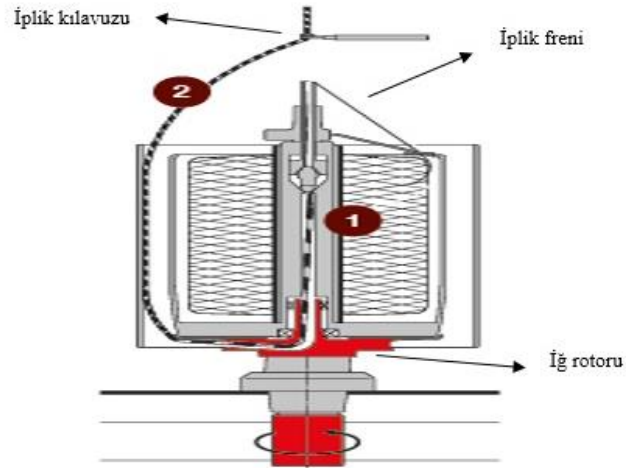
Çift büküm makinası olarak da bilinen Volkmann (two for one) büküm makinası, günümüzde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Katlama makinasında katlanan iplikler bu makinada bükülerek katlı iplik elde edilir. İpliklerin daha önceden katlanması makina verimliliğini artırmaktadır. Çift büküm makinasının temel görevleri için her devrinde ipliğe iki büküm vermek, farklı bobinlerden gelen iplikleri bükerek mukavemet kazandırmak, bükülen iplikleri sabit gerginlikte ve uzun metrajda sarmaktır (Lord, 2003).

Çift büküm makinasında iplik gerginliği oldukça önemlidir ve çok geniş numara aralıklarında iplikler kullanılabilir. Makinanın temel çalışma prensibinde katlı iplik bobininin sabit durması gerekmektedir ve bunun için manyetik, yer çekimi ve iplik kovası gibi yöntemler kullanılabilir. İpliklerin sabit duran bobinden sağını sağlanır ve iplikler kılavuzlar yardımıyla içi boş iğden aşağı doğru iletilir. İğ üzerinde bulunan iplik çıkış deliğinden geçen iplikler, balon ayrıştırıcıları arasından geçerek alıcı silindirlere doğru beslenir. İğ dönmesiyle beraber büküm işlemi gerçekleştirilir. İplik kopması ya da bobinden beslenen ipliğin bitmesi durumunda iğ ve alıcı silindirler aynı anda durmaktadır (Şekil 1.10) (Oxtoby, 1987).



Şekil 1.10 Çift büküm (two for one) çalışma prensibi (Oxtoby, 1987)

Çift iplik büküm makinasında iğın her dönüşü ipliğe iki büküm verir. İplik birinci bükümü iplik freni ile iğ rotorunun çıkışı arasında, ikinci bükümü ise iplik balonu içerisinde iğ rotoru ile balon ipliği kılavuzu arasında alır (Şekil 1.11).



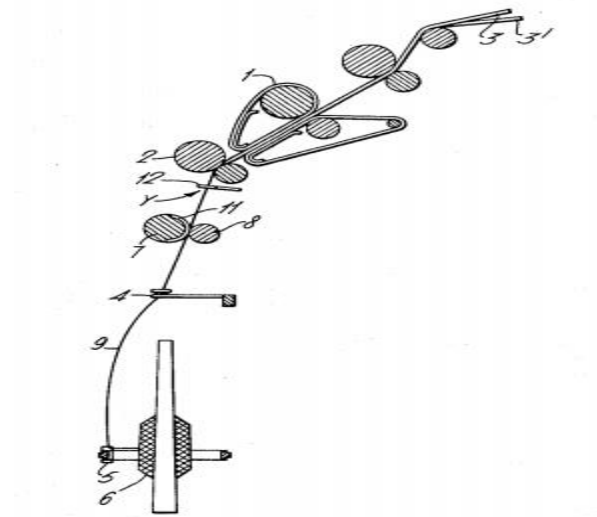
Şekil 1.11 Çift iplik büküm yöntemi (Saurer, 2015)

1.4 Büküm İplikçiliği

Büküm iplik teknolojisi (twist spinning), ilk olarak 1968 yılında CSIRO Division of Textile Industry kuruluşundan Jim Lappage tarafından geleneksel eğirme sistemi

üzerinde birtakım değişiklikler yapılarak iki fitilden iplik üretimi olarak ortaya çıkmıştır. İlk çalışmalarda birbirine komşu çekim bölgesinden gelen iki fitilin tek bir iğ üzerine büküm alması ve fitillerin birleşme noktasının da iğ hareketiyle beraber yukarı ve aşağı yönde hareket etmesi olarak sunulmuştur. Bu yöntemle iki fitil iplik üretimi başarılı olmuş olsa da, iki katlı ipliğin aksine üretilen iplik üzerindeki periyodik büküm düzensizliği sebebiyle ticari başarıya ulaşamamıştır (CSIROpedia, 2009).

1970’li yıllarda Dieter Plate ve Division of Textile Industry’den arkadaşları fitillerin tek bir çekim sisteminden beslenilmesi ve fitillerin birleşim noktasının sabit tutulması gerektiğini savunmuş ve bugünkü siro-spun teknolojisi ortaya çıkmıştır. Siro-spun teknolojisi ile ilgili patentler 1973, 1974 ve 1976 yılında alınmıştır (Şekil 1.12). Siro-spun teknolojisinin geliştiricisi olan Dieter Plate 1986 yılında “CSIRO Medal for Research Achievement”, 1988 yılında “Sir Ian Mcleannan Achievement for Industry Award”, 1990 yılında “The Warner Memorial Medal of Textile Institute”, 1993 yılında “Wool Foundation Eliza Forlonge Medal” ödüllerini almıştır (CSIROpedia, 2009).



Şekil 1.12 Siro-spun iplikçilik patenti (Plate, 1974)

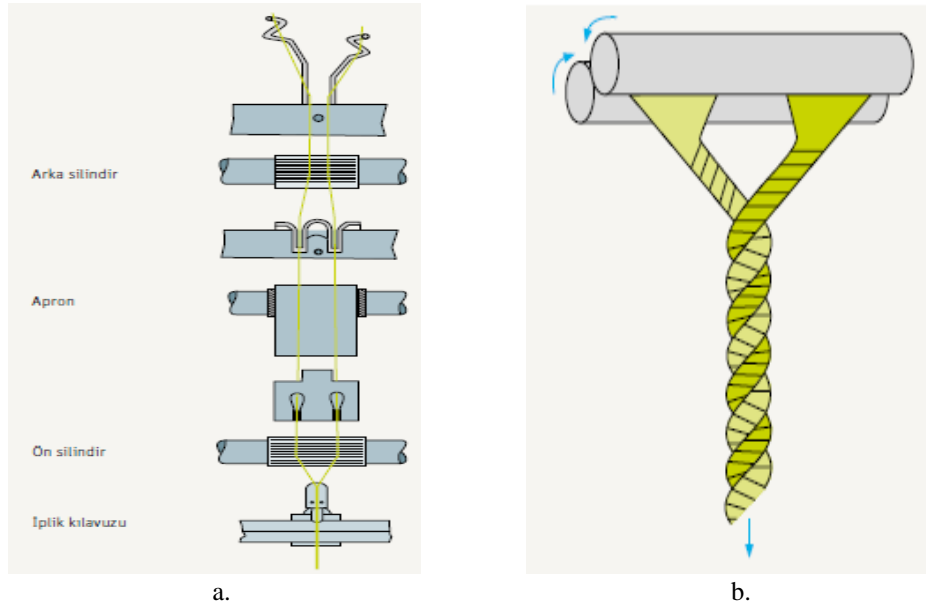
Siro-spun teknolojisi 1980’li yıllarda Warren, Brown and Staff, IWS ve CSIRO firmaları tarafından ticarileştirilmiştir (CSIRO). Günümüzde bu iplikçilik türünde Duospun (Ems SA, Huber ve Suhner AG) ve Siro-spun (Zinser Textilmaschinen GmbH) olmak üzere iki sistem bulunmaktadır (Stalder, 2014).

1.4.1 Büküm İplikçiği Üretim Teknolojisi

Geleneksel ring iplik makinasına aynı anda iki fitilin beslenmesi ve bu fitillerin çekim sistemini beraber terk ederek iplik yapısına katılması prensibine dayanan büküm iplikçiliği, ring iplik makinasına belirli yardımcı parçaların ilave edilmesi ve normalin iki katı kadar bobin taşıyacak cağlık montajıyla üretilebilmektedir.

Geleneksel sistemde olduğu gibi büküm iplikçiliğinde de fitiller kılavuz çubukları yardımıyla çekim sistemine iletilirler. Sevk silindirlerini ayrı ayrı terk eden her bir fitil kops tarafından verilen bükümü almaktadır ve eğirme üçgeni içerisine iki ayrı iplik yapısı olarak katılmaktadır. Kompozit iplik oluşturmak üzere birleştirilen bu iplik yapılarındaki elyaf tutamlarının ve kompozit ipliğin büküm yönü aynıdır. Büküm üzerine büküm verilerek iplik üretilen bu yöntemle farklı yönde bükülerek iplik üretilen katlı ipliklere göre daha sıkı iplik yapısı elde edilir (Şekil 1.13) (Stalder, 2014).

Katlama ve büküm işlemlerinin üretim sürecinden çıkarılmasını sağlayan bu yöntem, sağladığı ekonomik avantajlar sayesinde iki katlı ipliklere ciddi bir alternatif oluşturmuştur. Ancak, farklı büküm yapıları yüzünden iki katlı ipliklerin tamamen yerini alması beklenmemektedir (Stalder, 2014).



Şekil 1.13 Büküm iplikçiliği (a. Büküm iplikçiliği işlemi, b. Büküm iplikçiliği iplik oluşumu) (Stalder,2014).

1.5 Dikiş İpliği Teknolojisi

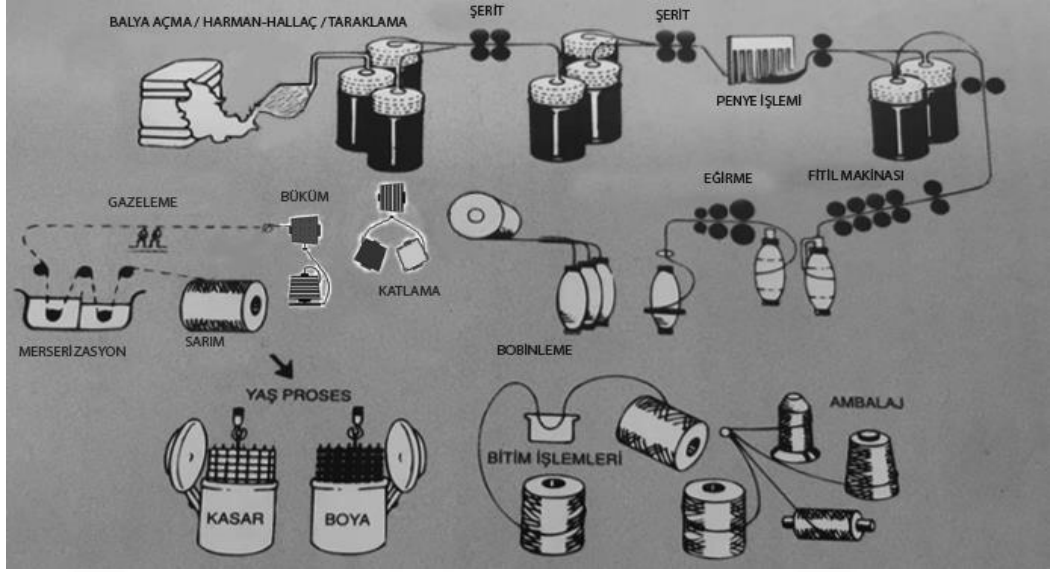
Dikiş ipliği, iki veya daha fazla malzemeyi birbirine tutturmak için kullanılan, genellikle pamuk, sentetik veya karışımlarından üretilen, iki veya daha çok katlı bükülmüş ve apre işlemlerinden geçirilmiş makara veya bobine sarılmış ipliklerdir. (Coats, 2004). Temel görevi kumaş ve deri gibi yüzeyli tekstil ürünlerinin kısım veya parçalarını bir bütünlükte gibi birbirine tutturmak olan dikiş iplikleri ürün ömrü boyunca kopmamalı veya sökülmemelidir (Ercan ve Yıldız, 2007).

Yüzeyli tekstil ürünlerinin birbirine tutturulması amacına ek olarak, estetik amaçlı olarak da kullanılan dikiş ipliklerinin dikiş boyunca performans ve estetik görünümü beklenen temel fonksiyonlardır. Dikiş ipliklerinin estetik özelliklerini belirleyen faktörler renk ve renk uyumu, renk haslığı, parlaklık, incelik/kalınlık, dikiş tipine uygunluk ve dikiş oluşturma özelliği olarak sıralanmıştır. Giysi üretiminde kullanılacak dikiş ipliklerinde dikiş mukavemeti, sürtünme dayanımı, elastikiyet, kimyasal dayanım ve renk haslığı beklenen performans özellikleri olarak belirlenmiştir (Ercan ve Yıldız, 2007).

1.5.1 Dikiş İpliklerinin Üretimi

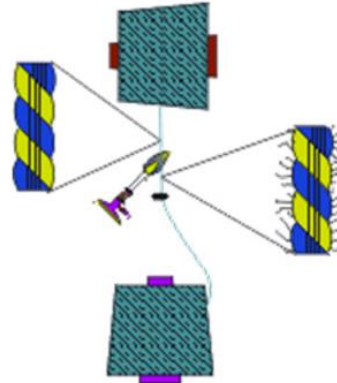
1.5.1.1 Pamuk Dikiş İpliklerinin Üretimi

Sentetik dikiş iplikleriyle kıyaslandığında daha düşük mukavemete sahip olan pamuk dikiş iplikleri hem doğal hammadde olması hem de iğne ısınmalarına karşı daha dayanıklı olması gibi sebeplerden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Çoğunlukla katlı iplik olarak üretilen pamuk dikiş ipliklerinin üretim süreci katlı iplik üretim süreci ile aynıdır. Bununla birlikte, iplikler katlama ve büküm işleminden sonra gazeleme, merserizasyon, kasar, boyama ve yağlama gibi bir takım işlemlerden daha geçerek dikiş ipliği özelliği kazanmaktadır (Şekil 1.14).



Şekil 1.14 Pamuk dikiş ipliği üretim süreci (Coats, 2004)

1.5.1.1.1 Gazeleme. İpliğin sürekli yanmakta olan belirli bir sıcaklıktaki alev içerisinde iplik yapısına zarar vermeden geçirilme işlemidir (Şekil 1.15). İplik üzerinde bulunan tüylerin yanmasıyla daha parlak ve düzgün bir yapı elde edilir.



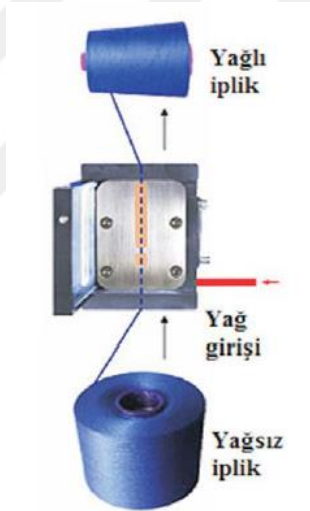
Şekil 1.15 Gazeleme işlemi (NPTEL, 2013)

1.5.1.1.2 Mercerizasyon. Çileler haline getirilen ipliğe belirli bir gerginlikte kostik soda uygulanması işlemidir. Mercerizasyon işlemi ile pamuk liflerinin şişmesi sağlanarak daha pürüzsüz bir lif yüzeyi elde edilir. Ayrıca, mercerizasyon işlemi ile ipliklerinin mekanik ve boya alma özelliklerinde iyileşmeler gözlenir (Yakartepe ve Yakartepe, 1995).

1.5.1.1.3 Kasar (Ağartma). Hidrojen peroksit, sodyum hipoklorit, sodyum klorit gibi kimyasalların uygulanması ile pamuk içerisindeki organik maddelerin dışarı atılıp saf selüloz haline getirilme işlemidir. Kasar işlemi ile pamuğun rengi daha da beyazlatılmaktadır.

1.5.1.1.4 Boyama. Dikiş ipliklerinde boyama işlemi genellikle bobin boyama şeklinde gerçekleştirilir.

1.5.1.1.5 Lubrikasyon (Yağlama). Son olarak dikiş ipliklerine lubrikasyon (yağlama) işlemi uygulanır (şekil 1.16). Bu işlem sürtünmeyi azaltarak ipliğe kayganlık vermek, dikim işlemi sırasında açığa çıkan sıcaklığın olumsuz etkilerini azaltmak, dikiş ipliğine yumuşaklık kazandırmak gibi amaçlarla yapılır (Gürarda ve ark., 2011; Mazari ve ark., 2015).



şekil 1.16 Lubrikasyon işlemi (Gürarda ve ark., 2011)

1.5.1.2 Sentetik Dikiş İpliklerinin Üretimi

Sentetik kesik elyaf iplik üretimi katlama ve büküm işlemlerinin sonuna kadar pamuk ipliği ile aynı üretim sırasını takip eder. Bununla birlikte kasar ve merserizasyon işlemleri uygulanmaz. Pamuk dikiş ipliklerinden farklı olarak, gergin halde sarılıp ısıl işleme tabi tutularak sentetik dikiş ipliklerinin çekmezlik ve mekanik özellikleri iyileştirilir (Meriç, 2006; Rudolf ve Gersak, 2011; Rodionov ve ark., 2013).

1.6 Önceki Çalışmalar¹

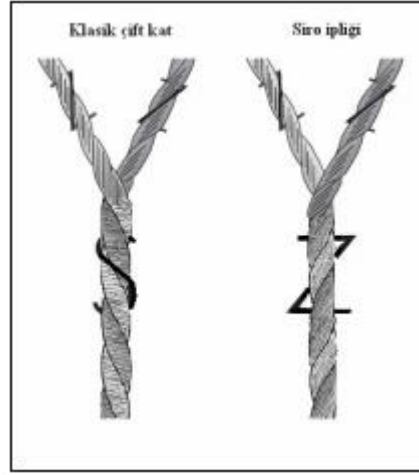
Geleneksel ring iplik eğirme teknolojisi her türlü hammaddenin kolaylıkla eğirilebildiği, en geniş numara üretim aralığına sahip, optimum kalitede iplik üretebilen ve günümüzde en yaygın kullanılan eğirme teknolojisidir (Kılıç ve ark., 2011). Ring iplik eğirme teknolojisinin üretim hızının diğer teknolojilere kıyasla oldukça düşük olması son yıllardaki araştırmaların daha yüksek verimlilikte iplik üreten teknolojiler üzerine yoğunlaşmasına sebep olmuştur. Bununla birlikte, günümüzde kullanılan tüm eğirme sistemleri karşılaştırıldığında, geleneksel yöntem tamamen alternatif olabilecek bir sistem henüz geliştirilememiştir. Örneğin, hava-jetli iplikçilik teknolojisi ile üretilen ipliklerin tüylülük değerleri oldukça düşük seviyelerde iken mukavemet değerleri ring ipliğiyle kıyaslandığında çok düşük seviyelerdedir. Bu sebeplerden dolayı günümüzde geleneksel ring iplikçiliğini temel alarak bu sistemin geliştirilmesi esasına dayanan (kompakt iplikçilik, siro-spun iplikçilik vb.) ya da bu sistemin diğer teknolojilerle kombinasyonu sonucu geliştirilen (kompakt-siro, kompakt-jet, jet-siro vb.) sistemlerden söz etmek mümkündür. Böylece, hem ring iplik teknolojisinin hem de yeni teknolojilerin avantajlarını birlikte kullanmak mümkün olmaktadır.

Ring iplik teknolojisini esas alan iplik üretim teknolojilerinden bir tanesi de büküm iplikçiliğidir. Ticari olarak siro-spun ya da duospun iplikçilik olarak bilinen büküm iplikçiliği, ring iplik makinasına aynı anda iki adet fitilin beslenmesi ve bu fitillerin aynı anda çekim sisteminden geçirilerek iki katlı iplik üretimi esasına dayanan bir sistemdir. Daha önceleri yün iplikçiliğinde kullanılan bu sistem, son yıllarda kısa lif iplikçiliğinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Katlama ve büküm işlemlerinin üretim sürecinden çıkarılması ile önemli ölçüde ekonomiklik sağlayan siro-spun iplikçilik, geleneksel yollar ile elde edilen ipliklere kıyasla sağladığı bir takım üstün özelliklerden dolayı iki katlı ipliklere alternatif olarak geniş bir alanda kullanılmaktadır (Mansour ve Tawfik, 1985). Ancak iplik yapısında

¹ Bu bölüm Tekstil ve Mühendis dergisinin 2017 yılında (Cilt: 24) yayınlanan 105. sayısında “Büküm İplikçiliği (Siro-Spun) Teknolojisindeki Gelişmeler ve Hibrit Eğirme Teknolojileri” başlığıyla derleme makale olarak yayınlanmıştır.

bulunan farklı büküm yapıları sebebiyle (Şekil 1.17) konvansiyonel iki katlı ipliklerin yerini tamamen almaları söz konusu değildir (Stalder, 2014).



Şekil 1.17 Çift katlı ve siro-spun ipliğin büküm yönleri (Üte ve Kadoğlu, 2009)

Bu tez kapsamında, büküm iplikçiliği teknolojisi ışığında geleneksel ring eğirme sistemi üzerinde bir takım iyileştirmeler yapılarak üç fitil ipliği üretim olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla, hammaddenin ve çeşitli üretim parametrelerinin büküm ipliklerinin özellikleri üzerindeki etkileri, büküm ipliklerinin konvansiyonel iplikler ile karşılaştırılması, farklı eğirme sistemlerinin büküm iplikçiliği teknolojisi ile entegrasyonu sonucunda ortaya çıkan yeni sistemlerin incelenmesi ve mevcut sistemlerde yapılan iyileştirmelerin iplik kalite özelliklerine etkileri üzerinde yapılan çalışmalar incelenmiştir.

1.6.1 Hammaddenin ve Üretim Parametrelerinin Büküm İpliği Özellikleri Üzerindeki Etkileri

Literatür incelendiğinde, çalışmaların çoğunlukla büküm ipliği özelliklerinin geleneksel yöntemler ile üretilen iplik özellikleri ile karşılaştırılması ve iplik üretim parametrelerinin büküm ipliği özellikleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi üzerine yoğunlaştığı görülmektedir.

İplik üretiminde kullanılan eğirme teknolojisi ve üretim parametrelerinin yanı sıra lif özelliklerinin de iplik karakteristiği üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Aynı eğirme sistemi üzerinde farklı üretim parametreleri ile (fitiller arası mesafe, büküm katsayısı, numara) üretilen pamuk siro-spun iplikleri incelendiğinde, lif inceliği ve olgunluğunun düzgünlük ve tüylülük değerlerini önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. Ayrıca lif olgunluğunun kopma uzaması üzerinde de etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Üte ve Kadoğlu, 2014).

Tyagi ve ark. (1987), lif uzunluğu, liflerin lineer yoğunluğu ve fitiller arası mesafenin siro-spun viskon ipliklerinin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında siro-spun, tek ve iki katlı iplikler farklı lif uzunluğu, lif yoğunluğu ve fitiller arası mesafede üretilerek özellikleri karşılaştırılmıştır. Siro-spun ipliklerde fitiller arası mesafenin artması birleşme noktasını ön silindirlerin çok altına taşınması sebebiyle iplik yapısına katılan lif sayısını azaltır ve buda kopma uzamasının azalmasına sebep olur. Daha ince ve uzun liflerden elde edilen viskon siro-spun ipliklerinde lifler iplik eksenine daha iyi yerleşir ve bunun sonucunda daha mukavemetli ve daha düzgün çapta iplik elde edilir. Bununla birlikte siro-spun ipliklerinde ince ve uzun liflerin kullanılması ince ve kalın yer sayısında azalma meydana getirirken neps sayısında artış olur. Siro-spun ipliklerinin tüylülük değerleri tek katlı ve iki katlı ipliklere göre daha fazladır (Tyagi ve ark., 1987).

Siro-spun iplik eğirme sisteminde kullanılan fitillerin doğrusal yoğunluğu da iplik özelliklerini etkileyen parametrelerden biridir. Daha ince fitillerden elde edilen siro-spun iplikler daha az çekim gerektirir ve çekim bölgesinde daha iyi elyaf iletimi sağlanır. Böylelikle, paralel haldeki liflerin kendi etrafına daha düzenli büküm alması sağlanarak daha mukavemetli iplik üretimi sağlanır (Salhotra, 1990).

Aynı anda iki fitilin beslenerek iplik oluşumunun sağlandığı siro-spun eğirme sisteminde, fitiller arası mesafe üretilen iplik özelliklerini büyük ölçüde etkilemektedir. Farklı hammaddelerden üretilen siro-spun ipliklerinin özellikleri karşılaştırıldığında, iplik mukavemetini önemli ölçüde etkileyen lifler arası kohezyon

kuvvetinin beslenen fitiller arasındaki mesafe ile doğru orantılı olarak arttığı görülmüştür (Gokarneshan ve ark., 2006).

Üte ve Kadoğlu (2009), çalışmalarında viskon siro-spun ve ring iplik özelliklerini karşılaştırmışlardır. Bu amaçla, üç farklı numara, üç farklı büküm katsayısı ve üç farklı fitiller arası mesafe (4 mm, 8 mm, 12 mm) kullanarak siro-spun iplik üretmişlerdir. Üretilen siro-spun iplik özellikleri aynı numara ve büküm katsayısında üretilen ring iplikleriyle karşılaştırılmıştır. Buna göre, siro-spun ipliklerinin mukavemeti aynı numarada üretilen ring ipliklerine göre daha yüksektir. Daha geniş fitiller arası mesafede üretilen siro-spun ipliklerinin uzama özellikleri ring ipliğine yakın iken, daha dar fitiller arası mesafede üretilen siro-spun ipliklerinin uzama özelliği ring ipliklerinden yüksektir. Genel olarak viskon siro-spun ipliklerinin % Cv değerleri ring ipliklerinden yüksektir. 8 mm fitiller arası mesafe kullanılarak üretilen siro-spun iplikleri en düşük % Cv değerine sahip olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, tüm değerlerde üretilen siro-spun ipliklerinin tüylülük değerleri ring ipliğinden daha düşük bulunmuştur.

Kısa lif eğirme sisteminde üretilen iki fitil ipliklerinin özelliklerine fitiller arası mesafe, büküm faktörü ve eğirme hızının etkileri incelendiğinde; fitiller arası mesafenin iplik mukavemeti üzerine etkisinin büküm sayısına göre değiştiği, optimum büküm seviyesinde fitiller arası mesafenin artmasının iplik mukavemetini artırdığı görülmüştür (Subramaniam ve ark., 1989).

İki fitil ipliklerinin özellikleri liflerin iplik yüzeyine bağlanmasına, fitillerin büküm değerine ve eğirme üçgeni açısına bağlıdır (Miao ve ark., 1993). Değişen üretim gerginliği, fitiller üzerinde büküm dağılımının ve büküm açısının değişmesine neden olur (Lawrence, 2003). Fitiller arası mesafe, eğirme hızı ve kopça ağırlığının Modal siro-spun iplikleri üzerindeki etkileri incelendiğinde, tüm eğirme hızlarında artan fitiller arası mesafenin ve kopça ağırlığının düzgünsüzlük değerlerini artırdığı görülmüştür. Bu durum artan fitiller arası mesafenin ve kopça ağırlığının eğirme üçgeni içerisindeki fitil uzunluğunu ve dolayısıyla lif kaybını artırmasıyla açıklanabilir. Bununla birlikte, sabit fitiller arası mesafede kopça ağırlığının ve eğirme

hızının artması da düzgünlük değerlerinin arttırır. Fitiller arası mesafenin 6mm'den 8 mm'ye çıkarılması birleşim noktasındaki liflerin ipliğin yüzeyine daha iyi tutulmasını sağlayarak ince yer sayısını azaltmıştır. Ancak, fitiller arası mesafenin 8 mm den 10 mm'ye çıkarılması ince yer sayısını arttırmıştır. Bu durum, eğirme üçgeni içerisindeki fitil uzunluğunun ve birleşim noktasındaki fitiller arası açının artmasıyla açıklanabilir. Aynı zamanda, kopça ağırlığı ve eğirme hızının artması ince yer sayısını da arttırmıştır. Artan fitiller arası mesafe lif kaybına sebep olduğundan, neps sayısını ve tüylülük değerlerinin azaltmıştır. Yapılan deneysel çalışmada 8 mm deki fitiller arası mesafede maksimum mukavemet değeri sağlanırken, bu noktadan sonraki fitiller arası mesafe, kopça ağırlığı ve eğirme hızlarındaki artış mukavemet değerini düşürmektedir (Gowda ve ark., 2004).

Geleneksel eğirme sisteminde çekim bölgesinden çıkan lifler üçgeni formunu alır ve oluşan üçgen geometrisi iplik kopması, düzgünlük ve tüylülüğe sebep olur (Carissoni ve ark., 2002). Siro-spun iplik eğirme sisteminde iki fitilden iplik oluşurken iki küçük ve bir büyük eğirme üçgeni oluşur. Bu eğirme üçgenlerinin yapısı ise genel anlamda fitiller arası mesafeye bağlı olarak değişir (Lawrence, 2002). Liu ve ark. (2015), siro-spun iplik eğirme sisteminde eğirme üçgeninin iplik özellikleri üzerindeki etkisini sonlu elemanlar yöntemi ile incelemiştir. Yapılan analizler sırasında liflerin enine kesitlerinin dairesel şekilde olduğu ve liflerin ön silindir ile büküm elamanı arasında kısıtıldığı, liflerin eğirme üçgenindeki hızlarının sabit olduğu ve ipliğin çıkış hızına eşit olduğu varsayılmıştır. Bununla birlikte, tüm liflerin iplik enine kesitinde ideal olarak dağıldığı ve liflerin gerilme, sıkışma, burulma ve eğilme özelliğine sahip üç boyutlu elastik kiriş olduğu varsayılmıştır. Tüm varsayımların ışığında yapılan analizler sonucunda liflerin başlangıç gerilmelerinin liflerin gerilme dağılımları ve dönme momentleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

1.6.2 Büküm İplikleri ve Bu İpliklerden Üretilen Kumaş Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Literatür incelendiğinde, geleneksel ring iplikçiliğinden türetilen büküm ipliklerinin çoğunlukla ring iplikleri veya ring iplikçiliğinden türetilen diğer

sistemlerden elde edilen ipliklerle çeşitli iplik özellikleri bakımından karşılaştırıldığı görülmektedir.

Siro-spun iplikleri tek katlı ipliklere göre daha mukavemetli, daha az tüylü ve daha iyi aşınma direnci değerlerine sahiptirler (Salhotra, 1987). Bu durum, siro-spun iplikçiliğinde fitillerin hem bireysel hem de birlikte büküm almasıyla açıklanabilir. Ayrıca, yüksek büküm değerlerinde siro-spun iplikleri tek katlı ipliklere göre daha iyi uzama özellikleri gösterirler. Kompakt eğirme sisteminde üretilen tek katlı iplikler ile siro-spun iplikler karşılaştırıldığında ise siro-spun ipliklerinin tüylülük, düzgünlük ve mukavemet değerlerinin daha iyi olduğu görülmüştür (Örtlek ve ark., 2011).

Cheng ve Yuen (1997), çalışmalarında pamuk siro-spun ipliklerinin özelliklerini incelemişlerdir. Pamuk siro-spun ipliklerinin aynı lineer yoğunluk ve bükümdeki tek katlı iplikler ile karşılaştırıldığında daha düzgün yapıda olduğu, daha iyi tüylülük ve aşınma direnci değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Aynı büküm katsayısında üretilen iki katlı ve siro-spun iplikler karşılaştırıldığında ise siro-spun ipliklerin tüylülük değerlerinin daha az olduğu ve daha çok uzama özelliğine sahip olduğu görülmüştür. Bununla beraber, düzgünlük değerleri karşılaştırıldığında iki katlı iplikler daha iyi özellikler göstermektedir. Daha kalın numaralarda siro-spun iplik özellikleri iki katlı iplik özelliklerine yakın iken, daha ince numaralarda siro-spun iplik özellikleri aynı incelikteki iki katlı ipliklere göre daha iyidir (Sun ve Cheng, 2000)

Temel ve Çelik (2010), çalışmalarında %100 polyester ve polyester/pamuk karışımlarından siro-spun eğirme sisteminde iplik üretim olanaklarını araştırmışlardır. Çalışma kapsamında karışım oranı, büküm katsayısı ve fitiller arası mesafenin iplik özelliklerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen ipliklerin özellikleri aynı hammaddelerden üretilmiş ring iplikleri ile karşılaştırılmıştır. Hammade içindeki polyester oranının artması ile ring ve siro-spun eğirme sisteminde üretilen ipliklerin gerilme ve parlaklık değerlerinin arttığı görülmüştür. Fitiller arası mesafenin artması ile düzgünlük ve tüylülük değerleri iyileşir. Aynı hammaddeden üretilmiş ring ve siro-spun iplikleri karşılaştırıldığında, gerilme, uzama, tüylülük ve parlaklık değerlerinin siro-spun ipliklerde daha üstün olduğu görülmüştür.

100% polyester siro-spun iplikleri incelendiğinde büküm katsayısının artması ile iplik mukavemet ve kopma uzaması artarken ince yer, kalın yer, neps ve tüylülük değerleri azalmıştır. Eğirme hızı iplik mukavemeti ve kopma uzamasına önemli ölçüde etki etmezken eğirme hızının artması düzgünsüzlük, tüylülük ve ince yer sayısının azalmasına, diğer taraftan kalın yer ve neps sayısının artmasına sebep olur. %100 polyester siro-spun iplikleri geleneksel ring ipliğine göre daha mukavemetli, daha az tüylü ve daha düzgündür (Üte ve Kadoğlu, 2013).

İplik üretimi aşamasında meydana gelen lif göçü de iplik özellikleri açısından oldukça önemli bir etkiye sahiptir. Siro-spun ipliklerinde fitiller arası mesafe lif göçünü etkilemektedir (Ishtiaque ve ark., 1993). Soltani ve Johari (2012), çalışmalarında lif göçünün siro-spun, solo-spun, kompakt ve ring ipliklerinin mekanik özellikleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu iplikler lif göçü değerleri açısından karşılaştırıldığında ise siro-spun ipliklerin lif göçü değerlerinin kompakt, solo-spun ve ring ipliklere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Siro-spun, solo-spun, kompakt ve ring ipliklerinin mukavemet değerleri lif göçü, eğirme üçgeni, kopan lifler ve tüylülük değerleri ele alınarak kıyaslandığında, diğer iplik çeşitlerine göre daha kararlı yapıda bulunan ve daha yüksek lif göçü değerine sahip olan siro-spun ipliklerinin gerilme değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bununla beraber, siro-spun ipliklerinin tüylülük ve düzgünsüzlük değerleri ring, solo-spun ve kompakt ipliklere göre daha iyidir (Soltani ve Johari, 2012b).

Yukardaki çalışmalarına ek olarak Soltani ve ark. (2013), çalışmalarında birçok kontrolsüz ve karışık parametrenin etkili olduğu iplik geometrisindeki aksenal lif göçünü ANFIS ile tahminlemişler ve tatmin edici sonuçlar elde etmişlerdir.

Tyagi ve Punj (1989), siro-spun akrilik ipliklerine su buharı uygulayarak gerilme değerlerini azaltmış ve kopma uzamasını artırmıştır. Buhar gevşemesi ile kısa lifler iplik yapısına katılarak iplik çapını artırmış ve tüylülük değeri azalmıştır.

Siro-spun ipliklerinin diğerk sistemlerde üretilen iplikler ile karşılaştırılmasını esas alan çalışmaların bir bölümünde ise bu ipliklerden örme veya dokuma kumaşlar üretilmiş ve bu kumaşlar çeşitli özellikleri açısından değerlendirilmiştir. Siro-spun ipliklerden üretilmiş kumaşların patlama değerleri iki katlı ipliklere göre daha yüksek iken, hava geçirgenliği değerleri daha düşüktür (Kaushik ve Bhatnagar, 1992). Boncuklanma özelliği iki katlı ipliklerden üretilmiş kumaşlara göre daha fazla olan siro-spun ipliklerden üretilen kumaşların kırışıklık düzelme özelliği iki katlı ipliklerden üretilmiş kumaşlara göre daha iyidir (Sharma ve ark., 1986) Siro-spun ve ring ipliklerinden elde edilen pamuklu örme kumaşların renk haslıkları birbirlerine benzer özellik göstermektedirler. Siro-spun ve iki katlı ipliklerinden elde edilen pamuklu örme kumaşların boyama özellikleri de her iki iplik türünün birbirlerine alternatif olarak kullanabileceğini göstermektedir (İçoğlu ve Kireççi, 2011). Bununla birlikte siro-spun ipliklerden üretilen pamuklu dokuma kumaşların atkı yönündeki mukavemet değerleri, iki katlı ipliklerden elde edilen kumaşlara göre daha yüksektir. Ayrıca, boyanmış dokuma kumaşların renk reflaktansları karşılaştırıldığında ise her iki iplik türü arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür (El-Sayed ve Suzan, 2011).

Farklı siro-spun eğirme sistemlerinde üretilmiş ipliklerden elde edilen kumaşların fiziksel özellikleri karşılaştırıldığında, Suesen ve Pinter kompakt siro-spun ipliklerinden elde edilmiş kumaşların patlama mukavemetleri ve boncuklanma değerlerinin, geleneksel siro-spun ipliklerinden elde edilmiş kumaşların patlama mukavemeti ve boncuklanma değerlerinden üstün olduğu görülmüştür (Ünal ve Ömeroğlu, 2013).

1.6.3 Farklı Eğirme Teknolojilerinin Birlikte Kullanılması – Hibrit Eğirme Sistemleri

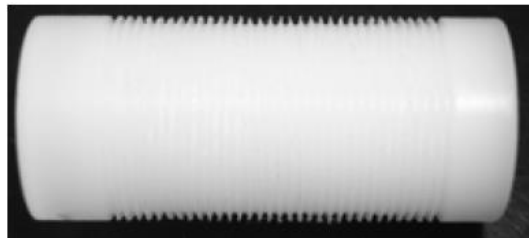
Literatür incelendiğinde, özellikle son yıllarda pek çok eğirme teknolojisinin birbirleriyle entegre edilerek daha iyi özelliklerde iplik üretim olanaklarının araştırıldığı görülmektedir. Bu kapsamda geleneksel ring ve katlı ipliklere göre çeşitli

fiziksel ve mekanik özellikler bakımından daha iyi özellikler sunan siro-spun iplikçiliği de çeşitli modern eğirme sistemleri ile entegre edilmiştir.

Özlü iplikler filament üzerine kesikli liflerin bağlanması ile elde edilen ipliklerdir. Pourahmad ve Johari (2011), çalışmalarında siro-spun iplik makinasına özlü iplik eklentisini adapte etmiş ve özlü siro-spun ipliği üretmişlerdir. Ring, solo-spun ve siro-spun sistemlerinde elde edilen özlü ipliklerin özellikleri karşılaştırıldığında özlü siro-spun iplikler özlü solo-spun ve özlü ring ipliklere göre daha üstün fiziksel ve mekanik özellikler göstermektedir.

Özlü iplik üretimi sırasında karşılaşılan en önemli sorun kesikli liflerin filamentler üzerinde kayması sonucu tam kaplama sağlanamamasıdır. Bu problemi önleyebilmek amacıyla büküm iplikçiliği özlü iplik üretiminde alternatif olarak düşünülmüştür. Hasani ve ark. (2011), çalışmalarında özlü siro-spun ipliklerinin fitiller arası mesafe, büküm katsayısı, çekim oranı ve elastan konumu gibi üretim parametrelerinin optimum değerlerini yapay sinir ağları kullanarak tahminlemiştir. Çalışmanın sonucunda, belirlenen optimum parametreler çerçevesinde üretilen özlü siro-spun ipliklerinde lif kayması probleminin önemli ölçüde azaldığı görülmüştür.

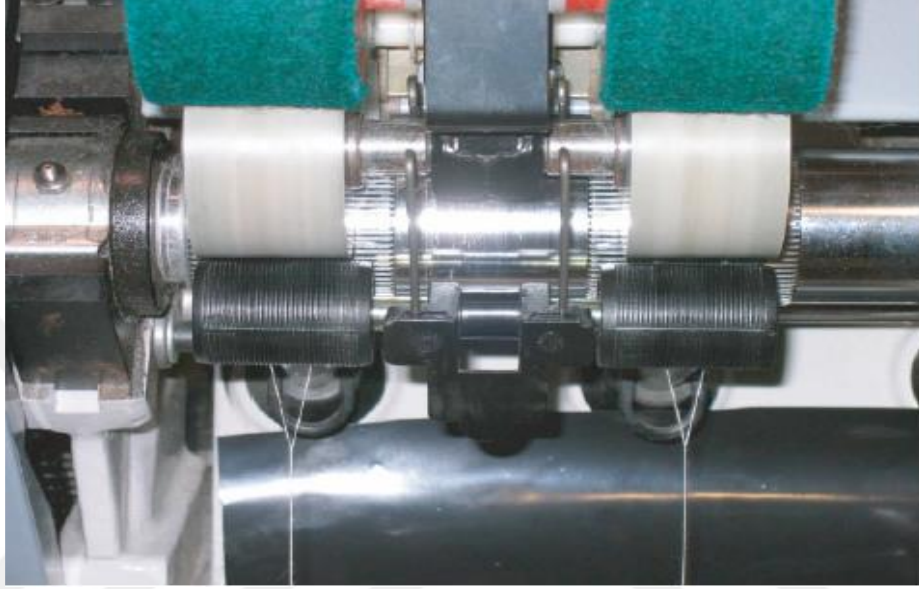
Solo-spun iplikçiliği, ring iplik makinasında kullanılan çıkış silindirinin yerine kanallı bir silindir (Şekil 1.18) kullanılması sonucunda geliştirilmiş türev bir eğirme teknolojisidir.



Şekil 1.18 Solo-spun teknolojisinde kullanılan kanallı çıkış silindiri (Yang ve ark., 2012)

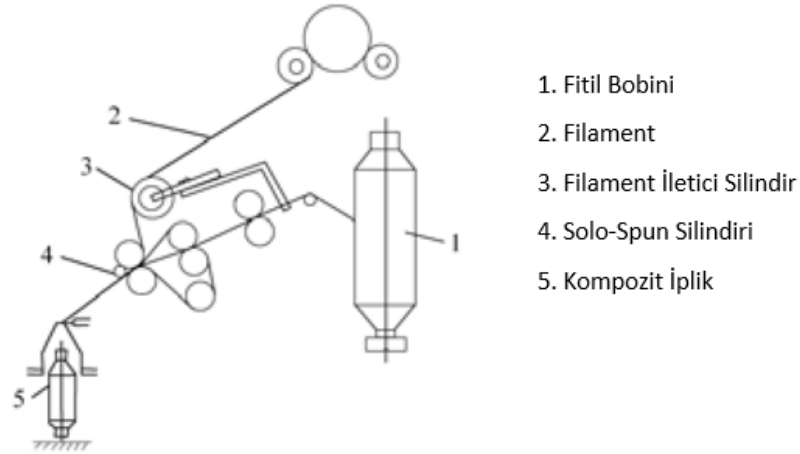
Najar ve ark. (2006), çalışmalarında solo eğirme sisteminde kullanılan çıkış silindirini siro-spun eğirme sistemine adapte etmiş ve geliştirilen yeni solo-siro eğirme sistemi (Şekil 1.19) ile yün ipliklerinin tüylülük değerlerinin azaltılmasını

amaçlamışlardır. Çalışmada, ring ve siro-spun eğirme sistemlerinde üretilen ipliklerin tüylülük, mukavemet, uzama, düzgünlük değerleri karşılaştırılmıştır. Solo-siro ipliklerinin tüylülük değerleri ring ve siro ipliklerine göre daha düşüktür. Bununla birlikte, solo-siro ipliklerinin mukavemet değerleri ring ve siro ipliklerine göre yüksek olmakla beraber kopma uzaması değerlerinde çok büyük farklılıklar yoktur.



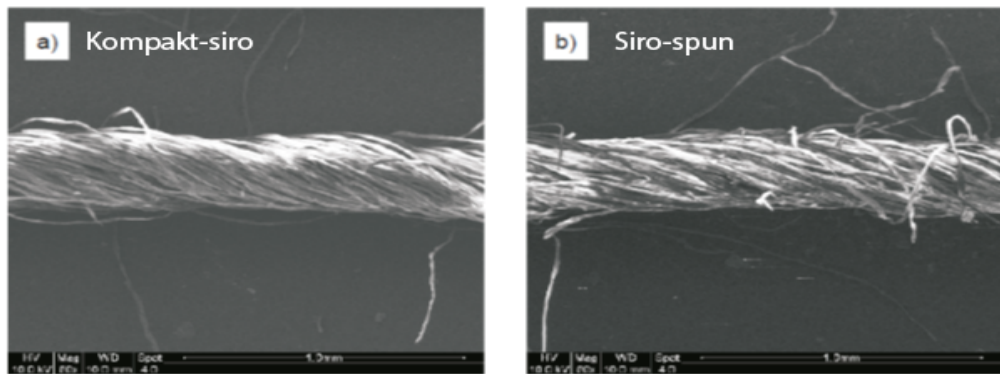
Şekil 1.19 Solo-siro eğirme sistemi Najar ve ark. (2006).

Solo-spun teknolojisinin ring iplik teknolojisine göre en önemli avantajı liflerin daha kontrollü iletilmesini sağlayarak iplik özelliklerini önemli ölçüde etkileyen lif göçünü kontrol altına almasıdır. Solo-spun iplik eğirme sisteminde büküm transfer açısı ve eğirme üçgeni solo-silindirler tarafından kontrol edilir. Yang ve ark. (2012), filamentin kesikli iplik üzerine sarıldığı sirofil eğirme sistemine solo-spun silindirinin entegre edilmesiyle geliştirilen solo-sirofil eğirme sistemi (Şekil 1.20) üzerinde çalışmışlardır. Çalışmanın sonunda, solo-silindir ile modifiye edilmiş sirofil sistemlerde üretilen ipliklerin kopma uzamasının daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca solo-silindir ilavesi eğirme üçgenini etkilemiş ve tüylülük değerleri sirofil ipliklere göre %68 azalmıştır.



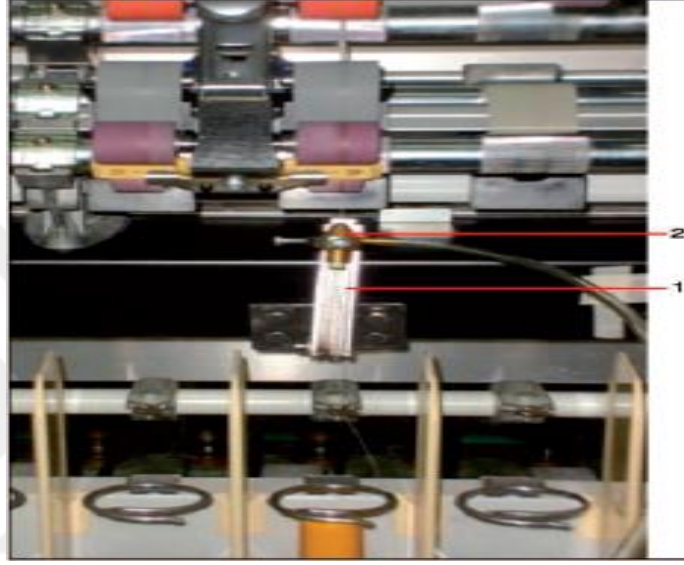
Şekil 1.20 Solo-sirofil eğirme sistemi (Yang ve ark.,2012)

Günümüzde büküm iplikçiliği ile birlikte yaygın olarak kullanılan eğirme teknolojilerinden biri de kompakt iplikçiliğidir. Kompakt iplikçilikte temel prensip liflerin pnömatik bir sistem ile yoğunlaştırılarak çekim sistemi çıkışındaki eğirme üçgeninin minimize edilmesidir. Siro-spun ve kompakt iplikçiliğin birleştirilmesi ile elde edilen bu yeni iplikçilik türüne kompakt-siro iplikçiliği adı verilmektedir. Kompakt-siro iplik eğirme sistemlerinde elde edilen iplikler kompakt iplikler ile karşılaştırıldığında, bu ipliklerin daha yoğun, daha düzgün, daha az tüylü ve daha stabil yapıda olduğu görülmüştür. İplik düzgünlüğü ve tüylülüğü için önemli parametrelerden biri olan fitiller içindeki liflerin aksel dağılımı kompakt-siro ipliklerde daha düzgündür (Şekil 1.21). Bununla birlikte kompakt-siro ipliklerinin enine kesitlerinin ideal iplik geometrisinde tanımlanan dairesel kesit alanına daha yakın olduğu görülmüştür (Su ve ark., 2015).



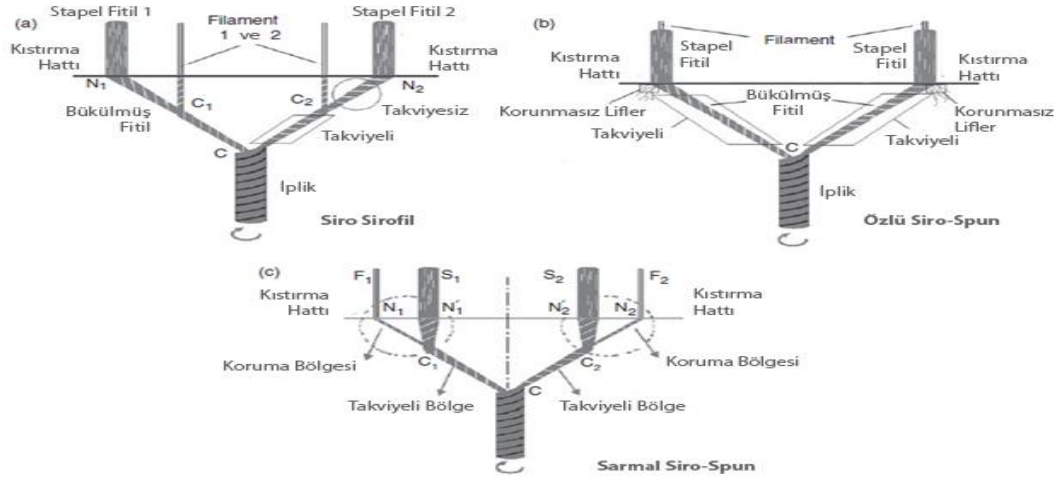
Şekil 1.21 Kompakt-siro ve siro-spun ipliklerinin uzunluğuna görünüşleri (Su ve ark., 2015)

Kompakt ve jet-ring iplik eğirme sistemlerinin birleştirilmesi prensibine dayanan ve kompakt ünitesi çıkışına hava düzesi ve iplik kılavuzu ilave edilmesiyle oluşan kompakt-jet iplik eğirme sistemi (Şekil 1.22) her iki sistemin avantajlarını birleştirmek için tasarlanmıştır. Elde edilen yeni sistem ile tüylülük değerleri çok düşük iplikler elde edilmiştir. Kompakt-jet ipliklerinin gerilme değerleri kompakt ipliklere göre daha üstündür (Yılmaz ve Usal, 2010).



Şekil 1.22 Kompakt iplik eğirme sistemine hava düzesi eklenmesi (1. hava düzesi, 2. destek elemanı) (Yılmaz ve Usal, 2010)

Xu ve ark. (2011) çalışmalarında ring iplik eğirme sisteminin geliştirilmesiyle ilave fitil yerleştirilebilen ya da adapte edilebilen (Şekil 1.23) yeni bir eğirme sistemi üzerinde çalışmışlardır. Filamentlerin ve kesikli liflerin iplik yapısındaki konumlarına göre birden fazla eğirme metodu uygulanmıştır. Sunulan yeni iplik eğirme metotları ile ring iplik eğirme sisteminin kısıtları giderilmiş, fitillerin eğrilebilme performansları ve iplik kalitesi geliştirilmiştir. Yeni eğirme metodu ile özlü, ince ve çok renkli iplik üretim olanakları geliştirilmiş, kısa liflerin iplik yapısına daha çok katılması ve düşük kaliteli çok kısa liflerin ring eğirme sistemine katılması sağlanmıştır.

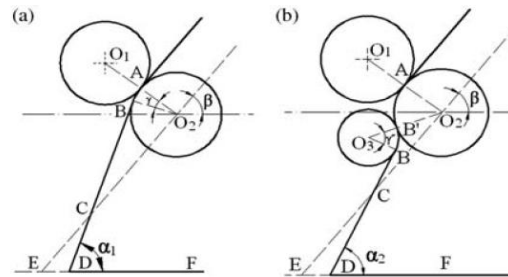


Şekil 1.23 Siro sirofil, özlü siro-spun ve sarmal siro-spun iplikleri (Xu ve ark., 2011)

1.6.4 Eğirme Teknolojilerinde Yapılan Geliştirmeler

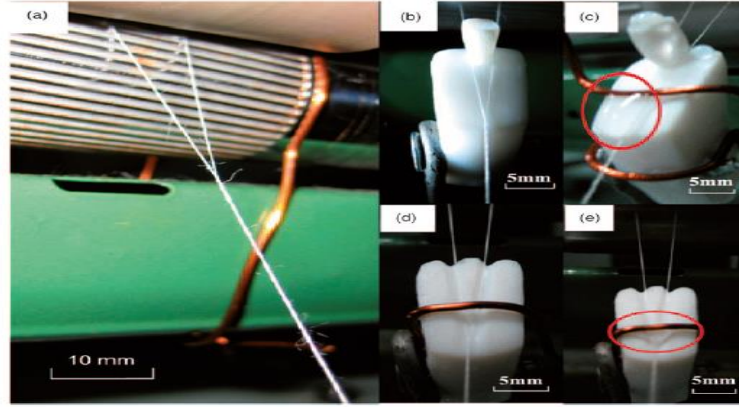
Literatür incelendiğinde, çeşitli ticari eğirme sistemlerinde bir takım eklentiler kullanılarak geliştirmeler yapıldığı ve daha iyi özelliklerde iplik üretim olanaklarının araştırıldığı görülmektedir.

Xia ve ark. (2011), çalışmalarında çekim sistemi çıkışına konulan iletici kauçuk silindirlerin iplik özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir (Şekil 1.24). Çalışma kapsamında iletici kauçuk silindir kullanılarak ve kullanılmayarak üretilen iplik özellikleri karşılaştırılmış ve teorik analizlerle elde edilen sonuçlar deneysel sonuçlarla kanıtlamıştır. Yapılan deneysel çalışmalar tüylülük değerlerinin büküm ve liflerin çevresel kontrolü ile azaltılabileceğini göstermiştir. Rami/pamuk karışımı ipliklerinin tüylülük değerlerinin yün ipliklerine göre daha yüksek oranda düşmesi, rami liflerinin eğilme rijitliliği değerlerinin yün liflerine göre daha yüksek olması ile açıklanmıştır.



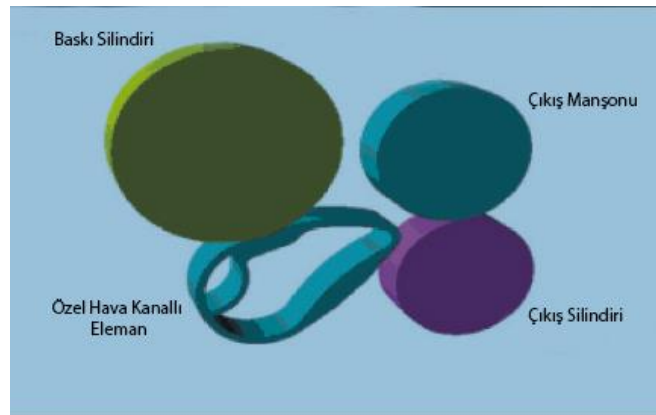
Şekil 1.24 |AB|: Çıkış silindiri üzerinde temas eden iplik uzunluğu a) iletici silindirsiz b) iletici silindirli (Xia ve ark., 2011)

Xia ve ark. (2012), iki adet tek katlı ipliğin ring iplik eğirme sisteminde eğilmesi sırasında eğirme üçgeni oluşum bölgesine yerleştirilen farklı yüzeydeki yapılar ile liflerin temas yüzeyini artırarak liflerin iplik yapısına daha çok katılması araştırılmışlardır (Şekil 1.25). Çalışma kapsamında katlı ipliklerin tüylülük değerlerinin yivli ve düz yüzeylerde ıslak koşullarda azaldığı görülmüştür.



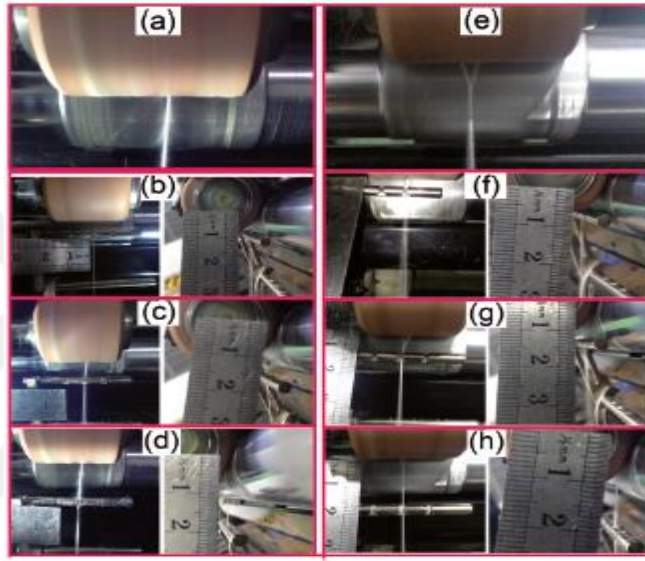
Şekil 1.25 Çıkış silindirleri sonuna eklenen farklı yüzeydeki yapılar a) geleneksel eğirme sistemi b) düz yüzeyde kuru eğirme c) düz yüzeyde ıslak eğirme d) kuru yüzeyde ıslak eğirme e) yivli yüzeyde ıslak eğirme (Xia ve ark., 2012)

Han ve ark (2015), siro-spun ve kompakt iplikçilik prensipleri ile çalışan kompakt-siro iplik eğirme sisteminin çekim bölgesine hava kanallı yapılar (Şekil 1.26) yerleştirerek üretilen ipliklerin düzgünsüzlük ve tüylülük değerlerini incelemiştir. Çalışmanın sonunda, ilave edilen yapılarıdaki simetrik ve dar hava kanallarının daha iyi iplik özellikleri sağladığı görülmüştür.



Şekil 1.26 Kompakt-siro çekim bölgesine ilave edilen hava kanallı yapı (Han ve ark., 2015)

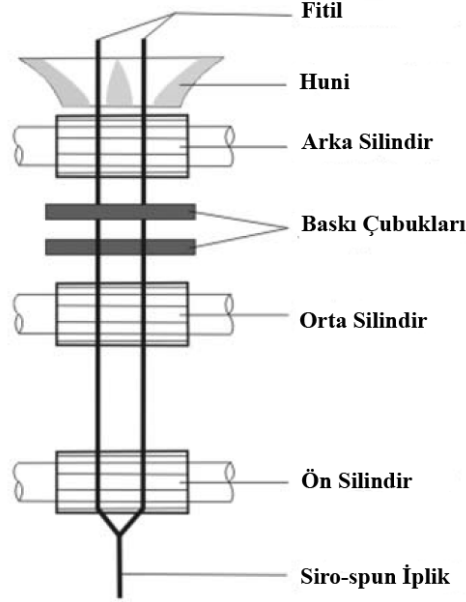
Xia ve ark. (2015), siro-spun ve geleneksel ring eğirme sistemlerinin çıkış silindirleri sonuna farklı uzaklıklarda kısa yivli yüzeyler ekleyerek tüylülük değerleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Yerleştirilen yivli yüzeyin (Şekil 1.27) çıkış silindirlerine olan uzaklığının ring ipliklerinin tüylülük değerlerini artırdığı, siro-spun ipliklerin tüylülük değerlerini değiştirmediği görülmüştür. Yivli yüzeylerin eklenmesi ile ince yer sayısında azalma, kalın yer ve neps sayılarında artış olmuştur. %CVm değerlerinde önemli değişiklikler görülmemiştir.



Şekil 1.27 a) Geleneksel ring eğirme sistemi b) Geleneksel ring eğirme sistemine eklenen 5 mm uzaklıktaki yivli yüzey c) Geleneksel ring eğirme sistemine eklenen 10 mm uzaklıktaki yivli yüzey d) Geleneksel ring eğirme sistemine eklenen 15 mm uzaklıktaki yivli yüzey e) Siro-spun eğirme sistemi f) Siro-spun eğirme sistemine eklenen 5 mm uzaklıktaki yivli yüzey g) Siro-spun eğirme sistemine eklenen 10 mm uzaklıktaki yivli yüzey h) Siro-spun eğirme sistemine eklenen 15 mm uzaklıktaki yivli yüzey (Xia ve ark., 2015)

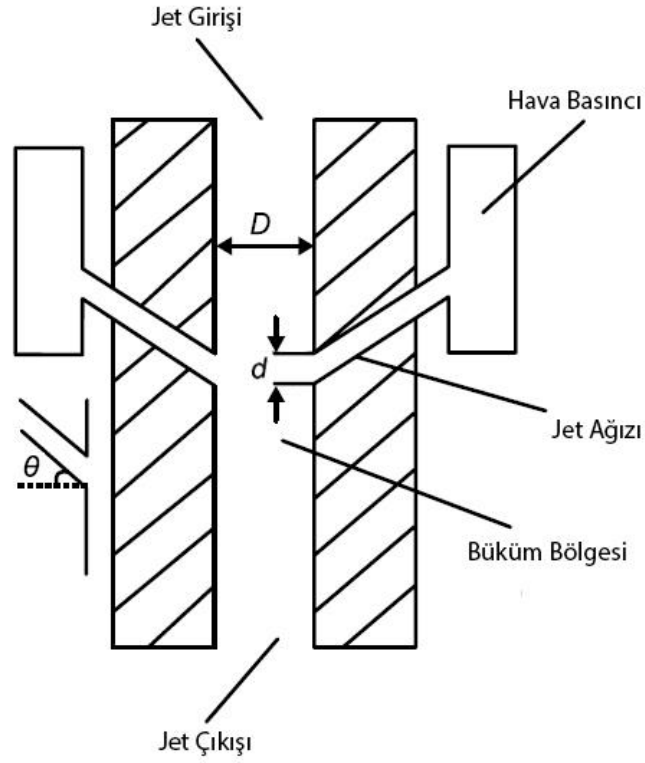
Büküm iplikçiliğinde iplik düzgünsüzlüğünün iyileştirilmesi için fitillerin çekim bölgesinde daha kontrollü bir şekilde iletilmesini sağlamak büyük önem taşımaktadır. Liu ve ark. (2012), bu amaçla, pamuk-keten karışımı siro-spun ipliklerinin üretiminde arka çekim bölgesine iki adet baskı çubuğu yerleştirerek iplik düzgünsüzlüğüne etkisini incelemişlerdir (Şekil 1.28). Çalışmada ayrıca arka çekim bölgesi oranının, büküm miktarının ve iki fitil arası mesafenin de iplik düzgünsüzlüğüne olan etkileri araştırılmıştır. Yapılan çalışma içerisinde arka çekim bölgesine yerleştirilen baskı çubukları ile ekstra çekim bölgesi oluşturulduğu ya da liflerin arka çekim bölgesinde

toplanması sağlanarak ön çekim bölgesine daha düzenli girmesinin sağlandığı ve böylelikle iplik düzgünsüzlüğünün azaltıldığı görülmüştür. Bununla birlikte, tüylülük değeri iki fitil arası mesafenin artması ile azalmıştır.



Şekil 1.28 Baskı çubuklarının eklendiği siro-spun eğirme sisteminin gösterimi (Liu ve ark., 2012)

Hava düzeleri ekleyerek iplik kalite özelliklerini iyileştirmek birçok araştırmannın hatta modern eğirme sistemlerinin temelini oluşturmuştur. Mevcut eğirme sistemlerine ilave edilen hava düzesinden verilen hava basıncı miktarı, hava düzesinin konumu, düze yapısı gibi pek çok parametre iplik özellikleri üzerinde değişen oranlarda etkilere sahiptir. Nejad ve ark. (2014), çalışmalarında siro-spun eğirme sistemine hava düzesi eklenmesi (Şekil 1.29) ile geliştirilen jet-siro eğirme sisteminde üretilen ipliklerin özelliklerini siro-spun iplikleri ile karşılaştırmışlardır. Hava düzesinden verilen hava basıncı miktarı, tüylülük değerleri üzerinde göz önünde bulundurulmuş parametreler açısından en fazla etkiye sahip olanıdır ve bu değerin artmasıyla doğru orantılı olarak tüylülük değerlerinde azalma görülmüştür. Hava düzesinin ön çekim silindirine göre konumu tüylülük değerleri üzerinde en az etkiye sahiptir. Jet-siro ipliklerinin tüylülük değeri siro-spun ipliklerine göre %40 daha azdır (Hasani ve Hasani, 2012). Ön silindirler altına yerleştirilmiş ve sürekli üretim prensibinde büküm alan ipliğin hava düzesinin içinden geçecek şekilde dizayn edilmiş sistemlerde tüylülük değerlerinde önemli ölçüde azalmalar görülmüştür.

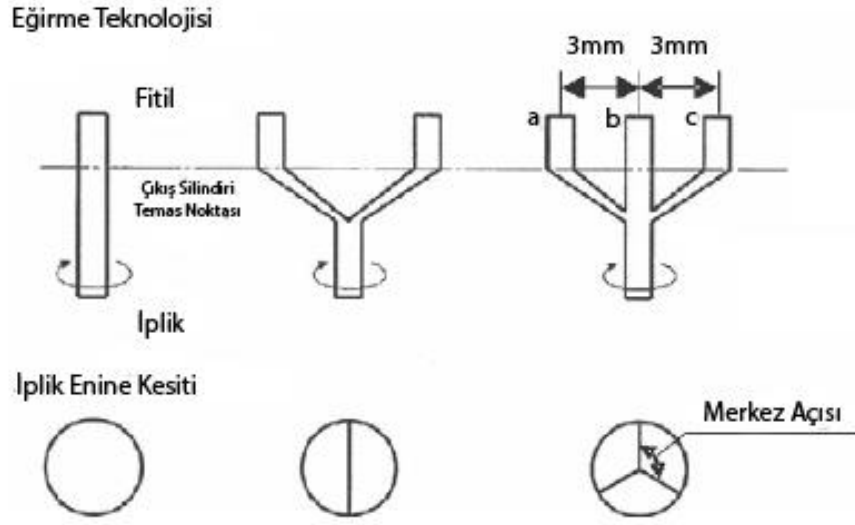


Şekil 1.29 Jet-siro ünitesi (Nejad ve ark., 2011; Hasani ve Hasani, 2012)

1.6.5 Çok Fitilli Eğirme Teknolojisi Üzerine Yapılan Çalışmalar

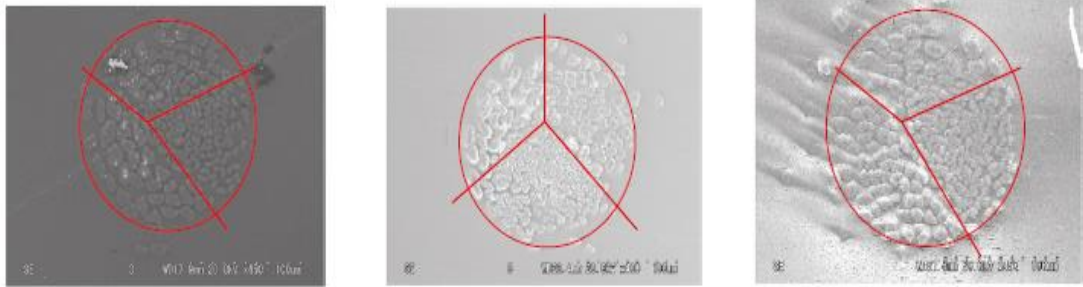
Son yıllarda yapılan çalışmaların geleneksel ring iplikçiliğine yapılan bir takım geliştirmelerle iplik özelliklerinin iyileştirilmesi ve farklı sistemlerin bir araya getirilerek yeni sistemler oluşturulması üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Geliştirilen yeni sistemlerin avantajlı özelliklerinin birleştirilmesiyle de daha iyi özelliklerde iplik üretilebilmesi olanaklı hale getirilmiştir. Bu tip çalışmalar genellikle iki fitil iplikçiliği üzerine yoğunlaşmıştır. Bununla birlikte literatürde ikiden çok fitil ile iplik üretim olanaklarını esas alan çalışmalar da mevcuttur.

Matsumoto ve ark. (2009), deneysel olarak tasarlanan ring eğirme sisteminde aynı ve farklı inceliklerdeki viskoz rayon liflerinden üretilmiş fitilleri kullanarak üç fitilli iplik üretmişlerdir (Şekil 1.30).



Şekil 1.30 Ring, siro-spun ve üç fitil iplikçiliği (Matsumoto ve ark., 2009)

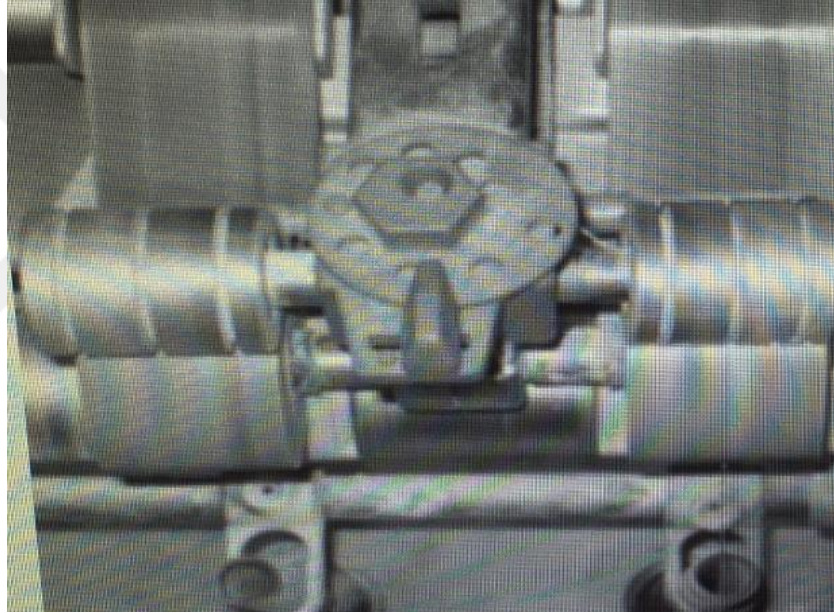
Farklı inceliklerde liflerden oluşan fitiller kullanılarak üretilen ipliğin enine kesiti incelendiğinde, lifler yan yana görüntülenmesine rağmen enine kesitteki lifler homojen olarak dağılmamış, kalın lifler incelere göre daha fazla yer kaplamıştır (Şekil 1.31). Yapılan çalışma farklı incelikteki liflerden oluşan fitiller ile çok fitilli iplik üretilebileceğini göstermiş ve tekstil ürünlerinin özelliklerini artıracak çalışmaların yapılabileceğini ortaya koymuştur.



Şekil 1.31 Farklı incelikte lifler kullanarak üretilen üç fitil ipliklerinin enine kesit görünüşü (Matsumoto ve ark., 2009)

Farklı metotlar kullanılarak geliştirilebilen çok fitilden iplik üretim teknikleri yeni bir eğirme sistemi olarak sunulmakla beraber aynı zamanda mevcut eğirme sistemlerinde karşılaşılan sorunların da giderilmesine alternatif olabilmektedir. Özlü iplik üretiminde karşılaşılan ve “barberpole” ya da “strippack” olarak da bilinen kesikli liflerin özdeki lifleri tamamen kaplamaması ya da üzerinden kayması problemi çoklu

fitil iplik üretim teknikleri ile çözülmeye çalışılmıştır. Ring eğirme sisteminden geliştirilmiş ve çıkış silindirin üç adet kanal açılarak fitillerin daha iyi iletilmesinin sağlandığı (Şekil 1.32) üç fitilden özlü iplik üretim tekniği ile üretilmiş iplikler siro-spun ve ring eğirme sisteminde üretilen özlü iplikler ile karşılaştırıldığında mukavemet ve aşınma dayanımı değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bununla beraber geliştirilen sistemde üretilen iplikler siro-spun ve ring eğirme sistemlerinde üretilen özlü ipliklere göre daha iyi düzgünlük değerine sahiptirler ve daha iyi kaplama özelliği göstermektedir. Çok fitilden özlü iplik üretiminde her bir fitilin diğer fitille büküm almadan önce kendi içinde büküm alması sonucunda daha iyi yapısal özelliklere ve tüylülük değerlerine ulaşabilmektedir (Pourahmad ve Johari, 2009).



Şekil 1.32 Üç kanallı silindir (Pourahmad ve Johari, 2009)

Çok fitilden iplik üretimi sırasında oluşan eğirme üçgeni siro-spun veya ring eğirme sisteminde oluşan eğirme üçgenlerine göre farklılık göstermektedir. Literatürde, çok fitilli iplik eğirme sistemlerinde oluşan eğirme üçgeninin yapısını, tek katlı ipliklerin çok fitilli iplik yapısına katılmasını ve birleşme noktasını matematiksel ve geometrik modeller yardımıyla inceleyen teorik çalışmalar da yer almaktadır (He, 2007 ; Su ve ark., 2013).

1.7 Çalışmanın Amacı

Bu tez kapsamında, siro-spun eğirme sisteminden esinlenerek üç fitilden iplik üretim olanakları incelenmiştir. Üretim akışından katlama ve büküm makinalarının çıkarılması ile üretilen üç fitil ipliklerinin geleneksel üç katlı ipliklere göre maliyet avantajı olacaktır. Bu anlamda, üç fitil ipliklerinin özellikle üç katlı olarak tercih edilen dikiş ipliklerine önemli bir alternatif olacağı varsayılmıştır. Çalışmada, tüm hammadde tipleri için üç fitil iplik üretiminin mümkün olup olmadığının araştırılması amacıyla doğal (pamuk), sentetik (poliester), rejenere selülozik (Tencel) ve mikrolif (mikro Modal) gruplarıyla çalışılmıştır.



BÖLÜM İKİ

MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

Tez kapsamında geleneksel ring iplik teknolojisi üzerinde yapılan bir takım değişiklikler ile doğal, sentetik, rejenere ve mikro lif gruplarında üç fitilden kontrollü iplik üretimi yapılmıştır. Üretilen ipliklerin özellikleri aynı hammadde gruplarından aynı numara ve büküm katsayısında üretilen üç katlı iplikler ile karşılaştırılmıştır. Bu bölümde çalışma kapsamında kullanılan liflerin ve iplik üretim sürecinde kullanılan makinaların özellikleri hakkında bilgi verilmektedir.

2.1.1 İplik Üretiminde Kullanılan Liflerin Özellikleri

Çalışma kapsamında geliştirilen sistemin iplik özellikleri üzerinde etkisini incelemek için farklı hammadde gruplarından lifler kullanılmıştır. Bu amaçla, doğal lif grubundan pamuk, rejenere lif grubundan Tencel, sentetik lif grubundan poliester ve mikro lif grubundan da mikro Modal seçilmiştir. Bu liflere ait incelik (dtex) ve uzunluk (mm) değerleri Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1 Deneysel çalışmada kullanılan liflerin özellikleri

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

2.1.1.1 Pamuk

Tez çalışması kapsamında kullanılan pamuk lifine ait HVI sonuçları Tablo 2.2’de yer almaktadır.

Tablo 2.2 Pamuk liflerinin özellikleri (HVI sonuçları)

Lif Özelliği	Ortalama Değer
İncelik (mikroner indeks)	3,6
Uzunluk (mm)	29,5
Mukavemet (cN/tex)	29,0
Uzama (%)	4,85
SCI	140
Üniformite (%)	82,5
Olgunluk	0,88
SFI (%)	8,50

2.1.1.2 Tencel

Tencel lifi, Lenzing firması tarafından 2004 yılında piyasaya sürülen ve rejenere selülozik lif grubunda yer alan lif çeşididir. Tencel standart, Tencel A 100 ve Tencel LF olmak üzere üç farklı tipi bulunmaktadır. Tencel Standart liflerinin mukavemeti diğer Tencel lif çeşidine göre %10 daha fazladır (Lenzing, 2010).

Çalışma kapsamında 1,3 dtex inceliğe ve 38 mm kesme uzunluğuna sahip standart Tencel lifleri kullanılmıştır (Tablo 2.3).

Tablo 2.3 Tencel St. Liflerinin incelik ve kesme uzunluğu değerleri (Lenzing, 2010)

Lif tipi	İncelik (dtex)-Kesme Uzunluğu (mm)
STANDART TENCEL (Tencel St.)	1,3 dtex – 38 mm*
	1.4 dtex – 38 mm
	1.7 dtex-38/51 mm
	2.2 dtex-51 mm

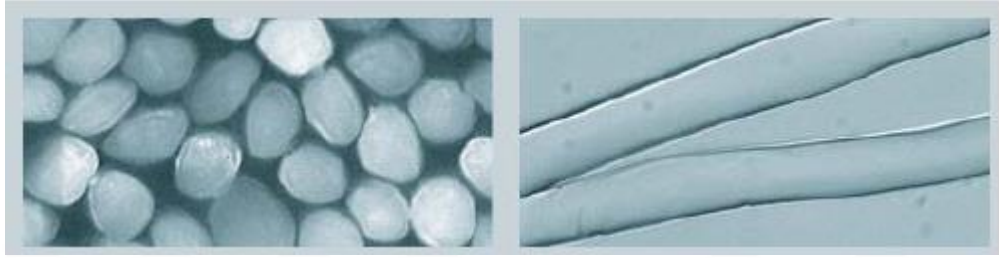
* Çalışmada kullanılan lifler

Bu liflerin kuru ve yaş haldeki mekanik özellikleri ise Tablo 2.4'te verilmiştir.

Tablo 2.4 Tencel St. liflerinin mekanik özellikleri (1.3 dtex- 38 mm) (Lenzing, 2010)

Lif Özelliği	Ortalama Değer
Mukavemet (cN/tex)	36
Uzama (%)	14
Yaş Mukavemet (cN/tex)	29
Yaş Uzama (%)	16

Tencel lifleri uzunluğuna düz çubuk şeklinde olup, enine kesiti daire şeklindedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 1.3 dtex Tencel liflerinin enine kesit ve uzunluğuna görünüşleri (Lenzing, 2010)

Tencel ve pamuk liflerinin yüzey görüntüleri birbirleriyle karşılaştırıldığında Tencel'in yüzeyinin pürüzsüz olduğu, öte yandan pamuğun bükümlü bir yapısı olduğu görülmektedir (Şekil 2.2).



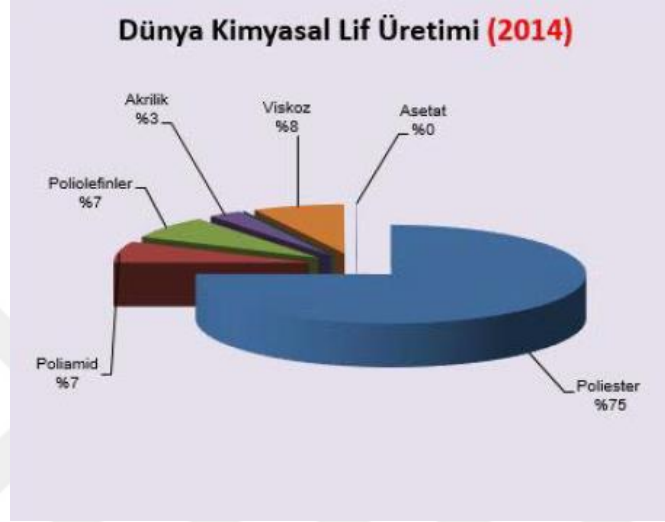
Pamuk

Tencel

Şekil 2.2 Pamuk ve Tencel liflerinin yüzey görüntüleri (Lenzing, 2010)

2.1.1.3 Poliester

Poliester lif üretimi, ilk kez 1941 yılında İngiliz Dickson ve Whinfield tarafından polietilen tereftalat polimerinden lif çekilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Günümüzde ise poliester lifi dünya çapında en çok üretilen sentetik lif konumuna gelmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Dünya kimyasal lif üretimi (Chemical Fibres International, 2015)

Poliester lifi üretiminde dairesel veya farklı enine kesitlerde düzeler kullanılmaktadır. Enine kesit şekli liflerin ve bu liflerden üretilen ürünlerin yüzey özelliklerini etkilemektedir. Bu çalışmada dairesel enine kesit ve düz çubuk şeklinde boyuna görünüme sahip lifler kullanılmıştır. Poliester lifinin mekanik özellikleri Tablo 2.5’de verilmiştir.

Tablo 2.5 Poliester lifinin mekanik özellikleri

Özellik	Ortalama Değer
Mukavemet (cN/tex)	50
Uzama (%)	20
Yaş Mukavemet (cN/tex)	40
Yaş Uzama (%)	18

2.1.1.4 Modal

Lenzing firması tarafından kayın ağacından üretilen Modal lifleri rejenere selülozik lif grubunda yer almaktadır ve özellikle parlaklık ve yumuşaklık özellikleri ile ön plana çıkmaktadır (Lenzing, 2010). Tez çalışması kapsamında, mikro lif grubunu temsilen mikro Modal lifleri kullanılmıştır. Mikrolif teriminin tanımlanmasında denye veya dtex veya lif çapı dikkate alınmaktadır. Buna göre, 0.1-1.0 dtex arasındaki liflere mikrolif, 0.1 dtex'ten daha ince liflere ise süper mikrolif denilmektedir. Bununla birlikte, ipekten daha ince tüm lifler de mikro lif olarak adlandırılmaktadır (Mukhopadhyay, 2001). Tablo 2.6'da Modal lifi çeşitleri verilmiştir.

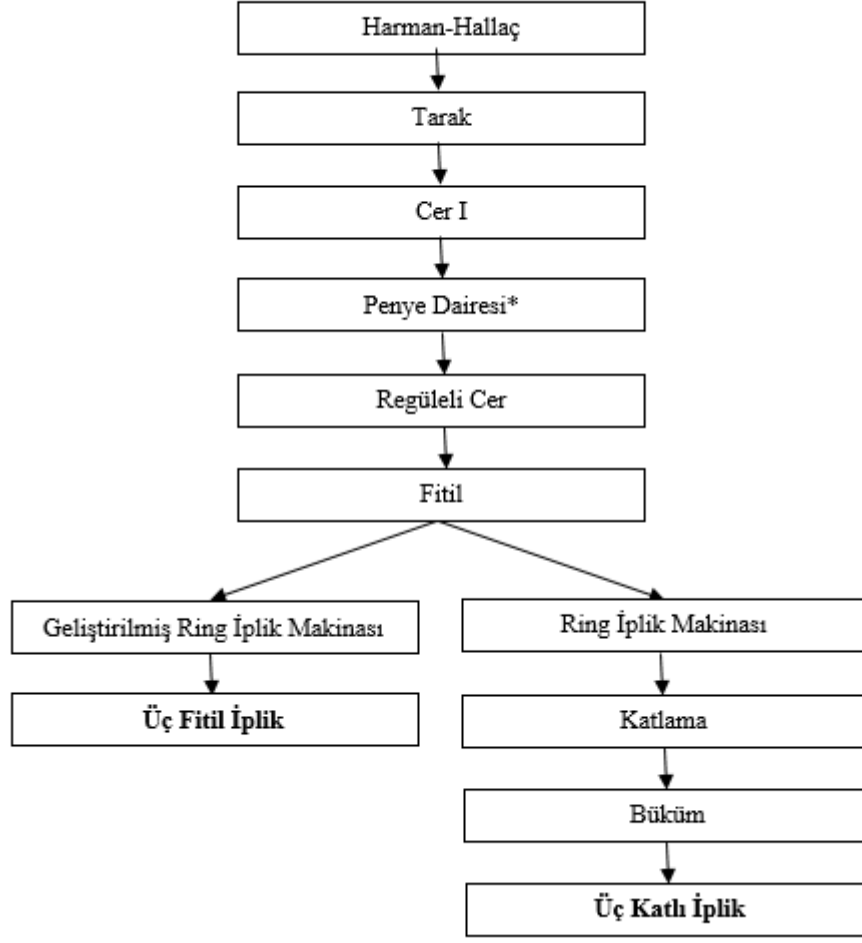
Tablo 2.6 Modal lifi çeşitleri (Lenzing, 2010)

Tip	Doğrusal Yoğunluk (dtex)	Kesme Uzunluğu (mm)
STANDART	1,3 1,7	38 39/50
MICRO	1,0	34/39
AIR	0,8	34
SUN	1,3	39
LOFT	2,5	38

2.1.2 İplik Üretimi

Tez çalışması kapsamında geleneksel ring eğirme sistemi üzerinde bir takım modifikasyonlar yapılarak üç fitilden Ne 60/3 numaralı ve $\alpha_e=3,4$ büküm katsayısı ile iplik üretilmiştir. Siro-spun eğirme sisteminden esinlenen üç fitil iplikleri üretiminde, tasarlanan iletici silindirin iplik özellikleri üzerine etkisini de incelemek amacıyla iletici silindiri ve iletici silindirsiz olmak üzere iki ayrı üç fitil ipliği üretilmiştir. Üretilen iplikler üç katlı Ne 60/3 ve $\alpha_e=3,4$ büküm katsayısı ile üretilen üç katlı iplik özellikleri ile karşılaştırılmıştır. Üç fitil ve üç katlı ipliklerin üretim süreci şematik olarak Şekil 2.4'te gösterilmiştir.

ÜÇ FİTİL VE ÜÇ KATLI İPLİK ÜRETİMİ



Şekil 2.4 Üç fitil ve üç katlı iplik üretim süreci (* Yalnızca pamuk iplikleri için)

2.1.3 İplik Üretiminde Kullanılan Makinalar

Yapılan çalışma kapsamında, Rieter firmasının harman-hallaç hattı (Rieter B34 Balya Açıcı, Rieter A81 UniBlend, Rieter A79 UniStore) kullanılmıştır. Bu hattın sonunda Rieter C60 tarak makinası yer almaktadır. Tarak makinasının verimi 45 kg/saat, üretim hızı 102 m/dk'dır.

2.1.3.1 Çer Makinası. Çerde, 2012 model Rieter SBD-45 çer makinası kullanılmıştır. Bütün iplikler için iki pasaj çer uygulanmış ve Ne 0,120 çer bandı elde edilmiştir.

2.1.3.2 *Penye Makinası*. Penye pamuk ipliklerinin üretimi için %100 pamuk bantları 2012 model Rieter E76 penye makinasından geçirilmiştir. Pamuk liflerine tarak makinasından sonra bir pasaj çekim işlemi uygulanmıştır. Daha sonra 24 adet cer bandı ile şerit birleştirme makinasında vatka oluşturulmuştur. Penyede telef oranı %20-21'dir. Penye işleminden sonra penye bandına bir pasaj regüleli çekim uygulanmıştır.

2.1.3.3 *Fitil Makinası*. Ring ipliklerinin üretiminde 2012 model Marzoli FTSDN fitil makinası kullanılmıştır. Fitil makinasının iş devri 900 devir/dk.'dır. Ön çekim 1,2 ve toplam çekim 7,5'tir. Üretilen fitilin numarası ise Ne 0,90'dır.

2.1.3.4 *Ring İplik Makinası*. Çalışma kapsamında iplikler 2012 model Pinter Merlin Laboratuvar Tipi Ring İplik Makinası'nda üretilmiştir. Makinanın iş devri 13000 devir/dk'dır. Üç fitil ipliklerin üretiminde 1,08 ön çekim ve 22,2 toplam çekim uygulanmıştır. Tek katlı ipliklerin üretiminde 1,08 ön çekim ve 66,6 toplam çekim uygulanmıştır. Üç fitil ipliklerinin üretimi için makine üzerinde bir takım geliştirmeler yapılmıştır. Yapılan geliştirmeler metot kısmında açıklanmıştır.

2.1.3.5 *Bobin Makinası* İplikler 2012 model Savio IteMa Spinning bobin makinasında bobinlenmiştir. Makinanın devri 1000 devir/dk'dır.

2.1.3.6 *Katlama Makinası*. Katlama işlemi 1998 model Schärer Schweiter Mettler (SSM) katlama makinasında yapılmıştır. Makinanın hızı 800 devir/dk'dır.

2.1.3.7 *Büküm Makinası*. Büküm işlemi 1998 model Saurer Volkmann makinasında 10000 devir/dk hızında ve 28 m/dk çıkış hızında yapılmıştır.

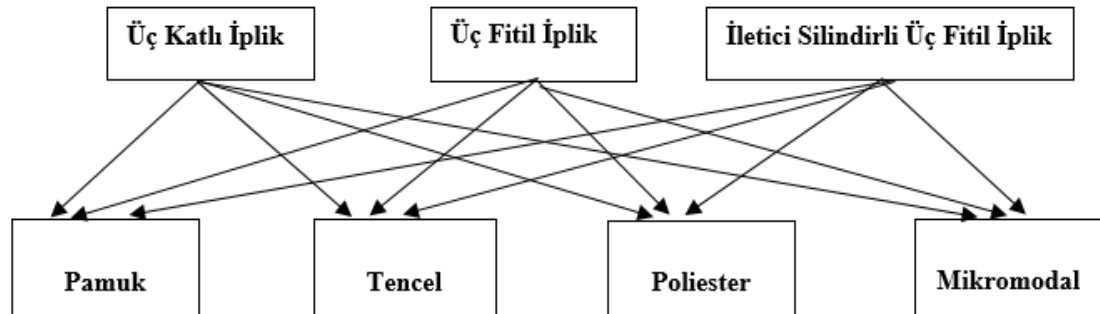
2.1.4 Çalışmanın Deney Planı

Tez kapsamında üç fitil ipliklerinin üretim olanakları araştırılmıştır. Bu ipliklerin, genelde üç katlı üretilen dikiş ipliklerine alternatif olabileceği düşünülmüştür. Bu amaçla siro-spun eğirme sisteminden esinlenerek geleneksel ring eğirme sistemi üzerinde bir takım geliştirmeler yapılmıştır. Bu geliştirmelerden ilki siro-spun eğirme

sisteminde bulunan fitil hunilerine üçüncü bir fitil hunisi eklenmesidir. Bununla birlikte, yapılan araştırmalarda fitiller arası mesafenin iplik özellikleri üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu görülmüştür. Bu amaçla, fitiller arası mesafeyi kontrol etmek amacıyla üç kanallı iletici silindir esas çekim bölgesinden önce yerleştirilmiştir. Farklı hammaddeler kullanılarak iletici silindirli ve iletici silindir olmadan üç fitil iplikleri üretilmiştir ve aynı numara ve büküm katsayısında üretilen üç katlı ipliklerin özellikleri ile karşılaştırılmıştır (Tablo 2.7). Çalışmanın deney planı Şekil 2.5'te verilmiştir.

Tablo 2.7 Üç fitil ve üç katlı ipliklerin yapısal özellikleri

İplik Üretim Teknolojisi	Tek Kath İplik Numarası	Üretilen İpliğin Numarası	Tek Kath İpliğin Bükümü	Üretilen İpliğin Bükümü
Üç Katlı İplik	Ne 60	Ne 60/3	1200 T/m (Z) → katlamadan önce 600 T/m (Z) → katlamadan sonra	600 T/m (S)
Üç Fitil İpliği	Ne 60	Ne 60/3	600 T/m (Z)	600 T/m (Z)
İletici Silindirli Üç Fitil İpliği	Ne 60	Ne 60/3	600 T/m (Z)	600 T/m (Z)



Şekil 2.5 Çalışmanın deney planı

2.2 Metot

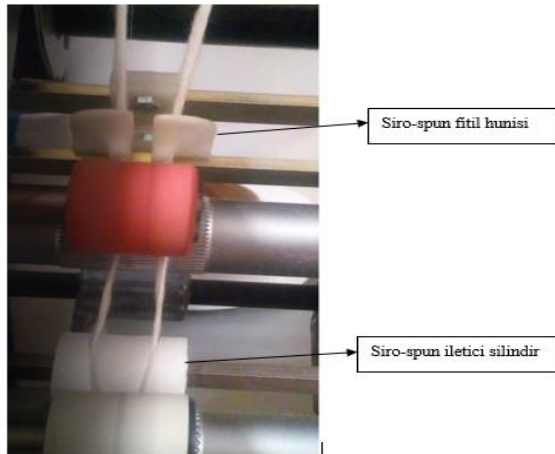
2.2.1 Çalışma Kapsamında Kullanılan Eğirme Teknolojileri

2.2.1.1 Üç Katlı İplik Üretim Teknolojisi

Çalışma kapsamında üretilen üç fitil ipliklerinin özellikleri aynı yapısal özelliklerde üretilen üç katlı ipliklerin özellikleriyle karşılaştırılmıştır. Bu amaçla tek katlı ve Ne 60/1 numaralı 1200 T/m (Z) büküme sahip olarak üretilen iplikler katlama ve büküm işlemlerinden geçirilerek Ne 60/3 numaralı ve 600 T/m (S) bükümlü olarak üretilmişlerdir. Tek katlı iplik üretimi Pinter Merlin numune iplik makinasında ve katlama işlemi Schärer Schweiter Mettler (SSM) katlama makinasında yapılmıştır. İpliklerin nihai bükümü Saurer Volkmann makinesinde verilmiştir.

2.2.1.2 Üç Fitil İplik Üretim Teknolojisi

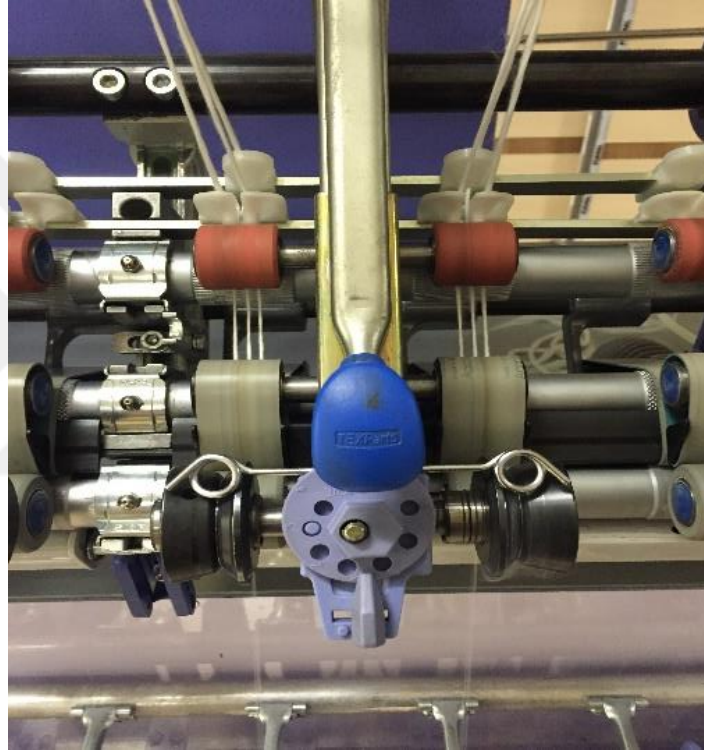
Üç fitil ipliklerinin üretim prensibi siro-spun iplikleri üretim prensibinde olduğu gibi, aynı anda birden fazla fitilin çekim bölgesine beslenmesi ve çekim bölgesini beraber terk ederek iplik yapısını oluşturması esasına dayanır (Şekil 2.6). Bu amaçla siro-spun eğirme sisteminden esinlenerek geleneksel ring eğirme sistemi üzerinde bir takım geliştirmeler yapılmıştır. Bu geliştirmelerden ilki siro-spun iplikçiliğinde de ikili olarak kullanılan fitil hunisi setine üçüncü bir fitil hunisinin eklenmesidir (Şekil 2.7). Daha sonra üçlü fitil hunisi seti iplik makinasına eklenerek üç fitil ipliği üretimi yapılmıştır (Şekil 2.8).



Şekil 2.6 Siro-spun eğirme sisteminde fitil hunisi ve iletici silindir



Şekil 2.7 Üçlü fitil hunisi yerleşimi



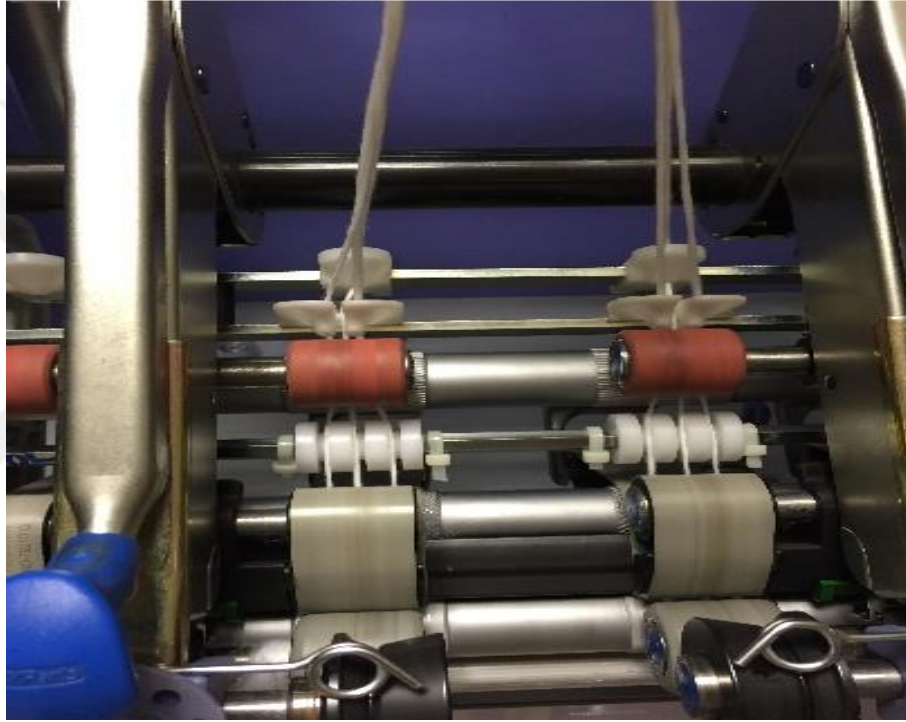
Şekil 2.8 Üçüncü fitil hunisinin ilave edildiği çekim sistemi

2.2.1.3 İletici Silindirli Üç Fitil İplik Üretim Teknolojisi

Aynı anda birden fazla fitilin çekim bölgesine beslenerek iplik üretiminin gerçekleştirildiği sistemlerde fitiller arası mesafenin iplik özelliklerini etkilediği literatürde görülmektedir. Bu bilgi göz önünde bulundurularak, geliştirilen yeni sistemde üç fitilin esas çekim sistemine daha kontrollü iletilmesini sağlamak için üç kanallı iletici silindir (Şekil 2.9) tasarlanmış ve çekim sistemine eklenmiştir (Şekil 2.10).



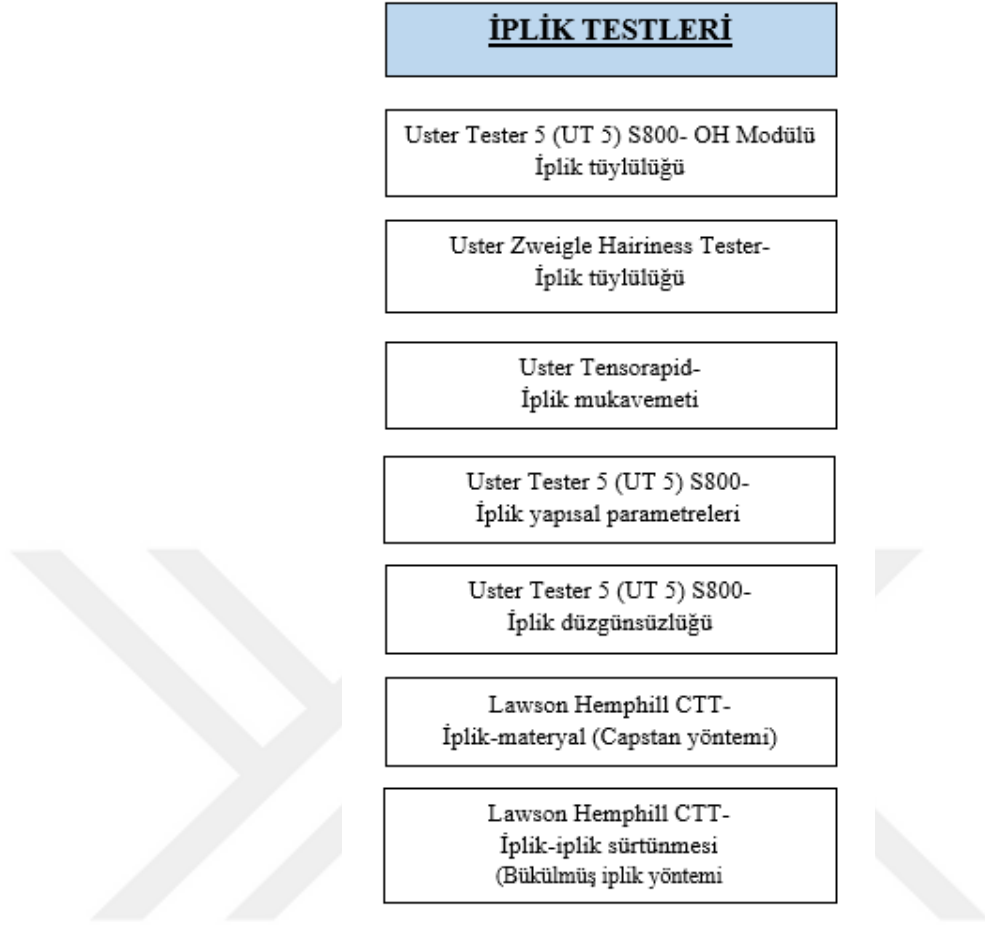
Şekil 2.9 Üç kanallı iletici silindir



Şekil 2.10 Üç kanallı iletici silindirin ilave edildiği çekim sistemi

2.2.2 İplik Testleri

Tez kapsamında üretilen ipliklerin tüylülük, kopma mukavemeti ve uzaması, düzgünlük, sık rastlanan hatalar, çap, yoğunluk, pürüzlülük, dairesellik, sürtünme gibi fiziksel, yapısal, mekanik ve yüzey özellikleri ölçülmüştür (Şekil 2.11).



Şekil 2.11 İplik testleri

2.2.2.1 Tüylülük Ölçümü

Tez kapsamında üretilen ipliklerin tüylülükleri Uster Tester 5 S800 OH modülü ve Uster Zweigle Hairiness Tester 5 cihazı ile ölçülmüştür.

Uster Tester 5 S800 ile ipliklerin H ve sh değerleri ölçülmüştür. Her bir iplik tipine ait 5 adet bobinin tüylülük ölçümleri 400 m/dk test hızında ve toplam 2,5 dk süre ile gerçekleştirilmiştir.

Uster Zweigle Hairiness Tester 5 ile ipliklerin S3 ve S1+2 değerleri ölçülmüştür. Her bir iplik tipine ait 5 adet bobinin tüylülük ölçümleri 50 m/dk test hızında ve toplam 4 dk süre ile gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2.8’de tüylülük ölçümlerine ait parametreler ve tanımları özetlenmiştir.

Tablo 2.8 Tüylülük ölçüm parametreleri ve birimleri

Cihaz	Parametre	Tanım	Birim
Uster Tester 5 S800	H	1 cm uzunluğunda çıkıntı yapan liflerin toplam uzunluğu	cm (1 cm iplik boyunca toplam tüy uzunluğu)
Uster Tester 5 S800	sh	Ölçüm uzunluğundaki tüylülüğün standart sapması	cm
UZHT5	S3	Tüylülüğe neden olan uzun lifler	adet / 100 m
UZHT5	S1+2	Tüylülüğe neden olan kısa lifler	adet / 100 m

2.2.2.2 Mukavemet Ölçümü

İpliklerin kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri Uster Tensorapid 4 ile ölçülmüştür. Her bir tip iplik için 5 adet bobinden 5000 mm/dk hız ile 500 mm ölçüm uzunluğunda 10’ar adet kopma mukavemeti testi gerçekleştirilmiştir.

2.2.2.3 Düzgünsüzlük ve Diğer Yapısal Özelliklerin Ölçümü

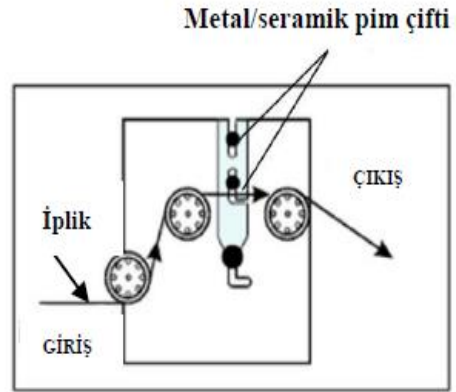
İpliklerin düzgünsüzlük, sık rastlanan hatalar, optik düzgünsüzlük, çap, yoğunluk, pürüzlülük ve dairesellik değerleri Uster Tester 5 S800 ile ölçülmüştür. Her bir iplik tipine ait 5 adet bobinin ölçümleri 400 m/dk test hızında ve 2,5 dk süre ile gerçekleştirilmiştir. . Uster Tester 5 S800 ile ölçülen parametreler ve birimleri Tablo 2.9’da yer almaktadır.

Tablo 2.9 Uster Tester 5’de ölçülen parametreler ve birimleri

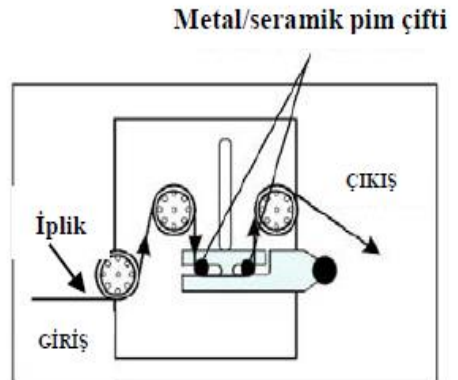
Terim	Açıklaması
CVm (%)	Kapatif düzgünsüzlük
İnce yer (-%50 /km), Kalın yer (+%50 /km) Neps (+%200 /km, +%280 /km)	Sık rastlanan hatalar
2DØ (mm)	İki boyutlu çap
CV2D 8 mm (%)	Optik düzgünsüzlük (Ölçüm uzunluğu: 8 mm)
CV2D 0.3 mm (%)	Optik düzgünsüzlük (Ölçüm uzunluğu: 0,3 mm)
CV FS (%)	İplik pürüzlülüğü ile ilgili terim
Dairesellik (Şekil) (Birimsiz)	1: dairesel - 0,5: elips
Yoğunluk (D) (g/cm ³)	İplik yoğunluğu

2.2.2.4 Sürtünme Ölçümü

İplik sürtünmesi testleri Lawson Hemphill CTT (Constant Tension Transport) İplik Sürtünmesi Test Cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir iplik tipine ait 5 adet bobin test edilmiş ve sürtünme testleri 100 m/dk sabit hız altında 4 dk süre ile iplik-iplik, iplik-metal ve iplik-seramik olmak üzere üç farklı sürtünme yüzeyi kullanılarak yapılmıştır. İplik sürtünmesi testlerinin tamamında giriş gerginliği 30 cN olarak ayarlanmıştır. PES liflerinden üretilen ipliklerde iplik-iplik sürtünme testleri 100 m/dk test hızı ile yapıldığında sürekli olarak iplik kopuşları gerçekleşmiştir. Bu nedenle PES ipliklerde iplik-iplik sürtünme testleri 20 m/dk hızla yapılmıştır. Şekil 2.12 ve Şekil 2.13'te ipliğin iplik-metal ve iplik-seramik testi öncesinde ve test sırasında izlediği yol görülmektedir.

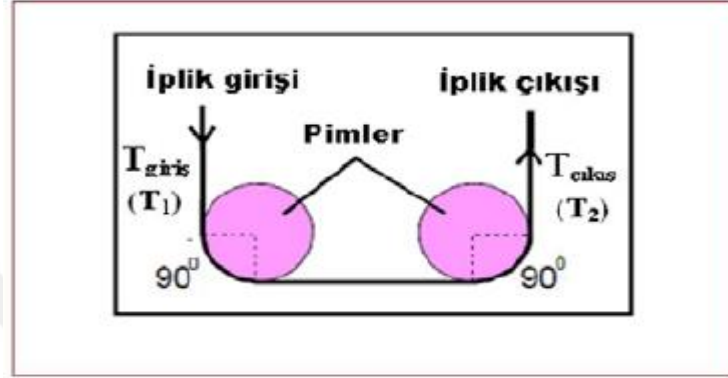


Şekil 2.12 İplik-materyal sürtünmesi testi öncesi ipliğin konumu (Lawson Hemphill CTT, 2008).



Şekil 2.13 İplik-materyal sürtünmesi sırasında ipliğin konumu (Lawson Hemphill CTT, 2008).

Sürtünme testlerinin ölçüldüğü cihaz ipliklerin giriş ve çıkış gerginliklerini ve toplam sarım açısını dikkate alarak sürtünme katsayısını hesaplamaktadır. Toplam sarım açısı (180°) şematik olarak şekil 2.14'te gösterilmektedir. Cihaz yazılımı iplik materyal (iplik-metal ve iplik-seramik) sürtünme katsayılarını Capstan formülünü (Eşitlik 2.1) kullanarak hesaplamaktadır.



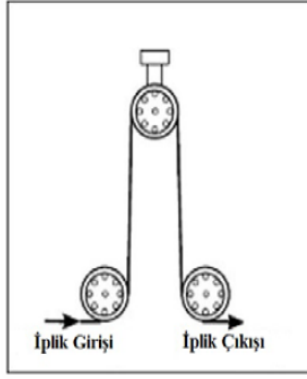
Şekil 2.14 İplik-metal sürtünmesinde toplam sarım açısı (Lawson Hemphill CTT, 2008)

$$T_2 = T_1 \cdot e^{\mu\theta} \quad (2.1)$$

Eşitlik 2.1'de T_2 çıkış gerginliğini (mN, cN, gf), T_1 giriş gerginliğini (mN, cN, gf) ve θ sarım açısını (rad) ifade etmektedir.

İplik-iplik sürtünmesi testleri sırasında ipliğin saat ibrelerinin tersi yönde 3 tur attırılması ile ölçüm gerçekleştirilmektedir (ASTM D 3412-01). Bu şekilde standartta istenen 900°'lik sarım açısı elde edilir. Dikey ve yatay ayarlama yapan vidalar sayesinde ipliklerin bütün testlerde aynı nokta üzerinde birbirine temas etmesi ve tepe noktası açısının 35° olması sağlanır. Şekil 2.15'te iplik-iplik sürtünmesi testi için hazırlık aşaması ve ipliğin geçiş şekli görülmektedir. Cihazın yazılımı girişi ve çıkış gerginliği değerlerini, ipliğin kendi üzerinde attığı tur sayısını ve iplikler arasındaki açıyı dikkate alarak iplik-iplik sürtünme katsayısını hesaplamaktadır (Eşitlik 2.2).

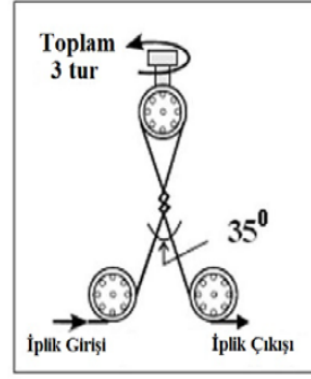
İpliğin konumu (Test öncesi)



(a)

Test öncesinde iplik-iplik teması yoktur.

İpliğin konumu (Test sırasında)



(b)

İplik, testin yapılabilmesi için saat ibrelerinin tersi yönünde üç tur döndürülerek temas ettirilir.

Şekil 2.15 İplik-iplik sürtünme testlerinde ipliğin konumu (a) test öncesi (b) test sırasında (Lawson Hemphill CTT, 2008)

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

Eşitlik 2.2’de μ iplik-iplik sürtünmesini, T_2 çıkış gerginliğini, T_1 giriş gerginliğini, β iplikler arasındaki açıyı (radyan), n ise ipliğin kendi üzerinde attığı tur sayısını ($n=3$) göstermektedir.

2.2.3 Sonuçların Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında üretilen ipliklere ait ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi için IBM SPSS Statistics 23 ve Microsoft Office Excel 2013 kullanılmıştır.

Farklı eğirme sistemlerinde üretilen ipliklerin özelliklerinin incelenmesi amacıyla $\alpha = 0,05$ önem seviyesinde ANOVA varyans analizi yapılmış ve güven aralığı grafikleri oluşturmuştur. Sonuçların değerlendirilmesinde özelliklere ait ortalama değerlerden, ANOVA varyans analizi sonuçlarından, ikili karşılaştırma (pairwise comparison) tablolarından ve güven aralığı grafiklerinden yararlanılmıştır.

BÖLÜM ÜÇ

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu tez çalışması kapsamında büküm iplikçiliği prensibinden esinlenerek üç fitilden iplik üretimi olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla, geleneksel ring iplik makinası üzerinde bir takım eklentiler yapılmıştır. Bu eklentiler sırasıyla siro-spun iplikçilikte bulunan fitil hunisi sayısının ikiden üçe çıkarılması ve üç kanallı iletici silindirin esas çekim bölgesinden önce yerleştirilmesidir. Yapılan çalışma içerisinde üç fitil ve iletici silindirli üç fitil iplikleri üretilmiş ve bu ipliklerin özellikleri geleneksel yöntem ile üretilen üç katlı iplikler ile karşılaştırılmıştır.

Çalışmada, doğal elyaf grubundan pamuk, rejenere elyaf grubundan Tencel, sentetik elyaf grubundan poliester ve mikro elyaf grubundan mikro Modal lifleri kullanılmıştır. Seçilen elyaf gruplarından büküm katsayısı $\alpha_e = 3,4$ olan ve Ne 60/3 numaralı iplikler üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil olarak üretilmiştir. Üretilen iplikler tüylülük, kopma mukavemeti, kopma uzaması, düzgünsüzlük, sık rastlanan hatalar, çap, yoğunluk, pürüzlülük, dairesellik, iplik-metal, iplik-seramik ve iplik-iplik sürtünme katsayısı değerleri göz önünde bulundurularak karşılaştırılmıştır. Eğirme sisteminin incelenen özellikler üzerindeki etkisini analiz etmek amacıyla $\alpha = 0,05$ için varyans analizleri yapılmış ve %95 güven aralığı grafiklerinden yararlanılmıştır.

3.1 Tüylülük

Üretilen üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerinin tüylülük değerleri Uster Tester 5 ve Uster Zweigle Hairiness Tester 5 cihazlarında ölçülmüştür.

3.1.1 Uster Tester 5 Değerleri (H ve sh)

Pamuk, Tencel, poliester ve mikro Modal liflerinden üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil olarak üretilen ipliklerin tüylülük (H) ve tüylülük değişimi (sh) değerleri Tablo 3.1’de ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.2’de verilmiştir. Bu değerlere ait güven aralığı grafikleri de Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’de yer almaktadır.

Tablo 3.1 Üç katlı, üç fitil ve iletilci silindirli üç fitil ipliklerin tüylülük (H ve sh) değerleri

Eğirme Teknolojisi	Hammadde	H	sh
Üç Katlı	Pamuk	7,696	2,140
	Tencel	8,038	2,446
	PES	7,348	2,078
	Mikro Modal	7,486	2,136
Üç Fitil	Pamuk	5,644	1,382
	Tencel	5,912	1,244
	PES	5,708	1,284
	Mikro Modal	6,364	1,36
Üç Fitil (İletici Silindirli)	Pamuk	5,266	1,302
	Tencel	5,744	1,216
	PES	5,212	1,156
	Mikro Modal	5,986	1,324

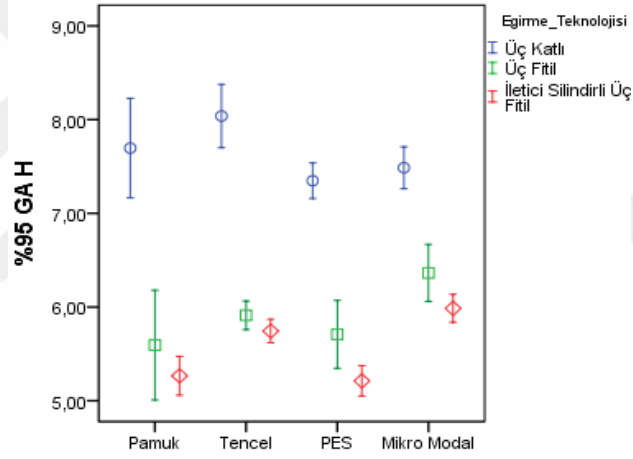
Tablo 3.2 Üç katlı, üç fitil ve iletilci silindirli üç fitil ipliklerin tüylülük (H ve sh) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Pamuk	H	17,385	2	8,692	60,101	0,000
	sh	2,139	2	1,069	94,940	0,000
Tencel	H	16,351	2	8,175	247,191	0,000
	sh	4,931	2	2,465	378,517	0,000
PES	H	12,497	2	6,248	149,472	0,000
	sh	2,495	2	1,247	302,283	0,000
Mikro Modal	H	6,086	2	3,043	85,370	0,000
	sh	2,105	2	1,052	170,559	0,000

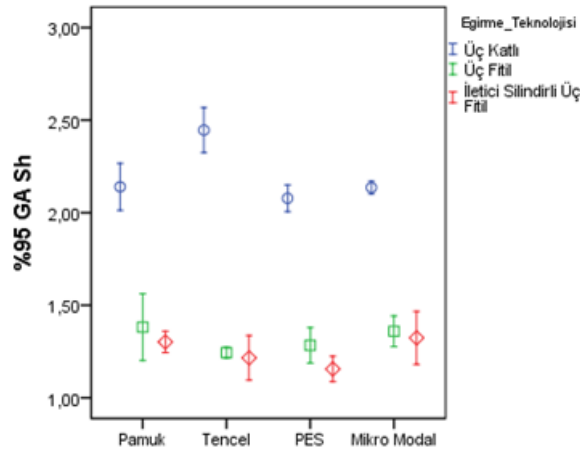
Eğirme sistemleri açısından bir değerlendirme yapıldığında, eğirme sisteminin hem tüylülük (H) ve hem de tüylülük değişimi (sh) üzerinde etkisi tüm elyaf grupları için istatistiksel açıdan önemlidir (Tablo 3.2). Bu değerlerin üç katlı olarak üretilen ipliklerde daha yüksek, üç fitil olarak üretilen ipliklerde ise daha düşük olduğu görülmektedir (Tablo 3.1, Şekil 3.1, Şekil 3.2). Tüylülük değerlerinin (H ve sh) üç fitil ipliklerinde daha düşük olması, bu eğirme sistemlerinde katlı ipliklere göre daha az işlem kademesi olmasıyla açıklanabilir. Bu durum literatürle de paraleldir. Literatür incelendiğinde, genel olarak siro-spun ipliklerinin tüylülük değerlerinin de iki katlı ipliklere göre daha düşük olduğu görülmektedir (Cheng ve Yuen, 1997; Sun ve Cheng

2000; Üte ve Kadoğlu, 2013). Ek olarak, tüylülük (H) ve tüylülük değişimi (sh) değerleri ilecti silindirli üç fitil ipliklerinde en düşüktür (Tablo 3.1, Şekil 3.1, Şekil 3.2). Bu sonuçlardan yola çıkılarak ilecti silindir kullanımıının tüylülük üzerinde olumlu etkisi olduğu söylenebilir.

Sonuçlar ikili olarak değerlendirilirse, üç katlı iplikler ile üç fitil ve ilecti silindirli üç fitil iplikleri arasında tüylülük (H) ve tüylülük değişimi (sh) değerleri için tüm lif gruplarında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu görülmektedir. Bununla beraber, üç fitil ve ilecti silindirli üç fitil eğirme yöntemleriyle üretilen ipliklerin tüylülük (H) ve tüylülük değişimi (sh) değerleri arasında genel olarak anlamlı farklar bulunmamaktadır (Şekil 3.1, Şekil 3.2, Tablo 3.3, Tablo 3.4).



Şekil 3.1 Üç katlı, üç fitil ve ilecti silindirli üç fitil ipliklerin tüylülük (H) değerleri için %95 güven aralıkları



Şekil 3.2 Üç katlı, üç fitil ve ilecti silindirli üç fitil ipliklerin tüylülük değişimi (sh) değerleri için %95 güven aralıkları

Tablo 3.3 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindri üç fitil eğirme sistemlerinde üretilen ipliklerin tüylülük (*H*) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

Hammadde	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Pamuk	Üç Katlı – Üç Fitil	2,102	0,241	0,000
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	2,430	0,241	0,000
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,328	0,241	0,198
Tencel	Üç Katlı – Üç Fitil	2,126	0,115	0,000
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	2,294	0,115	0,000
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,168	0,115	0,170
PES	Üç Katlı – Üç Fitil	1,640	0,129	0,000
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	2,136	0,129	0,000
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,496	0,129	0,002
Mikro Modal	Üç Katlı – Üç Fitil	1,122	0,119	0,000
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	1,500	0,119	0,000
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,378	0,119	0,008

Tablo 3.4 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindri üç fitil ipliklerin tüylülük değişimi (*sh*) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

Hammadde	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Pamuk	Üç Katlı – Üç Fitil	0,758	0,067	0,000
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	0,838	0,067	0,000
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,080	0,067	0,256
Tencel	Üç Katlı – Üç Fitil	1,202	0,051	0,000
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	1,230	0,051	0,000
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,028	0,051	0,593
PES	Üç Katlı – Üç Fitil	0,794	0,041	0,000
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	0,922	0,041	0,000
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,128	0,041	0,008
Mikro Modal	Üç Katlı – Üç Fitil	0,776	0,050	0,000
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	0,812	0,050	0,000
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,036	0,050	0,483

3.1.2 Uster Zweigle Hairiness Tester 5 Değerleri (S3 ve SI+2)

Pamuk, Tencel, poliester ve mikro Modal liflerinden üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil olarak üretilen ipliklerin tüylülük (S3 ve SI+2) değerleri Tablo 3.5'te ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir. Bu değerlere ait güven aralığı grafikleri de Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te yer almaktadır.

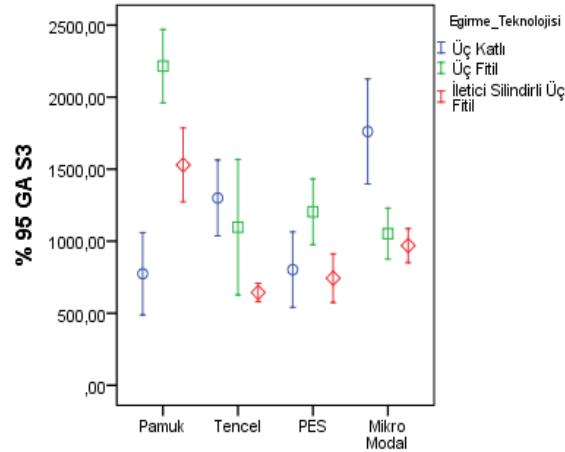
Tablo 3.5 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin tüylülük (S3 ve SI+2) değerleri

Eğirme Teknolojisi	Hammadde	S3	SI+2
Üç Kath	Pamuk	773,9	16364,0
	Tencel	1299,4	22385,2
	PES	802,52	20697,72
	Mikro Modal	1761,3	25313,24
Üç Fitil	Pamuk	2215,4	23601,8
	Tencel	1097,4	13485,1
	PES	1204,2	19129,0
	Mikro Modal	1052,4	17900,7
Üç Fitil (İletici Silindirli)	Pamuk	1529,3	20193,1
	Tencel	643,9	12991,5
	PES	743,5	17057,7
	Mikro Modal	969,8	20259,9

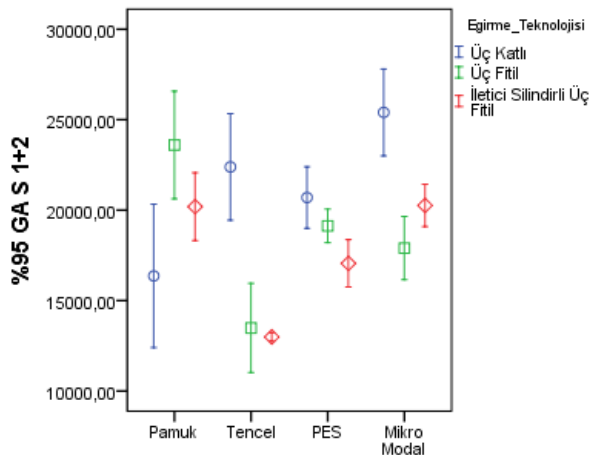
Tablo 3.6 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin tüylülük (S3 ve SI+2) değerleri için varyans analizi

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Pamuk	S3	5198807,700	2	2599403,850	56,668	0,000
	SI+2	131111652,233	2	65555826,117	10,812	0,002
Tencel	S3	1126910,833	2	563455,417	8,851	0,004
	SI+2	279495034,433	2	139747517,217	43,656	0,000
PES	S3	628457,788	2	314228,894	9,736	0,003
	SI+2	33334852,881	2	16667426,441	14,074	0,001
Mikro Modal	S3	1893057,033	2	946528,517	24,634	0,000
	SI+2	147102152,9	2	2201312,059	33,412	0,000

Tablo 3.6 incelendiğinde, eğirme sisteminin tüm hammadde gruplarında üretilen ipliklerin tüylülük ($S3$ ve $S1+2$) değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, ikili karşılaştırmalar tabloları (Tablo 3.7 ve Tablo 3.8) ve güven aralığı grafikleri (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4) incelendiğinde H ve sh değerleri için yapılan yorumların burada yapılamayacağı ortaya çıkmaktadır. Üç katlı ipliklerle üç fitil ipliklerinin tüylülükleri karşılaştırıldığında farklı hammadde grupları için farklı durumların ortaya çıktığı görülmektedir. Bu sonucun, $S3$ ve $S1+2$ değerlerinin farklı bir tüylülük ölçümü yaklaşımıyla belirlenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak, üç fitil iplikleriyle iletili silindirli üç fitil iplikleri karşılaştırıldığında, H ve sh değerleri açısından yapılan yorumlar burada da geçerlidir. İletici silindir kullanılması ile ipliklerin $S3$ ve $S1+2$ değerlerinin azaldığı görülmektedir.



Şekil 3.3 Üç katlı, üç fitil ve iletili silindirli üç ipliklerinin tüylülük ($S3$) değerleri için %95 güven aralıkları



Şekil 3.4 Üç katlı, üç fitil ve iletili silindirli üç ipliklerinin tüylülük ($S1+2$) değerleri için %95 güven aralıkları

Tablo 3.7 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin tüylülük (S3) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

Hammadde	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Pamuk	Üç Katlı – Üç Fitil	1441,500	135,456	0,000
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	755,400	135,456	0,000
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	686,100	135,456	0,000
Tencel	Üç Katlı – Üç Fitil	202,000	159,572	0,230
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	655,500	159,572	0,001
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	453,500	159,572	0,015
PES	Üç Katlı – Üç Fitil	401,680	113,620	0,004
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	59,020	113,620	0,613
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	460,700	113,620	0,002
Mikro Modal	Üç Katlı – Üç Fitil	708,900	123,973	0,000
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	791,500	123,973	0,000
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	82,600	123,973	0,518

Tablo 3.8 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerinin tüylülük (S 1+2) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

Hammadde	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Pamuk	Üç Katlı – Üç Fitil	7237,800	1557,321	0,001
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	3829,100	1557,321	0,030
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	3408,700	1557,321	0,049
Tencel	Üç Katlı – Üç Fitil	8900,100	1131,569	0,000
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	9393,700	1131,569	0,000
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	493,600	1131,569	0,670
PES	Üç Katlı – Üç Fitil	1568,720	688,254	0,042
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	3640,020	688,254	0,000
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	2071,300	688,254	0,011
Mikro Modal	Üç Katlı – Üç Fitil	7500,700	938,363	0,000
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	5141,490	938,363	0,000
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	2359,210	938,363	0,027

3.2 Mekanik Özellikler

Çalışma kapsamında üretilen ipliklere ait kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri Tablo 3.9’da ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.10’da verilmiştir.

Tablo 3.9 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil eğirme sistemlerinde üretilen ipliklerin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri

Eğirme Teknolojisi	Hammadde	Kopma Mukavemeti (cN)	Kopma Uzaması (%)
Üç Katlı	Pamuk	463,978	5,8198
	Tencel	834,952	10,319
	PES	901,484	12,5222
	Mikro Modal	711,386	10,2592
Üç Fitil	Pamuk	462,064	6,3202
	Tencel	879,518	10,4984
	PES	918,282	12,476
	Mikro Modal	702,408	10,0896
Üç Fitil (İletici Silindirli)	Pamuk	442,594	6,2702
	Tencel	872,51	10,2598
	PES	912,028	12,4378
	Mikro Modal	723,932	10,0168

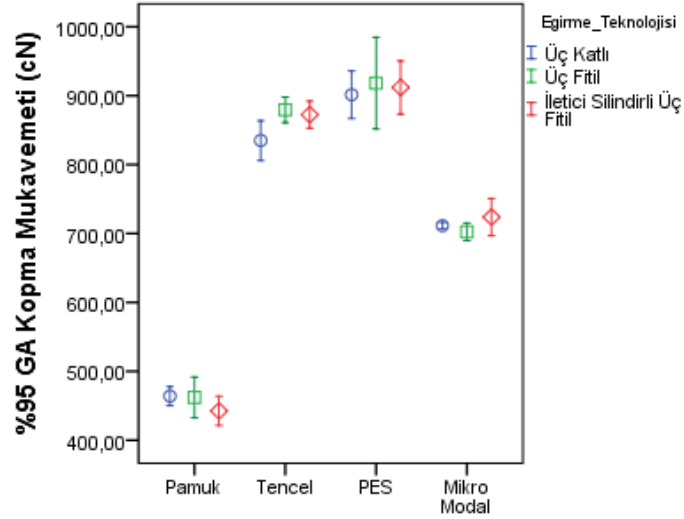
Tablo 3.10 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil eğirme sistemlerinde üretilen ipliklerin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Pamuk	Kopma Mukavemeti (cN)	1400,033	2	700,016	2,141	0,160
	Kopma Uzaması (%)	0,760	2	0,380	10,602	0,002
Tencel	Kopma Mukavemeti (cN)	5743,073	2	2871,536	8,479	0,005
	Kopma Uzaması (%)	0,154	2	0,077	2,188	0,155
PES	Kopma Mukavemeti (cN)	720,769	2	360,384	0,234	0,795
	Kopma Uzaması (%)	0,018	2	0,009	0,081	0,923
Mikro Modal	Kopma Mukavemeti (cN)	1168,815	2	584,408	2,925	0,092
	Kopma Uzaması (%)	0,155	2	0,077	1,609	0,240

Varyans analizi sonuçları (Tablo 3.10) incelendiğinde, genel olarak eğirme sisteminin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir fark yaratmadığı görülmektedir.

3.2.1 Kopma Mukavemeti

Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerine ait kopma mukavemeti (cN) değerleri için ikili karşılaştırmalar tablosu Tablo 3.11’de ve bu değerlere ait güven aralığı grafikleri Şekil 3.5’te verilmektedir. Tablo 3.11 incelendiğinde, Tencel liflerinden üretilen iplikler hariç üç katlı iplikler ile üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin kopma mukavemeti (cN) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir. Ek olarak, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil iplikleri karşılaştırıldığında da mukavemet (cN) açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Literatür incelendiğinde, iki katlı ipliklerle siro-spun ipliklerinin mukavemetleri arasında önemli farklar olmadığı görülmektedir. Bununla birlikte, farklı hammaddelerden üretilen siro-spun ipliklerinin özelliklerini inceleyen çalışmalarda iplik mukavemetinin önemli ölçüde lifler arası kohezyon kuvvetleri tarafından belirlendiği görülmektedir (Gokarneshan ve ark., 2006). Buradan yola çıkarak, üç fitilden üretilen Tencel ipliklerinin mukavemet değerlerinin üç katlılara göre daha yüksek olmasının başlıca nedeninin Tencel liflerinin fibriler yapısından kaynaklanan kohezyon kuvvetleri olduğu düşünülmektedir. Yeni bir sistem olarak sunulan üç fitil eğirme sistemlerinde fitillerin daha kontrollü çekim sistemine beslenmesi ve fitiller arası optimum mesafenin belirlenmesi ile daha mukavemetli iplikler üretilebileceği de düşünülmektedir.



Şekil 3.5 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin kopma mukavemeti (cN) değerleri için %95 güven aralıkları

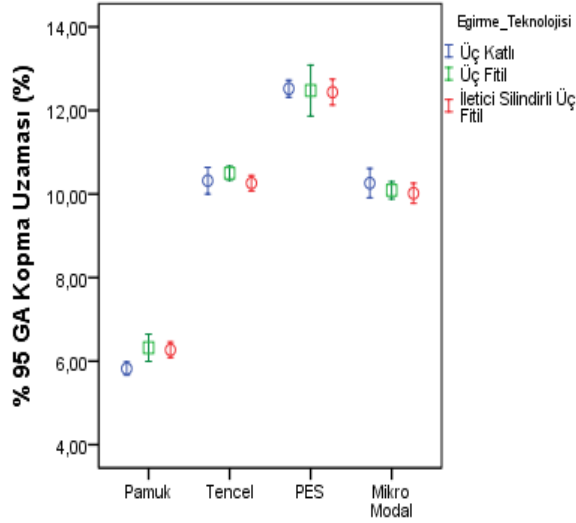
Tablo 3.11 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil eğirme sistemlerinde üretilen ipliklerin kopma mukavemeti (cN) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

Hammadde	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Pamuk	Üç Katlı – Üç Fitil	1,914	11,435	0,870
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	21,384	11,435	0,086
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	19,470	11,435	0,114
Tencel	Üç Katlı – Üç Fitil	44,566	11,639	0,002
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	37,558	11,639	0,007
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	7,008	11,639	0,558
PES	Üç Katlı – Üç Fitil	16,798	24,810	0,511
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	10,544	24,810	0,678
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	6,254	24,810	0,805
Mikro Modal	Üç Katlı – Üç Fitil	8,978	8,940	0,335
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	12,546	8,940	0,186
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	21,524	8,940	0,033

3.2.2 Kopma Uzaması

Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerinin kopma uzaması (%) değerlerine ait ikili karşılaştırmalar tablosu Tablo 3.12’de ve bu üç sistemde üretilen

ipliklerin %95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.6’da verilmiştir. Eğirme teknolojisinin kopma uzaması (%) üzerine etkileri incelendiğinde, genel olarak tüm sistemler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı görülmektedir.



Şekil 3.6 Üç katlı, üç fitil ve iletilci silindirli üç fitil ipliklerin kopma uzaması (%) değerleri için %95 güven aralıkları

Tablo 3.12 Üç katlı, üç fitil ve iletilci silindirli üç fitil ipliklerin kopma uzaması (%) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

Hammadde	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Pamuk	Üç Katlı – Üç Fitil	0,500	0,120	0,001
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	0,450	0,120	0,003
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,050	0,120	0,684
Tencel	Üç Katlı – Üç Fitil	0,179	0,119	0,157
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	0,059	0,119	0,627
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,239	0,119	0,068
PES	Üç Katlı – Üç Fitil	0,046	0,210	0,829
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	0,084	0,210	0,695
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,038	0,210	0,859
Mikro Modal	Üç Katlı – Üç Fitil	0,170	0,139	0,245
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	0,242	0,139	0,106
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,073	0,139	0,609

3.3 Düzgünsüzlük

Pamuk, Tencel, poliester ve Mikro Modal liflerinden üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil olarak üretilen ipliklerin düzgünsüzlük ($\%CVm$) ve optik düzgünsüzlük ($\%CV2D$) değerleri Tablo 3.13'te ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.14'te verilmiştir.

Tablo 3.13 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin düzgünsüzlük ($\%CVm$) ve optik düzgünsüzlük ($\%CV2D$ 8mm) değerleri

Eğirme Teknolojisi	Hammadde	Düzgünsüzlük ($\% CVm$)	Optik düzgünsüzlük ($\%CV2D$ 8mm)
Üç Katlı	Pamuk	11,16	9,648
	Tencel	10,376	8,372
	PES	10,98	9,34
	Mikro Modal	9,238	7,512
Üç Fitil	Pamuk	11,904	9,436
	Tencel	9,976	7,574
	PES	11,762	9,252
	Mikro Modal	9,74	8,206
Üç Fitil (İletici Silindirli)	Pamuk	13,92	10,264
	Tencel	10,32	7,846
	PES	12,04	8,716
	Mikro Modal	10,158	8,54

Üç farklı eğirme sisteminde üretilen ipliklerin düzgünsüzlükleri karşılaştırıldığında, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük ($\%CVm$) değerlerinin üç katlı ipliklere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bununla beraber üretilen ipliklerin optik düzgünsüzlük ($\%CV2D$) değerleri incelendiğinde ise Tencel liflerinden üretilen iplikler hariç üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerinin üç katlı ipliklere göre daha yüksek değerlere sahip oldukları görülmektedir (Tablo 3.13).

Tablo 3.14 genel anlamda incelendiğinde düzgünsüzlük ($\%CVm$) ve optik düzgünlük ($\%CV2D$) değerleri açısından, üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil eğirme sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu görülmektedir.

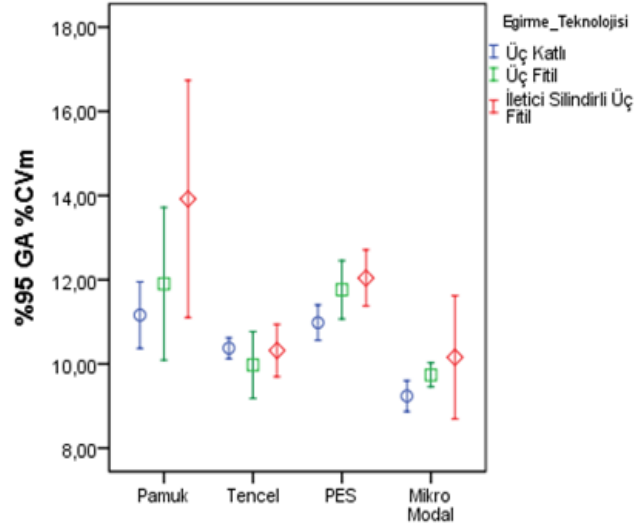
Tablo 3.14 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin düzgünlük (%CVm) ve optik (%CV2D 8mm) düzgünlük değerleri için varyans analizi

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Pamuk	%CVm	20,392	2	10,196	3,985	0,047
	%CV2D (8mm)	1,850	2	0,925	1,192	0,337
Tencel	%CVm	0,047	2	0,235	1,011	0,393
	%CV2D (8mm)	1,646	2	0,823	7,344	0,008
PES	%CVm	3,021	2	1,510	6,334	0,013
	%CV2D (8mm)	1,155	2	0,578	0,539	0,597
Mikro Modal	%CVm	2,122	2	1,061	2,083	0,167
	%CV2D (8mm)	3,451	2	1,725	5,078	0,025

3.3.1 Düzgünlük (%CVm)

Çalışma kapsamında üretilen ipliklerin düzgünlük (%CVm) değerlerinin ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 3.15'te ve bu değerlere ait %95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.7'de verilmektedir.

Tablo 3.15 incelendiğinde üç katlı iplikler ile üç fitil ipliklerinin düzgünlük (%CVm) değerleri arasında genellikle istatistiksel olarak anlamlı farklar vardır. Literatür incelendiğinde, geleneksel ipliklerin siro-spun ipliklere göre daha iyi düzgünlük değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Sun ve Cheng, 2000; Üte ve Kadioğlu, 2009). Bununla beraber, aynı anda iki fitilin çekim sistemine beslenerek iplik üretiminin yapıldığı siro-spun teknolojisinde, fitiller arası mesafe ve eğirme üçgeni yapısı iplik düzgünlüğü üzerinde etkilidir (Miao ve ark.; Lawrence, 2003; Gowda ve ark., 2004; Carisconi ve ark., 2002). Yeni bir eğirme teknolojisi olarak sunulan üç fitil iplikçiliğinde fitiller arası mesafenin ve eğirme üçgeninin kontrol edilmesiyle daha iyi düzgünlük değerlerine sahip iplik üretilebileceği düşünülmektedir.



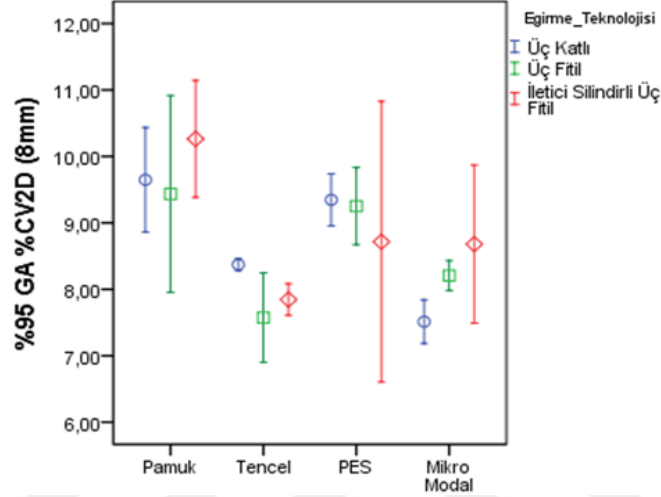
Şekil 3.7 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin düzgünlük (%Cvm) değerleri için %95 güven aralıkları

Tablo 3.15 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin düzgünlük (%Cvm) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

Hammadde	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Pamuk	Üç Katlı – Üç Fitil	0,744	1,012	0,476
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	2,760	1,012	0,018
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	2,016	1,012	0,070
Tencel	Üç Katlı – Üç Fitil	0,400	0,305	0,214
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	0,056	0,305	0,857
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,344	0,305	0,281
PES	Üç Katlı – Üç Fitil	0,782	0,309	0,026
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	1,060	0,309	0,005
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,278	0,309	0,386
Mikro Modal	Üç Katlı – Üç Fitil	0,502	0,451	0,288
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	0,920	0,451	0,064
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,418	0,451	0,373

3.3.2 Optik Düzgünsüzlük(%CV2D 8mm)

Pamuk, Tencel, PES ve mikro Modal liflerinden üretilen ipliklerin optik düzgünsüzlük değerlerine (%CV2D 8mm) ait ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 3.16'da yer almaktadır. Bu değerlere ait güven aralığı grafikleri Şekil 3.8'de verilmiştir.



Şekil 3.8 Üç katlı, üç fitil ve iletili silindirli üç fitil ipliklerin optik düzgünsüzlük (% CV2D) değerleri için %95 güven aralıkları

Tablo 3.16 Üç katlı, üç fitil ve iletili silindirli üç fitil ipliklerin optik düzgünsüzlük (%CV2D) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

Hammadde	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Pamuk	Üç Katlı – Üç Fitil	0,212	0,557	0,710
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	0,616	0,557	0,291
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,828	0,557	0,163
Tencel	Üç Katlı – Üç Fitil	0,798	0,212	0,003
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	0,526	0,212	0,029
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,272	0,212	0,223
PES	Üç Katlı – Üç Fitil	0,094	0,655	0,888
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	0,630	0,655	0,355
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,536	0,655	0,429
Mikro Modal	Üç Katlı – Üç Fitil	0,694	0,369	0,084
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	1,168	0,369	0,008
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,474	0,369	0,223

3.4 Sık Rastlanan Hatalar

Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil eğirme sistemlerinde üretilen ipliklere ait ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri Tablo 3.17’de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analizi tablosu Tablo 3.18’de yer almaktadır.

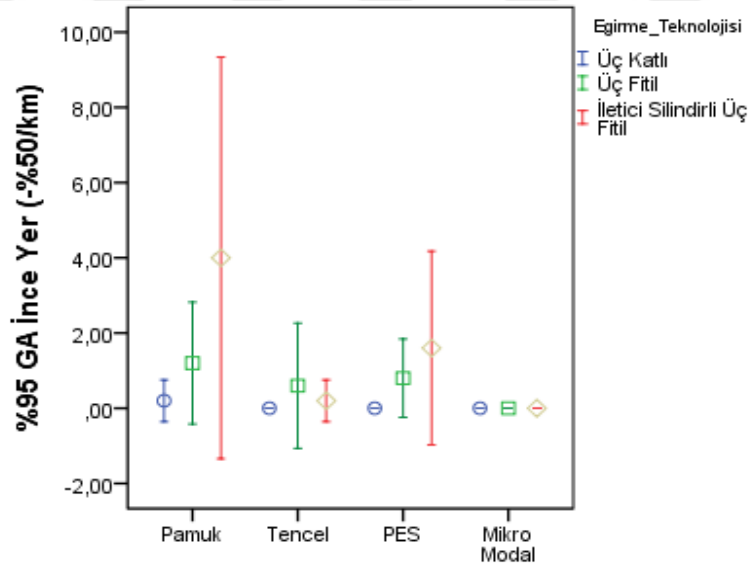
Üç fitil ve iletici silindirli üç fitil eğirme sistemlerinde üretilen ipliklerin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerlerinin üç katlı ipliklere göre genellikle daha yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 3.17, Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11). Birden fazla fitil kullanılarak iplik üretilen sistemlerde liflerin iplik yüzeyine bağlanması eğirme üçgeni açısına da bağlıdır (Miao, 1993). Aynı anda üç fitilin beslenerek üretimin yapıldığı sistemlerde eğirme üçgeninin sabit formda olmadığı, üçgenin tepe noktasının dolayısıyla da üçgeni oluşturan fitillerin uzunluğunun değiştiği ipliklerin üretimi esnasında belirlenmiştir. Çıkış silindirlerinden sonraki iplik oluşum noktasının kontrol edilmesinin daha iyi özelliklere sahip iplik kalitesi sağlayacağı düşünülmektedir.

Tablo 3.17 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin ince yer (-50%/km), kalın yer (+50%/km), neps (+%200/km) değerleri

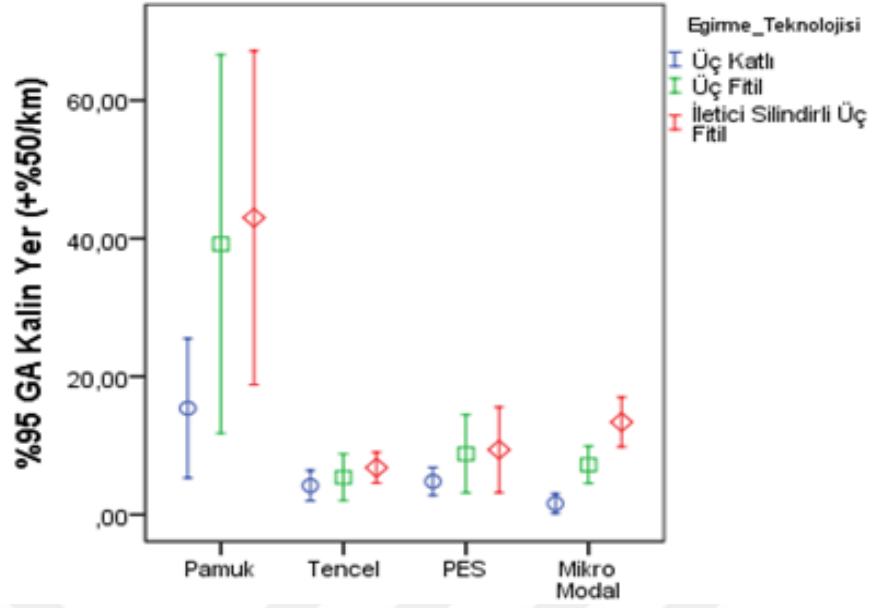
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	İnce yer (-%50/km)	Kalın yer (+%50/km)	Neps (+%200/km)
Üç Katlı	Pamuk	0,2	13,6	4,2
	Tencel	0	4,2	8,2
	PES	0	4,8	7,8
	Mikro Modal	0	1,6	3,6
Üç Fitil	Pamuk	1,8	52,2	19,6
	Tencel	0,6	5,4	6,6
	PES	0,8	8,8	6,2
	Mikro Modal	0	7,2	12
Üç Fitil (İletici Silindirli)	Pamuk	4	43	14,4
	Tencel	0,2	6,8	8,6
	PES	1,6	9,4	4,6
	Mikro Modal	0	11,2	19,4

Tablo 3.18 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli ipliklerin ince yer (-50%/km), kalın yer (+50%/km), neps (+200%/km) değerlerine için varyans analizi

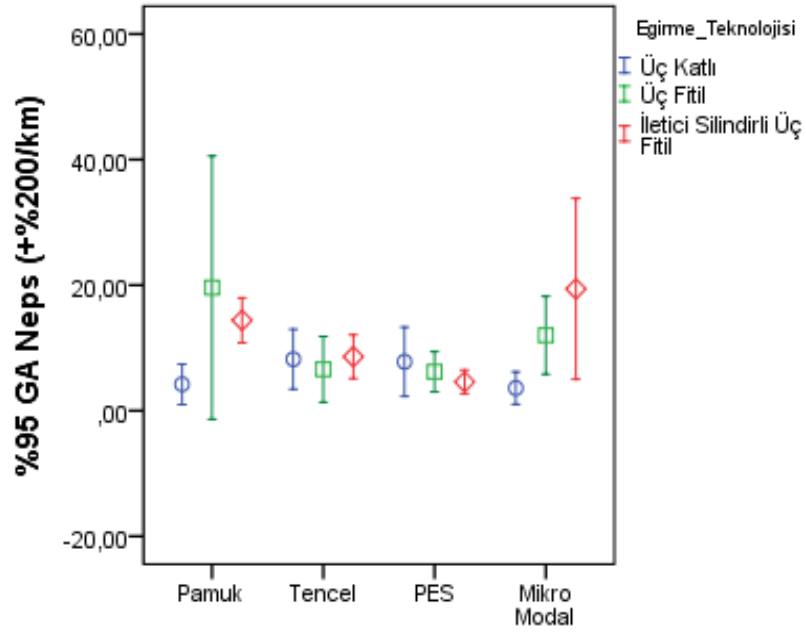
Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Pamuk	İnce Yer (-50%/km)	38,800	2	19,400	2,853	0,097
	Kalın Yer (+50%/km)	2237,133	2	1118,867	3,596	0,060
	Neps (+200%/km)	327,600	2	163,800	8,744	0,005
Tencel	İnce Yer (-50%/km)	0,933	2	0,467	0,700	0,516
	Kalın Yer (+50%/km)	16,933	2	8,467	1,854	0,199
	Neps (+200%/km)	11,200	2	5,600	0,417	0,668
PES	İnce Yer (-50%/km)	6,400	2	3,200	1,920	0,189
	Kalın Yer (+50%/km)	62,533	2	31,267	1,946	0,185
	Neps (+200%/km)	25,600	2	12,800	1,338	0,299
Mikro Modal	İnce Yer (-50%/km)	0,000	2	0,000	-	-
	Kalın Yer (+50%/km)	348,400	2	174,200	36,545	0,000
	Neps (+200%/km)	624,933	2	312,467	5,712	0,018



Şekil 3.9 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin ince yer (-50%/km) değerleri için %95 güven aralıkları



Şekil 3.10 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindri üç fitil ipliklerin kalın yer (+50%/km) değerleri için %95 güven aralıkları



Şekil 3.11 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindri üç fitil ipliklerin neps (+200%/km) değerleri için %95 güven aralıkları

3.5 Diğer Yapısal Özellikler

Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil eğirme sistemlerinde üretilen pamuk, Tencel, PES ve Mikro Modal ipliklerine ait çap ($2D\emptyset$ mm), yoğunluk (D g/cm³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (*shape*) değerleri Tablo 3.19’da verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analizi sonuçları da Tablo3.20’de yer almaktadır.

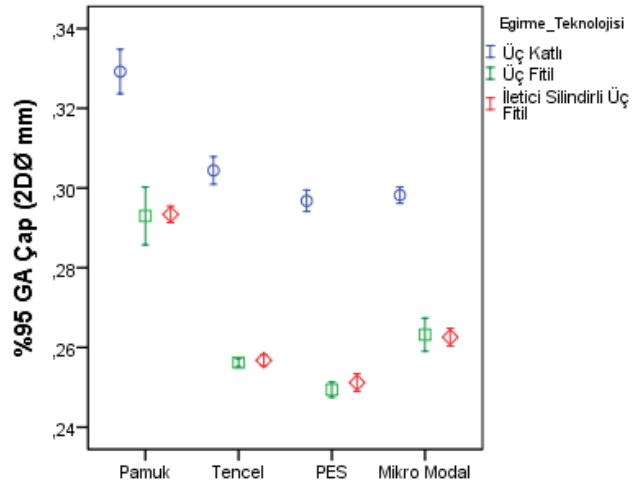
Tablo 3.19 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin iki boyutlu çap ($2D\emptyset$ mm), yoğunluk (D g/cm³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (*shape*) değerleri

Eğirme Teknolojisi	Hammadde	2D Çap (mm)	CVFS (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Şekil
Üç Katlı	Pamuk	0,3292	8,482	0,346	0,77
	Tencel	0,3044	8,38	0,406	0,714
	PES	0,2968	9,404	0,426	0,766
	Mikro Modal	0,2982	8,33	0,424	0,762
Üç Fitil	Pamuk	0,293	7,148	0,44	0,822
	Tencel	0,2562	5,95	0,5694	0,836
	PES	0,2494	6,81	0,602	0,848
	Mikro Modal	0,2632	7,538	0,542	0,818
Üç Fitil (İletici Silindirli)	Pamuk	0,2934	7,03	0,438	0,812
	Tencel	0,2568	5,916	0,572	0,834
	PES	0,2512	6,45	0,598	0,84
	Mikro Modal	0,2626	7,304	0,546	0,824

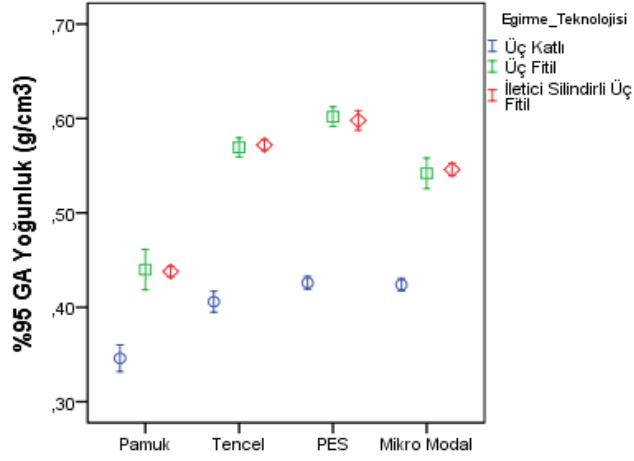
Çalışma kapsamında üretilen üç katlı ipliklerin çap ($2D\emptyset$ mm) ve pürüzlülük (D g/cm³) değerlerinin üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerine göre yüksek olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, üç katlı ipliklerin yoğunluk (D g/cm³) ve dairesellik (*shape*) değerleri üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerine göre daha düşüktür. Bununla beraber, çap ($2D\emptyset$ mm), yoğunluk (D g/cm³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (*shape*) değerleri açısından üç fitil ve iletici silindirli üç fitil iplikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmamaktadır (Tablo 3,19, Şekil 3.12-3.15). Tablo 3.23 incelendiğinde, eğirme sisteminin, ipliklerin çap ($2D\emptyset$ mm), yoğunluk (D g/cm³), pürüzlülük (%CVFS) ve dairesellik (*shape*) değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı fark yarattığı görülmektedir.

Tablo 3.20 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin iki boyutlu çap (2DØ mm), pürüzlülük (%CVFS) ve yoğunluk (g/cm³) değerlerine için varyans analizi

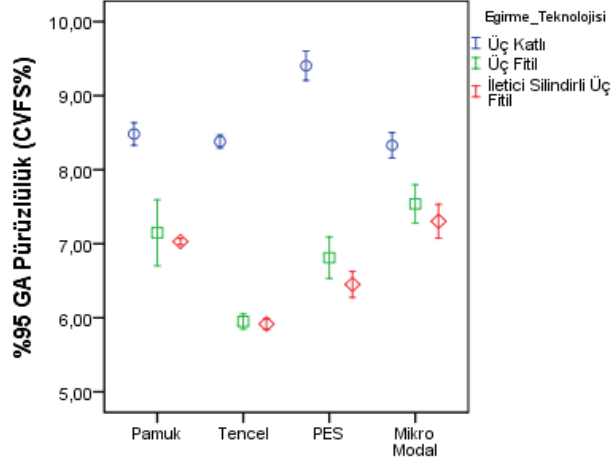
Hammadde	Özellikler	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Pamuk	2D Çap (mm)	0,004	2	0,002	113,695	0,000
	Yoğunluk (g/cm ³)	0,029	2	0,014	96,133	0,000
	CVFS (%)	6,503	2	3,251	67,069	0,000
	Şekil	0,008	2	0,004	33,588	0,000
Tencel	2D Çap (mm)	0,008	2	0,004	1182,825	0,000
	Yoğunluk (g/cm ³)	0,090	2	0,045	813,284	0,000
	CVFS (%)	19,962	2	9,981	1966,079	0,000
	Şekil	0,049	2	0,024	135,593	0,000
PES	2D Çap (mm)	0,007	2	0,004	1061,118	0,000
	Yoğunluk (g/cm ³)	0,101	2	0,050	890,824	0,000
	CVFS (%)	25,974	2	12,987	406,356	0,000
	Şekil	0,020	2	0,010	613,200	0,000
Mikro Modal	2D Çap (mm)	0,004	2	0,002	362,314	0,000
	Yoğunluk (g/cm ³)	0,048	2	0,024	313,304	0,000
	CVFS (%)	2,891	2	1,446	44,894	0,000
	Şekil	0,012	2	0,006	250,571	0,000



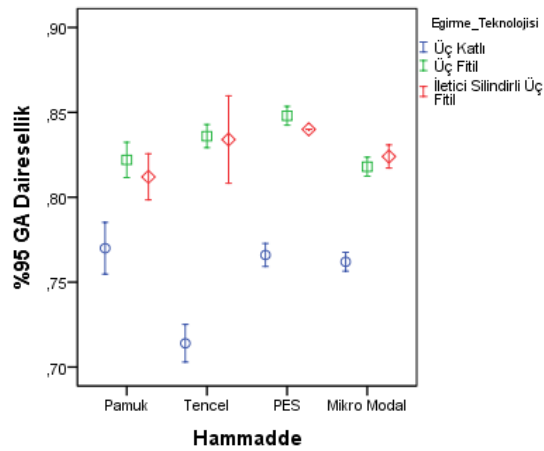
Şekil 3.12 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin çap (2DØ mm) değerleri için %95 güven aralıkları



Şekil 3.13 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin yoğunluk değerleri ($D \text{ g/cm}^3$) için %95 güven aralıkları



Şekil 3.14 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin pürüzlülük (%CV FS) değerleri için %95 güven aralıkları



Şekil 3.15 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin dairesellik (shape) değerleri için %95 güven aralıkları

3.6 Sürtünme Özellikleri

Pamuk, Tencel, PES ve mikro Modal liflerinden üretilen üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerinin iplik-metal, iplik-seramik ve iplik-iplik sürtünme katsayısı değerleri Tablo 3.21’de ve bu değerlere ait varyans analizi Tablo 3.22’de yer almaktadır. Tablo 3.21 incelendiğinde iplik-iplik sürtünme katsayısı değerlerinin iplik-metal ve iplik-seramik sürtünme katsayılarına göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun temel sebebi iplik-iplik sürtünme katsayısı ölçüm yönteminin iplik-metal ve iplik-seramik sürtünme katsayıları ölçüm yöntemlerinden farklı olmasıdır. Tablo 3.22 incelendiğinde, genel olarak eğirme sisteminin tüm hammadde grupları için sürtünme katsayıları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar oluşturduğu görülmektedir.

Tablo 3.21 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin iplik-metal, iplik-seramik ve iplik-iplik sürtünme değerleri

Eğirme Teknolojisi	Hammadde	Sürtünme katsayıları (μ)		
		İplik-metal	İplik-seramik	İplik-iplik
Üç Katlı	Pamuk	0,2286	0,2364	0,1605
	Tencel	0,2452	0,2459	0,1328
	PES	0,2508	0,2780	0,1710
	Mikro Modal	0,2893	0,2818	0,1614
Üç Fitil	Pamuk	0,2270	0,2537	0,1572
	Tencel	0,2243	0,2439	0,1259
	PES	0,2608	0,3151	0,1450
	Mikro Modal	0,2696	0,2814	0,1521
Üç Fitil (İletici Silindirli)	Pamuk	0,2288	0,2498	0,1516
	Tencel	0,2248	0,2436	0,1220
	PES	0,2702	0,3154	0,1463
	Mikro Modal	0,2741	0,2791	0,15392

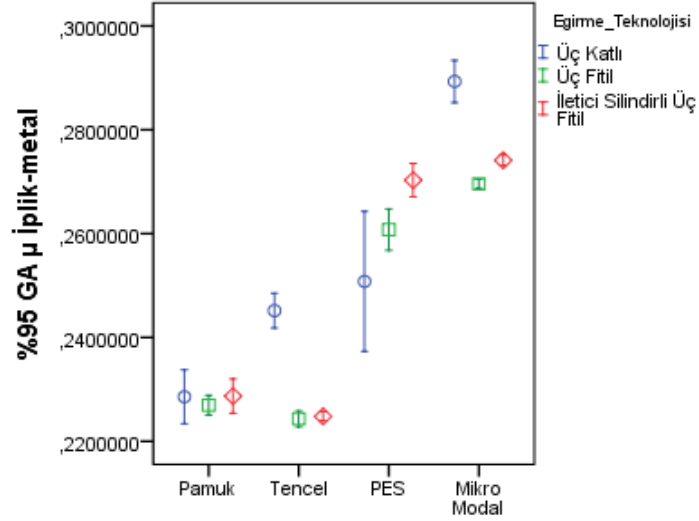
Tablo 3.22 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil ipliklerin iplik-metal, iplik-seramik ve iplik-iplik sürtünme değerleri için varyans analizi tablosu

Hammadde	Sürtünme katsayısı	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Pamuk	İplik-metal	9,521E-6	2	4,761E-6	0,530	0,602
	İplik-seramik	0,001	2	0,000	949,948	0,000
	İplik-iplik	0,000	2	9,952E-5	9,952E-5	0,000
Tencel	İplik-metal	0,001	2	0,001	228,796	0,000
	İplik-seramik	1,627E-5	2	8,134E-6	8,134E-6	0,066
	İplik-iplik	0,009	2	0,009	38,163	0,000
PES	İplik-metal	0,001	2	0,000	10,587	0,002
	İplik-seramik	0,745	2	0,002	967,003	0,000
	İplik-iplik	0,009	2	0,001	171,317	0,000
Mikro Modal	İplik-metal	0,001	2	0,001	134,302	0,000
	İplik-seramik	2,049E-5	2	1,025E-5	12,859	0,001
	İplik-iplik	0,000	2	0,000	24,474	0,000

3.6.1 İplik-Materyal Sürtünmesi

Tez kapsamında, iplik-materyal sürtünme özelliklerini belirlemek için iplik-metal ve iplik-seramik sürtünme testleri yapılmıştır. Üç katlı, üç fitil ve iletici silindirli üç fitil eğirme sistemlerinde üretilen ipliklerin iplik-metal sürtünme değerlerine ait ikili karşılaştırmalar tablosu Tablo 3.23'te, iplik-seramik sürtünme değerlerine ait ikili karşılaştırmalar tablosu da Tablo 3.24'te verilmiştir. Bu değerlere ait güven aralığı grafikleri Şekil 3.16 ve Şekil 3.17'de yer almaktadır. Sonuçlar incelendiğinde, iplik-materyal (iplik-metal ve iplik-seramik) sürtünme katsayısı değerlerinin eğirme yöntemine göre paralel bir şekilde artış ya da azalış göstermediği görülmektedir. Bununla birlikte, pamuk ve PES için üç katlı ipliklerin iplik-materyal sürtünmesi değerlerinin daha düşük, Tencel ve mikro Modal için ise üç katlı ipliklerin iplik-materyal sürtünmesi değerlerinin daha yüksek olduğu söylenebilir. Bu ilişki, S3

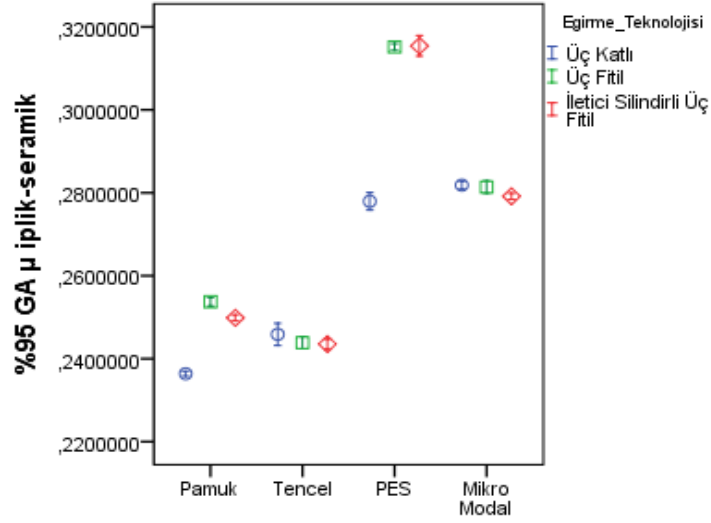
değerleri için de geçerlidir. Buradan yola çıkılarak, iplik-materyal sürtünme değerlerinin özellikle S3 değerleriyle ilişkili olduğu söylenebilir.



Şekil 3.16 Üç katlı, üç fitil ve iletilci silindirli üç fitil ipliklerin iplik-metal sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralıkları

Tablo 3.23 Üç katlı, üç fitil ve iletilci silindirli üç fitil ipliklerin iplik-metal değerleri için ikili karşılaştırmalar

Ham Madde	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Pamuk	Üç Katlı – Üç Fitol	0,002	0,002	0,410
	Üç Katlı – Üç Fitol (S.li)	0,000	0,002	0,943
	Üç Fitol – Üç Fitol (S.li)	0,002	0,002	0,373
Tencel	Üç Katlı – Üç Fitol	0,021	0,001	0,000
	Üç Katlı – Üç Fitol (S.li)	0,020	0,001	0,000
	Üç Fitol – Üç Fitol (S.li)	0,000	0,001	0,675
PES	Üç Katlı – Üç Fitol	0,010	0,004	0,036
	Üç Katlı – Üç Fitol (S.li)	0,019	0,004	0,001
	Üç Fitol – Üç Fitol (S.li)	0,010	0,004	0,044
Mikro Modal	Üç Katlı – Üç Fitol	0,020	0,001	0,000
	Üç Katlı – Üç Fitol (S.li)	0,015	0,001	0,000
	Üç Fitol – Üç Fitol (S.li)	0,005	0,001	0,004



Şekil 3.17 Üç katlı, üç fital ve iletilci silindirli üç fital ipliklerin iplik-seramik sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralıkları

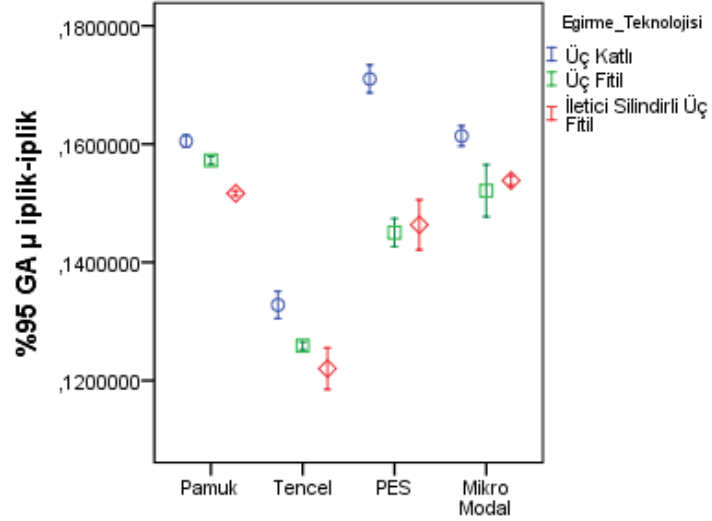
Tablo 3.24 Üç katlı, üç fital ve iletilci silindirli üç fital ipliklerin iplik-seramik değerleri için ikili karşılaştırmalar

Hamme	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Pamuk	Üç Katlı – Üç Fital	0,017	0,000	0,000
	Üç Katlı – Üç Fital (S.li)	0,013	0,000	0,000
	Üç Fital – Üç Fital (S.li)	0-,004	0,000	0,000
Tencel	Üç Katlı – Üç Fital	0,002	0,001	0,059
	Üç Katlı – Üç Fital (S.li)	0,002	0,001	0,032
	Üç Fital – Üç Fital (S.li)	0,000	0,001	0,745
PES	Üç Katlı – Üç Fital	0,037	0,001	0,000
	Üç Katlı – Üç Fital (S.li)	0,037	0,001	0,000
	Üç Fital – Üç Fital (S.li)	0,000	0,001	0,800
Mikro Modal	Üç Katlı – Üç Fital	0,000	0,001	0,437
	Üç Katlı – Üç Fital (S.li)	0,003	0,001	0,000
	Üç Fital – Üç Fital (S.li)	0,002	0,001	0,002

3.6.2 İplik İplik Sürtünmesi

Çalışma kapsamında, farklı eğirme yöntemleriyle üretilen ipliklerin iplik-iplik sürtünme katsayılarına ait ikili karşılaştırmalar tablosu Tablo 3.25'te ve bu değerlere ait güven aralığı grafikleri Şekil 3.18'de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, tüm

hammadde gruplarında iplik-iplik sürtünme katsayısı değerlerinin üç katlı iplikler için en yüksek, iletici silindri üç fitil iplikleri için ise en düşük olduğu görülmektedir. Bu sonuç, H değerleri ile paraleldir. Özet olarak, iplik-iplik sürtünme katsayısı değerlerinin H değerleriyle yakından ilişkili olduğu söylenebilir.



Şekil 3.18 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindri üç fitil ipliklerin iplik-iplik sürtünme katsayısı değerleri için %95 güven aralıkları

Tablo 3.25 Üç katlı, üç fitil ve iletici silindri üç fitil ipliklerin iplik-iplik sürtünme değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

Hammadde	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Pamuk	Üç Katlı – Üç Fitil	0,003	0,000	0,000
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	0,009	0,000	0,000
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,009	0,000	0,000
Tencel	Üç Katlı – Üç Fitil	0,007	0,001	0,000
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	0,011	0,001	0,000
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,004	0,001	0,009
PES	Üç Katlı – Üç Fitil	0,026	0,002	0,000
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	0,025	0,002	0,000
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,001	0,002	0,424
Mikro Modal	Üç Katlı – Üç Fitil	0,000	0,001	0,000
	Üç Katlı – Üç Fitil (S.li)	0,000	0,001	0,000
	Üç Fitil – Üç Fitil (S.li)	0,002	0,001	0,244

BÖLÜM DÖRT

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez kapsamında, iki fitilin aynı anda çekim sistemine beslendiği ve fitillerin beraber büküm alarak iplik oluşturduğu siro-spun eğirme sisteminden esinlenerek üç fitil iplik üretim olanakları araştırılmıştır. Siro-spun eğirme sistemi katlama ve büküm işlemlerinin üretim sürecinden elimine edilmesinin getirdiği ekonomik avantajlarla ve tek ve iki katlı ipliklere göre sağladığı bir takım üstün yapısal özellikler sayesinde pazarda kendine yer edinmiştir. Çalışma kapsamında üretilmesi amaçlanan üç fitil ipliklerinin de genellikle üç katlı olarak üretilen dikiş ipliklerine alternatif olabileceği öngörülmektedir.

Siro-spun eğirme sisteminde iplik üretimi geleneksel ring iplik makinası üzerinde yapılan bir takım değişiklikler yardımıyla sağlanmaktadır. Bu değişiklikler temelde aynı anda iki fitilin kontrollü olarak iletilmesini sağlayan ikili fitil hunisi ve iki kanallı iletilici silindiridir. Çalışma kapsamında üretilen üç fitil iplikleri için öncelikle siro-spun eğirme teknolojisinde bulunan fitil hunisi sayısı ikiden üçe çıkarılmıştır. Bununla birlikte, yapılan literatür incelemesinde fitiller arası mesafenin kontrol edilmesinin iplik özellikleri üzerinde etkili olduğu saptanmış ve bu durumun üç fitil iplikleri üzerindeki etkisini incelemek için iletilici silindiri ve iletilici silindirsiz olmak üzere iki farklı üç fitil ipliği üretilmiştir.

Çalışma kapsamında doğal liflerden pamuk, rejenere liflerden Tencel, sentetik liflerden poliester ve mikro liflerden mikro Modal kullanılmıştır. Böylelikle tüm elyaf gruplarından iplik üretiminin gerçekleşip gerçekleşmediği araştırılmıştır.

Üretimi yapılan üç fitil iplikleri tüylülük özellikleri, mekanik özellikler, düzgünlük, sık rastlanan hatalar, çap, yoğunluk, pürüzlülük ve dairesellik gibi yapısal özellikler ve yüzey özellikleri açısından üç katlı ipliklerle karşılaştırılmıştır.

Üç katlı ve üç fitil iplikler tüylülük (H ve sh) değerleri açısından karşılaştırıldığında, üç fitil ipliklerin üç katlı ipliklere göre daha iyi tüylülük değerlerine sahip olduğu

sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, üç fitil ipliklerinin üretim sürecinde üç katlı ipliklere göre daha az işlem basamağı olmasıyla açıklanabilir. Bununla birlikte mekanik özellikler bakımından bir karşılaştırma yapıldığında, üç fitil iplikleri ile üç katlı ipliklerin benzer mekanik özelliklerde olduğu görülmektedir.

Düzgünsüzlük ve sık rastlanan hatalar açısından bir karşılaştırma yapıldığında, üç katlı ipliklerin genellikle daha iyi değerlere sahip olduğu görülmektedir. Yeni bir üretim yöntemi olarak sunulan üç fitil iplikçiliğı üzerinde yapılacak bir takım iyileştirmelerle üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük ve sık rastlanan hatalar değerlerinin iyileştirilebileceğı öngörülmektedir. Diğer taraftan yapısal özellikler (çap, yoğunluk, pürüzlülük, dairesellik) bakımından karşılaştırma yapıldığında ise, üç fitil ipliklerin daha iyi yapısal özelliklere sahip olduğu görülmektedir.

Son olarak üç katlı ve üç fitil iplikleri yüzey özellikleri açısından karşılaştırıldığında elde edilen sonuçlarda, iplik-materyal sürtünme katsayısının ipliklerin $S3$ değerlerine, iplik-iplik sürtünme katsayısının ipliklerin H değerlerine paralel olduğu görülmüştür.

Çalışma kapsamında yeni bir iplik eğirme yöntemi olarak sunulan üç fitil iplikçiliğinin, katlama ve büküm makinelerinin üretim sürecinden çıkarılmasının sağladığı ekonomik avantajlar ile üç katlı ipliklere ekonomik bir alternatif olabileceğı düşünülmektedir. Ayrıca tüylülük ve yapısal özelliklerin önemli olduğu durumlarda üç fitil iplikleri üç katlı ipliklerin yerine kullanılabilir.

Düzgünsüzlük ve sık rastlanan hatalar açısından bir değerlendirme yapıldığında ise üç fitil iplik üretim yönteminin bu konularda geliştirmeye açık olduğu görülmektedir. Bu yöntem üzerinde yapılacak iyileştirmelerle daha iyi kalitede iplik üretimi sağlanabilir.

KAYNAKLAR

ASTM D3108/3108M-13 (2013). *Standard test method for coefficient of friction, yarn to solid material*. West Conshohocken, PA: American Society for Testing and Material

ASTM D3412/3412M-13 (2013). *Standard test method for coefficient of friction, yarn to yarn*. West Conshohocken, PA: American Society for Testing and Materials.

Carissoni, E., Stefano, D., Fleiss, F., Petaccia, L. ve Pieri, L. (2002). *Spining, cotton and wool spining*. Milano: Fondazione Acimit.

Cheng, K. ve Yuen, C., (1997). Siro and two-fold yarns. *Institutue of Textiles and Clothing*, 66-70.

Coat, (2004). 25 Ekim 2016. <http://www.coatsindustrial.com/tr/information-hub/apparel-expertise/sewing-threads#classification>.

CSIROPedia, (2009). *Sirospun*. 24 Kasım 2016. <https://csiropedia.csiro.au/sirospun/>.

El-Sayed, M. ve Suzan, H. (2011). Charecteristics of cotton fabrics produced from sirospun and plied yarns. *Cotton Research Institute*, 2 (89).

Ercan, N. ve Yıldız, P.E., (2007). Dikiş iplikleri ve dikiş ipliği üretim metotları. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*. ISSN. 1306-3375, 1-15.

Gantep, (2009). *Bobinleme*. 3 Mart 2017, <http://www1.gantep.edu.tr/~akrilik/pdf/ABobin.pdf>

Gokarneshan, N., Anbumani, N. ve Subramaniam, V. (2006). Influence of strand spacing on the interfibre cohesion in siro yarns. *The Journal of The Textile Institute*, 3 (98), 289-292.

- Gowda, R., Sivakumar, M. ve Kannan, M. (2004). Influence of process variables on characteristics of modal siro-spun yarns using box-bohen response surface design. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 29, 412-418.
- Gürarda, A., Kaplangiray, B. ve Kanık, M. (2011). Yağlama işleminin dikiş iplikleri özellikleri ve dikiş performansı üzerine etkisi. *Tekstil ve Mühendis*, 18 (82), 19-26.
- Han, C., Wei, M., Xue, W. ve Cheng, L. (2015). Numerical simulation and analysis of airflow in the condensing zone of compact-siro spinning. *Textile Research Journal*, 85 (14), 1506-1511.
- Hasani, H. ve Hasani, M. (2012). Simulation approach to investigate the effect of the jet structure and air-pressure on the performance of siro-jet spinning. *FIBERS & TEXTILES in Eastern Europe*, 20 (92), 46-50.
- Hasani, H., Semnani, D. ve Shiasi, A. (2011). Optimization of the processing variables to produce the elastic core-spun yarn by siro spinning system, using SOM neural network. *Industria Textila*, 3 (62), 119-122.
- He, J. (2007). Variotinal approach to nonlinear coupled oscillators arising in sirospun yarn spinning. *FIBRES&TEXTILES in Eastern Europe*, 1 (60), 31-34.
- Ishtiaque, S., Sharma, I. ve Sharma, S. (1993). Structural mechanics of siro yarns by microtomy. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 18, 116-119.
- İçoğlu, H. ve Kireççi, A. (2011). Investigation of the fastness properties and color values of cotton fabrics knitted from ring spun and sirospun yarns. *The Journal of Textile Institute*, 2 (102), 114-119.
- Kaushik, R. ve Bhatnagar, S. (1992). A comparison of quality aspects of fabrics knitted from two-ply and siro yarns. *Indian Journal of Fibre & Textile*, 17, 69-71.
- Kılıç, M., Kılıç, B.G. ve Okur, A. (2011). Egirme sisteminin iplik özelliklerine etkileri. *Tekstil ve Mühendis*, 18 (81), 22-34.

- Lawrence, C.A. (2003). *Fundamentals of Spun Yarn Technology*. New York: CRC Press.
- Lawson Hemphill. (2008). *CTT User Manuel*.
- Lenzing (2010). *Tencel*. 12 Şubat 2016, <http://www.lenzing.com/en/fibers/tencel/specifications.html>.
- Lenzing (2010). *Modal*. 2 Şubat 2016, <http://www.lenzing-fibers.com/en/lenzing-modal/>.
- Liu, S., Dai, J., Jia, H., Liu, X., ve Xu, B. (2012). Effect of sirospun spinning with a press bar top pin on qualities of flax/cotton blended yarn. *Textile Research Journal*, 82 (10), 985-993.
- Liu, X., Liu, N. ve Su, N. (2015). Research on mechanical properties of the siro spinning triangle using finite element method. *Textile Research Journal*, 85 (4), 416-431.
- Lord, P.R., (2003). *Handbook of yarn production, technology, science and economics*. New York: CRC Press.
- Mansour, S. ve Tawfik, M. (1985). Production of siro-spun yarns from short-staple fibers. *Indian Journal of Textile Research*, 11, 70-72.
- Matsumoto, Y., Kimura, H., Yamamoto, T., Matsuoko, T. ve Fukushima, K. (2009). Charecteristics of novel triplet spun yarns made from fibers of differing fineness. *Textile Research Journal*, 79 (10), 947-952.
- Mazari, A., Havelka, A., Kus, Z. (2015). The Effects of lubricant amount on sewing needle temperature and tensile properties of poliyester-poliyester core-spun Threads. *Industria Textila*, 66 (2), 97-102.

- MEGEP, (2011). *Tekstil teknolojisi, katlama ve büküm makineleri*. 02 Ocak 2017. http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Katlama%20Ve%20B%C3%BCk%C3%BCm%20Makineleri.pdf.
- Meriç, B. (2006). *Konfeksiyon teknolojisi ders notları*, [http://docplayer.biz.tr/8609640-Konfeksiyon Teknolojisi Ders Notları](http://docplayer.biz.tr/8609640-Konfeksiyon-Teknolojisi-Ders-Notları).
- Miao, M., Cai, Z. ve Zhang, Y. (1993). Influence of machine variables on two-strand yarn spinning geometry. *Textile Research Journal*, 63 (2), 116-120.
- Najar, S., Khan, Z. ve Wang, G. (2006). The new solo-siro spun process for worsted yarns. *The Journal of The Textile Institute*, 3 (97), 205-210.
- Nejad, S., Najar, S. ve Hasani, H. (2011). Application of air-jet nozzle in short staple siro-spinning system. *The Journal of Textile Institute*, 1 (102), 14-18.
- NPTEL, (2013). *Yarn Doubling*. 16 Kasım 2016, <http://nptel.ac.in/courses/116102038/39>
- Oxtoby, E. (1987). *Spun Yarn Technology*. London: Butterworths.
- Örtlek, H., Kılıç, G. ve Bilgin, S. (2011). Comparative study on the properties of yarns produced by modified ring spinning method. *Industria Textila*, 3 (62), 129-133.
- Plate, D.E.A., (1974). *Aparatus and method for the manufacture of twisted and plied yarn*. United States Patent.
- Pourahmad, A. ve Johari, M.S., (2011). Comparison of the properties of ring, solo, and siro core-spun yarns. *The Journal of Textile Institute*, 6(102), 540-547.
- Pourahmad, A. ve Johari, M.S. (2009). Production of core-spun yarn by the three-strand modified method. *The Journal of Textile Institute*, 3 (100), 275-281.

Rieter (2016). *Rieter Com4 yarns*. 24 Ocak 2016, <http://www.rieter.com/en/machines-systems/products/rieter-com4reg-yarns/>.

Rodinov, V.A., Blagushina, E.V. ve Doriomedov, M.S. (2013). Effect of tension on strength characteristics of sewing threads. *Fiber Chemistry*, 45 (4), 224-226.

Rudolf, A. Ve Gersak J. (2011). The Effect of drawing on PET filament sewing thread performance properties. *Textile Research Journal*, 82 (2). 148-160.

Salhotra, K. (1987). Some quality aspects of ply-spun yarn. *Indian Journal of Textile Research*, 12, 197-200.

Salhotra, K. (1990). Quality improvement of sirospun yarns through use of finer rovings. *Textile Research Journal*, 60, 680-687.

Saurer (2015). *Kesikli elyaf iplik büküm makineleri*. 20 Kasım 2016. <http://volkmann.saurer.com/en/products/staple-fibre-twisting/>.

Savio, (2012). *Bobinleme*. 23 Kasım 2016. https://www.saviotechnologies.com/savio/en/Products/Automatic-Winders/Documents/POLAR%20ML_en-es.pdf.

Sharma, I., Pandey, A., Janveja, A. ve Sharma, N. (1986). Comparison of properties of siro-spun and conventional two-fold yarns and of their fabrics. *Indian Journal of Textile Research*, 11, 15-18.

Soltani, P. ve Johari, M. (2012). A study on siro,solo,compact,and conventional ring-spun yarns. partı: yarn strength with relation to physical and structural properties of yarns. *The Journal of Textile Institute*, 9 (103), 921-930.

Soltani, P. ve Johari, M.S. (2012b). A study on siro,solo,compact,and conventional ring-spun yarns. part 1: structural and migratory properties of the yarns. *The Journal of Textile Institute*, 6 (103), 622-628.

- Soltani, P., Shahrabi, J., Asadi, S. ve Hadavandi, E. (2013). A study on siro,solo,compact,and conventional ring-spun yarns. part 111: modelling fiber migration using modular adaptive neuro-fuzzy inference system. *The Journal of Textile Institute*, 7 (104), 755-765.
- Stalder, H. (2014). *Rieter iplikçilik el kitabı, Cilt 6: Alternatif eğirme sistemleri*. Winterthur: Rieter Machine Works.
- Su, X., Gao, W., Liu, X., Xie, C. ve Xu, B. (2015). Research on the compact-siro spun yarn structure. *FIBRES&TEXTILES in Eastern Europe*, 3 (111), 54-57.
- Su, X., Liu, X., Xie, C. ve Huang, B. (2013). Convergence point of three-strand yarn spinning. *FIBRES&TEXTILES in Eastern Europe*, 3 (99), 48-50.
- Subramaniam, V., Srinivasamoorthi, V.R. ve Mohammed, M.R. (1989). Effect of precessing parameters on the properties of double rove-spun yarn produced on short staple spinning system. *Textile Research Journal*, 59, 762-767.
- Sun, M. ve Cheng, K. (2000). Structure and properties of cotton sirospun yarns. *Textile Research Journal*, 70, 261-265.
- Temel, E. ve Çelik, P. (2010). A research on spinnability of 100% polyester and polyester-cotton blend sirospun yarns. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1, 23-29.
- Tyagi, G. ve Punj, S. (1989). Influence of steam relaxation treatment on characteristics of siro-spun acrylic yarn. *Indian Journal of Textile Research*, 14, 98-101.
- Tyagi, G.K., Rajdev, A., Mehta, M., Jain, S. ve Jindal, B.M. (1987). Contrubition of fibre length, fibre linear density and strand spacing to phsycal and mechanical charecteristics of siro-spun viscose yarns. *Indain Journal of Textile Research*, 12, 63-67.
- Ünal, S. ve Ömeroğlu, S. (2013). Farklı sistemlerde direkt olarak elde edilmiş çift katlı iplik özelliklerinin örme kumaş özelliklerine etkileri. *Tekstil ve Mühendis*, 20 (91), 9-15.

- Üte, T. ve Kadoğlu, H. (2013). A research on 100% pes sirospun yarns. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 23(1), 11-15.
- Üte, T. ve Kadoğlu, H. (2014). Regressional estimation of cotton sirospun yarn properties from fibre properties. *AUTEX Research Journal*, 3 (14), 161-167.
- Üte, T., ve Kadoğlu, H. (2009). Viskon sirospun ve ring ipliklerinin özelliklerinin karşılaştırılması. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3 (3), 12-23.
- Xia, Z., Feng, Y., Guo, Q., Ye, W. ve Xu, W. (2015). A comparative study of hair trapping by a short grooved surface during conventional and siro-spinning. *Textile Research Journal*, 86 (19), 1-11.
- Xia, Z., Wang, X., Huang, J., Wang, Y., Ye, W. Ve Xu, W. (2011). A study of influence of the delivery rubber roller on yarn properties. *Textile Research Journal*, 81(14), 477-483.
- Xia, Z., Xu, W. ve W. X. (2012). Improving fiber trapping with a contact surface during the ring twisting of two cotton yarns. *Textile Research Journal*, 82 (3), 272-279.
- Xu, W., Xia, Z., Wang, X., Chen, J., Cui, W., Ye, W. ve diğer. (2011). Embeddable and locatable spinning. *Textile Research Journal*, 81 (3), 223-229.
- Yakartepe, M. ve Yakartepe, Z. (1995). *Konfeksiyon teknolojisi, kumaştan hazirgiyime, Cilt 7*. İstanbul: T.K.A.M: Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi.
- Yang, R., Wu, W. M, Wang, H. B., Wan, Y. Q., Xie, P. C. ve Gao, W. D. (2012). Effects of solospun roller on properties of cotton/polyester solo-sirofil composite yarn. *Journal of Enginered Fibers and Fabrics*, 3 (7), 98-102.
- Yılmaz, D. ve Usal, M.R. (2010). Comparision of compact-jet, compact and conventional ring spun yarns. *Textile Research Journal*, 81 (5), 459-470.