

**KAMGARN İPLİKÇİLİKTE SUDA
ÇÖZÜNEBİLİR FİLAMENT KULLANARAK
ÜSTÜN PERFORMANSLI ÖZLÜ İPLİKLERİN
VE SÜPER İNCE İPLİKLERİN ÜRETİMİ**

HABİBE GÜLBEN ÜLGEN
Yüksek Lisans Tezi
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Fatma GÖKTEPE

2016

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KAMGARN İPLİKÇİLİKTE SUDA ÇÖZÜNEBİLİR FİLAMENT
KULLANARAK ÜSTÜN PERFORMANSLI ÖZLÜ İPLİKLERİN VE
SÜPER İNCE İPLİKLERİN ÜRETİMİ**

Habibe Gülben ÜLGEN

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Fatma GÖKTEPE

TEKİRDAĞ-2016

Her hakkı saklıdır.

Prof. Dr. Fatma GÖKTEPE danışmanlığında, Habibe Gülben ÜLGEN tarafından hazırlanan “Kamgarn İplikçilikte Suda Çözünebilir Filament Kullanarak Üstün Performanslı Özlü İpliklerin ve Süper İnce İpliklerin Üretimi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Suat CANOĞLU

İmza:

Üye: Prof. Dr. Hikmet Ziya ÖZEK

İmza:

Üye: Prof. Dr. Fatma GÖKTEPE

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KAMGARN İPLİKÇİLİKTE SUDA ÇÖZÜNEBİLİR FİLAMENT KULLANARAK ÜSTÜN PERFORMANSLI ÖZLÜ İPLİKLERİN VE SÜPER İNCE İPLİKLERİN ÜRETİMİ

Habibe Gülben ÜLGEN

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fatma GÖKTEPE

Bu tez çalışmasında kamgarn siro iplik eğirmede özlü iplik üretim tekniğini esas alarak iplik eğirme performansının ve iplik kalitesinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan temel yaklaşım, suda çözünebilen PVA (polivinilalkol) filamentlerin siro iplik eğirme esnasında taşıyıcı olarak kullanılarak iplik gövdesine dahil edilmesi ve ardından dokuma işlemi sonrasında söz konusu taşıyıcı filamentlerin çözünerek uzaklaştırılması esasına dayanmaktadır. Bu amaçla kompakt-ring iplik eğirme makinası üzerinde üç farklı yaklaşımla kamgarn iplik eğirme işlemi gerçekleştirilmiştir: I: Siro eğirme, II: Siro + tek filament ile iplik eğirme, III: Siro + çift filament ile iplik eğirme. Ayrıca çalışmada hammadde inceliğinin etkisini incelemek üzere üç farklı incelikte (19,5µm, 21µm, 25,5µm) yün elyafı ile iplik üretimleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, eğirme esnasında suda çözünebilir taşıyıcı filamentler kullanılarak, daha kaba yün lifleriyle ince liflerle elde edilenden daha üstün iplik kalitesinin yakalanabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla kaliteli kamgarn iplik eğirmede elyaf inceliği sınırlarının genişletilebileceğini ve böylelikle hammadde maliyetinin azaltılabileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca çalışmada teknik sınırların altında daha ince kamgarn iplik üretimi de hedeflenmiştir. Bu doğrultuda 19,5µm inceliğinde yün elyafından Nm 210/2 inceliğinde iplik üretimi gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kamgarn iplik, Siro eğirme, Özlü iplik, Kompozit iplik, PVA, Süper ince iplik

2016, 107 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

PRODUCTION OF HIGH-PERFORMANCE CORE-SPUN YARNS AND SUPER FINE YARNS IN WORSTED SPINNING BY USE OF WATER-SOLUBLE FILAMENT

Habibe Gülben ÜLGEN

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Textile Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Fatma GÖKTEPE

The aim of this study is to improve spinning performance and yarn quality in worsted siro yarn spinning by using core-spun yarn production technique. The main approach used in this work is based on using water-soluble PVA (polyvinyl alcohol) filaments in yarn body during siro spinning as carrier and then removing so-called carrier filaments after weaving process by dissolving. For this purpose, worsted yarns are produced on compact ring spinning machine by three different approaches; I: siro spinning , II: siro + single filament spinning, III: siro + double filament spinning. Additionally the effect of raw-material fineness on yarn properties were analyzed by using wool fibers at three different fineness levels (19,5 μ m, 21 μ m, 25,5 μ m) during yarn production. The results show that superior yarn quality can be obtained from coarser wool fibers in comparison to much finer wools by using water-soluble filaments as carrier. Therefore widening the fiber fineness limits for high quality worsted yarn production decreasing the raw-material cost would be possible. Additionally, finer worsted yarn production beyond technical limits is also aimed in this work. In this regard, Nm 210/2 yarns were produced by using wool fibers of 19,5 μ m fineness.

Keywords : Worsted yarn, Siro spinning, Core-spun yarn, Composite yarn, PVA, Super fine yarn

2016, 107 pages

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL DİZİNİ	v
TABLO DİZİNİ	vii
ÖNSÖZ	viii
1. GİRİŞ	1
2. SİRO İPLİK EĞİRME	5
3. ÖZLÜ (CORE-SPUN) İPLİK EĞİRME	8
3.1. Ring İplik Makinesinde Özlü İplik Eğirme	9
3.1.1. Siro Özlü İplik Eğirme (Siro + Tek Filament)	10
3.1.2. ELS İplik Eğirme (Siro + Çift Filament).....	11
3.2. Friksiyon Eğirme Sistemin Özlü İplik Üretimi	12
3.3. O.E.-Rotor İplik Sisteminde Özlü İplik Üretimi	13
3.4. Hava-Jetli (Vortex) İplik Eğirme Makinesinde Özlü İplik Üretimi	14
4. KAMGARN İPLİKÇİLİKTE EĞİRME LİMİTİNE YÖNELİK ANALİZLER	15
4.1. Yün Elyafının İnceliği	15
4.2. Yün Liflerinin Kalite Bakımından Sınıflandırılması.....	17
4.3. Yün Elyafında Ortalama İncelik-İncelik Varyasyonu İlişkisi	19
4.4. İplik Kesitindeki Elyaf Sayısı – İplik Numarası İlişkileri	21
4.5. Kamgarn İplikçilikte İplik Eğirme Sınırlarına Örnekler	25
5. KAYNAK ÖZETLERİ	28
6. MATERYAL ve METOT	40
6.1. Materyal.....	40
6.2. Metot	43
6.2.1.Siro İplik Eğirme Sisteminde Kompozit İplik Üretimi	43

6.2.2. Süper İnce İplik Üretimi	47
6.3. İplik Özelliklerinin Tayini.....	48
7. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	51
7.1. Siro İplik Eğirme Sisteminde Üç Farklı Yöntemle İplik Üretimine Ait Test Sonuçları ...	51
7.1.1. Eğirme Yöntemi ve Elyaf İnceliğinin İplik Özelliklerine Etkisinin Analizi	51
7.1.2. Kompozit İpliklerde PVA Filamentinin Uzaklaştırılması Sonucu Elde Edilen İplik Özelliklerinin Analizi	60
7.1.3. İplik Eğirme ve Dokuma İşlemlerinde Üretim Verimliliğinin Analizi	65
7.2. Süper İnce İplik Üretim Test Sonuçları.....	67
8. SONUÇ ve DAHA SONRAKİ ÇALIŞMALAR İÇİN ÖNERİLER.....	70
9. KAYNAKLAR	72
EKLER	75
ÖZGEÇMİŞ	96

ŞEKİL DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Kamgarn iplik üretim aşamaları.....	1
Şekil 2.1. Siro İplik Eğirme Sistemi (Stalder 2009).....	5
Şekil 2.2. Siro İplik Eğirme Sistemi.....	7
Şekil 3.1. Özlü İplik Bileşenleri (Alaşehirli 2009).....	8
Şekil 3.2. Ring Makinesinde Özlü İplik Üretim Prensibi (Lawrence 2003)	9
Şekil 3.3. Siro Özlü İplik Eğirme (S: Fitol, F: Filament/İplik) (Xu 2011).....	11
Şekil 3.4. ELS İplik Üretim Yöntemine Örnek Besleme Geometrilere (Xu 2011)	12
Şekil 3.5. Friksiyon(Dref-3000) Özlü İplik Üretimi (Stalder 2009)	13
Şekil 3.6. O.E.-Rotor Eğirmede Özlü İplik Üretimi (Rieter BT904 Katoloğu)	14
Şekil 4.1. Yün Elyafının İnceliğine Göre Kullanım Alanı ve Ülkelere Göre Dağılımı (Lyons 2008) .	16
Şekil 4.2. Yün İnceliği Ve Yün Kalitesine Bağlı Olarak Kamgarn İpliklere Ait Eğirme Limitlerine Örnekler (Bergen 1991).....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Şekil 4.3. Dört Ayrı Kalite Yapağının Taranmış İplik Eğirilmesi (●) İnce Avusturalya 19,8 µm 70's, (●) İnce yerli 21,6 µm 64's, (▲) Orta kalite yerli 26,1 µm 58's, (x) Orta kalite Yeni Zelanda 26,1 µm 58's (Bergen 1991).....	26
Şekil 5.1. Özlü İplik Üretimde Öz ve Manto Besleme Pozisyonu (Pourahmad 2009)	31
Şekil 5.2. Ayırıcı Silindir Yardımıyla Özlü İplik Eğirme (Gharahaghaji 2010).....	32
Şekil 5.3. Siro Özlü İplik Üretiminde Öz Kısım İçin Farklı Besleme Pozisyonları (Pourahmad 2011)	33
Şekil 5.4. a) Konvansiyonel İplik Üretiminde Kesitteki Minimum Lif Sayısı b) Sunulan Yöntemde Kesitteki Minimum Elyaf Sayısı (Xu 2011)	34
Şekil 5.5. Ring Makinesinde Kompozit İplik Üretim Yöntemlerinin Tasarımı; (A) Siro Özlü Metot; (B) ELS 1. Nesil; (C) 2. Nesil ELS; (D) ELS 3. Nesil; (E) Sirofil Eğirme Yöntemi (Xia 2012).....	35
Şekil 5.6. N1, N2, N3/ Zone.1,2,3 ELS İplik Oluşumu Şematik Diyagramı (Wang 2012)	36
Şekil 5.7. Ring Makinesi Üzerinde Filament ve Fitolin Konumlandırılması (A: Filamentin konumlandırılması B: Fitolin konumlandırılması) (Chen 2012)	37
Şekil 5.8. Multifilament Ayırma Metodu ile Özlü İplik Üretimi (Naem 2014)	38
Şekil 5.9. Kısa yivli yüzey kullanarak iplik üretimi: (a) konvansiyonel ring iplik; (b) 5mm yivli yüzey mesafesi ile üretilen konvansiyonel ring iplik; (c) 10mm yivli yüzey mesafesi ile üretilen konvansiyonel ring iplik; (d) 15mm yivli yüzey mesafesi ile üretilen konvansiyonel ring iplik; (e) Siro iplik; (f) 5mm yivli yüzey mesafesi ile üretilen siro iplik; (g) 10mm yivli	

yüzey mesafesi ile üretilen siro iplik; (h) 15mm yivli yüzey mesafesi ile üretilen siro iplik (Xia 2015).....	39
Şekil 6.1. PVA Polimerinin Sentezi	43
Şekil 6.2. Merlin Numune İplik Eğirme Makinesi.....	44
Şekil 6.3. Çalışmada Kullanılan Besleme Pozisyonları (I: Siro, II: Siro+tek filament, III: Siro+ çift filament).....	45
Şekil 6.4. Siro İplik Eğirmede Kompozit İplik Üretimi (a: Siro + çift filament, b: Siro +tek filament).....	46
Şekil 6.5. İplik Numara Çıkrığı.....	48
Şekil 6.6. Büküm Tayin Cihazı	48
Şekil 6.7. Zweigle G 566 Tüylülük Test Cihazı.....	49
Şekil 6.8. Uster Tester 5 Düzgünsüzlük Test Cihazı.....	49
Şekil 6.9. Uster Tensorapid 4 Test Cihazı.....	50
Şekil 7.1. İpliklerin Düzgünsüzlük Değerlerinin Karşılaştırılması (A: 19,5µm, B: 21µm, C: 25,5µm)	53
Şekil 7.2. İpliklerin İnce Yer Değerlerinin Karşılaştırılması (A: 19,5µm, B: 21µm, C: 25,5µm)	54
Şekil 7.3. İpliklerin Kalın Yer Değerlerinin Karşılaştırılması (A: 19,5µm, B: 21µm, C: 25,5µm)	55
Şekil 7.4. İpliklerin Neps Değerlerinin Karşılaştırılması (A: 19,5µm, B: 21µm, C: 25,5µm).....	56
Şekil 7.5. İpliklerin Tüylülük Değerlerinin Karşılaştırılması (A: 19,5µm, B: 21µm, C: 25,5µm)	57
Şekil 7.6. Siro+Tek Filament İplik Görüntüsü	58
Şekil 7.7. İpliklerin Mukavemet Değerlerinin Karşılaştırılması (A: 19,5µm, B: 21µm, C: 25,5µm) ...	59
Şekil 7.8. İpliklerin Kopma Uzama Değerlerinin Karşılaştırılması (A: 19,5µm, B: 21µm, C: 25,5µm)	60
Şekil 7.9. Çalışmada Üretilen İpliklerin Görüntüleri (a: Kompozit İplikler, b: Çözünmüş İplikler)	61
Şekil 7.10. PVA Filametinin Uzaklaştırılması ile Elde Edilen İplik Numaraları (A: 19,5µm, B: 21µm, C: 25,5µm).....	62
Şekil 7.11. Çözünmüş İpliklerin Kopma Mukavemeti Değerlerinin Karşılaştırılması (A: 19,5µm, B: 21µm, C: 25,5µm)	63
Şekil 7.12. İpliklerin Kopma Uzama Değerlerinin Karşılaştırılması (A:19,5µm, B:21µm, C:25,5µm).....	64
Şekil 7.13. Üretilen İpliklerin Test Süreci.....	68

TABLO DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 4.1. Yün Elyafının İnceliğine Göre Sınıflandırılması (Gürcan A. 1987).....	16
Tablo 4.2. Yün Liflerinin Sınıflandırılması (SAGEM 1999).....	17
Tablo 4.3. Woolmark Tarafından Tanımlanan Yünlü Kumaş Markaları ve Elyaf İncelikleri (Anonim 2012)	18
Tablo 4.4. Yün Elyaf İnceliğinin Kalite Sınıflarına Bağlı % Dağılımı (Davashgil 1966).....	19
Tablo 4.5. İncelenen Kaynaklara Göre Kamgarn İplik Kesitindeki Minimum Elyaf Sayısı (P:Pratik, T:Teorik).....	23
Tablo 4.6. Elyaf Cinsi ve Kalitesine Göre İplik Kesitindeki Elyaf Sayısı (Davashgil 1966).....	23
Tablo 4.7. İplik Numaraları için C Katsayıları (Bergen 1991).	24
Tablo 4.8. Kamgarn İplik Eğirme Sınırlarına Örnekler (Bergen 1991)	27
Tablo 4.9. Kesitteki Elyaf Sayısı ve Elyaf İnceliği Bilinen İpliğine Ait Numara Hesabı	27
Tablo 6.1. Çalışmada Kullanılan Yün ve Naylon Elyafı Özellikleri.....	41
Tablo 6.2. Çalışmaya ait Deney Planı	41
Tablo 6.3. Süper İnce İplik Üretimine Ait Deney Planı.....	42
Tablo 6.4. PVA Filament İpliğinin Özellikleri.....	43
Tablo 6.5. Merlin Laboratuvar Tipi Ring İplik Makinesinin Genel Özellikleri (Anonim 2003)	44
Tablo 6.6. Kompozit İplik Üretimine Ait Makine Çalışma Parametreleri	47
Tablo 6.7. Süper İnce İplik Üretimine Ait Makine Çalışma Parametreleri.....	47
Tablo 7.1. İplik Test Sonuçları.....	52
Tablo 7.2. PVA Filamentinin Uzaklaştırılması Sonucu Elde Edilen İplik Numaraları.....	61
Tablo 7.3. Siro İplik ve PVA Uzaklaştırılmış İpliklerin Mukavemet Test Sonuçları	63
Tablo 7.4. Siro İplik ile Siro+Çift Filament İplik Üretim Parametreleri ve Verimliliğinin Karşılaştırılması	65
Tablo 7.5. PVA Siro+ çift filament Süper İnce İplik Kalite Sonuçları	68
Tablo 7.6. İplik Numara Test Sonuçları	68

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın başından sonuna kadar bilgi birikimi, tecrübesi, akademik bakış açısıyla desteğini hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Fatma GÖKTEPE' ye teşekkürü borç bilir, saygılarımı sunarım.

Çalışmamın uygulama ve testler bölümünde bana destek olan Recep NASIRLI'ya, şekil çizim konusunda destek olan Makine Mühendisi Gökhan TİMUR'a ve çalışmam esnasında fikirlerini esirgemeyen, yardımcı olan YÜNSA Yünlü Sanayi ve Ticaret A.Ş. Ar-Ge Müdürü Sayın Murat YILDIRIM'a teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmasının tümünün yürütüldüğü YÜNSA Yünlü Sanayi ve Ticaret A.Ş. iplik işletmesinin iplik hazırlama ve ring dairesi çalışanlarına, bilgi birikimlerini paylaştıkları, değerli zamanlarını ayırdıkları ve proseslerin yürütülmesi konusunda verdikleri destekten dolayı teşekkür ederim.

Yoğun çalışmalarım boyunca sabırla gösterdikleri destek, büyük özveri ve sonsuz anlayışı için annem Sebahat Ülgen, babam Nedim Ülgen, ablalarım Ayça Gülçin ve Gökçen Ülgen, can dostum Şeyma SOYDAŞ ve müstakbel eşim Ali Ersel SELVİ 'ye teşekkürlerimi sunarım.

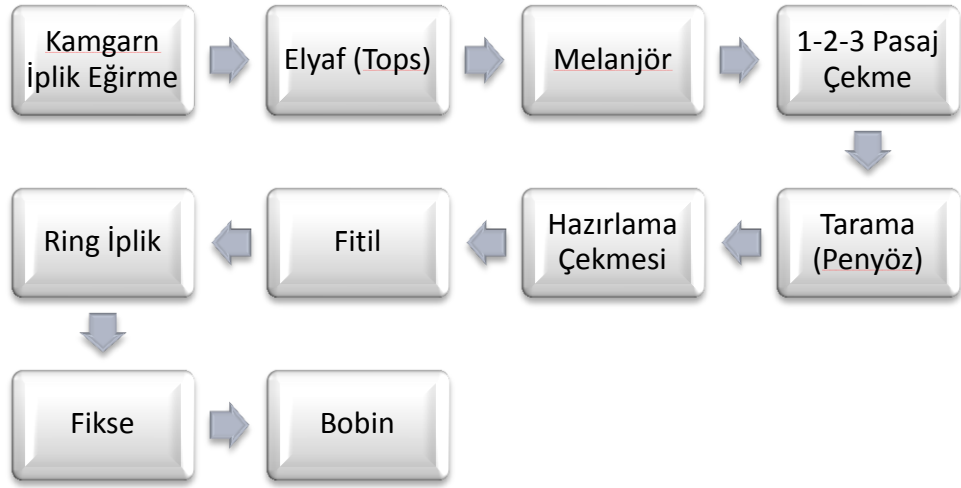
Ağustos 2016

Habibe Gülben ÜLGEN

Tekstil Mühendisi

1. GİRİŞ

Kamgarn iplik eğirme; kaliteli, ince ve düzgün ipliklerin üretilmesinde kullanılan bir yün iplikçilik sistemidir. İplik üretiminde genellikle 25 µm daha ince ve 65 mm'den uzun lifler kullanılır. Elde edilen iplik incelendiğinde, içerisindeki liflerin tamamen birbirlerine paralel olduğu ve kısa liflerin bulunmadığı görülür. Bu nedenle bu sistemde elde edilen iplik düzgün görünümlü ve ince bir yapıya sahiptir. İpliğin üretilmesi sırasında tarama işlemiyle lifler paralelleşmiş ve kısa lifler bünyeden ayrılmıştır. Aşağıda topstan itibaren kamgarn iplik üretim aşamaları verilmektedir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Kamgarn iplik üretim aşamaları

Yukarıda şematize edilen temel aşamalar ise kısaca şu şekilde açıklanabilir:

Elyaf (tops): Kamgarn ipliklerin üretiminde tarama makinesinde taranmış yün bandına tops denmektedir. Tarama işleminde kontrol edilemeyen kısa elyafın giderilmesi, liflerin önemli ölçüde paralelleştirilmesi ve elyaf dağılımının homojen bir şekilde olmasını sağlar. Kamgarn iplikçilikte önemli ve esas aşamadır. İplik üretiminin başlangıç hammaddesini oluşturan topsun kalitesi üretilen ipliğin özelliklerini ve kalitesi doğrudan etkilemektedir.

Melanjör: Üretilen iplik içerisinde homojen bir elyaf karışımı olması için topsların harmanlanması veya renkli iplik üretimi için renkli tops karışımlarının yapılması bu süreçte gerçekleştirilmektedir.

Pasaj Çekme (1-2-3): Çekim işlemi taramadan ve taramadan sonra yapılmaktadır. Genel anlamda çekim işlemi bandın birim uzunluk başına kütlesinin azaltılması işlemidir. Bu

işleminde önce band veya şeritler dublaj yapılarak homojen bir yapı oluşturulur. Ardından çekimle inceltir.

Tarama (Penyöz): Kamgarn iplik, kompakt yüzeyli düzgün bir ipliklidir. Buna göre bu karakterde bir ipliğin elde edilmesi için, lifleri band eksenine veya birbirine tam paralel bir hale getirmek gerekmektedir. Burada iplik mukavemeti ve düzgünlüğü için belli bir uzunluktan kısa olan elyafı ayırıp uzaklaştırmak, "nope" ismi verilen elyaf düğümlerini ve bitkisel yabancı maddeleri gidermek amaçlanmaktadır.

Hazırlama Çekmesi: Bu bölümde yine çekme ve dublaj işlemleri gerçekleştirilmektedir. Hazırlama çekmesinin diğer çekmelerden tek farklı işlemi makineye entegre olan bir regülatör ile çekilen bantların numarasının belirlenen değerde olmasını sağlamaktır.

Fitil: İplik eğrilmesine son hazırlık olarak bandın inceltilmesi sonucunda oluşan ince elyaf şeritlerine fitil denir. Yapılan işlem de fitil işlemidir. Böylelikle bant çekimden sonra iplik makinesinde çalışılabilecek fitil inceliğine getirilir. İnceltile fitile ovalama tekniği ile büküm verilerek mukavemet kazandırılır.

Ring İplik Eğirme: Yün iplikçiliğinde son basamak, fitil makinesinden gelen fitilleri çekimle inceltip kullanılacağı yere uygun numara ve mukavemette iplik elde etmek, istenilen bükümü vermek ve bu ipliği kops formunda sarmaktır. Bu işlem, ring iplik makinelerinde gerçekleşir.

Fiksaj: Fiksaj işleminin en önemli amacı uygulandığı mamüle stabilite kazandırmaktır. İplik, eğrilmesi sonrasında, büküm verme işlemlerinde veya diğer mekanik işlemler sırasında iç gerilimlere sahip olur. Bu gerilimler iplikte düzensiz yönelme ve şekil almalarına sebep olur. Fiksaj işlemleriyle iplikteki bu iç gerilimler yok edilerek relaks yapı oluşturulmaya çalışılır.

Bobinleme: İpliklerin atkı veya çözgü ipliği olarak kullanılabilmesi için bobin hâline getirilmesi gerekmektedir. Fiksaj edilen kopslardan bobin oluştururken iplik üzerinde bulunan hatalı kısımlar temizlenir, uzun metrajda iplik sarımı ile makine randımanı artar ve maliyet düşürülür, dokuma dairesinde çalışma rahatlığı sağlanır. Kamgarn iplikçilikte ring iplik makinelerinden sevk edilen kopsların üzerinde ortalama 80g iplik bulunmaktadır. Bobin makinelerinde ise kopslar birleştirilerek 1,3-2 kg ağırlığında bobin hâline getirilmektedir.

Burada ipliğin üzerindeki ince yer, kalın yer, neps, uzun ince, uzun kalın ve balık vb. hatalar kesilip temizlenerek iplikten uzaklaştırılır.

Kamgran iplikçilikte ring iplik eğirme makinesinde farklı üretim teknikleri geliştirilmiştir. Bunlardan siro iplik eğirme sistemi, konvansiyonel ring iplik eğirme sisteminin geliştirilmiş halidir. Bu çalışmada özlü iplik eğirme prensibini esas alarak ring-kompakt siro iplik eğirme makinesinde suda çözünebilen filamentler taşıyıcı olarak kullanılarak kamgarn iplik üretimleri gerçekleştirilmiştir. Söz konusu eğirme işleminde 3 farklı yöntemle iplikler eğirilmiştir. Bu yöntemler kısaca şu şekilde özetlenebilir: (I): Ring-kompakt iplik eğirme sistemine iki adet fitilin beslendiği Siro eğirme; (II): İki adet fitilin arasında bir adet filamentin beslendiği Siro+tek filament ile iplik eğirme; (III): Literatürde kısaca ELS (embeddable and locatable spinning) olarak da adlandırılan iki adet fitilin iki adet filamentle birlikte beslendiği Siro+çift filament ile iplik eğirme. Ayrıca çalışmada hammadde inceliğinin etkisini incelemek üzere üç farklı incelikte (19,5µm, 21µm, 25,5µm) yün elyafı ile iplik üretimleri gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda hem kullanılan eğirme tekniğinin hem de kullanılan elyaf inceliğinin iplik özelliklerine etkisi analiz edilmiş ve kullanılan yöntemle kamgarn iplik eğirmede kullanılacak elyaf inceliği sınırlarının genişletilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca süper-ince kamgarn iplik üretimine yönelik çalışmalar da gerçekleştirilmiştir.

Sunulan tez çalışması sekiz temel bölüm halinde düzenlenmiştir:

“**Giriş**” bölümünde, çalışma geneli hakkında ve kamgran iplik eğirme aşamaları hakkında kısa bilgiye yer verilmiştir.

“**Siro İplik Eğirme Tekniği**” bölümünde, siro iplik üretimi ve özellikleri hakkında bilgi verilmiştir.

“**Özlü İplik Eğirme Tekniği**” bölümünde, özlü iplik üretim teknikleri ve özellikleri hakkında bilgiler yer almaktadır.

“**Kamgarn İplikçilikte İplik Eğirme Limitine Yönelik Analizler**” bölümünde, kamgarn iplikçilikte iplik eğirme sınırları ve bu sınırları etkileyen parametreler incelenmiştir.

“**Literatür Özeti**” bölümünde, tez konusu ile ilgili daha önce yapılmış önemli çalışmalara yer verilmiştir.

“**Materyal ve Metot**” bölümünde, kullanılan hammaddeler, çalışma parametreleri ve üretim yöntemlerine değinilmiştir.

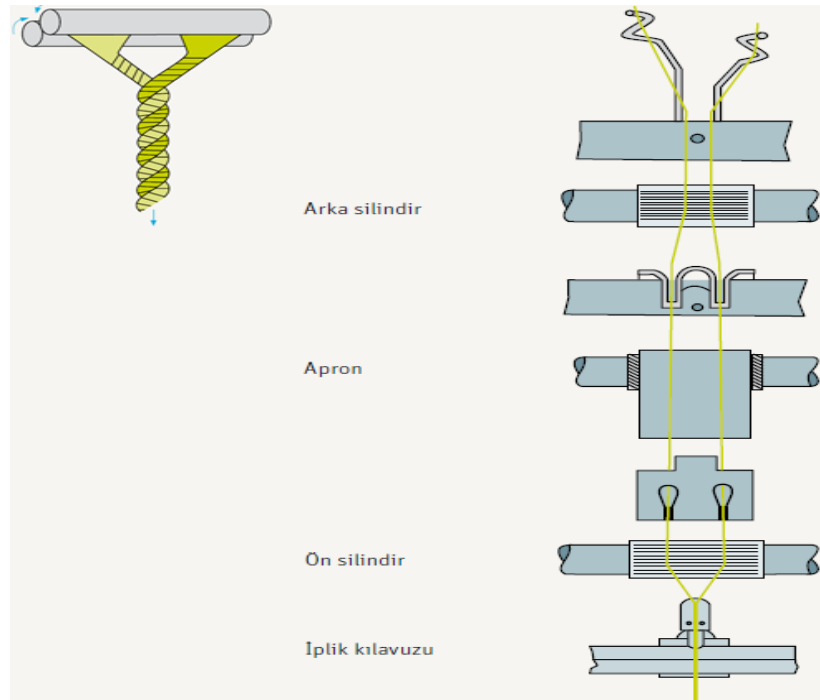
“Araştırma Bulguları ve Tartışma” bölümünde, elde edilen ipliklerin iplik özelliklerine dair test sonuçları verilmiş, bu sonuçlar grafiksel olarak yorumlanmıştır.

“Sonuç ve Öneriler” bölümünde, çalışmada elde edilen sonuçlarla ilgili genel bir değerlendirme yapılmış ve sonraki çalışmalar için bazı önerilerde bulunulmuştur.

2. SİRO İPLİK EĞİRME

Tekstil sektöründe bazı işlemlerde, iki veya daha fazla tek ipliğin bükülmesi ile elde edilen düzgünlüğü ve mukavemeti iyileştirilmiş iplikler de “katlı iplik” olarak adlandırılmaktadır (Batra ve Fraser 2015). “Siro” iplik eğirme tekniği ise klasik katlama işlemine alternatif olarak geliştirilen ve son zamanlarda yaygın kullanım bulan bir yöntem olarak göze çarpmaktadır. Siro iplik eğirme sistemi 1975-76 yıllarında CSIRO (Commonwealth Scientific International Research Organization) laboratuvarlarında, esas olarak yün iplikçiliği için geliştirilmiştir.

Siro iplik eğirme sistemi oldukça basit bir sistem olup, kondenserler aracılığıyla birbirinden ayrılmış iki adet fitil çekim sistemine beslenmekte ve ortak bir iğle büküme tabi tutulmaktadır (Şekil 2.1). Çekime uygulanan iki elyaf topluluğu, çıkış silindirini ayrı ayrı olmak üzere terk etmekte ancak ortak bir iğ tarafından büküm almaktadır. Böylece, her iki lif topluluğu eğirme üçgeni içerisinde tek iplik halinde büküm alırken aynı zamanda katlı iplik oluşturmak üzere birbirine bağlanmaktadır. Bu sistemde eğirilen hem siro iplik hem de tek kat iplik büküme sahiptir ve büküm yönleri de aynıdır. Siro iplikler katlama işlemi ile elde edilen ipliklere kıyasla daha sıkı, kompakt bir yapı kazanmaktadır.



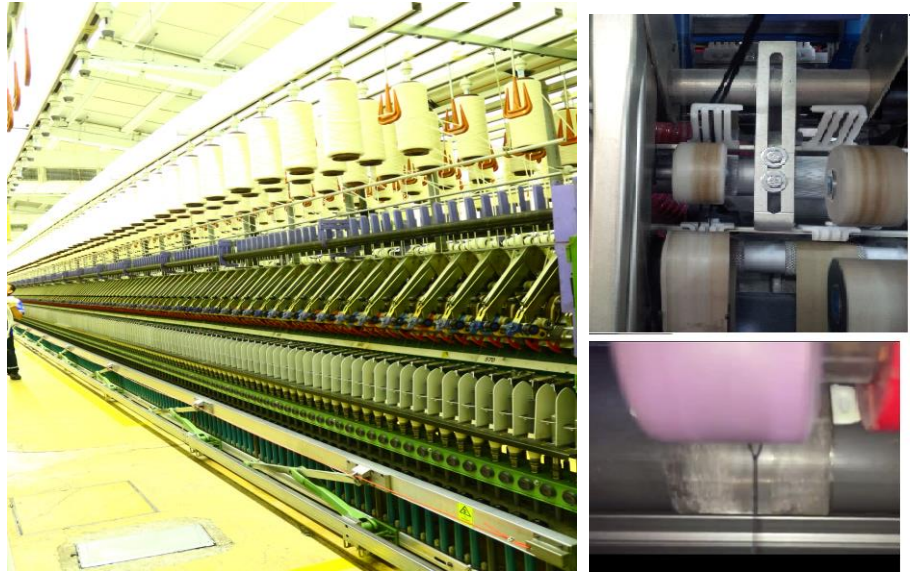
Şekil 2.1. Siro İplik Eğirme Sistemi (Stalder 2009)

Tek katlı, çift katlı ve siro ipliklerin iplik özellikleri karşılaştırıldığında, her bir elyaf demetindeki bükümden dolayı siro ipliklerin tek katlı ve çift katlı ipliklere kıyasla daha mukavemetli, daha az tüylü, aşınmaya karşı daha dirençli ve daha esnek olduğunu bilinmektedir (Sun ve Cheng 2000).

Ring makinesi üzerinde siro iplik üretimi için bazı değişikliklere ihtiyaç vardır. Bu ihtiyaçlar çift fitil kılavuzu, daha geniş bir apron ve eğirme bölgesi bitiminde iplik kılavuzu olarak sıralanabilir. Siro iplik eğirme tekniğinde konvansiyonel ring eğirme işlemine göre bir iğde eğirilen iplik numarası iki katına çıkmaktadır. Bundan dolayı ipliğe verilen büküm miktarı da genellikle çift katlı ipliğe benzer (α_m : 120-130) olmaktadır. Siro ipliklerin iplik kesitindeki toplam elyaf sayısı, çift katlı ipliklerin kesitindeki toplam elyaf sayısına eşittir. Siro iplik tekniğinde yün iplik eğirme için, kesitteki lif sayısını 35 adet olarak kabul ederek en az $2 \times 35 = 70$ olarak verilmektedir. Büküm seviyesi ve iplik kesitindeki lif sayısı eğirme esnasında çekim hatalarını ortadan kaldırarak iyi bir iplik eğirme performansı için önemlidir (Lawrence 2010).

Siro iplik eğirme sistemi üzerinde gerçekleştirilen araştırmalar ve çalışmalarda genellikle iğ devri, çekim bölgesindeki iki fitil arasındaki besleme mesafesi, büküm katsayısını, kopça ağırlığı gibi çeşitli proses parametrelerinin iplik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Lawrence tarafından "Plate ve Feehan 1983, Plate 1983a" yapılan çalışmalara dayanarak yapılan açıklamalar gösteriyor ki fitiller arası optimum mesafenin iplik eğirme performansı, iplik düzgünsüzlüğü ve aşınma özelliklerinin geliştirilmesi üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Çalışmada iplik aşınma dayanımının fitiller arası mesafe ile doğrusal olarak arttığı, tüylülüğün ilk olarak hızla düştüğünü daha sonra yavaş bir şekilde düştüğü ortaya konmuştur. Ayrıca iplik düzgünsüzlüğü, mukavemet ve uzama değerlerinde ilk olarak bir gelişme gözlemlenmiş daha sonra ise durağan olup en son kötüleşme görülmüştür. Kamgarn iplik eğirmede 60 mm ve daha uzun yün lifi için iki fitil arası optimum mesafenin 14 mm olduğu gözlemlenmiştir. Diğer çalışmalar incelendiğinde ise fitiller arası optimum mesafenin 10 mm veya 12 mm olarak önerilmiştir (Mukhopadhyay 1987). Öte yandan uzun lifler daha yoğun bir iplik yapısı oluşturmaktadır. Bu nedenle uzun lif ve geniş fitil mesafesi tavsiye edilmekte olup yünlü eğirme için 14mm, kimyasal lifler için 10-12 mm ve pamuklu eğirme için 6 mm önerilmektedir. Bu farklılıklar kullanılan hammadde, çalışma parametreleri ve eğirme tekniklerinden dolayı oluşmaktadır (Liu 2007).

Öte yandan farklı eğirme sistemlerinde filament besleme tansiyonu ve besleme pozisyonunun önemli olduğu bilinmektedir. Pourahmad ve Johari (2011), yaptığı çalışmalarda siro eğirme sistemi tarafından üretilen özlü ipliklerin kalitesi ring ve solo eğirme sistemi tarafından üretilen özlü ipliklerden daha iyi olduğu ve filament besleme tansiyonunun ring özlü ipliklerin üzerinde önemli bir etkisi olduğunu, en iyi filament besleme tansiyonunun 100 g olduğu sonuçlarına varılmıştır. Siro iplik eğirmede eğirme geometrisi de iplik eğirme için önemli bir parametredir. Cheng ve Sun (1998), çeşitli eğirme parametrelerinin eğirme geometrisinin pamuk siro iplik özelliklerine etkisi araştırmışlardır. Çalışmada fitiller arası mesafenin artması ile eğirme üçgenin açısının arttığı ve daha uzun liflerin kullanılması gerektiği görülmüştür. Sirospun tekniğinde şapnel iplik için, fitil uzunluğunun ortalama lif uzunluğuna göre belli bir oranda daha küçük olmalıdır. Bu durumda söz konusu ortalama eğirme üçgeni kenar mesafesi 16 mm için iki fitil arası mesafenin 9mm olması sonucuna varılmıştır. Ayrıca geniş fitil aralığında iğ hızı düşmektedir bundan dolayı iplik üretim hızı fitil aralığına bağlı olarak sınırlanmaktadır.

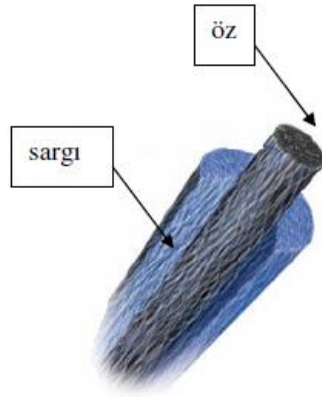


Şekil 2.2. Siro İplik Eğirme Sistemi

Siro iplik eğirme, daha çok dokuma ipliklerin üretimi için tercih edilmektedir. Dokuma işleminde, aşınmaya dirençli ve mukavim ama aynı zamanda pürüzsüz bir yüzeye sahip ipliklere ihtiyaç vardır. Siro sisteminde, büküm işlemi ile yüzeydeki liflerin iplik yapısı içerisine gömülmesi sağlanarak daha mukavim ipliklerin elde edilmesi amaçlanmaktadır. Bu teknik, eğirme ve katlama işlemlerini tek bir proses olarak birleştirmektedir (Şekil 2.2). Bundan dolayı Sirospun tekniğinin konvansiyonel çift katlı ipliklere göre iplik üretim maliyetini %30-40 oranında düşürmektedir.

3. ÖZLÜ (CORE-SPUN) İPLİK EĞİRME

Geçmişten günümüze insanların giyim ihtiyaçlarında yaşanan değişimler sonucunda, kendi konfor ve zevklerine uygun kullanım rahatlığı sağlayan ürünlere doğru yönelmeler olmuştur. Bu ihtiyaçların karşılanması doğrultusunda, değişik özellikteki lifleri ve iplik üretim tekniklerini kullanarak farklı yapılarda ipliklerin üretilmesine yönelik çeşitli çalışmaların yapılmasına sebep olmuştur. Bu çalışmalar sonucunda 1970'li yıllardan sonra tekstilde yeni ürünlerin üretimi ile birlikte iplik üretim tekniklerinin gelişmesiyle özlü iplikler de ortaya çıkmıştır. Özlü iplikler, aynı merkezli iki lif bileşeninden oluşan bir yapıya sahiptir. Bu lif bileşenlerinden birincisi, üretilen ipe fonksiyonel özellik katmak için kullanılan ve merkezde bulunan öz, diğeri ise daha çok konfor özelliğinden dolayı kullanılan ve özün etrafına kaplayan (sargı) dış tabakadır (Vuruşkan 2010). Özlü iplik yapılarında bulunan merkez ve sargı lifi olarak çok çeşitli lif demetleri kullanılabilir. Özlü iplikleri çeşitli üretim teknikleri ile üretmek mümkündür. Özlü iplik iki farklı özellikteki bileşenin özelliklerinden aynı anda optimum ölçüde yararlanabilmek için geliştirilmiş öz ve manto liflerinden oluşan bir iplik yapısıdır (Şekil 3.1). Genellikle özlü ipliklerin bileşenleri olarak öz kısmı için filament, manto kısmı için sargı görevi gören kesikli elyaf kullanılmaktadır. Hard Core (Sert Özlü) İplik ve Soft Core (Yumuşak Özlü) İplik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.



Şekil 3.1. Özlü İplik Bileşenleri (Alaşehirli 2009)

Günümüzde özlü iplikler dokuma ve örme kumaşlarda yaygın olarak tercih edilmektedir. Öz kısmında farklı özelliklere sahip (yüksek dayanım ve güç tutuşur vb.) filament kullanılan özlü iplikler özel kullanımı alanı gerektiren yerlerde kullanılmaktadır.

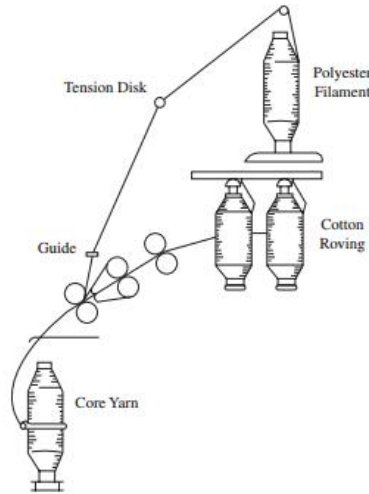
Özlü iplik yapısının elde edildiği iplik eğirme sistemleri şu şekilde sıralanabilir;

- a. Ring iplikçilik
- b. Friksiyon iplikçilik
- c. Rotor iplikçilik
- d. Hava-Jetli (Vortex) iplikçilik
- e. İçi boş iğ tekniği

Ring iplik eğirme sistemi öz iplik yapısının en yaygın olarak kullanıldığı iplik eğirme sistemidir. Diğer iplik eğirme sistemleri kullanarak da özlü iplik yapısı elde edilse bile, bu sistemler tekstil endüstrisinde çok fazla tercih edilmemektedir. Tez kapsamında yapılan incelemeler ring iplik sisteminde özlü iplik eğirme üzerine yoğunlaşmış olup diğer özlü iplik eğirme sistemlerine de değinilmiştir.

3.1. Ring İplik Makinesinde Özlü İplik Eğirme

Standart ring iplik eğirme makinelerinin modifiye edilerek filamentin beslenmesi ile özlü iplik üretimi yapılmaktadır. Şekil 3.2’de ring eğirme sisteminde özlü iplik üretim tekniği gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Ring Makinesinde Özlü İplik Üretim Prensibi (Lawrence 2003)

Ring iplik makinelerinde özlü iplik üretimi yapılabilmesi için özde bulunacak olan filamentin sevk eden bir cağlık, bu filamentin ipliğin içinde olması istenen oranda ayarlayabilen ve ring iplik makinesi hız ayarlarıyla birlikte ayarlanabilen olan tansiyon düzenleyici bulunmaktadır. Öz kısımda bulunan filamentin iplik eğirme sistemine v yivli kılavuz yardımıyla dahil eden, daha sonra oluşan özlü ipliği çıkış silindiri ve büküm veren iğden oluşan bir aparata ihtiyaç vardır (Vuruşkan 2010). Özlü ipliklerde kullanılan büküm değerleri

daha iyi bir kaplama oluşması için konvansiyonel ipliklere kıyasla daha yüksek değerler olmaktadır.

İplik özellikleri ve performansı yüksek bir özlü iplik üretimi gerçekleşmesi için üretimin kontrollü bir şekilde yapılması ve filament besleme tansiyonunun üretim boyunca sabit tutulması gerekmektedir. Öz kısma dahil olan filamentin besleme tansiyonu ipliğin içinde filamentin izlediği yolu önemli bir derecede etkilemektedir. Filamente uygulanan çekim miktarı, üretilen özlü ipliğin içerisindeki öz oranını ve öz ipliğin gerginliğini belirlemektedir. Pratikteki kullanılan filament çekim oranı genel olarak 2,5-4 değişim göstermektedir. Çekim değeri arttıkça üretilen özlü iplikteki filament oranı düşecektir. Özlü iplik üretiminde konvansiyonel iplik üretimine göre;

- Daha yüksek büküm,
- Daha ağır kopça,
- Düşük iş devri,
- Öz kısım için filament ipliğin merkezlenmesi,
- Filamentin çekim varyasyonlarının olmaması gibi hususlara dikkat edilmelidir

(Rameshkumar 2009).

Bu çalışmada özlü iplik eğirme prensibini esas alarak siro iplik eğirmede iki farklı yöntem kullanılmıştır. Bu eğirme sistemleri;

- Siro+ Tek Filament veya Siro Özlü İplik Eğirme,
- Siro + Çift Filament veya ELS (Embeddable and Locatable Spinning) Eğirme,

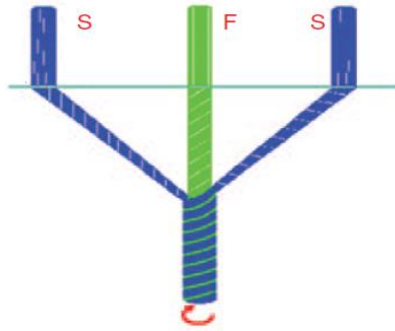
olmak üzere aşağıdaki bölümlerde detaylı bilgi verilmiştir.

3.1.1. Siro Özlü İplik Eğirme (Siro + Tek Filament)

Kesik elyaf iplikçiliğinde elyaf özellikleri ve elyafın iplik yapısı içinde konumlanması iplik özelliklerini etkileyen iki temel parametredir. Elyafın iplik yapısı içinde konumlanması temelde kullanılan eğirme teknolojisi ile ilgili olup birlikte değerlendirilmektedir. Dünya geneline bakılacak olursa kesikli elyaf iplik üretiminde en yaygın kullanılmakta olan eğirme teknolojisi Ring eğirme teknolojisidir. Ring eğirme teknolojisi üzerinde, lif özelliklerinden daha fazla faydalanabilmek için yapılan iyileştirme çalışmalarının sonucunda ring eğirme iplik üretimini temel alarak siro ve kompakt gibi iplik üretim teknikleri ortaya konmuştur. Bu

üretim tekniklerinden siro iplik üretim tekniğini kullanarak tek bir adımda özlü iplik üretimi gerçekleştirilmektedir.

Bu eğirme sisteminde ring makinesi üzerinde iki ayrı fitili birbirine paralel olacak şekilde iplik eğirme bölgesine beslenmektedir (Şekil 3.3). Bu bölümde ön çekim silindirine paralel olarak gelen fitillerin arasına öz iplik/filament beslendikten sonra ön çekim silindirini terk eden öz/manto lifler bilezik, kopça ve büküm yardımıyla siro özlü iplik üretimi gerçekleştirilmektedir (Vuruşkan 2010).

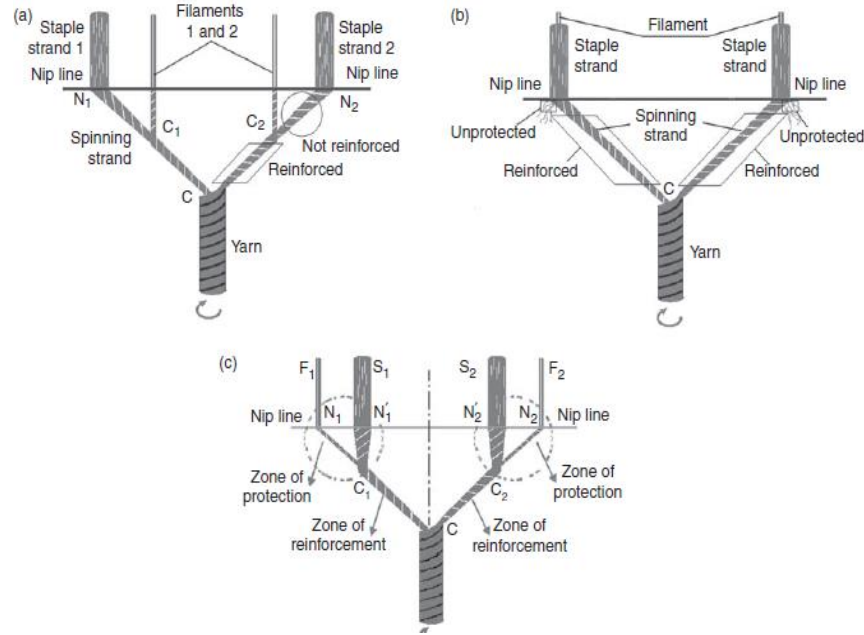


Şekil 3.3. Siro Özlü İplik Eğirme (S: Fitol, F: Filament/İplik) (Xu 2011)

3.1.2. ELS İplik Eğirme (Siro + Çift Filament)

Özlü bir ipliği öz ve manto kısım olmak üzere iki komponent oluşturmaktadır. Kompozit iplik yapısını, ipliğin öz kısmında yer alan (monofilament, multifilament veya kesikli liften oluşan iplik) ve onu etrafını saran (monofilament, multifilament veya kesikli liften oluşan iplik) dış kısımda yer alan manto kısım oluşturmaktadır. Kompozit iplik kullanımının temel amacı ipliklerin farklı özellikleri faydalanarak daha farklı özellikleri olan iplik elde etmektir. Bazı sentetik filamentler doğal elyafa göre daha güçlü lifler olduğundan, şapnel elyaf ve bu filamentlerin kombinasyonu elde edilen kompozit iplik daha yüksek iplik özelliklerine sahip olmaktadır (Xia 2012). Bu yöntemle ilgili çalışma yapan araştırmacılar kompozit iplik üretiminden yola çıkarak süper ince iplik üretimi üzerinde çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Böylece birçok yeni ve etkili iplik teknolojileri kompakt iplik, Siro-iplik, Solo-iplik, özlü iplik, ELS (Embeddable and Locatable Spinning) iplik vb. olarak ortaya çıkmıştır (Xu 2011). ELS, iplik gömülebilir ve konumlandırılabilir olarak adlandırılan iplik eğirme yeni bir yaklaşım sunmaktadır. Bu yöntemle, ring iplik eğirmedeki mevcut kısıtlamaların aşıldığı ve elyafın eğirme performansının yanı sıra ortaya çıkan iplik kalitesinin arttığı ortaya konmuştur. İplik eğirme sırasında ipliklerin konumlandırılabilir olmasının avantaj olarak değerlendirilip farklı iplik besleme geometrileri (Şekil 3.4) kullanarak hem

kesitteki lif sayısını limit değerlerinin altına düşürerek iplik üretimi hem de iplik kalitesi iyileştirilmiş iplik üretimi yapılmaktadır.



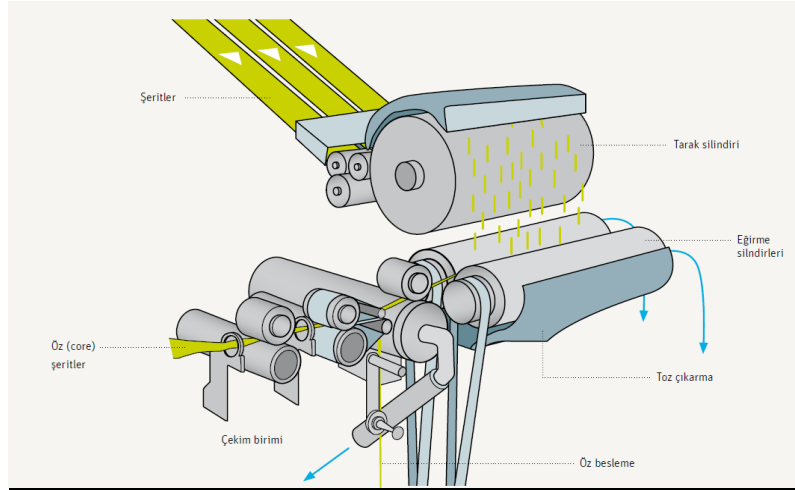
Şekil 3.4. ELS İplik Üretim Yöntemine Örnek Besleme Geometriği (Xu 2011)

ELS iplik eğirme ve diğer eğirme yöntemleri karşılaştırılmış; sirofil ve siro özlü ipliklerin ELS ipliğine göre daha yüksek CVM değerlerine ve iplik hatalarına sahip olduğu gözlenmiştir. Ayrıca ELS ipliklerin filament ve fitil şeritlerinin eğirme bölgesinde uygun pozisyonda konumlandırılmasından dolayı yüksek bir lif yakalama yeteneğine sahip olduğunu sonucuna varılmıştır. Bundan dolayı sirofil, siro özlü ipliklerin istatistiksel olarak mukavemeti ELS kompozit ipliğe göre daha düşük olduğu görülmüştür (Xia 2012). ELS eğirme tekniği ile ring makinesi üzerinde filament ve fitilin çeşitli varyasyonlarda konumlandırılması üzerinde çalışmalar yapılmıştır. ELS iplik eğirmede fitiller arası mesafe değişiminin iplik özelliklerine etki etmediği, fitiller arası mesafenin ise iplik özelliklerini etkilediği bilinmektedir (Chen 2012). Ayrıca bu yöntemle farklı renklerdeki iplikler başarıyla üretilebilmektedir. ELS tekniğinde yün iplik eğirme için, iplik kesitindeki elyaf sayısının teknik sınırların altına, 20 life kadar düşürülerek iplik üretimi gerçekleştirilmiştir (Xu 2011). Bu yeni yaklaşım, iplik kalitesinin iyileştirilerek süper ince iplik üretiminin geliştirilmesi açısından önemli potansiyele sahiptir.

3.2. Friksiyon Eğirme Sistemin Özlü İplik Üretimi

Friksiyon üretiminde kullanılan Dreff-3 iplik eğirme makinesinde özlü iplik eğirme prosesi gerçekleştirilmektedir. Özlü iplik üretimi prosesi Şekil 3.5'te gösterilmektedir. Özlü

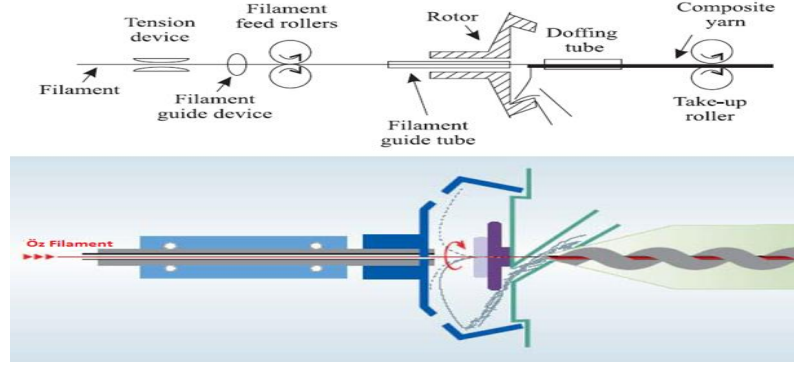
İplik üretim esnasında öz kısma beslenen filament büküm almamaktadır. Delikli eğirme silindirleri tarafından sağlanan hava emiş basıncı sayesinde, açıcı silindir tarafından açılan manto lifleri, eğirme silindir yüzeyine tutunmaktadır. Eğirme silindirlerinin dönüşü ile sağlanan sürtünme sonucunda, mantodaki lifler özdeki filament etrafında tur atar ve özlü iplik yapısı oluşmaktadır. Eğirme silindirinin devir sayısı, mantodaki liflerin öz etrafına sarım kuvvetini, hava emiş basınç miktarı ise lif ile eğirme silindiri arasındaki kayma miktarını değiştirmektedir (Altaş ve Kadoğlu 2009).



Şekil 3.5. Friksiyon(Dref-3000) Özlü İplik Üretimi (Stalder 2009)

3.3. O.E.-Rotor İplik Sisteminde Özlü İplik Üretimi

O.E.-Rotor iplik eğirme sistemi ring ipliğe göre tamamen farklı bir üretim tekniğidir. O.E.-rotor eğirme sistemindeki temel prensip, kısa elyaflar kullanılarak hazırlanan şeritler çok yüksek devirde dönen bir rotor beslenmektedir. Makineye beslenen elyaf grubunu tek lif halinde açtıktan sonra merkezkaç kuvveti sayesinde rotor yüzeyine yayılarak düzenli bir şekilde tekrar iplik formuna getirmektir. Elyaf şeridindeki lifler hava akımıyla taşınmaktadır. Bu şekilde roturun dönmesiyle elde edilen bir çeşit büküm yardımıyla iplik elde edilir ve bobinlere sarılmaktadır.



Şekil 3.6. O.E.-Rotor Eğirmede Özlü İplik Üretimi (Rieter BT904 Katoloğu)

O.E.-rotor makinelerinde özlü iplik üretmek için modifikasyon yapılarak standartta kullanılan rotorun uygun bir forma getirilmesi gerekmektedir. Şekil 3.6'da gösterildiği gibi, filamentin beslenebilmesi için rotorun ortası bir oyuk açılmıştır. Böylece özlü iplik yapısı, rotorun arka tarafından oyuk içerisinden geçerek beslenen filament, rotor içine beslenen lifler tarafından sarılarak oluşmaktadır (Vuruşkan 2010).

3.4. Hava-Jetli (Vortex) İplik Eğirme Makinesinde Özlü İplik Üretimi

Vortex iplik eğirme sisteminde, diğer iplik üretim sistemlerinde bulunan mekanik olarak hareket ettirilen iğ, kopça, rotor, friksiyon silindiri kütleler bulunmamaktadır. Bu iplik eğirme sistemine cer şeridi beslenerek, 4 silindirli ve apronlu çekim ünitesinden geçirilmektedir. Çekim sisteminden çıkan lifler, içerisinde yüksek hızlı hava girdabının oluşturulduğu jetin girişinde bulunan spiral açıklığa doğru emilir ve gergin bir pozisyon alırlar. Bu şekilde bir ucu jetteki spiral açıklıktan içeri giren liflerin diğer açık olan uçları hava girdabı sayesinde içi oyuk iğ etrafında döndürülür. Döndürülen bu lifler jetin içinde sıkı bir yapıda bulunan lifler etrafına sarılır ve böylece oluşan iplik jet içerisinden aşağıya doğru çekilir. Vortex iplik eğirme sisteminde özlü iplik eğirmek için, makine üzerinde filamentin belirli bir gerginlik altında jet içine besleyebilen bir düzeneğin modifikasyonu gerekmektedir. Böylece jetin içerisinde bulunan lifler tarafından, jetin tam ortasından beslenen filament sarılmakta ve özlü iplik üretimi gerçekleşmektedir. Vortex iplik eğirme sisteminde, merkezdeki filament büküm almamaktadır. Bu nedenle vortex iplik, öz ipliğin burulma kuvveti altında zarar görmesinden kaynaklanan problemlere uğramamış olur. Ayrıca yine bu sebepten dolayı oluşan iplik mukavemetinin düşmesi azaltılmış olur (Vuruşkan 2010).

4. KAMGARN İPLİKÇİLİKTE EĞİRME LİMİTİNE YÖNELİK ANALİZLER

Sunulan tezin bir diğer amacı çalışmada kullanılan yöntemlerle süper ince iplik üretimi olduğu için öncelikle kamgarn iplikçilikte iplik eğirme limitine yönelik teorik incelemeler yapılmıştır. İplik eğirme limiti, lif inceliğine ve kesitteki lif sayısına bağlı olarak iplik kopuşu olmadan elyaftan eğirilebilecek en ince iplik numarası olarak tanımlanmaktadır. İplik eğirme sınırı esas olarak lif çapı tarafından belirlenmektedir. Ayrıca, ortalama lif uzunluğu, elyaf uzunluğu varyasyonu, makine türü ve ayarı da eğirme limitini etkilemektedir. (Yeates, Hill ve Edey 1975)

İplik eğirme limitinde eğirilen ipliğin kesitindeki elyaf sayısı değişimi aşağıda verilen 4 temel hususa bağlıdır. Bunlar (Davaslıgil 1966);

- Yün cinsleri,
- Elyafın ortalama incelik,
- Ortalama elyaf uzunluğu ve varyasyonu,
- Elyaf incelik varyasyonudur.

Bu doğrultuda bu bölümde incelenen çalışmalar;

- Yün elyafının inceliği,
- Yün elyafının kalite bakımından sınıflandırılması,
- Yün elyafında ortalama incelik-incelik varyasyonu ilişkisi
- İplik kesitindeki elyaf sayısı-iplik numara ilişkileri,
- Kamgarn iplikçilikte iplik eğirme sınırlarına örnekler,

şeklinde sıralanmış olup, bu konulara ait temel bulgular aşağıda sırasıyla özetlenmektedir.

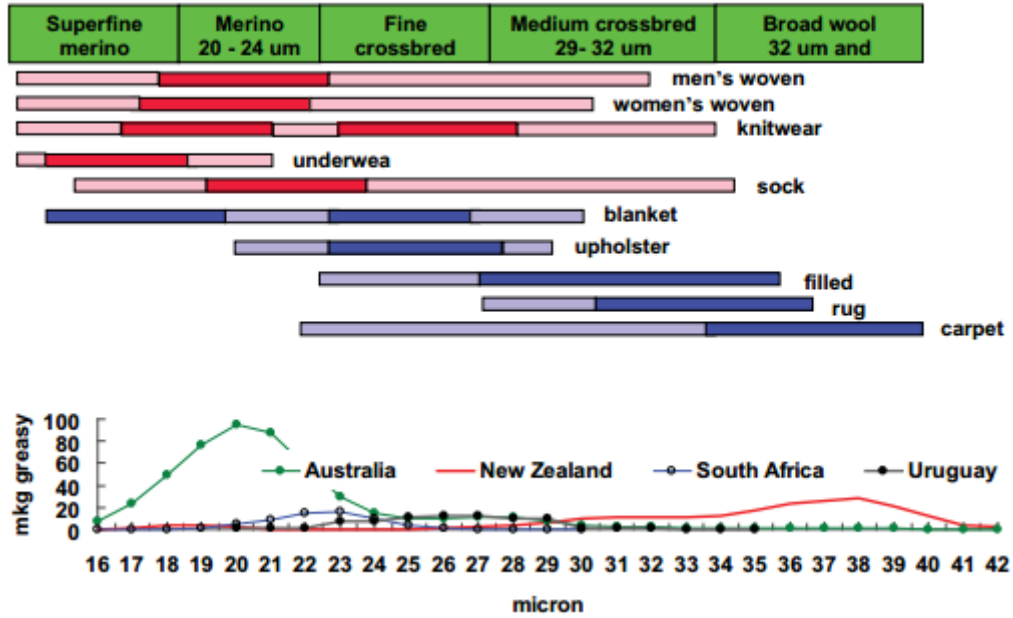
4.1. Yün Elyafının İnceliği

Yün elyafında incelik çok önemlidir ve lifin kalitesini belirlemektedir. Yün elyafının inceliği çoğu kez ortalama çap değerinin μm (mikron) cinsinden belirtilerek ifade edilmekte ve 10 ile 70 μm arasında değişmektedir. Ortalama lif uzunluğu ise 55 ile 300 mm arasında değişmektedir. Yün elyafının inceliği ne kadar düşük olursa, yün elyafı kalite itibari ile o kadar yüksek olmaktadır. Yün elyafının incelik değerlerine göre sınıflandırma sistemleri Tablo 4.1'de gösterilmektedir.

Tablo 4.1. Yün Elyafının İnceliğine Göre Sınıflandırılması (Gürcan 1987)

Yünün İnceliğine Göre Sınıflandırılması	Elyaf inceliği
İnce Merinos Yünü	17-20 μm
Merinos Yünü	20-24 μm
İnce Melez (Krosbred)	24-28 μm
Orta Melez (Low Krosbred)	28-27 μm
Kaba Melez Yünler	37 μm -üzeri

Yün elyafının inceliğine göre kullanım alanları ve ülkelere göre dağılımı Şekil 4.1’de verilmektedir.



Şekil 4.1. Yün Elyafının İnceliğine Göre Kullanım Alanı ve Ünelere Göre Dağılımı (Lyons 2008)

Tekstil fabrikalarında daha önce yapılan çalışmalar ve elde edilen deneyimler sonucunda elyaf özelliklerinin iplik üretimine etki etme derecesine göre incelik %65, uzunluk %15, mukavemet %10 ve diğer özellikleri de %10 olarak sıralanmıştır. Mukavemet, kıvrım, yumuşaklık ve parlaklık gibi diğer elyaf özelliklerinin ise standartların üstünde olan eğirme koşullarında etkili olduğu görülmüştür (Bergen 1991). Dolayısıyla ipliğin eğrilebilirliği açısından elyaf inceliğinin ne kadar önemli olduğu görülmektedir.

Yün lifinin inceliği çap olarak belirlenmesine rağmen liflerinin enine kesit şekilleri tamamıyla dairesel olmadığı bilinmektedir. Bu doğrultuda yün lifleri için dairesellik oranı

veya kontur değeri (countur figüre CF) büyük eksenin küçük eksene oranı olarak tanımlanmaktadır. İplik eğirmede CF değeri 1,22'nin altındaki lifler ile daha rahat iplik eğirme yapılabildiği belirtilmektedir (Lawrence 2003).

4.2. Yün Liflerinin Kalite Bakımından Sınıflandırılması

Yün lifinin kalite bakımından sınıflandırılması geçmişten günümüze gelmiş işaret veya rakamlarla ifade edilmektedir. Bu konuda pek çok ülke kendine özel bir kalite sınıflandırma sistemi kullanmaktadır. Bu sistemlerden en çok kullanılan sistem İngiliz sınıflandırma sistemidir. Bu sınıflandırma sisteminde yün kalitesi 's derecesi ile ifade edilmektedir (Davashgil 1966). Yünden yapılan takım elbiselerde ve ceketlerin iç etiketlerinde bu kalite sınıflandırılmasını görmek mümkündür. Tüm bu tanımlamalar, rakamlar ve kullanılan işaretler mikron ve incelikleri arasında bir korelasyon vardır. Dünyada halen kullanılmakta olan sınıflandırılma Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Yün Liflerinin Sınıflandırılması (SAGEM 1999)

Alman Sistemi	Fransız	İngiliz Sistemi	Amerikan Sistemi	İncelik (µm)
AAAAA	150	100 's	FINE (İnce)	14.4-16.2
AAAA	140	90 's	FINE (İnce)	16.2-17.0
AAA	125	80 's	FINE (İnce)	17.0-17.9
AA	120	70 's	FINE (İnce)	17.9-19.0
A	110	64 's-62 's	FINE (İnce)	19.0-20.0/ 20.0-21.3
A/B	105	60 's	1/2 BLOOD (Yarım Kan)	21.3-23.0
B	100	58 's	1/2 BLOOD (Yarım Kan)	23.0-25.5
C _I	I	56 's	3/8 BLOOD	25.5-27.0
C _{II}	II	50 's	1/4 BLOOD	29.0-33.0
D _I	III	48 's-46 's	LOW 1/4 BLOOD	33.0-35.0/ 35.0-38.0
D _I	IV	44 's	COMMON	38.0-40.0
E	V	40 's	BRAID	40.0-52.0
EE	VI	36 's	BRAID	52.0-62.0
F	VII	32 's	BRAID	62'den büyük

Öte yandan Woolmark kuruluşu, yünlü ürünlerin özel niteliklerinden bazılarını farklılaştırmak amacıyla bir sınıflandırma da sunmuş bulunmaktadır. Tablo 4.3'te söz konusu sınıflandırma yer almaktadır.

Tablo 4.3. Woolmark Tarafından Tanımlanan Yünlü Kumaş Markaları ve Elyaf İncelikleri (Anonim 2012)

Tanımlı	Nitelikleri	Nihai Ürünün Özellikleri
Pure Merino Wool	Ortalama lif çapı 22.5µm'den az olan yün lifleri	Ürünün doğal olarak daha üstün bir tutuma sahip Merinos yününden imal edildiğini, cildi okşayıcı olduğunu ve yumuşaklık ile üstün konfor sergilediğini belirtir.
Merino Extrafine	Ortalama lif çapı 19.5µm (+0.25 µm)'den az olan yün lifleri	Konforlu Merinos yünü üstün bir tuşe, yumuşaklık ve ten rahatlığı sağlamaktadır.
Merino Ultrafine	Ortalama lif çapı 17.5µm (+0.25 µm)'den az olan yün lifleri	Hem muhteşem görünen hem de muhteşem hissettiren temassal konforu özelliklerini taşımaktadır.
Cool Wool	Ortalama lif çapı 22.5µm'den az olan yün lifleri	Kumaş gramajı maksimum 190 g/m ² olmalıdır. Ürüne tüm yıl boyunca özel bir konfor hissi katıp, yünün eşsiz nefes alma ve serin tutma kabiliyetinin nimetlerinden faydalanan seçme yün ipliklerden elde edilen üründür.
Merino Cool	Ortalama lif çapı 22.5µm'den az olan yün lifleri	Kumaş gramajı maksimum 165 g/m ² olmalıdır. Bu tanımlama her mevsim ten ile temas halindeki hafif, nefes alabilen ve konforlu yumuşak ürünlerde kullanılmaktadır.
Super S	Super 80's 19.75 µm Super 90's 19.25 µm Super 100's 18.75 µm Super 110's 18.25 µm Super 120's 17.75 µm Super 130's 17.25 µm Super 140's 16.75 µm Super 150's 16.25 µm Super 160's 15.75 µm Super 170's 15.25 µm Super 180's 14.75 µm Super 190's 14.25 µm Super 200's 13.75 µm Super 210's 13.25 µm Super 220's 12.75 µm Super 230's 12.25 µm Super 240's 11.75 µm Super 250's 11.25 µm	Super S şeması, ince yün kumaşı tanımlamak üzere tasarlanmıştır. Bu şema Super 80's ten Super 250's e kadar uzanmaktadır.

Öte yandan yün liflerinin sahip oldukları incelikler buldukları tip içinde değişim göstermektedir. Tablo 4.4'te yün tiplerinin elyaf inceliklerine göre % olarak dağılımı verilmektedir.

Tablo 4.4. Yün Elyaf İnceliğinin Kalite Sınıflarına Bağlı % Dağılımı (Davaslıgil 1966)

İncelik (µm)	İnce Kaliteli Yünler		Orta Kaliteli Yünler			
	Çok ince Merinos %	Merinos %	İnce %	Kabaca %	Kaba-uzun Yünler %	Halı - Karışık Yün %
10-20	88	41	22	6	2	15
20-30	12	57	64	39	18	35
30-40	-	2	14	41	27	26
40-5	-	-	-	13	40	8
50-60	-	-	-	1	10	6
60-70	-	-	-	-	3	2
70 den yukarı	-	-	-	-	-	8
İncelik ort.	17	21	24	32	40	36
Sortiment derecesi	90 's	70 's	62's	48 's	36's	-

Tablo 4.4'te verilen bilgiler doğrultusunda çok ince merinos yünlerinin %88'i 10-20µm inceliğinde, %12'si ise 20-30µm inceliğine sahip olup, ortalama elyaf inceliğinin 17µm olduğu görülmektedir. Orta kaliteli ince yünlerin ise %22'si 10-20µm inceliğinde, %64'ü 20-30µm inceliğinde ve %14 30-40 µm inceliğinde olduğu, ortalama elyaf inceliğinin de 24µm olduğu görülmektedir.

4.3. Yün Elyafında Ortalama İncelik-İncelik Varyasyonu İlişkisi

Bilindiği üzere yün elyafının incelik ölçümlerinde elyafın çapı ölçülmektedir. Fakat elyaf, ipliğe çapı ile değil kesiti ile dâhil olmaktadır. Bu durumda elyafın ipliğe dâhil olması elyafın çapına değil kesitine bağlıdır. Barker, kesit şeklinin eğrilmeye olan etkisini aşağıdaki hesaplamalar doğrultusunda incelemiştir (Davaslıgil 1966);

$$f_1 + f_2 + \dots + f_i + \dots + f_n = \sum_1^n f_i = N \quad (4.1)$$

Yukardaki eşitlikte;

$\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_i, \dots, \mu_n$: Elyaf çaplarını

$f_1, f_2, \dots, f_i, \dots, f_n$: Elyaf çapına ait frekansları ifade etmektedir.

N ise toplam ölçme sayısı olup (4.1) No'lu denklemden yola çıkarak elyaf kesit alanı:

$$S = \frac{\pi}{4} \sum_1^n (f_i \times \mu_i^2) \quad (4.2)$$

olur. Ortalama kesit alanı ise aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$S_m = \frac{S}{\sum f_i} = \frac{S}{N} = \frac{\pi}{4 \times N} \sum_1^n (f_i \times \mu_i^2) \quad (4.3)$$

(4.3) No'lu eşitliği dikkate alarak ortalama elyaf çapı ' μ_m ' şu şekilde elde edilmektedir:

$$\frac{\pi}{4} \mu_m^2 = S_m = \frac{\pi}{4 \times N} \sum_1^n (f_i \times \mu_i^2) \quad (4.4)$$

$$\mu_m^2 = \sum_1^n (f_i \times \mu_i^2) / N$$

$$\mu_m = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f_i \times \mu_i^2)}{N}} \quad (4.5)$$

Yün lifinin inceliği geniş limitler aralığında değişmekte olup, bu limit aralığı standart sapma ile tayin edilir:

$$\sigma_\mu = \sqrt{\frac{\sum_1^n (\mu_i - \mu_m)^2 \times f_i}{N}} \quad (4.6)$$

Bu eşitlikte;

σ_μ : Elyaf inceliğine ait standart sapma

f_i : Elyaf çapı frekansları

N : Popülasyon sayısı

μ_m : İncelik ortalamasını göstermektedir.

Bu durumda inceliğe ait varyasyon katsayısı:

$$V_\mu = \frac{\sigma_\mu}{\mu_m} \times 100 \quad (\%) \quad (4.7)$$

şeklinde olacaktır.

Öte yandan bu konuda yapılmış olan ampirik denemeler sonucunda standart sapma ile ortalama incelik arasında bir korelasyon olduğu gözlemlenmiştir. (4.7) No'lu eşitliği göz

önünde bulundurarak 56 's ten 100 's ye kadar olan merinos yün kaliteleri için aşağıdaki ifade elde edilmiştir (Davaslıgil 1966);

$$\log \sigma_{\mu} = 0,145 + 0,0213 \mu_m \quad (4.8)$$

$$\log V_{\mu} = \log \sigma_{\mu} - \log \mu_m \quad (4.9)$$

(4.9) No'lu eşitlikte (4.8) No'lu eşitlik yerine konularak;

$$\log V_{\mu} = 0,145 + 0,0213 \mu_m - \log \mu_m \quad (4.10)$$

ifadesi elde edilir. Böylelikle ortalama incelik değerini kullanarak incelik varyasyonun tayin edilebileceği belirtilmiştir (Davaslıgil 1966). Varyasyonun az olması, lif incelik değişimlerinin o kadar az olduğunu göstermektedir. Böylece ipliğin eğirme limitinin incelik varyasyonu ile doğru orantılı olduğu söylenebilmektedir.

4.4. İplik Kesitindeki Elyaf Sayısı – İplik Numarası İlişkileri

Bir yün ne kadar ince ve uzun ise o yünden o kadar ince iplik eğirilebilmektedir. Elyafın tam bir silindirik şeklinde olduğu kabul edilirse elyafın kütlesi aşağıdaki şekilde hesaplanır (Davaslıgil 1966);

$$m = \delta \times l \times (\pi \mu^2)/4 \quad (4.11)$$

Söz konusu eşitlikte;

m: Kütle (g)

δ : Lif yoğunluğu (yün için 1,31 g/ cm³)

μ : Elyaf çapı (μ m)

l: Lif uzunluğu (cm) değerlerini ifade etmektedir.

Bu durumda (4.11) No'lu ifadeden elyaf inceliği metrik numara cinsinden şu şekilde tanımlanabilir:

$$N_{Elyaf} = \frac{l}{m} = \frac{4}{\mu^2 \times \pi \times \delta} (m/g) \quad (4.12)$$

Yün elyafı için yoğunluk değeri 1,31 g/ cm³ olarak alındığında (4.12) No'lu eşitlik aşağıdaki şekli alacaktır (Davaslıgil 1966);

$$N_{Elyaf} = 972000/\mu^2 = K/\mu^2 \quad (4.13)$$

Öte yandan (n) kesitteki elyaf sayısı olmak üzere eğrilebilecek iplik numarası şu şekilde ifade edilebilir;

$$N_{iplik} = N_{Elyaf}/n \quad (4.14)$$

Bu durumda (4.13) ve (4.14) No'lu eşitlikler yardımıyla kesitteki elyaf sayısı (n) şu şekli alacaktır:

$$n = 972000/(\mu^2 \times N_{iplik}) \quad (4.15)$$

Yukarıda belirtildiği üzere iplik kesitindeki elyaf sayısı iplik eğirme limiti için sınırlayıcı bir etkidir. Yün elyafının inceliği veya kalitesi ile istenen özelliklerde eğrilebilecek yün ipliği arasında önemli bir ilişki mevcuttur. Aynı şekilde eğrilebilecek iplik numarası ile elyaf çapı arasında doğrudan bir etkileşim bulunmaktadır. Eğrilebilme, yün elyaf çapı veya inceliğine bağlı olduğundan dolayı ipliğin kesitindeki elyaf sayısı onun eğrilebilme özelliğinin bir ölçütü olarak alınabilmektedir (Bergen 1991).

Literatürde yapılan çalışmalar sonucunda eğrilebilecek en ince kamgarn yün ipliğinin teorik olarak iplik kesitindeki elyaf sayısı (n) minimum 30 kanaatine varılmıştır. Fakat gerçek üretimde Von Bergen ve Walkelin tarafından gerçekleştirilen çalışmada iplik kesitindeki elyaf sayısının 40 olması gerektiği ifade edilmiştir (Davaslıgil 1966). Öte yandan eğrilebilecek en ince iplik numarası için iplik kesitinde olması gereken minimum lif sayısı olarak kamgarn (worsted) iplik eğirme için 40 adet lif (Lawrence 2003), kamgarn siro iplik eğirmede 35x2=70 lif (Lawrence 2010) ve ştrayhgarn (woollen) iplik eğirme için 100 adet lif olarak verilmektedir (Lawrence 2003). Bir başka çalışmaya bakıldığında ise kamgarn (worsted) iplik eğirme için iplik kesitinde olması gereken minimum elyaf sayısının 42 olduğu görülmektedir (Gilligan 2004). Bir diğer kaynakta ise kamgarn iplikçilikte iplik eğirme sınır için kesitteki minimum lif sayısının 35, ticari limit değerlerinde ise lif sayısının 40-50 arasında olduğu görülmüştür (Simpson ve Crawshaw 2002). Günümüzde bu sınırların daha da genişletilebildiği ELS tekniği ile yapılan çalışmalarda yün iplik eğirme için iplik kesitindeki elyaf sayısının teknik sınırların altına 20 life kadar düşürüldüğü görülmektedir (Xu 2011). Söz konusu çalışmalar aşağıda Tablo 4.5'te özetlenmiştir.

Tablo 4.5. İncelenen Kaynaklara Göre Kamgarn İplik Kesitindeki Minimum Elyaf Sayısı (P:Pratik, T:Teorik)

İplik Kesitindeki Elyaf Sayısı (n)	Referanslar
20	Xu 2011
30	Bergen 1991 (T), Davasgil 1966 (T)
35	Lawrence 2010 (P), Simpson ve Crawshaw 2002 (T)
40	Lawrence 2003 (P), Davasgil 1966 (P), Simpson ve Crawshaw 2002 (P)
42	Gilligan 2004 (P)

İplik kesitindeki elyaf sayısının; elyaf inceliği, ortalama elyaf uzunluğu, elyaf incelik varyasyonu ve elyaf uzunluk varyasyonuna bağlı olduğu da bilinmektedir (Davasgil 1966). İplik kesitindeki elyaf sayısı her ne kadar bu parametrelere bağlı değişim gösterse de neticede kesitteki elyaf sayısının bazı limitler dahilinde değişebildiği belirtilmektedir. Aşağıda Tablo 4.6'da yünün kalitesine bağlı olarak kesitteki elyaf sayısının değişimi gösterilmiştir (Davasgil 1966).

Tablo 4.6. Elyaf Cinsi ve Kalitesine Göre İplik Kesitindeki Elyaf Sayısı (Davasgil 1966)

Yün Cinsi ve Kalite	Kesitteki Elyaf Sayısı	
	%50 İhtimal ile	%90 İhtimal ile
Merinos ve Krosbredler (100's – 58's)	30<n<33	26<n<36
Vasat ve Kaba Krosbredler (58's – 40's)	19<n<21	16<n<26
Uzun ve Kaba Yünler (40's- 28's)	10<n<14	7<n<14

Tablo 4.6'daki verilen değerler doğrultusunda teorik olarak iplik kesitindeki elyaf sayısı ortalama n=30 olarak belirtilmektedir (Davasgil 1966).

Daha önce de bahsedildiği gibi kesitteki elyaf sayısı sabit olarak seçildiğinde eğrilebilecek en ince iplik numarasının tayin edilmesine etki eden faktörler;

- μ_m : Ortalama incelik
- v_μ : İnceliğe ait varyasyon katsayısı
- l_m : Ortalama elyaf uzunluğu
- v_l : Elyaf uzunluğuna ait varyasyon katsayısı

- Y : Ortalamadan uzun olan elyaf miktarı şeklinde özetlenmektedir.

Eğirilebilecek en ince iplik numarası μ_m, v_μ ve v_l ile ters orantılı Y ve l_m ile doğru orantılıdır (Davaslıgil 1966).

Yukarıda sunulan bilgilerden ortalama elyaf çapı veya inceliğinin iplik eğirme işlemi sırasında ne kadar öneme sahip olduğu görülmektedir. Ortalama çapta çok küçük değişimler bile iplik eğirme sınırlarını büyük ölçüde etkilemektedir. Tekstil fabrikalarında iplik üretim prosesleri sırasında üretimi etkileyen birçok unsur bulunmaktadır. Bu unsurlar da (elyaf ve iplik geometrisi, büküm, eğirme parametreleri, makine çalışma parametreleri vb.) iplik eğirme sınırını etkilemektedir. Tekstil işletmelerinde fiili olarak kullanılan, bir ipliğin numarasının ve kesitteki elyaf sayısı hesaplanması aşağıdaki eşitlikler ile elde edilmektedir (Bergen, 1991) ;

$$n = 10^5 \times C/N \times \mu^2 \quad (4.16)$$

Yukarıdaki eşitlikte;

n : İplik kesitindeki lif sayısı,

N : İplik numarası (Nm),

μ : Elyaf çapı,

C : Katsayı şeklinde tanımlanmaktadır.

Farklı iplik numaraları için C katsayıları ise aşağıdaki Tablo 4.7’de özetlenmiştir.

Tablo 4.7. İplik Numaraları için C Katsayıları (Bergen 1991)

İplik Numaraları	İngiliz Kamgarn (Nw)	Metrik (Nm)	Tex
C Katsayısı	8,54	9,65	30 adet lif için 0,95 40 adet lif için 1,70 50 adet lif için 2,75

Sonuç olarak elyaf inceliği ve metrik numara cinsinden iplik numarası dikkate alındığında iplik kesitindeki lif sayısı şu şekilde ifade edilmektedir (Bergen 1991);

$$n = 965000/(\mu^2 \times Nm_{iplik}) \quad (4.17)$$

Öte yandan elyaf inceliği ve kesitteki lif sayısına bağlı olarak eğirilebilecek iplik numarası (4.15) No'lu eşitlik ile verilmişti. Fakat bu eşitlik teorik olarak geçerli olup, üretim şartlarına uyarlandığında yukarıdaki katsayı aşağıdaki şekilde tarif edilmektedir:

$$n = 916900/(\mu^2 \times Nm_{iplik}) \quad (\text{Gilligan 2004}) \quad (4.18)$$

Ayrıca kamgarn iplik eğirmede iplik kesitindeki ortalama lif sayısı (n) şu şekilde hesaplanmaktadır (Simpson ve Crawshaw 2002);

$$n = (972 \times Tex_{iplik})/(\mu^2 \times (1 + (CV_{\mu}/100^2))) \quad (4.19)$$

Yukarıdaki eşitlikte CV_{μ} : elyaf çapına ait %CV değerini ifade etmektedir. Metrik numara cinsinden yün lifinin tipik incelik varyasyon değişimi %24,5 alınarak ve kesitteki elyaf sayısı;

$$n = 917000/(\mu^2 \times Nm_{iplik}) \quad (4.20)$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır.

Sonuç olarak, literatürde yer alan bilgiler ışığında iplik kesitindeki elyaf sayısına yönelik 4 farklı eşitlik mevcuttur. (4.15) No'lu eşitlik teorik hesaplamalar sonucu elde edilirken, (4.17), (4.18) ve (4.20) No'lu eşitliklerde ise bazı değişimler göz önünde bulundurularak (elyaf ve iplik geometrisi, büküm, eğirme parametreleri vb.) aşağıdaki ilişkiler elde edilmiştir;

$$n = 972000/(\mu^2 \times Nm_{iplik}) \quad (\text{Davaslıgil 1966}) \quad (4.15)$$

$$n = 965000/(\mu^2 \times Nm_{iplik}) \quad (\text{Bergen 1991}) \quad (4.17)$$

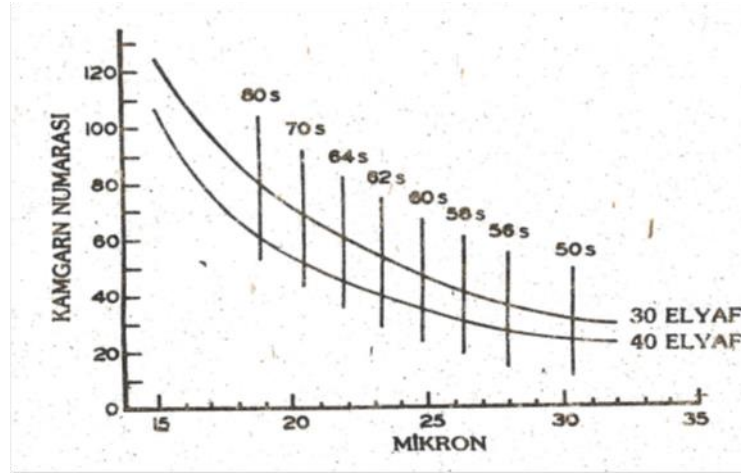
$$n = 916900/(\mu^2 \times Nm_{iplik}) \quad (\text{Gilligan 2004}) \quad (4.18)$$

$$n = 917000/(\mu^2 \times Nm_{iplik}) \quad (\text{Simpson ve Crawshaw 2002}) \quad (4.20)$$

4.5. Kamgarn İplikçilikte İplik Eğirme Sınırlarına Örnekler

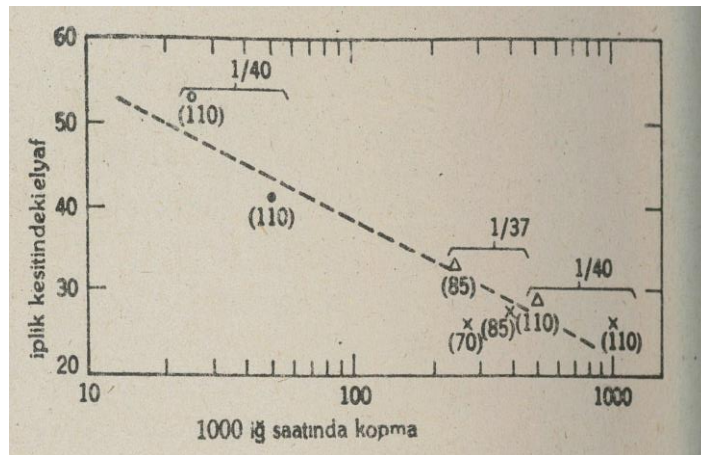
4.4 No'lu başlık altında belirtildiği gibi en ince kamgarn iplik üretimi için yapağı kalitesi ne olursa olsun iplik kesitinde bulunacak minimum elyaf sayısınının 30 olması gerektiği bilinmektedir. Bununla beraber birçok iplikçi teknik olarak eğirilebilecek en ince numara ipliğin kesitinde 40 elyaf bulunması gerektiğini tespit etmiştir (Bergen 1991). Bu doğrultuda

İplik kesitinde 30 veya 40 adet elyaf sayısına bağlı olarak farklı inceliklerde yün liflerinden elde edilebilecek kargarn iplikler için eğirme sınırları aşağıdaki Şekil 4.2 ile özetlenmektedir.



Şekil 4.2. Yün İnceliği Ve Yün Kalitesine Bağlı Olarak Kargarn İpliklere Ait Eğirme Limitlerine Örnekler (Bergen 1991)

.Ayrıca bu konuda daha önce yapılan çalışmalarda üretim verimliliğinde makine çalışma devri, 1000 iş saat başına iplik kopuşunun iplik eğirme limitini doğrudan etkilediği görülmüştür. Şekil 4.3 incelendiğinde kullanılan yün elyafı kabalaştıkça iplik kesitindeki elyaf sayısının azaldığı ve böylece iplik eğirme sırasında kopuşların arttığı gözlemlenmiştir. 19,8 μ (70 's) inceliğinde yün elyafının iplik üretimi sırasındaki kopuş miktarı 21,6 μ m (64 's) ince kalite, 26,1 μ m (58 's) orta kalite ve 26,1 μ m (58 's) Yeni Zelanda inceliğindeki yün elyaflarına göre en iyi değere sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca elyafın kabalaşması ile kesitteki elyaf sayısının azalmış ve iplik kopuşu artmıştır. Ayrıca iplik kopuşundaki artış ile birlikte iş devri de düşürülmüştür (Bergen 1991).



Şekil 4.3. Dört Ayrı Kalite Yapağının Taranmış İplik Eğirilmesi (O) İnce Avusturalya 19,8 μ m 70's, (●) İnce yerli 21,6 μ m 64's, (Δ) Orta kalite yerli 26,1 μ m 58's, (x) Orta kalite Yeni Zelanda 26,1 μ m 58's (Bergen 1991)

Literatür incelemeleri sonucunda elyafın ortalama çapının veya inceliğinin iplik eğirme işlemi için ne kadar önemli bir parametre olduğu ortaya konmaktadır. Ortalama çapta 2µm'dan daha az bir değişimin bile iplik eğirme işlemine önemli derecede etkilediği görülmektedir (Bergen 1991).

4.17 No'lu eşitlik kullanılarak elyaf inceliği ve kesitteki elyaf sayısı bilinen ipliğe ait eğirme sınırlarına örnekler ise Tablo 4.8'de verilmektedir.

Tablo 4.8. Kamgarn İplik Eğirme Sınırlarına Örnekler (Bergen 1991)

Elyaf İnceliği (µm)	Elyaf Kalitesi ('s)	İplik Numarası					
		n: 40 Adet Lif			n: 50 Adet Lif		
		Tex	Nm	Ne	Tex	Nm	Ne
15	110	9	107	95	12	86	76
20,3	70	17	59	52	22	47	41
21,8	64	20	51	45	25	41	36
26,3	58	29	35	31	35	28	25
30,9	50	40	25	22	48	20	18
36,1	44	56	19	16	67	15	13
40,1	36	67	15	13	83	12	11

Yukarıda verilen Tablo 4.8'de iplik değerleri ve işletmede üretilen iplik değerleri kıyaslanmak amacı ile 4.17 No'lu eşitlik kullanılarak kesitteki elyaf sayısına bağlı iplik numaraları Tablo 4.9'da (25µm yün elyafı ile) verilmektedir.

Tablo 4.9. Kesitteki Elyaf Sayısı ve Elyaf İnceliği Bilinen İpliğine Ait Numara Hesabı

İplik Numarası		Kesitteki Lif Sayısı (n)	
		40	50
İplik Doğrusal Yoğunluğu	Nm	<i>Nm 39</i>	<i>Nm 31</i>
	Tex	<i>27 Tex</i>	<i>34 Tex</i>

5. KAYNAK ÖZETLERİ

Örtlek ve Babaarslan (2003), ring iplik eğirme sisteminde spandex özlü ipliklerin yapısına dahil olan elastan varlığının ve bu ipliklere uygulanan bobinleme işleminin tüylülük özelliğine etkileri araştırılmıştır. Bunun için Polyester/Viskon (50/50) karışımı kullanarak aynı numarada (Ne 20/1) elastik özlü iplik ve standart iplik üretimi, ayrıca farklı numaralarda (Ne 18/1 ve Ne 22/1) kops ve bobin formlarında elastik özlü iplik üretimi yapılmıştır. Aynı numarada standart ve özlü ipliklerin tüylülük değerleri karşılaştırıldığında elastik özlü iplik yapısında, merkezdeki elastan etrafına kesikli elyafın sarılması nedeni ile iplik gövdesinden sarkan uzun liflerin sayısının azalmasından dolayı tüylülüğün azaldığı görülmüştür. Kops ve bobin formlarının iplik tüylülüğüne etkisi incelendiğinde ise elastan içerikli özlü ipliklerin kopstan bobine sarımı sırasında, tüylülük indeksi ve S3 değerlerinin arttığı görülmüştür. Bu tüylülük değerlerinde görülen artışın, yüksek hızlarda yapılan bobinleme işlemi sırasında, artan hava akımının, ipliğin bobinleme makinesinin değişik kılavuzlarından geçerken maruz kaldığı çok çeşitli sürtünme kuvvetlerinin ve artan merkezkaç kuvvetinin etkisiyle iplik yapısından dışarıya doğru çıkan liflerin sayısının artmasından kaynaklandığı belirtilmektedir.

Su ve arkadaşları (2004), ring iplik eğirme sisteminde öz olarak 44.4dtex f4 inceliğinde elastan filament, manto olarak da pamuk elyafı kullanarak 19,7tex inceliğinde elastik özlü iplik üretimi yapmışlardır. İplik performansını arttırmak için, ipliklerin enine kesit yapıları incelenmiş ve elastanın besleme açısı ve çekim oranının iplik yapısı ve performansına etkisi araştırılmıştır. Yüksek besleme açısında, daha iyi bir kaplama etkisi sağlandığı ve 3,5 çekim oranının daha iyi dinamik elastik geri dönüş sağladığı görülmüştür.

Zhang ve arkadaşları (2006), O.E.-rotor kompozit iplik üretiminde filament besleme oranının iplik yüzey yapısına etkisi üzerine çalışma yapmışlardır. Çalışmada manto kısım için pamuk fitili (1,5dtex 25,4 mm lif özellikleri) , öz kısım için 33 dtex f12 polyester filament kullanılmıştır. 8 farklı (1.12, 1.09, 1.06, 1.03, 1, 0.97, 0.94, 0.91) filament besleme oranında çalışmalar gerçekleştirmiştir. Sonuç olarak filament tansiyonunun artması birlikte filament besleme oranının azalması durumundan filamentin giderek kompozit iplik yüzeyinden merkeze doğru hareket ettiği, filamentin büküm aldığı sarmal yol alanı arttığı ve filament bükümünün giderek azaldığı görülmüştür. Normal rotor iplik ile karşılaştırıldığında kompozit iplik yüzeyi yakın sargı liflerin morfolojisinden dolayı normal rotor ipliğine göre daha sıkı bir yapıda olduğu, ayrıca iplik özelliklerinde iyileşme olduğu gözlemlenmiştir.

Viswarajasekaran ve Raghunathan (2006), yapmış oldukları çalışmada özlü ipliklerin fiziksel özelliklerini incelemiş ve konvansiyonel ring ipliklerin özellikleri ile

karşılaştırmıştır. Çalışmalarını öz/manto oranı, büküm ve harman karışımlarının iplik özelliklerine etkileri olarak 3 başlık altında yapmıştır. Büküm için, polyester filament (35 denye multifilament) öz kısım ve polyester ştapel manto olmak üzere, üç farklı bükümde (20, 25, 30 t/inç) ve aynı iplik numarasında özlü iplikler üretilmiştir. Harman karışımı için, öz/manto oranı 2:1 olacak şekilde; öz kısımlarında polyester eğrilmiş iplik, polyester/pamuk karışımı iplik ve polyester/viskon karışımı iplik kullanılarak üç farklı özlü iplik eğrilmiştir. Öz/manto oranı değiştirilerek, dört farklı çıkış numarasında (30s, 20s, 15s, 13s), öz kısmı polyester ştapel iplik ve manto kısmı pamuk olan, dört farklı numune elde edilmiştir. Pamuk ile kaplı polyester filament özlü ipliklerde, büküm arttıkça düzgünsüzlük artmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda da naylon özlü iplikler için aynı durumun gözlemlendiği belirtilmiştir. Polyester ştapel öz ve pamuk mantodan oluşan ipliklerin düzgünsüzlük değerlerinin polyester filament özlü ipliklere göre daha iyi olduğu görülmüştür. Buna öz ve manto iplikleri arasındaki lif sürtünmesinin neden olduğu belirtilmiştir. Manto içeriği azaldıkça mukavemet artmış ve düzgünsüzlük azalmıştır. Polyester ve pamuk klasik ring eğirme yöntemi ile eğrilmiş iplikler ile karşılaştırıldığında, polyester eğrilmiş öz ve pamuk manto kısmından oluşan özlü ipliklerin mukavemet ve kopma uzaması açısından daha iyi olduğu görülmüştür. İplik mukavemeti belli bir büküm değerine kadar artarken, kopma uzaması büküm arttıkça azalmıştır. Özlü iplikler için optimum bükümün 20 t/inç olduğu belirlenmiştir. Özlü ipliklerin mukavemet özelliklerinin manto hammaddesi özelliğine, büküme ve öz/manto oranına bağlı olduğu görülmüştür.

Dang ve arkadaşları (2006), yünlü iplik eğirme sisteminde spandex özlü iplik üretiminin geliştirilmesi üzerine çalışma yapmışlardır. Deney seti özlü iplik besleme tansiyonunun incelenmesi ve büküm katsayısı değişiminin incelenmesi olmak üzere iki başlık altında yapılmıştır. 4 farklı iplik besleme tansiyonunda (2.0, 2.5, 3.0, 3.5) ve 5 farklı büküm faktöründe (8.82, 10.42, 12.03, 13.63, 15.23) iplik üretimi yapılmıştır. Özlü iplik eğirme yöntemi ile üretilen ipliklerin özelliklerini standart iplik ile kıyaslayıp incelemişlerdir. Kopma uzama, mukavemet ve elastikiyet değerleri incelendiğinde elastik özlü iplik, normal ipliğe göre daha iyi özelliklere sahip olduğu görülmüştür. İplik büküm değişiminin ve spandex çekim oranının iplik özelliklerine büyük etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Deneyler sonucunda özlü ipliklerin normal ipliklere göre kopma uzamasının ve mukavemetin ilk olarak arttığı daha sonra büküm faktörünün ve çekim oranının artması ile azaldığı görülmüştür. Özlü ipliğin en yüksek mukavemet ve kopma uzama değerlerinin 13.63 büküm faktörü ve 2.5 spandex çekim oranında olduğu ortaya konmuştur.

Örtlek ve Ülkü (2007), yaptıkları çalışmada, elastan filament ve iplik numaralarının değişiminin elastan özlü vorteks iplik özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla 12 farklı iplik numunesi üç farklı spandex filament numarası (22 dtex, 33 dtex, 44dtex) ve üç farklı iplik numarasında (Ne 30, Ne 40, Ne 50) üretilmiştir. Çalışma sonucunda, elastan filament ve iplik numarasında değişimlerin elastik özlü vortex ipliklerin bazı özelliklerinin önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir. Kalın ipliklerin ince ipliklere göre daha düşük düzgünsüzlük ve % kopma uzama değerine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca spandex özlü vorteks ipliklerin vorteks ipliklerine göre daha düşük mukavemet değerine ve daha yüksek kopma uzama değerine sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Spandex ipliğinin elastik yapısı özlü vorteks ipliğinin tüylülüğünü de etkilemiştir. Bu nedenle, özlü vorteks ipliklerinin beklenen özelliklerinin spandex ve iplik numarasının birbirlerine uygun numara kombinasyonlarıyla belirlenmesi gerektiği gözlemlenmiştir.

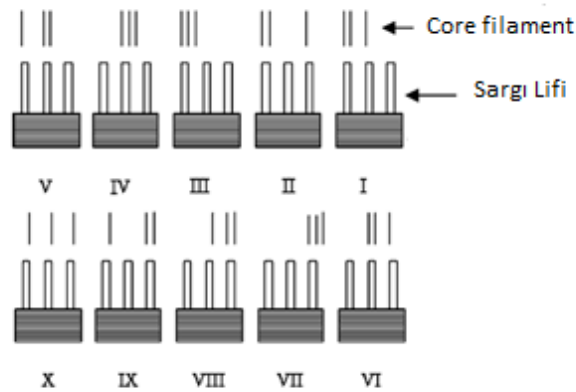
Kadoğlu ve Altaş (2009), çalışmalarında Dref-3 iplik eğirme makinesinde öz kısımda polyester filament olacak şekilde farklı eğirme parametreleri ve mantoda iki farklı kesikli elyaf kullanarak (polyester ve viskon) üretilen özlü ipliklerin mukavemet özelliklerini incelemiştir. Bu amaç ile 65 tex iplik numarasında PET/PET ve PET/Viskon özlü iplikler, üç farklı öz/manto oranı, dört farklı eğirme silindir devri, dört farklı hava emiş basıncı kullanarak üretilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda ipliğin özünde daha kalın filament kullanıldığında, filamentin kopma mukavemeti daha yüksek olmakta ve iplik mukavemeti artmaktadır. Fakat eğirme silindir devrindeki artış özlü ipliğin mukavemetini düşürmektedir. Besleme sisteminden dolayı, manto lifleri iplik yapısında kıvrımlı olarak öz etrafına helezon şeklinde sarılmakta ve artan filament oranı ile birlikte, manto oranı azalmakta, bu durumun özlü ipliğin kopma uzama oranını düşürdüğü belirtilmektedir.

Alaşehirli (2009), ring iplik makinesinde tek ve çift sayıda fitille çeşitli şapel formda PVA ipliklerle özlü iplik eğirerek elde edilen özellikleri incelemiştir. Örme işlemi sonrası öz kısımda kullanılan PVA iplikleri uzaklaştırılmıştır. Konvansiyonel ring ipliklerinden oluşan kumaşlarla, aynı numarada fakat merkez boşluk hacimleri farklı olan içi boş ipliklerden oluşan kumaşların başta su emiciliği olmak üzere, hava geçirgenliği, boncuklanma gibi çeşitli özellikleri test etmiştir. Yapılan çalışma sonucunda içi boş ipliklerden elde edilen kumaşların su emicilik özelliklerinin, konvansiyonel ring iplikleri ile üretilmiş kumaşlara göre çok daha iyi olduğu ve bu değerlerin içi boş ipliklerde boşluk hacminin artmasıyla daha da iyileştiği görülmüştür. Ayrıca kumaşlara yapılan hava geçirgenliği testinde içi boş ipliklerden oluşan

kumaşların hava geçirgenlik değerlerinin iplikteki boşluklarda havanın tutulmasından dolayı daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Pramanik ve Patil (2009), ring ve hava jetli eğirme ile üretilen öz kısmında PET, manto kısmında pamuk elyafı bulunduran özlü ipliklerin fiziksel özelliklerini incelemiştir. Yüksek mukavemet, konfor, dayanıklılık, görünüm gibi özelliklere aynı anda sahip olabildiği için tercih edilen özlü ipliklerden, 6'sını hava jetli eğirme, diğer 6'sını da ring eğirme sistemiyle üreterek 12 tip özlü iplik elde etmiştir. Daha sonra da bu iplikleri, % 100 pamuk ring ipliğiyle karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucunda mukavemet, uzama ve kopma enerjisi gibi değerlerin, özlü ipliklerde daha yüksek olduğu görülmüştür. Öte yandan hava jetli özlü ipliklerin mukavemet değerleri, % 100 pamuk ring ipliğinden daha düşük çıkmıştır.

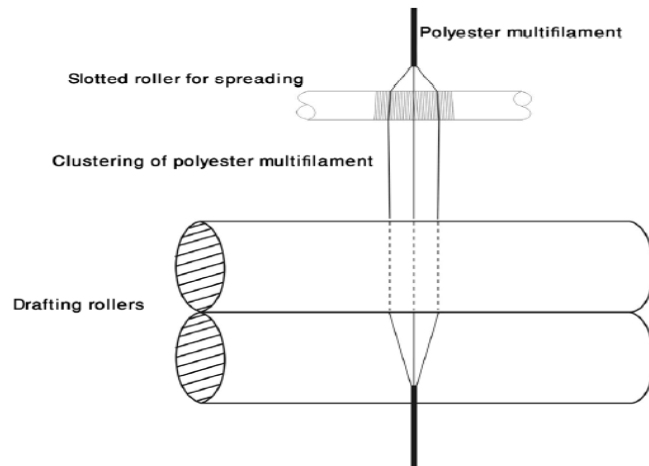
Pourahmad ve Johari (2009), ring iplik eğirme makinesinde özlü ipliklerin üretimi sırasında yaygın bir sorun olan özdeki liflerin kaymasını azaltmak, merkezlenmenin tam olarak sağlanması ve iplik kalitesini artırmak üzerine çalışma yapmışlardır. Çalışma kapsamında modifiye edilmiş ring iplik makinesinde üç fitil şeridi ve üç filament ile iplik üretimi yapılmıştır. Deneysel çalışmalar için, öz kısmında multifilament naylon ve manto kısmında akrilik şapnel elyaf kullanılmıştır. İplik üretimleri 10 farklı filament besleme pozisyonunda gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.1). Gerçekleştirilen çalışmalar iplik özellikleri bakımından değerlendirildiğinde şekilde yer alan 10 numaralı filament besleme pozisyonu en iyi sonuçları vermiştir. Ayrıca geliştirilen yeni iplik eğirme metodu ile üretilen ipliklerin özellikleri ring ve siro iplik eğirme sistemleri ile üretilen ipliklerin özelliklerinin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 5.1. Özlü İplik Üretimde Öz ve Manto Besleme Pozisyonu (Pourahmad 2009)

Çelik ve arkadaşları (2009), manto oranı ve büküm sayısının filament özlü ipliklerin özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Ring iplik makinesinde; öz kısmında PET filament iplik, manto tabakası için pamuk lifi besleyerek farklı öz/manto oranlarına ve farklı büküm değerlerine sahip olacak şekilde üç tipte özlü iplik üretilmiştir. Öz oranı arttıkça mukavemet değerinin de arttığı görülmüştür. Manto oranı artışının iplik düzgünsüzlüğünü arttırdığı ve iplik tüylülüğünü azalttığı görülmüştür. Büküm miktarının artışıyla beraber ipliklerin mukavemet değerleri artmış, kopma uzaması ve iplik canlılığı değerlerinde herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Bükümün artmasıyla iplik düzgünsüzlüğü ve iplik tüylülüğü azalmıştır.

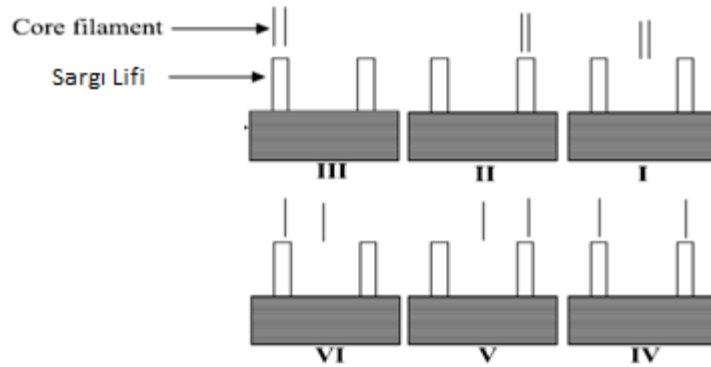
Gharahaghaji ve arkadaşları (2010), ring iplik sistemi üzerinde modifikasyon yaparak iplik üretimi için yeni bir yöntem geliştirmeyi amaçlamış ve bu yöntemi "clusterspun iplik" olarak adlandırmıştır (Şekil 5.2). Burada, küme halindeki multifilament polyester filamentin özlü ipliğin iç yapısına ayırıcı bir silindir profili kullanarak konumlandırılması ve kompozit iplik özelliklerinin etkisi üzerinde çalışılmıştır. Pamuk lifleri ve polyester multifilamentleri beş farklı büküm değerinde ve Ne 19 iplik numarasında, cluster iplik ve özlü iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu ipliklerin daha sonra mukavemetleri ve düzgünsüzlükleri test edilip karşılaştırılmıştır. Mikroskopik ve görüntü işleme yöntemleri ile ipliklerin enine kesiti ve iplik paketleme yapısı incelenmiştir. Cluster-spun tekniğinin ipliğin yapısal mekaniği ve iplik özelliklerini belirgin bir şekilde geliştirdiği görülmüştür. İstatistiksel analiz sonuçlarında ise mukavemet ve iplik kopma uzaması cluster-spun ipliğin özlü ipliğe göre önemli ölçüde artış olduğu gözlemlenmiştir. Cluster-spun iplikleri, düşük bükümde, standart özlü iplikleri ile karşılaştırıldığında daha kaliteli iplik üretimi gerçekleştirildiği ortaya konmuştur.



Şekil 5.2. Ayırıcı Silindir Yardımıyla Özlü İplik Egirme (Gharahaghaji 2010)

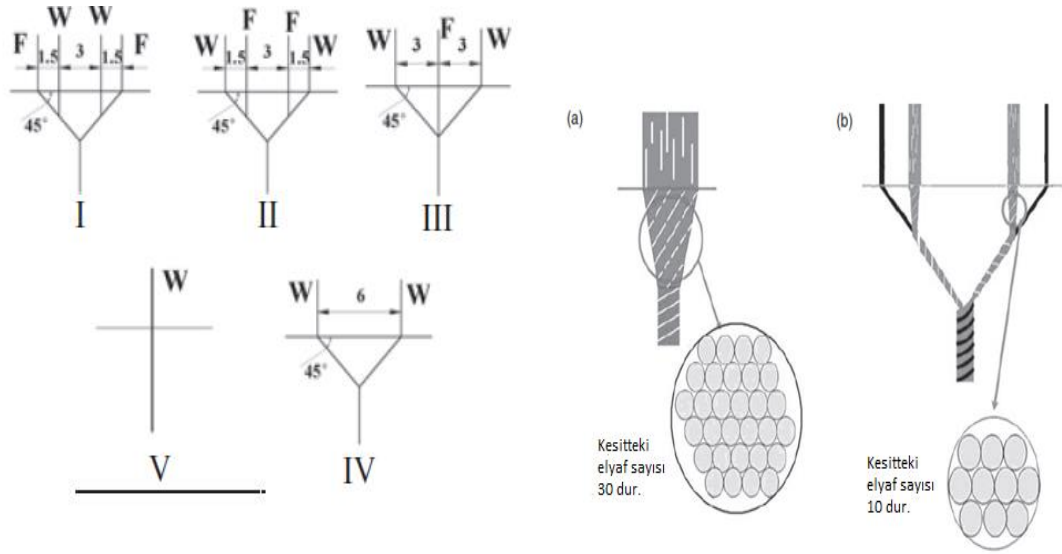
Vuruşkan (2010), çalışmasında bir ring iplik eğirme makinesinde elastan içerikli öz iplik üretmek üzere modifikasyon yapmıştır. , Yapılan tasarımdaki temel amaç, var olan ithal sistemlerin yerini alabilecek yerli bir sistemi geliştirerek tekstil sektörüne kazandırmaktır. İplik üretimlerinde 3 farklı tip hammadde pamuk (%100), pamuk/viskon (%50-50) ve pamuk/polyester (%50-50) kullanılmıştır. Daha sonra makine üzerinde, çeşitli üretim parametreleri değiştirilerek, farklı özelliklerde elastan özlü iplikler üretilmiştir. Bu ipliklere çeşitli kalite testleri uygulanarak, üretim değişkenlerinin iplik kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde iplik numarasının değişmesi düzgünlük, mukavemet, kopma uzama ,ince-kalın yer hataları, neps ve tüylülük üzerinde en fazla anlamlı etkiye sahiptir. Bu etki kesitteki lif sayısının değişmesi ile açıklanmaktadır

Pourahmad ve Johari (2011), manto kısmı akrilik elyafi öz kısmı naylon filamentini kullanarak Ring, Siro ve Solo eğirme sistemlerinde özlü iplik üretimi ve bazı faktörlerin iplik üretimine etkileri üzerine çalışmışlardır. Bu faktörler eğirme sistemleri (Ring, Siro ve Solo), filament besleme tansiyonu (örnek. 1, 7/5, 10, 15, 50, ve 100 g), ve öz kısmının şeritlere göre besleme pozisyonundan (6 tip besleme pozisyonu) oluşmaktadır (Şekil 5.3). Ayrıca bu çalışmada mukavemet, aşınma direnci, düzgünlük ve tüylülük dahil olmak üzere fiziksel ve mekanik özelliklerin tümü incelenmiştir. Yapılan çalışmalar sonunda Siro eğirme sistemi tarafından üretilen özlü ipliklerin kalitesi Ring ve Solo eğirme sistemi tarafından üretilen özlü ipliklerden daha iyi olduğu sonucu elde edilmiştir. Filament besleme tansiyonunun ring özlü ipliklerin üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ve en iyi filament besleme tansiyonunun 100 g olduğu sonuçlarına varılmıştır.



Şekil 5.3. Siro Özlü İplik Üretiminde Öz Kısım İçin Farklı Besleme Pozisyonları (Pourahmad 2011)

Xu ve arkadaşları (2011), gömülebilir ve konumlandırılabilir iplik eğirme (embeddable and locatable spinning, kısaca ELS) olarak adlandırdıkları, kısaca çift fitilli siro eğirmeye çift filamentin dahil edildiği eğirme yöntemi üzerinde çalışmıştır. 5 farklı besleme geometrisinde iplik üretimi denemesi yapılmış fakat konvansiyonel ring iplik ve siro iplik üretimi gerçekleştirilmemiştir. Çalışmada üretilen ipliklerin ince yerler hatası karşılaştırıldığında sırasıyla en iyi değerler I, II ve III No'lu ipliklerdir. II için neps ve kalın yerler hataları I No'lu ipliğe göre daha fazla olup, II No'lu iplik I ve III No'lu ipliğe göre daha düzgünsüzdür. Bu yöntemle, kamgarn ring iplik eğirmedeki mevcut kısıtların aşıldığı ve elyafın eğirme performansının yanı sıra ortaya çıkan iplik kalitesinin arttığını ortaya koymuşlardır. İplik eğirme sırasında farklı iplik besleme geometrileri kullanarak kesitteki lif sayısını limit değerlerinin altına düşürerek iplik üretimi hedeflenmiştir. Ayrıca bu yöntemle 300s/1 süper ince ipliğin ve farklı renklerdeki ipliklerin başarıyla üretildiği belirtilmektedir. Bu çalışmada iplik üretiminde eğrilebilecek en ince iplik için kesitteki lif sayısı 20'ye düşürülmüştür (Şekil 5.5). Sunulan yaklaşımın, iplik kalitesinin iyileştirilerek süper ince iplik üretiminin geliştirilmesi açısından önemli potansiyele sahip olduğu ortaya konmuştur.

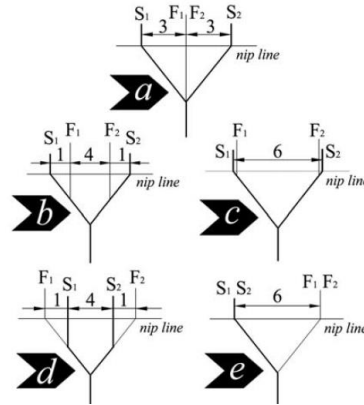


Şekil 5.4. a) Konvansiyonel İplik Üretiminde Kesitteki Minimum Lif Sayısı
b) Sunulan Yöntemde Kesitteki Minimum Elyaf Sayısı (Xu 2011)

Terez (2011), bu tez çalışmasında ring eğirme sistemiyle üretilen sert özlü ipliklerde, büküm katsayısı, nihai iplik numarası, özdeki filament inceliği, özü oluşturan multifilament ipliklerdeki filament adedi ve filament ipliğin düz veya tekstüre olmasının, özlü iplik özellikleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Öz kısmı için aynı filament sayısı farklı öz numaralarda olanlar, aynı öz numarası farklı filament sayılarında olanlar ve öz materyali PET

FDY ya da PET tekstüre kullanılarak 3 farklı büküm katsayısında çalışmalar yapılmıştır. İplik numarası, büküm katsayısı, öz numarası, özde kullanılan filament ipliğinin filaman sayısı ve öz materyalinin FDY veya tekstüre olmasının iplik mukavemetine etkisi incelendiğinde, iplik numarası kalınlaştıkça mukavemet değerinin arttığı gözlenmiştir. Filament sayıları birbirine yakın olduğunda filament sayısı değişiminin mukavemeti etkilemediği, ince numara ipliklerde öz iplik ne kadar ince olursa mukavemeti o kadar arttırdığı, kalın ipliklerde ise öz ipliğinin inceliğinin mukavemeti değiştirmedeği gözlenmiştir. Büküm katsayısının değişimine bakıldığında ise Ne16 inceliğindeki özlü ipliklerde, büküm katsayısı arttıkça mukavemet değerinin de arttığı, Ne 9 inceliğindeki özlü ipliklerde ise büküm katsayısı arttıkça mukavemet değerinin azaldığı görülmüştür. Ne 16 ve Ne 9 inceliğindeki özlü iplikler için ayrı ayrı istatistiksel analiz yapıldığında da, öz kısma ait iplik numarası incelidikçe düzensizlik değerinin azaldığı görülmüştür. Ne 9 inceliğindeki PET tekstüre özlü ipliklerde, öz numarası arttıkça % CVm değeri artmaktayken, PET FDY özlü ipliklerde fark olmadığı sonucuna varılmıştır.

Xia ve arkadaşları (2012), bu çalışmalarında ELS tekniği ile siro özlü iplik ve sirofil iplik üretim tekniklerinin hava emiş borusundaki lif yakalayabilirliğini karşılaştırmışlardır. 5 farklı kompozit iplik üretim dizaynı üzerinde çalışmalar yapılmıştır (Şekil 5.7).

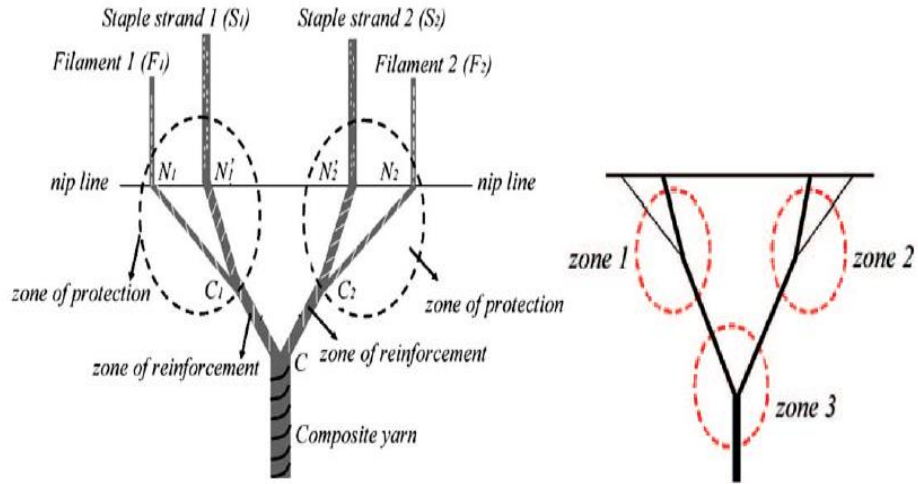


Şekil 5.5. Ring Makinesinde Kompozit İplik Üretim Yöntemlerinin Tasarımı; (A) Siro Özlü Metot; (B) ELS 1. Nesil; (C) 2. Nesil ELS; (D) ELS 3. Nesil; (E) Sirofil Eğirme Yöntemi (Xia 2012)

Yapılan çalışmalar sonucunda 3. ELS tekniğinin lifleri yüksek yakalama yeteneğine sahip olduğu ortaya konmuştur. Sirofil ve siro özlü ipliklerin 3. ELS ipliğine göre daha yüksek CVm değerlerine ve iplik hatalarına sahip olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebi olarak da 3. ELS sisteminde filament ve fitil şeritlerinin eğirme bölgesinde uygun pozisyonda konumlandırılması ve böylece düzensiz lif kaybının bastırılması gösterilmiştir. Bu sonuçlara ek olarak elyaf kaybının lif kesitindeki kullanılan elyaf sayısının azalmasına neden olduğu ve

bundan dolayı sirofil, siro özlü ve 1. ELS kompozit ipliklerin istatikselsel olarak mukavemeti 3. ELS kompozit ipliğe göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bu çıktıları doğrultusunda 3. ELS tekniği ile daha güçlü kompozit bir iplik oluşturmak için yüksek bir lif yakalama yeteneğine sahip olduğunu sonucuna varılmıştır.

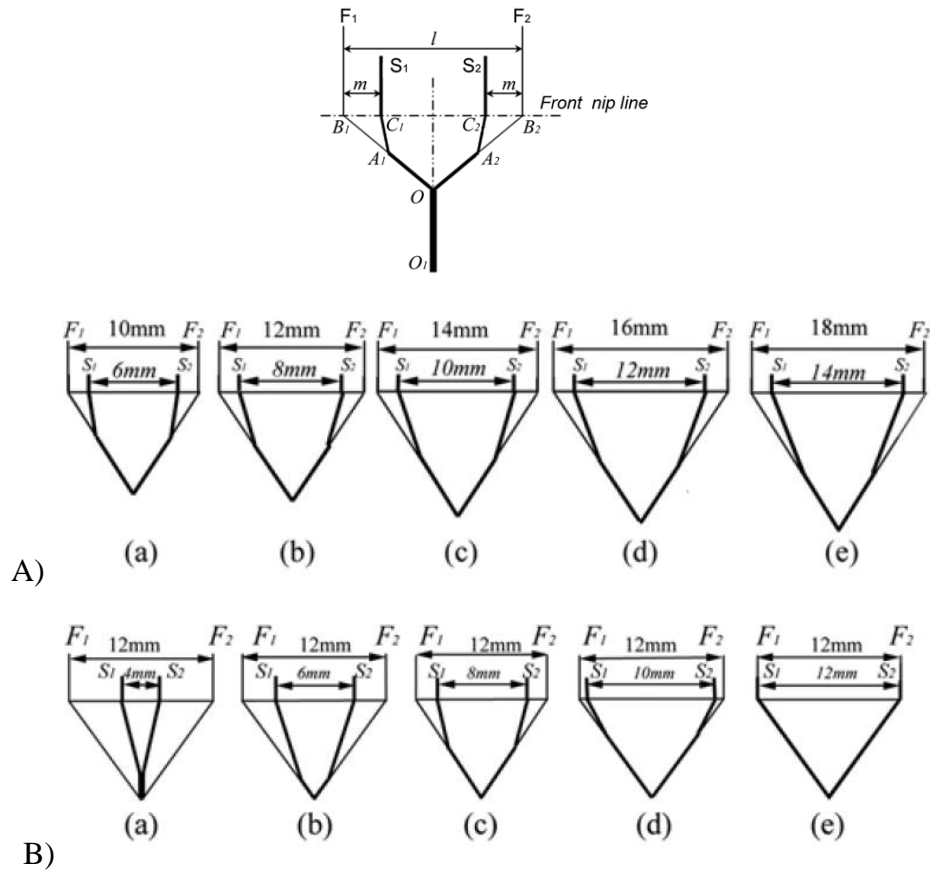
Wang ve arkadaşları (2012), ELS iplik üretim tekniği ile iplik oluşum alanında büküm ve iplik tansiyonunun dağılımının teorik olarak analizini yapmak için yarı-statik bir model tasarımı üzerinde çalışmışlardır. Analiz için iplik oluşum bölgesinde 1, 2 ve 3 olarak üç alan belirlenmiştir (Şekil 5.6). Analiz sonuçlarında, filament ve fitil üzerindeki tansiyonun lineer doğrusal yoğun ve eğirme hızının karesi ile doğru orantılı olduğunu ortaya konulmuştur. Kompozit iplik oluşumunda daha fazla büküm olmasının, filament ve kesikli şeridin oluşum bölgesine (zone 1) verilecek büküm oranının artmasına neden olduğu gözlemlenmiştir. Filamentin ağırlığı şeridin ağırlığından fazla olmasının filament ile şerit eksenleri arasında daha küçük açılara neden olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğine kompozit 2 şerit arasındaki açı, kompozit iplik hızının şerit hızına bölünmesiyle hesaplanabileceği ortaya konmuştur. Bölge 1 ve 2'nin aynı davranışları sergilediği görülmüştür. Sonuç olarak, incelenen alan 1-2' de ELS iplik oluşum bölgesinin konfigürasyonunun ve büküm dağılımının teorik olarak analizinin yapılabilirliğini online çekilen fotoğraflar ile desteklenmiştir.



Şekil 5.6. N1, N2, N3/ Zone.1,2,3 ELS İplik Oluşumu Şematik Diyagramı (Wang 2012)

Chen ve arkadaşları (2012), bu çalışmalarında ELS eğirme tekniğinde fitil ve filament konumlarının iplik özelliklerine etkilerini incelemiştir. Ring makinesi üzerinde filament ve fitilin çeşitli varyasyonlarda konumlandırılmasını yaparak iplik üretimi

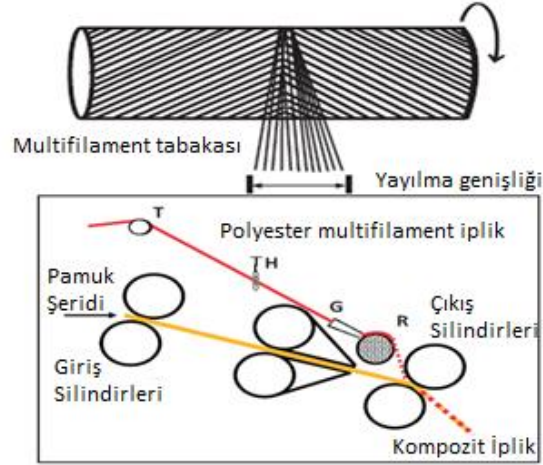
gerçekleştirmiş; üretilen ipliklerinin tüylülük, düzgünsüzlük ve mukavemet özellikleri karşılaştırmıştır. Gerçekleştirilen çalışmalar filamentin konumlandırılmasının ve fitilin konumlandırılmasının iplik özelliklerine etkisi olarak 2 farklı başlık altında yapılmıştır. Filamentin konumlandırılması F_1S_1 arası mesafe sabit 2 mm olmak üzere F_1F_2 arası mesafe 10 mm, 12 mm, 14 mm, 16 mm ve 18 mm olarak değişmektedir. Benzer şekilde fitil şeritlerinin konumlandırılması F_1F_2 arası mesafe sabit 12mm olmak üzere S_1S_2 arası mesafe 12 mm, 10 mm, 8 mm, 6 mm ve 4 mm olarak değişmektedir (Şekil 5.8). Sonuçlar değerlendirildiğinde eğirme üçgeninin genişleyebileceğini fakat takviyeli kompozit iplik eğirme işleminde fitiller arası mesafenin sabit kalması gerektiği görülmüştür. Filament aralığı varyasyonları ise iplik tüylülüğü, mukavemeti ve düzgünsüzlük değerinde anlamlı değişikliklere neden olmamıştır. ELS iplik eğirme işleminde fitil aralığının iplik tüylülüğüne etkisi karşılaştırıldığında 4mm ve 10mm fitil aralığının, 6mm, 8mm ve 12 mm fitil aralığına göre daha düşük tüylülüğe sahip olduğu görülmüştür.



Şekil 5.7. Ring Makinesi Üzerinde Filament ve Fitilin Konumlandırılması (A: Filamentin konumlandırılması B: Fitilin konumlandırılması) (Chen 2012)

Naem ve arkadaşları (2014), bu araştırmada kompozit özlü iplik üretimi için yeni bir yöntem üzerinde çalışılmıştır. Bu yöntem iplik üretimi sırasında özde kullanılan

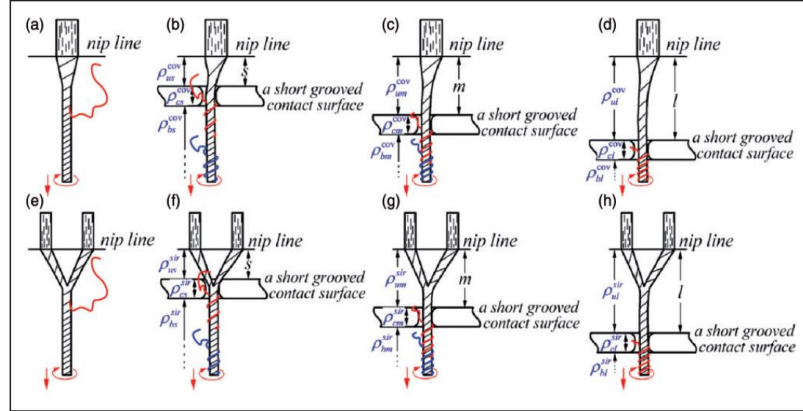
multifilamentleri lif lif ayıracak bir silindir tasarlanmıştır ve ring iplik makinesini bu tasarıma uygun bir sistem ile modifiye edilmiştir (Şekil 5.9). Modifiye edilmiş ring iplik makinesinde üretilen 48 tex (Ne 12) inceliğindeki ipliklerin mukavemet ve tüylülük özellikleri, geleneksel ring makinesinde üretilen benzer bir kompozit iplik ile karşılaştırılmıştır. Bu mekanik yayılma yöntemi diğer teknikler ile ortaya çıkan problemlerin ortadan kaldırılması için yardımcı olmuştur. Üretilen özlü ipliğin iplik özelliklerinin iyileştirildiği görülmüştür.



Şekil 5.8. Multifilament Ayırma Metodu ile Özlü İplik Üretimi (Naem 2014)

Xia ve arkadaşları (2015), bu çalışmalarında iplik eğirme sırasında kısa yivli bir yüzeyin ipliğe temasıyla lif yakalamayı kontrol altına almak için konvansiyonel ve siro iplik eğirmede üzerinde çalışmıştır. Çalışmalarında hammadde olarak 50/50 pamuk/rami harman karışımı kullanılmıştır. Deneylelerinde kısa yivli yüzey kullanmadan standart iplik üretimi ve kısa yivli yüzeyi kullanarak farklı mesafelerde konumlandırılması ile iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Kısa yivli yüzeyin çıkış silindirinin altına 5 mm, 10 mm ve 15 mm mesafelerde konumlandırarak 3 farklı mesafede konvansiyonel ve siro iplik üretimi yapılmıştır (Şekil 5.10). Test sonuçları değerlendirildiğinde konvansiyonel ve siro iplikler için yivli yüzey pozisyon mesafesinin artması ile kısa lifleri iplik gövdesine bağlayarak 3 mm den uzun lif tüylülüğünün azaldığı gözlemlenmiştir. Yüzey pozisyon mesafesi arttıkça geleneksel iplik tüylülük H değeri kademeli olarak azalmıştır. Siro ipliklerde konvansiyonel ipliklere benzer şekilde H değerleri düştüğü fakat kademeli bir azalma olmadığı görülmüştür. Yivli yüzey kullanılarak üretilen hem geleneksel hem de siro iplikler için liflerin sarılması ile ince yerlerde azalma buna karşın nadiren de olsa kalın yer ve nepste artışlar saptanmıştır. Düzgünsüzlük test sonuçları değerlendirildiğinde yivli yüzey kullanılarak üretilen ipliklerin düzgünsüzlük değerleri olumsuz yönde etkilememiş hatta bazı düzgünsüzlük sonuçlarında

iyileşmeler görülmüştür. Bu uygulama ile mukavemet, tüylülük ve düzgünlük gibi önemli iplik özelliklerinin geliştirilebileceği ortaya konmuştur.



Şekil 5.9. Kısa yivli yüzey kullanarak iplik üretimi: (a) konvansiyonel ring iplik; (b) 5mm yivli yüzey mesafesi ile üretilen konvansiyonel ring iplik; (c) 10mm yivli yüzey mesafesi ile üretilen konvansiyonel ring iplik; (d) 15mm yivli yüzey mesafesi ile üretilen konvansiyonel ring iplik; (e) Siro iplik; (f) 5mm yivli yüzey mesafesi ile üretilen siro iplik; (g) 10mm yivli yüzey mesafesi ile üretilen siro iplik; (h) 15mm yivli yüzey mesafesi ile üretilen siro iplik (Xia 2015)

Sonuç olarak tez konusu ile ilgili literatürde yer alan çalışmalar göstermektedir ki farklı iplik eğirme teknikleri ile iplik özelliklerinin geliştirilebilmesi ve kesitteki elyaf sayısını azaltmak eğirme sınırlarının genişletilebilmesi mümkündür ve bu konuda ilave çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

6. MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada, kamgarn iplik işletmesinde kompakt-ring siro eğirme sistemi üzerinde suda çözünebilen öz filamentleri taşıyıcı iplik olarak kullanarak 3 farklı yöntemle iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Tez çalışması, 3 ayrı bölüm halinde yürütülmüştür;

- ◆ Çalışmanın ön hazırlık aşamasını oluşturan ilk bölüm, ring-siro kamgarn iplik eğirme sisteminde PVA filamentlerini taşıyıcı olarak beslemek suretiyle öngörülen kompozit ipliklerin eğrilebilirliğini test etmek için yürütülmüş ön çalışmalardan oluşmaktadır. Bu çalışmaya ait sonuçlar, EK 1’de Ön Çalışma Bölümü olarak verilmektedir.
- ◆ Çalışmanın ana bölümünü oluşturan 2. Bölümde ise ön çalışmalarda elde edilen deneyimlerin ışığında öngörülen yöntemlerle besleme geometrisinin ve elyaf inceliğinin kompozit ipliklerin özelliklerine etkisi analiz edilmiştir. Bu bölümde ayrıca kullanılan yöntemin iplik eğirme performansı ve dokumada üretim verimliliğine etkilerine dair analizler de yapılmıştır. Çalışmada kamgarn iplik işletmesinde genel olarak kullanılan Nm 90/2 %90 yün, %10 naylon karışımli iplikler esas alınarak üretim yapılmıştır. İplik üretimi sırasında bazı üretim parametreleri (yün elyafı inceliği ve besleme geometrisi) değiştirilerek iplik özelliklerine etkisi incelenmiştir.
- ◆ Üçüncü bölümde ise siro iplik eğirmede yine çözünebilir filamentleri taşıyıcı olarak kullanarak iplik kesitindeki lif sayısının mümkün olan en az adete indirilmesi; böylelikle teknik sınırların daha altında inceliğe sahip süper ince olarak adlandırılabilen iplik üretimi amaçlanmıştır.

6.1. Materyal

Kamgarn İpliklere Ait Hammadde Özellikleri:

Çalışmada üretilen ipliklerde %90 yün, %10 naylon harmanı kullanılmıştır. Yün elyafı için kullanılacak hammadde çalışmanın amacına uygun olarak 19,5µm, 21µm ve 25,5µm şeklinde üç farklı elyaf inceliğinde seçilmiştir. Böylece yün iplik üretimi sırasında ince ve kaba liflerin iplik kalite ve performans değerlerine etkisi net olarak ortaya konmuş olacaktır. Seçilen üç farklı özellikte yün elyafının ve naylon kesikli elyafın özellikleri Tablo 6.1’de verilmiştir.

Tablo 6.1. Çalışmada Kullanılan Yün ve Naylon Elyafı Özellikleri

	19,5µm		21µm		25,5µm		Naylon (2 denye)	
	Elyaf İnceliği (µm)	Elyaf Uzunluğu (H) (mm)	Elyaf İnceliği (µm)	Elyaf Uzunluğu (H) (mm)	Elyaf İnceliği (µm)	Elyaf Uzunluğu (H) (mm)	Elyaf İnceliği (µm)	Elyaf Uzunluğu (H) (mm)
Ortalama	19,72	76,4	21,01	86,3	25,1	88,2	15,51	88,0
CV%	19,07	42,9	20,99	40,0	24,66	44,4	11,93	-

Tez çalışmasında öngörülen 3 farklı yöntemle kompozit iplik üretim çalışmasına ait deney planı ise Tablo 6.2’de verilmektedir.

Tablo 6.2. Çalışmaya ait Deney Planı

Kompozit İplik Üretim Çalışması							
İplik Eğirme Tekniği	İplik Kodu	Yün Elyaf İnceliği (µm)	PVA iplik İnceliği	İplik Karışım Harmanı	İplik No (Nm)	Kops adedi	Fitil No (Nm)
(I) Siro (Referans)	A	19,5	-	%90 Yün, %10 Naylon (Naylon 2 denye)	90/2	10	4,5
	B	21					
	C	25,5					
(II) Siro + Tek Filament (Siro-özlü iplik)	A	19,5	31dtex fl2	%90 Yün, %10 Naylon (Naylon 2 denye)	80/2	10	4,5
	B	21					
	C	25,5					
(III) Siro + Çift Filament (ELS)	A	19,5	31dtex fl2	%90 Yün, %10 Naylon (Naylon 2 denye)	70/2	10	4,5
	B	21					
	C	25,5					

Literatürde yer alan çalışmaları göz önünde bulundurarak, kamgarn iplikçilikte çözünebilir filamentleri taşıyıcı olarak kullanmak suretiyle iplik kesitindeki lif sayısının en aza indirilmesi ve böylelikle teknik sınırların daha altında ince iplik eğirilmesi üzerine çalışılmıştır. Söz konusu ince iplikler çalışmada süper ince iplik olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada kesitteki elyaf sayısının minimuma düşürecek, kompozit iplik üretim çalışmasında

elde edilen sonuçlara göre seçilen en uygun besleme geometrisi ile iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Kompozit iplik üretiminde kullanılan hammadde, süper ince iplik üretiminde de kullanılmıştır. Bu ipliklerin üretimine ait deney planı Tablo 6.3'te gösterilmektedir.

Tablo 6.3. Süper İnce İplik Üretimine Ait Deney Planı

Süper İnce İplik Üretimi						
Numune Adı	Yün Elyaf İnceliği (µm)	Filament İnceliği	İplik Karışım Harmanı	Eğirme Tekniği	Kops adedi	Fitel No (Nm)
Süper İnce İplik	19,5	31dtex/12f	% 90/10 Yün/Naylon (2 denye)	(III) Siro + Çift Filament	3	4,5

Yapılan çalışma sonucunda eğrilen ipliğin iplik numarası, mukavemeti ve % uzuma değerleri incelenmiştir. İpliklere uygulanan test parametreleri kompozit iplik üretim çalışması ile aynı tutulmuştur.

Taşıyıcı Filament Özellikleri

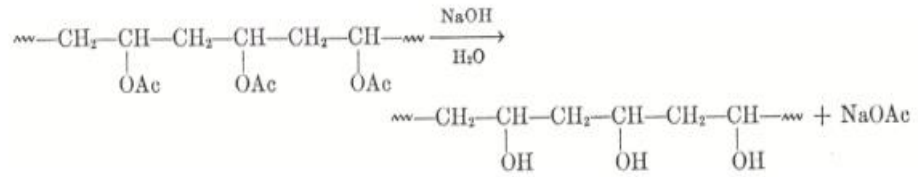
Tez kapsamında üretilen ipliklerin öz kısmı için suda çözünen PVA filamentleri kullanılmıştır. PVA polimeri suda çözünen iyonik yapıda olmayan vinil grubu polimerleri poli(vinil alkol) ve polivinilpirolidon olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Poli(vinil asetat)'ın hidroliziyle elde edilir. Beyaz toz şeklinde sentetik polimer bir reçine olan polivinilalkol, ilk olarak 1939 yılında Amerika da üretilmiş, fakat tekstil de haşıl maddesi olarak kullanımı 1960'lı yıllarda başlamıştır. PVA'nın kimyasal oluşum reaksiyonu şekil 6.1'de görülmektedir. Polimerizasyon ve hidroliz derecelerine göre pek çok farklı PVA polimerleri üretilebilir. Bu şartlar göz önüne alınarak PVA üç grupta sınıflandırılmaktadır (Moreland 1995).

- Düşük Viskozite Tipi: Molekül ağırlığı (22.000-31.000) %4'lük çözelti viskozitesi (4-7cps)
- Orta Viskozite Tipi: Molekül ağırlığı (77.000-79.000) %4 lük çözelti viskozitesi (21-32cps)

- Yüksek Viskozite Tipi: Molekül ağırlığı (106.000-110.000) %4'lük çözelti viskozitesi (40-65cps)

Sabunlaşma derecesine yani tepkimenin tamamlanma oranına göre değişik özellikte PVA oluşumu sağlanır ve 4 grupta sınıflandırılır (Alay ve Körlü 2011);

- Süper Sabunlaşmış Tip: %99.6'nın üzerinde sabunlaşma derecesine sahiptir ve haşıl maddesi olarak kullanılmaz.
- Tamamen Sabunlaşmış Tip: %98-%98.8 sabunlaşma derecesi
- Orta Derecede Sabunlaşmış Tip: %95.5-%96.5 sabunlaşma derecesi
- Kısmi Sabunlaşmış Tip : %87-%89 sabunlaşma derecesi



Şekil 6.1. PVA Polimerinin Sentezi

Tez çalışmasında kullanılan PVA filamentinin iplik özellikleri Tablo 6.4'de verilmektedir. PVA filamentinin mukavemet test sonucu ise EK 2'de verilmektedir.

Tablo 6.4. PVA Filament İpliğin Özellikleri

Proses Çözünme Sıcaklığı	55 °C
Çekme Mukavemeti (cN/tex)	3,4 - 4,4
Uzama (%)	10 – 24
Suda Çözünme Sıcaklığı	36 ± 5
İplik Numarası (dtex)	31dtex/12f

6.2. Metot

6.2.1. Siro İplik Eğirme Sisteminde Kompozit İplik Üretimi

İplik Eğirme Parametreleri

Çalışmada Pinter Merlin numune ring makinesi iplik eğirme işlemlerinde kullanılmıştır (Şekil 6.2). 24 adet iğ modelli olarak üretilen Merlin ile pamuk, yün, suni ve

sentetik elyaf ve bunların karışımları için iplik üretiminde kullanılabilir. Bu makineye ait teknik genel bilgiler Tablo 6.5’de verilmiştir.

Tablo 6.5. Merlin Laboratuvar Tipi Ring İplik Makinesinin Genel Özellikleri (Anonim 2003)

Teknik Bilgiler	Merlin
İğ Sayısı	24
Kullanılabilen hammadde özellikleri	200 mm’ye kadar yün, sentetik elyaf ve bunların karışımları
Bilezik çapı (maks)	48 mm
Baskı Kolu	PK6000

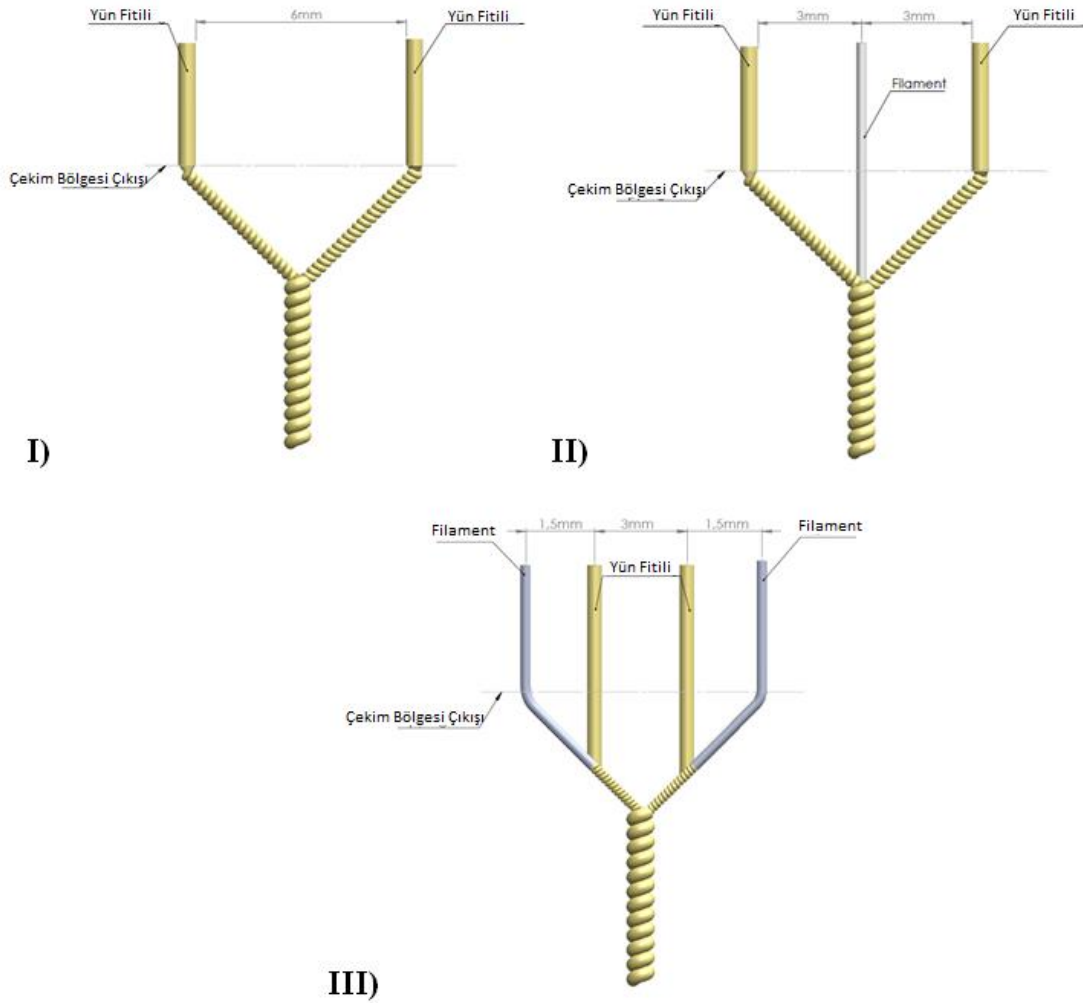
İplik eğirmede yukarıda sunulan deney planı doğrultusunda 3 farklı yöntem ile 3 farklı yün elyaf inceliği kullanarak 9 farklı çalışma yapıp 5 adet iğde iki kez takım alarak 10 adet kops halinde iplikler üretilmiştir. Tüm iplik üretim çalışmalarında PVA filamentini suda çözünüp iplikten uzaklaşacağını göz önünde bulundurularak nihai iplik numarasını elde etmek için çekim sisteminde uygulanan çekim miktarı sabit tutulmuştur.



Şekil 6.2. Merlin Numune İplik Eğirme Makinesi

Ring İplik Makinesi Üzerinde Fitol ve Filament Besleme Pozisyonları

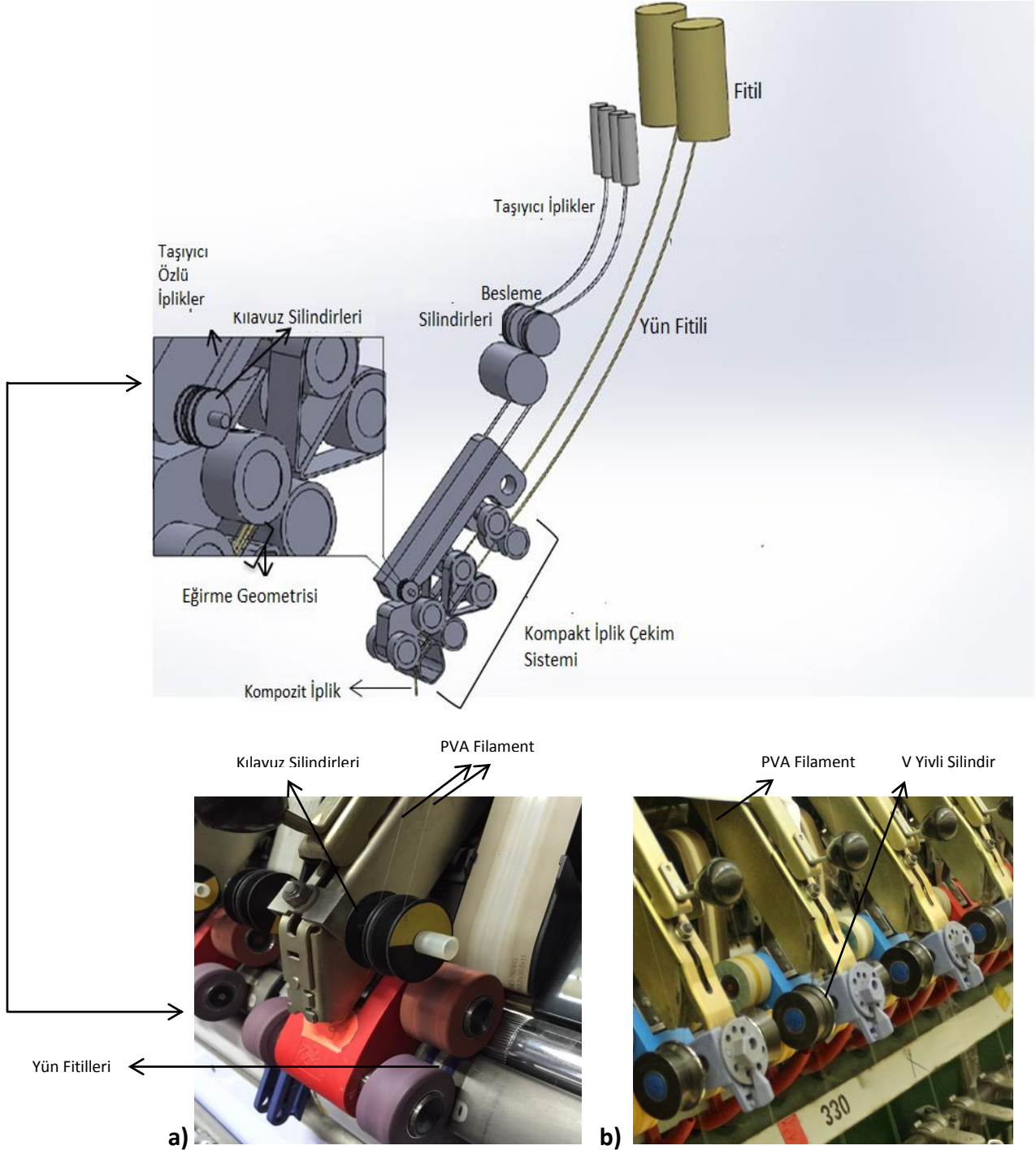
Yapılan ön denemeler ve araştırmalar sonucunda üretilmesi hedeflenen PVA özlü siro ipliklerinin iplik kesitindeki öz filamentin pozisyonun iplik özelliklerini etkilediği görölmüştür. Bu doğrultuda ring makinesi üzerinde özlü iplik üretim prensibi temel olarak yapılacak modifikasyonla arzu edilen özelliklerde kompozit iplik üretilabileceği sonucuna varılmıştır. Çalışmada kullanılan fitil ve filament besleme pozisyonları aşağıda şematik halde yer almaktadır (Şekil 6.3).



Şekil 6.3. Çalışmada Kullanılan Besleme Pozisyonları (I: Siro, II: Siro+tek filament, III: Siro+ çift filament)

Çalışmada kullanılan II No'lu yöntemde, siro iplik üretimi sırasında beslenen iki fitil şerit arasındaki mesafenin (6 mm) merkezine gelecek şekilde PVA filamentini beslenmesi amaçlanmıştır. Kullanılan III No'lu yöntemde ise siro iplik üretimi sırasında beslenen her iki fitil şeridin 1,5 mm dışarısına PVA filamentinin konumlandırılması ile iplik üretimi amaçlanmıştır. Bunun için özlü iplik üretim prensibinde kullanılan V yarıklı silindir yerine

eğirme mesafelere uygun çift kılavuzu olan yeni bir aparat geliştirilmiştir. PVA filamentinin beslenmesi sırasında tansiyonu azaltıcı ve yönlendirici kılavuzlar da kullanılmıştır. Tez çalışmasının amacına uygun hizmet edeceği düşünülen tasarımlar ve ring makinesi üzerinde gerçekleştirilen modifikasyonlar Şekil 6.4'te verilmiştir.



Şekil 6.4. Siro İplik Eğirmede Kompozit İplik Üretimi (a: Siro + çift filament, b: Siro +tek filament)

Tüm üretilen iplikler hem kendi yün elyaf inceliğine ve besleme pozisyonlarına göre hem de referans (siro iplik) ipliğe göre, düzgünlük, ince-kalın yer, neps, tüylülük, mukavemet ve kopma uzaması değerleri karşılaştırılıp incelenmiştir. Çalışmada gerçekleştirilen iplik üretimine ait çalışma parametreleri Tablo 6.6’da verilmiştir.

Tablo 6.6. Kompozit İplik Üretimine Ait Makine Çalışma Parametreleri

İplik Üretim Tekniği	İplik Kodu	Makine Çalışma Parametreleri							
		Büküm (T/m)	İğ Adedi	Fitil (Nm)	Toplam Çekim Miktarı	Filament Çekim Oranı	Bilezik Çapı (mm)	Kopça Türü ve Numarası	İğ devri (d/dak)
I	A	750	5	4,5	21	X	48	J 11/1 25 Bräcker	10000
	B								
	C								
II	A	750	5	4,5	21	1	48	J 11/1 25 bBräcker	10000
	B								
	C								
III	A	750	5	4,5	21	1	48	J 11/1 25 Bräcker	10000
	B								
	C								

6.2.2. Süper İnce İplik Üretimi

Çalışmanın bu bölümünde kompozit iplik üretim çalışmaları sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda en iyi iplik özellikleri sonuçlarına sahip olan besleme pozisyonu seçilerek iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda 3 No’lu siro+çift filament eğirme tekniği kullanılmıştır. Bu bölüme ait iplik eğirme parametreleri ise Tablo 6.7’de verilmiştir.

Tablo 6.7. Süper İnce İplik Üretimine Ait Makine Çalışma Parametreleri

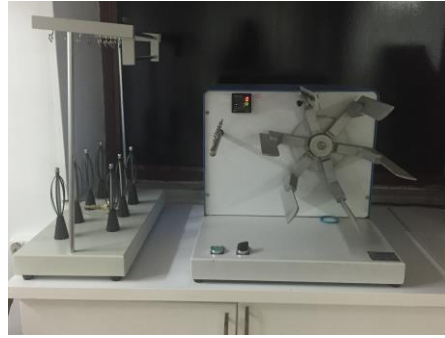
Makine Çalışma Parametreleri							
Çalışma Adı	Büküm (T/m)	Toplam Çekim	Filament Çekim Oranı	Bilezik Çapı (mm)	Kopça Türü ve Numarası	İğ Devri (d/dak)	Üst baskı sertlikleri (°S)
Süper İnce İplik	1100	50	1	48	J 11.1/ 24 Bräcker	10000	Giriş:83 Çıkış: 83 (arka) 68 (ön)

Seçilen uygun besleme pozisyonuna göre üretilen süper ince iplikler Uster Tester 5 ve Tensorapid 4 makinesinde test edilip düzgünsüzlük, mukavemet ve kopma uzaması değerleri incelenmiştir. DinoCapture 2.0 version 1.3.2. mikroskopu ile 50x zoom kullanılarak PVA taşıyıcı ipliği ile üretilen kompozit iplik görüntüleri ve PVA çözünmüş iplik görüntüleri elde edilmiştir. Ayrıca üretilen ipliklerinden PVA filamentinin su ile uzaklaştırılmasından sonra elde edilen iplik için kesitteki elyaf sayısı hesaplanmış ve literatürde yer alan verilerle karşılaştırılmıştır.

6.3. İplik Özelliklerinin Tayini

- **İplik Numarası Ölçüm Çıkrığı**

Üretilen kompozit ipliklerin ve siro ipliklerin numara ve numara varyasyonunu tayin etmek için kullanılmıştır. Şekil 6.5'teki numara çıkırığında 50 m üzerinden numara ölçümü yapılmıştır. Her numune için 10'ar adet test yapılmıştır.



Şekil 6.5. İplik Numara Çıkrığı

- **İplik Büküm Tayini**

Üretilen ipliklerin bükümleri tayin etmek için Zwiegler D312 test cihazı kullanılmıştır (Şekil 6.6). Büküm kısılması test metodu kullanılarak ölçümler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 6.6. Büküm Tayin Cihazı

- **İplik Tüylülük Testi**

Üretilen ipliklerin tüylülük testleri için Zweigle 566 cihazı kullanılmış (Şekil 6.7) ve S3 değerleri incelenmiştir. Zweigle iplik tüylülüğü değeri olarak S3 değeri değerlendirmeye alınmıştır. Zweigle S3 değeri iplik gövdesinden sarkan 3mm ve daha uzun tüylerin toplamını ifade etmektedir. 1mm ve 2mm uzunluğundaki tüyler, istenilen ve mamule tekstil karakterini veren tüylerdir. Probleme neden olanlar ise 3mm ve daha uzun tüylerdir.



Şekil 6.7. Zweigle G 566 Tüylülük Test Cihazı

- **İplik Düzgünsüzlüğü Tayini**

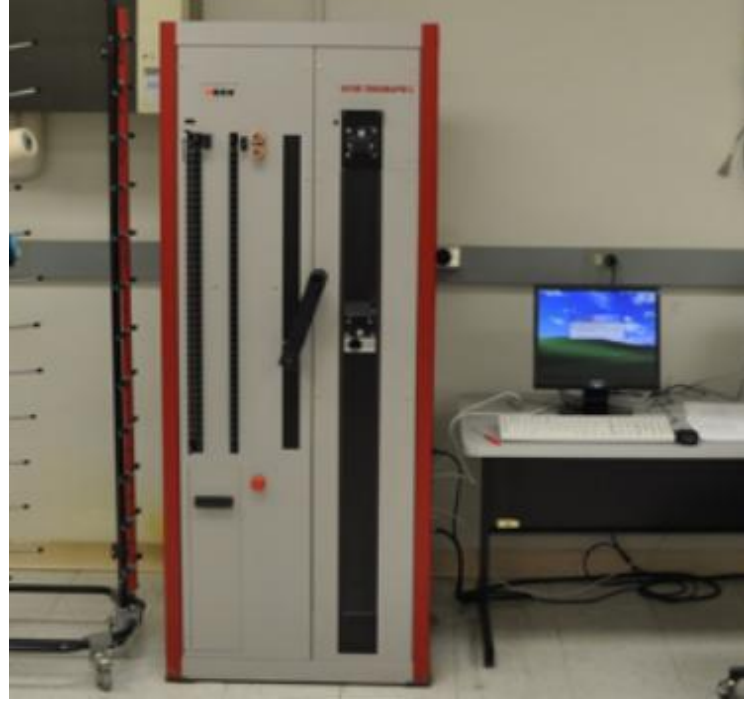
Çalışmalar sonucunda üretilen kompozit iplikler Uster Tester 5-S800 düzgünsüzlük cihazında test edilmiştir (Şekil 6.8). İpliklerin CVm, ince -50 (%/km), kalın +50 (%/km), Neps +200 (%/km) değerleri değerlendirilmiştir. Düzgünsüzlük test parametreleri; v: 400 m/dak, t: 2,5 dak. şeklindedir.



Şekil 6.8. Uster Tester 5 Düzgünsüzlük Test Cihazı

- **İplik Mukavemet Testi**

Üretilen ipliklerin mukavemet testleri için Uster Tensorapid 4 test cihazı kullanılmıştır. İpliklerin B-Kuvvet (cN), uzama (%), kopma mukavemet (cN/tex) değerleri incelenmiştir (Şekil 6.9). Uygulanan test parametreleri; v: 5000 mm/dak, Lv: 500 mm, Fv: 11,1 cN şeklindedir.



Şekil 6.9. Uster Tensorapid 4 Test Cihazı

7. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Tez çalışmasının bu bölümünde elde edilen bulgular;

- Siro iplik eğirme sisteminde 3 farklı yöntemle iplik üretimlerine ait test sonuçları,
- Süper ince iplik üretimine ait test sonuçları,

olmak üzere iki ayrı başlık altında değerlendirilmiştir.

7.1. Siro İplik Eğirme Sisteminde Üç Farklı Yöntemle İplik Üretimine Ait Test Sonuçları

Bu bölümde yapılan çalışmaların sonuçları 3 alt başlık altında incelenmiştir:

1. Elde edilen iplik özelliklerinin analizi,
2. Kompozit iplikleri oluşturan PVA filamentlerin suda çözünerek uzaklaştırılması sonucu elde edilen özelliklerin analizi,
3. Söz konusu iplikler ile eğirme ve dokuma işlemlerinden elde edilen üretim verimliliğinin analizi.

Aşağıda bu hususlara ait bulgu ve analizlere sırasıyla yer verilmektedir:

7.1.1. Eğirme Yöntemi ve Elyaf İnceliğinin İplik Özelliklerine Etkisinin Analizi

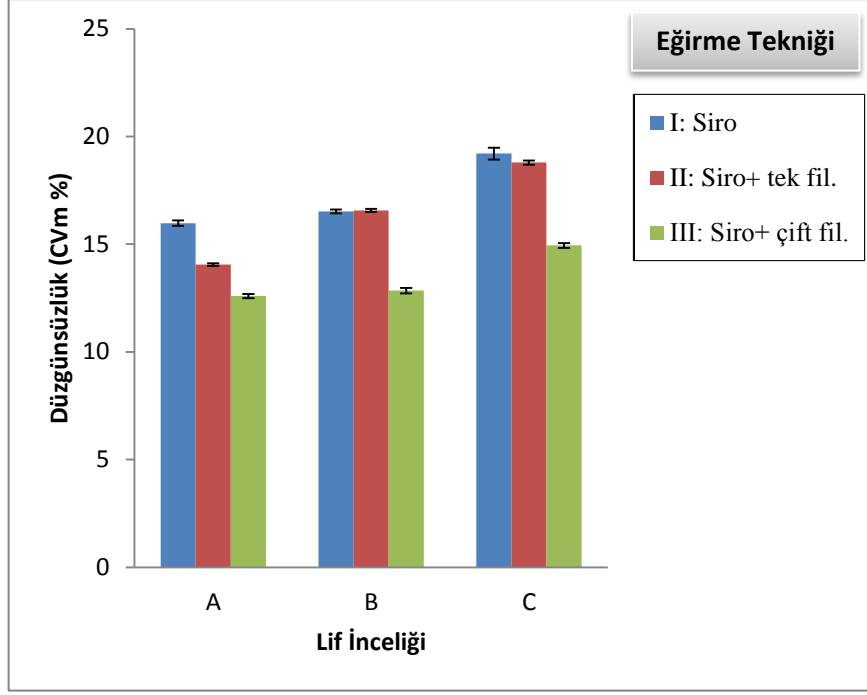
Üretilen ipliklerin düzgünsüzlük, ince-kalın yer ve neps sayısı, tüylülük, mukavemet ve % kopma uzaması değerleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen test sonuçları Tablo 7.1’de özetlenmektedir. Detaylı test sonuçları ise EK 3’de verilmiştir. Test sonuçları doğrultusunda elde edilen değerler hem eğirme yöntemi hem de lif inceliğine göre detaylı olarak incelendiğinde PVA içeren kompozit ipliklerin siro ipliklere göre daha üstün iplik özelliklerine sahip olduğu görülmüştür. Buradan yola çıkarak iplik üretiminde PVA filamentinin taşıyıcı iplik olarak kullanılması ile üretilen ipliklerin iplik değerlerini olumlu yönde etkilediği ve iplik performans özelliklerini iyileştirdiği ortaya konmuştur.

Tablo 7.1. İplik Özellikleri Test Sonuçları

İplik Üretim Tekniği	İplik Kodu/(μ m)	Nm	%CV m	İnce -50 %/km	Kalın +50 %/km	Neps +200 %/km	Uzama %	Kopma Mukavemeti cN/tex	Tüylülük
I	A	19,5	15,98	59,1	19,0	11,8	23,26	10,58	554,2
		CV	2,4	24,2	37,6	45,0	6,69	7,15	22,4
	B	21	16,5	87,1	18,5	7,4	23,5	10,0	696,3
		CV	1,6	22,2	39,6	54,5	6,57	5,54	31,2
	C	25,5	19,21	321,3	73,5	32,8	11,89	7,91	1033,3
		CV	4,6	37,5	63,2	85,5	37,99	13,84	1,71
II	A	19,5	14,05	12	8,1	6	10,59	13,06	735,7
		CV	1,3	21,8	55,3	68,9	4,88	2,17	24,7
	B	21	16,56	62,0	18,7	5,5	13,12	11,27	999,9
		CV	1,4	21,3	28,7	36,6	14,53	10,33	2,5
	C	25,5	18,79	179,8	58,8	21,4	16,54	11,47	1256,3
		CV	1,7	11,0	25,6	19,2	1,01	0,6	2,4
III	A	19,5	12,59	2,0	6,5	7,2	15,76	17,20	579,2
		CV	2,30	117,9	43,10	57,70	1,10	0,32	17,7
	B	21	12,85	1,9	4,8	3,9	14,52	16,71	698,7
		CV	3,1	82,6	69,0	61,6	8,07	10,18	19,1
	C	25,5	14,94	19,2	10,2	6,7	12,04	17,30	844,2
		CV	2,2	26,2	55,8	73,1	10,59	4,85	28,3

Test verilerini her bir iplik özelliği bakımından aşağıda ayrı ayrı daha detaylı değerlendirilmiştir.

- **İplik düzgünsüzlüğü:** PVA filamentini içeren kompozit ipliklerin düzgünsüzlüğünün siro ipliklere göre %5-15 oranında iyileştiği ve böylece daha düzgün formda bir iplik üretimi gerçekleştiği görülmüştür. Bu iyileşme iki temel sebebe dayanmaktadır. Bu sebeplerden birincisi iplik eğirme sırasında iplik kesitindeki lif sayısının artmasına bağlı olarak daha düzgün formda iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. İkinci olarak ise PVA filamentinin yün/naylon elyaflarını iplik eğirme bölgesine yönlendirilmesini sağlayarak daha düzgün formda eğirme işleminin gerçekleştirilmesidir. Ayrıca yün elyafı inceldikçe beklendiği gibi ipliğin düzgünsüzlüğünün iyileştiği görülmüştür.



Şekil 7.1. İpliklerin Düzgünsüzlük Değerlerinin Karşılaştırılması (A: 19,5µm, B: 21µm, C: 25,5µm)

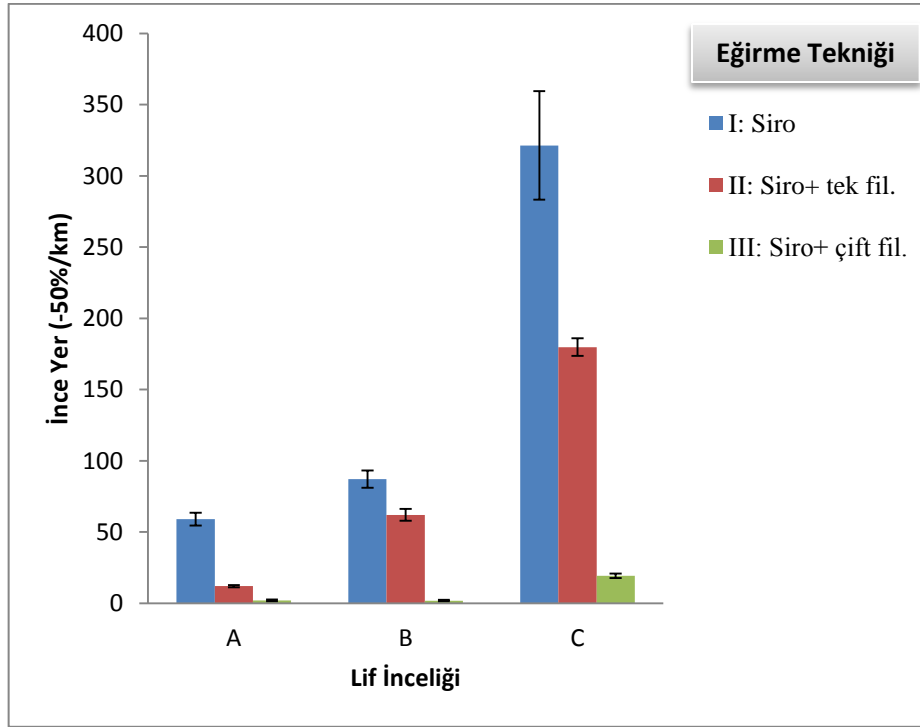
İplik eğirme yöntemine göre Şekil 7.1’de yer alan düzgünsüzlük sonuçları değerlendirildiğinde en iyi düzgünsüzlük değerini veren III No’lu yöntem olduğu gözlemlenmiştir. Bu yöntemde eğirme bölgesinin en dış kısmında 2 adet filament, iç kısmında yün fitilleri bulunmaktadır. Her iki PVA filamenti ile iki yün fitili birlikte eğirme işlemi gerçekleşmesi kontrollü ve düzgün bir iplik üretimi yapılmasını sağlamıştır. İplik eğirme yönteminin iplik düzgünsüzlüğü üzerindeki iyileşme oranları arasında bir kıyaslama yapılacak olursa $III > II > I$ şeklinde sıralanmaktadır. Bu sıralamanın iplik eğirme işlemi sırasında eğirme bölgesine dahil olan elyaf sayısı ve kontrollü eğirme işlemi ile doğru orantılı olduğu ortaya konmuştur. Xia ve arkadaşlarının (2012) yaptığı çalışmalarda da sirofil ve siro özlü ipliklerin ELS ipliğine göre daha yüksek CVm değerlerine ve iplik hatalarına sahip olduğu gözlenmiştir.

Şekil 7.1’de yer alan veriler elyaf inceliğine göre incelendiğinde 21µm lif inceliğindeki yün ile üretilen kompozit ipliğin düzgünsüzlüğü, 19,5µm lif inceliğindeki yün ile üretilen referans siro ipliğin düzgünsüzlüğü ile yaklaşık olarak aynı değerlere sahiptir. Yine aynı şekilde 25,5µm lif inceliğindeki yün ile üretilen kompozit ipliğin düzgünsüzlüğü, 21µm inceliğindeki yün ile üretilen referans siro ipliğin düzgünsüzlüğü ile aynı değerlere sahiptir. Fakat kaba lifler ile elde edilen iplik düzgünsüzlüğündeki iyileşmenin olumlu olmasına rağmen ipliğin kullanılacağı nihai ürünün diğer özellikleri de göz önünde

bulundurulmaktadır. Örneğin takım elbiselik için kullanılacak ürünlerde sadece düzgünsüzlük değil tuşe, konfor vb. özellikleri de ön planda olacağı bir gerçektir.

Elde edilen sonuçlar gösteriyor ki yün elyafında daha kaba elyaf kullanarak daha ince yün elyafı ile üretilen ipliğin kalite değerlerine sahip bir iplik üretimi elde edilebilmektedir. Yünlü sektörde kullanılan elyaf inceldikçe artan hammadde maliyeti düşünüldüğünde bu etki önemlidir. Yapılan çalışmanın bu yönüyle iplik üretimi üzerinde aynı kalitede iplik üretim maliyetini düşürmesini beklenmektedir.

• **İplik İnce Yer Hataları:** Üretilen ipliklere yapılan testler sonucunda elde edilen veriler Şekil 7.2 'de verilmektedir. PVA filament içeren kompozit ipliklerin ince yer hatası ile siro ipliklerin ince yer hatası kıyaslandığında PVA kompozit ipliğin ince yer hatasının düşük olduğu görülmüştür.



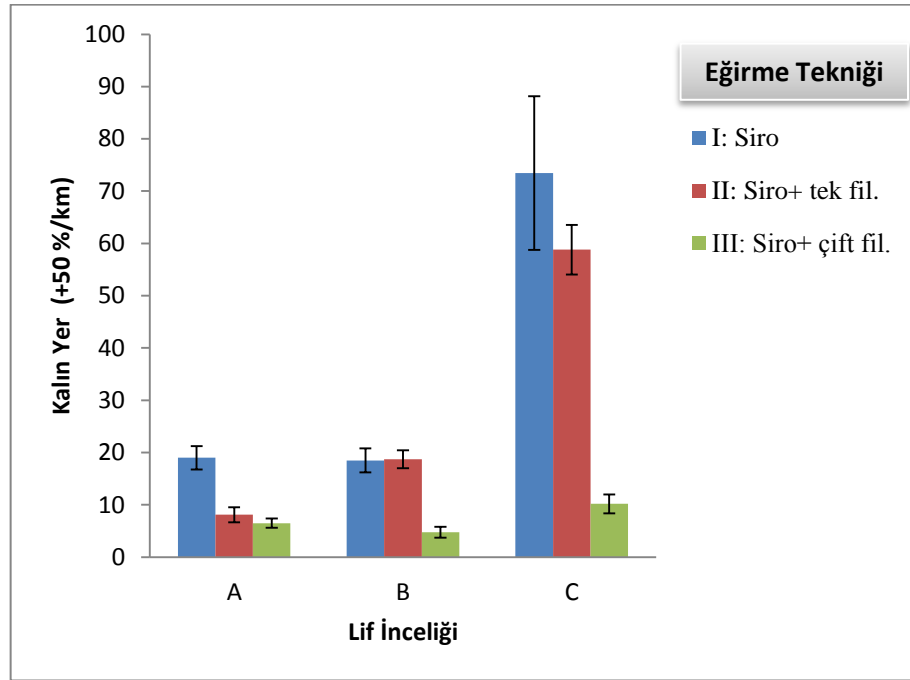
Şekil 7.2. İpliklerin İnce Yer Değerlerinin Karşılaştırılması (A: 19,5 μ m, B: 21 μ m, C: 25,5 μ m)

Test sonuçları incelendiğinde üç farklı eğirme yönteminde de yün elyafı kabalaştıkça ince yer hatasının arttığı görülmektedir. Bu durumun sebebi ise yün elyaf inceliğinin azalması ile iplik kesitindeki elyaf sayısının azalması ve kontrollü bir iplik eğirme işleminin gerçekleştirilememiş olmasıdır. Eğirme yöntemleri açısından incelendiğinde öz kısımda PVA filamentin kullanılması sonucu ipliklerin ince yer hatalarında önemli oranda bir iyileşme görülmüştür. Siro iplik (I), Siro+tek filament iplik (II) ve Siro+ çift filament iplik (III) iplik

üretim tekniklerinin ince yer hataları kıyaslandığında III No'lu iplik üretim tekniği en iyi sonuçlara sahip olup, Siro+tek filament iplik (II) üretim tekniğinin siro iplik (I) üretim tekniğe göre daha iyi sonuçlar elde edildiği gözlemlenmiştir.

İnce yer değerlerindeki hata çubuklarına bakıldığında, düzgünlük test sonuçlarında olduğu gibi, en fazla varyasyonun siro ipliklerine ait test sonuçlarında en düşük varyasyon ise Siro+ çift filament iplik ipliklerine ait test sonuçlarında olduğu görülmektedir.

• **İplik Kalın Yer Hataları;** Üretilen ipliklere yapılan testler sonucunda elde edilen veriler Şekil 36 'da verilmektedir. . PVA filament içeren kompozit ipliklerin kalın yer hatası ile siro ipliklerin kalın yer hatası kıyaslandığında PVA filament içeren ipliklerin kalın yer değerlerinin daha üstün olduğu görülmüştür.



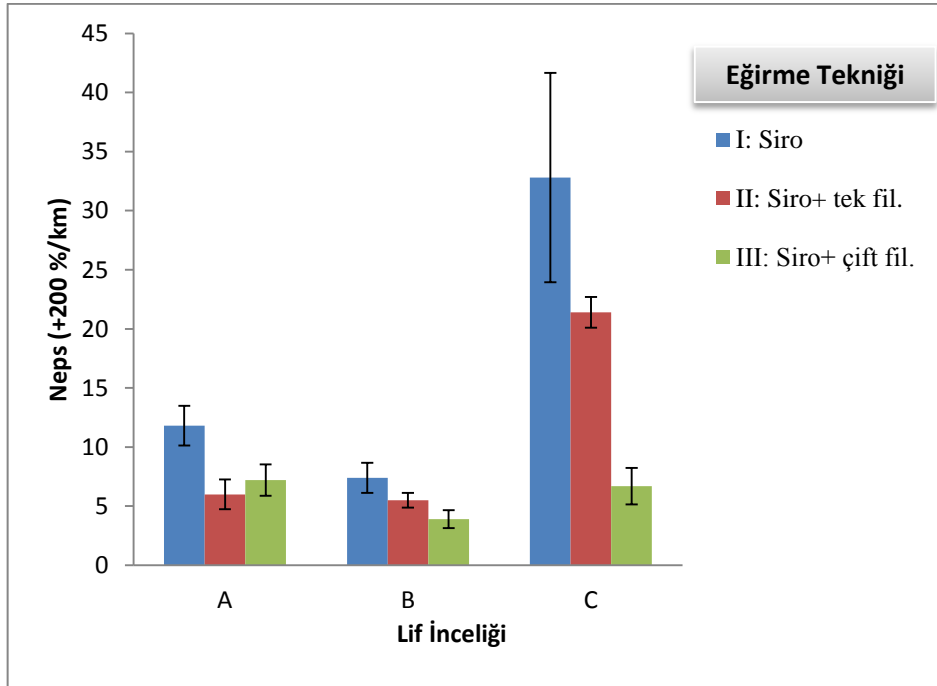
Şekil 7.3. İpliklerin Kalın Yer Değerlerinin Karşılaştırılması (A: 19,5µm, B: 21µm, C: 25,5µm)

Şekil 7.3'te verilen kalın yer hatası lif inceliğine bağlı olarak değerlendirildiğinde üç farklı besleme geometrisinde de yün elyafı kabalaştıkça kötüleşmiştir. Bu durumun sebebi ince yer değerleri bölümünde bahsedildiği üzere yün elyaf inceliğinin azalması ile iplik kesitindeki elyaf sayısının azalması ve kontrollü bir iplik eğirme işleminin gerçekleştirilememiş olmasıdır. Eğirme yöntemi açısından incelendiğinde öz kısımda PVA filamentin kullanılması sonucu ipliklerin kalın yer hatalarında önemli oranda bir iyileşme görülmüştür. Siro iplik (I), Siro+tek filament (II) ve Siro+çift filament (III) iplik üretim tekniklerinin kalın yer hataları kıyaslandığında Siro+çift filament iplik üretim tekniğinin en

iyi sonuçlara sahip olup, siro+tek filament (II) üretim tekniğinin siro iplik (I) üretim tekniğine göre daha iyi sonuçlar elde edildiği gözlemlenmiştir.

Kalın yer değerlerindeki hata çubukları değerlendirildiğinde ise, en fazla varyasyonun siro ipliklerine ait test sonuçlarında, en düşük varyasyonun Siro+ çift filament iplik ipliklerine ait test sonuçlarında olduğu görülmektedir. Ayrıca elyaf inceliği açısından değerlendirildiğinde en fazla varyasyonun 25,5µm yün elyaf ile üretilen iplikler ait olduğu göze çarpmaktadır.

• **İplik Neps Değerleri:** Üretilen ipliklere yapılan testler sonucunda elde edilen veriler Şekil 7.4'de verilmektedir. . PVA filament içeren kompozit iplikler ile siro ipliklerin neps değerleri kıyaslandığında PVA filament içeren ipliklerin neps değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür.



Şekil 7.4. İpliklerin Neps Değerlerinin Karşılaştırılması (A: 19,5µm, B: 21µm, C: 25,5µm)

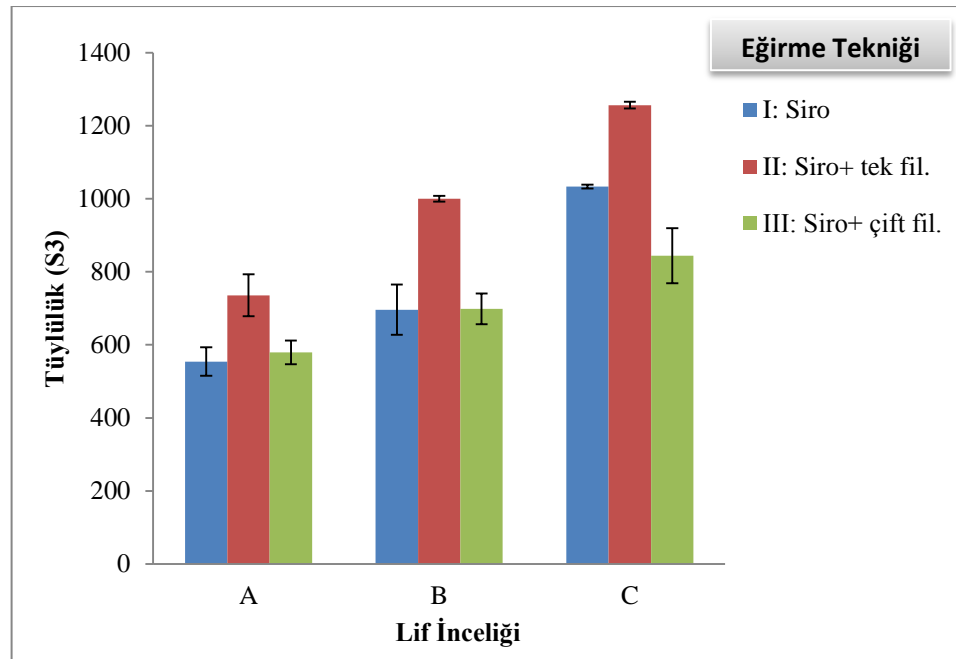
Şekil 7.4'de verilen değerler yün elyaf inceliğine bağlı olarak bakıldığında 21µm yün elyafı ile üretilen ipliklere ait neps değerleri en düşük olduğu görülmektedir. 19,5µm ve 21µm yün elyafı ile üretilen ipliklerin neps değerlerinin birbirlerine yakın ve kabul edilebilir değerler arasında yer almaktadır. 25,5µm yün elyafı ile üretilen ipliğin en yüksek neps değerlerine sahiptir. Bu durum, aynı iplik numarasına sahip ipliği eğirmek için kullanılan yün elyafı kabaştıkça iplik kesitindeki elyaf sayısı azalmakta ve böylece iplik özelliklerinde

kötüleşmeye yol açtığı düşünülmektedir. İplik neps değerlerinin hata çubukları elyaf inceliği ve besleme geometrisini birlikte değerlendirildiğinde en fazla varyasyonun 25,5µm yün elyaf ile üretilen siro (I No'lu besleme geometrisi) ipliklere ait olduğu gözle çarpmaktadır.

Üç farklı besleme geometrisi ile elde edilen ipliklerin neps değerleri incelendiğinde Siro+tek filament (II) ve Siro+çift filament (III) tekniği ile üretilen ipliklerde olumlu yönde etki ettiği görülmektedir. Bunun sebebi olarak iplik eğirme işlemi sırasında ipliğin öz kısmına veya fitillerin dış kısmına konumlandırılan taşıyıcı filamentin yün liflerine kılavuzluk ederek liflerin eğime bölgesinde paralel bir şekilde yönlendirilmesi sağlandığı için neps değerlerinde iyileşmeye yol açtığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak ipliğin düzgünsüzlük, ince ve kalın yer, neps değerlerinde PVA filamentinin ipliğe dahil olması ile önemli bir iyileşmeye yol açtığı yapılan çalışmanın en büyük çıktısıdır. Bu iyileşmenin sebebi eğirme sırasında kontrolsüz olan yün elyaflarının filament ile birlikte eğirilen ipliğe dahil olması, böylece filamentin yün ve nalyon elyaflarına kılavuz görevi üstlenmesi olarak açıklanmaktadır.

- **İplik Tüylülük Değerleri:** Üretilen ipliklere yapılan testler sonucunda elde edilen veriler Şekil 7.5'de verilmektedir. PVA filament içeren kompozit iplikler ile siro ipliklerin tüylülük değerleri kıyaslandığında PVA özlü ipliğin tüylülük değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür.



Şekil 7.5. İpliklerin Tüylülük Değerlerinin Karşılaştırılması (A: 19,5µm, B: 21µm, C: 25,5µm)

Yün elyaf incelik değişiminin iplik tüylülük değerleri üzerinde etkisine bakıldığında yün elyafı kabalaştıkça iplik tüylülük değerlerinin arttığı görülmektedir. Besleme geometrileri açısından iplik tüylülük değerleri üzerinde etkisi incelendiğinde Siro+çift filament (III) ve siro iplik (I) tekniği ile üretilen ipliklere göre siro+ tek filament (II) tekniği ile üretilen ipliklerin daha yüksek tüylülük değerine sahip olduğu görülmüştür. Daha önceki literatür incelemelerine bakıldığında elastik özlü iplik yapısında, merkezdeki elastan etrafına kesikli elyafın sarılması nedeni ile iplik gövdesinden sarkan uzun liflerin sayısının azalmasından dolayı tüylülüğün azaldığı görülmüştür (Örtlek ve Babaarslan 2003). Fakat bu tez çalışmasında siro+tek filament iplik üretiminde kullanılan öz filamentin tam anlamı ile kılavuzlanamaması sebebiyle eğirme esnasında eğirme bölgesinde kontrolsüz akış gözlemlenmiştir. Bu nedenle Şekil 7.6'da görüldüğü üzere öz filament iplik uzunluğu boyunca ara ara iplik yüzeyine doğru çıkabilmektedir. Bu durumun siro+tek filament ipliklerde gözlenen yüksek tüylülüğe yol açtığı düşünülmektedir.

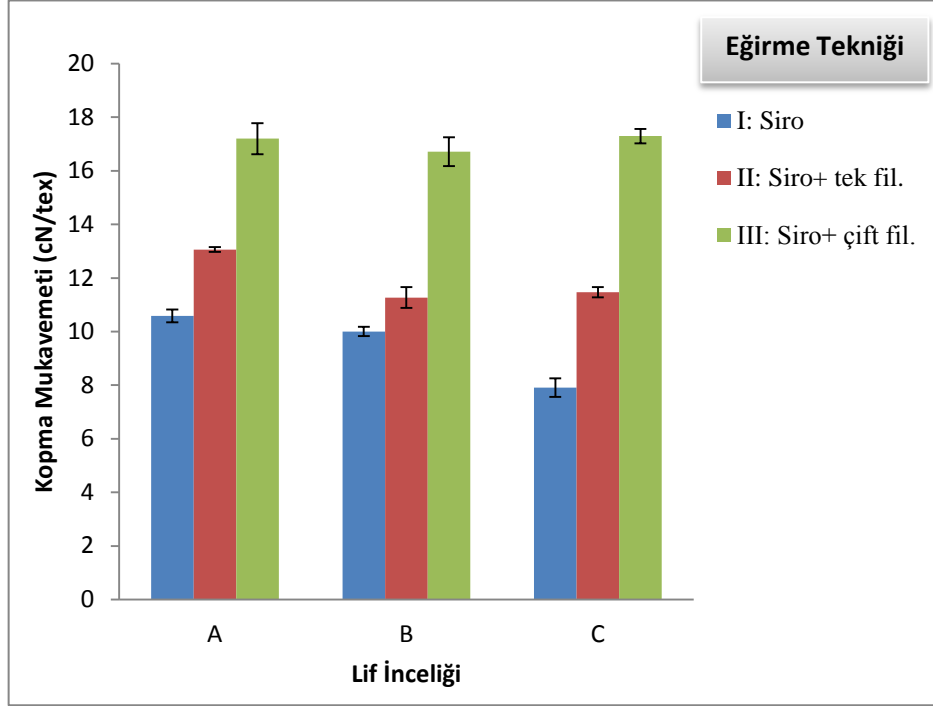


Şekil 7.6. Siro+Tek Filament İplik Görüntüsü

Ayrıca PVA filamentli kullanılan Siro+çift filament kompozit iplikleri ile siro+tek filament kompozit ipliklerinin tüylülük değerleri kıyaslandığında siro+tek filament kompozit ipliklerin tüylülük değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Siro+çift filament kompozit ipliğinin besleme geometrilerinde filamentin konumunun yün şeritlerinin dış kısmında olması iplik tüylülüğünün daha düşük olmasına sebep olmaktadır. Literatür incelemelerinde Xia ve arkadaşları ELS sisteminde filament ve fitil şeritlerinin eğirme bölgesinde uygun pozisyonda konumlandırılmasıyla düzensiz lif kaybının bastırıldığını gözlenmişlerdir (Xia 2012). Bu durum ile tez çalışması kapsamında yapılan denemelerde de karşılaşılmıştır.

İplik Mukavemet ve Kopma Uzama Değerleri: Üretilen ipliklere yapılan testler sonucunda elde edilen veriler Şekil 7.7'de verilmektedir. Siro+tek filament (II) iplik ve Siro+çift filament (III) teknikleri ile üretilen ipliklerin, siro iplik eğirme tekniği ile üretilen ipliğin mukavemet test sonuçlarına kıyaslandığında PVA filamentli içeren kompozit ipliklerin

mukavemet değerlerinde %40 ve üzeri iyileşme görülmüştür. Yapılan çalışmalarda PVA filamentinin iplik yapısına dahil olması ile mukavemeti artırıcı bir yönde etkisi olduğu ortaya konmuştur.



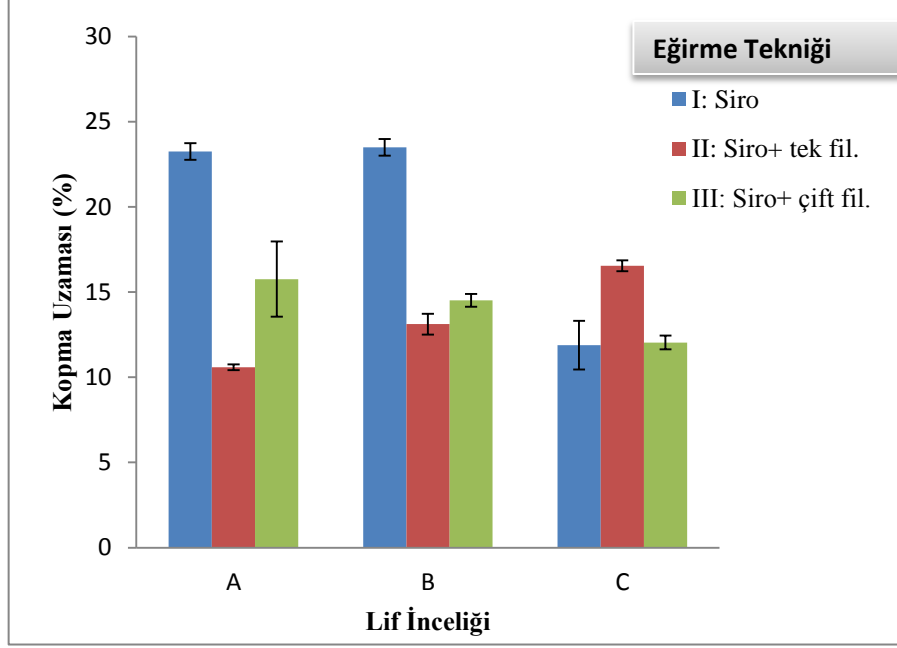
Şekil 7.7. İpliklerin Mukavemet Değerlerinin Karşılaştırılması (A: 19,5µm, B: 21µm, C: 25,5µm)

Şekil 7.7’de görüldüğü gibi ipliğin mukavemetine etki eden parametreler incelendiğinde, II ve III No’lu besleme geometrilerinde yün elyafının inceliği değişikçe ipliğin mukavemetine bir etkisi olmadığı görülmüştür. Yani diyebiliriz ki yün elyafı kabalaştıkça siro tekniği (I) ile üretilen ipliğin mukavemet değerlerinin düştüğü görülürken PVA filamentini içeren kompozit ipliklerin (II ve III) mukavemet değerlerinde herhangi bir değişme görülmemektedir. Kadoğlu ve Altaş’ın referans iplik özlü iplik üzerindeki çalışmalarında ipliğin özünde filament kullanıldığında, filamentin kopma mukavemeti daha yüksek olduğu için ipliğin mukavemetini arttırdığı görülmektedir (Kadoğlu ve Altaş 2009). Bu çalışmaya benzer olarak tez kapsamında üretilen ipliklerde de kullanılan filamentin Tablo 6.4’de verilen filament özellikleri doğrultusunda yüksek mukavemete sahip olduğu bilinmektedir.

PVA filamentini kullanılan Siro+çift filament tekniğiyle (III) üretilen iplikler ve Siro+tek filament tekniğiyle (II) üretilen ipliklerinin kopma mukavemeti değerleri kıyaslandığında III No’lu teknik ile üretilen ipliklerin kopma mukavemeti değerleri daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun sebepleri III No’lu teknik ile iplik üretimi

sırasında iki filament kullanılması ve filament konumlandırılması sayesinde düzensiz lif kaybının engellenmesi olarak açıklanabilir.

Üretilen ipliklerin kopma uzama değerlerinin sonuçları ise Şekil 7.8’de verilmektedir.



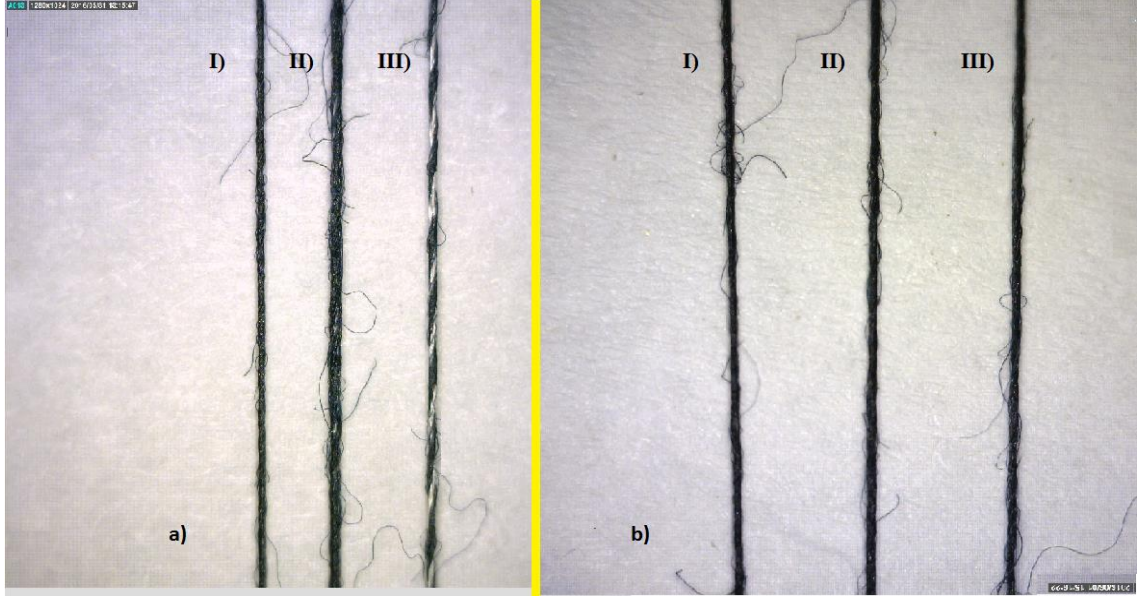
Şekil 7.8. İpliklerin Kopma Uzama Değerlerinin Karşılaştırılması (A: 19,5µm, B: 21µm, C: 25,5µm)

Elde edilen sonuçlar 19,5µm ve 21µm elyaf inceliği için besleme geometrisi bakımından değerlendirildiğinde PVA filamentinin kullanılması ile iplik kopma uzama (%) değerlerinin düşmesine yol açtığı gözlemlenmiştir. Bunun neden ise EK-2 ‘de verilen PVA filamentin kopma uzama sonuçları göz önünde bulundurularak kopma uzama(%) değerlerinin yüne göre daha düşük olması şeklinde açıklanabilir. Öte yandan 25,5µm elyaf inceliği için sonuçlar değerlendirilecek olursa, siro ipliğin kesitindeki elyaf sayısı ve böylece birbirine tutunan lif sayısı azaldığı için kopma uzama (%) değerlerinde bir düşüş meydana geldiği düşünülmektedir.

7.1.2. Kompozit İpliklerde PVA Filamentinin Uzaklaştırılması Sonucu Elde Edilen İplik Özelliklerinin Analizi

Tez kapsamında üretilen kompozit iplikler kullanarak dokunacak kumaş daha sonra art işlemi olan yıkama prosesi ile PVA filamentini suda çözülerek kumaştan uzaklaşacaktır. Bu durumdan dolayı çalışmada dokuma aşamasına geçmeden iplik halinde iken PVA filamentini uzaklaştırılarak elde edilen çözünmüş ipliklerin iplik numarası ve mukavemetini tayin etmek amacı ile analizler yapılmıştır. Üretilen Siro+ tek filament iplik ve Siro+ çift filament iplik

bobinlerinden iplik numarası ölçüm çıkırğını kullanarak 50'şer m iplik numunesi alınmış ve iplik numaraları tayin edilmiştir. Ardından her 10 kopstan rastgele alınan 50m'lik iplik numuneleri için ayrı ayrı 100 °C sıcak suda çözünme işlemi gerçekleştirilmiştir. PVA taşıyıcı filament ile üretilen kompozit iplik görüntüleri ve PVA çözünmüş iplik görüntüleri Şekil 7.9'da verilmektedir.



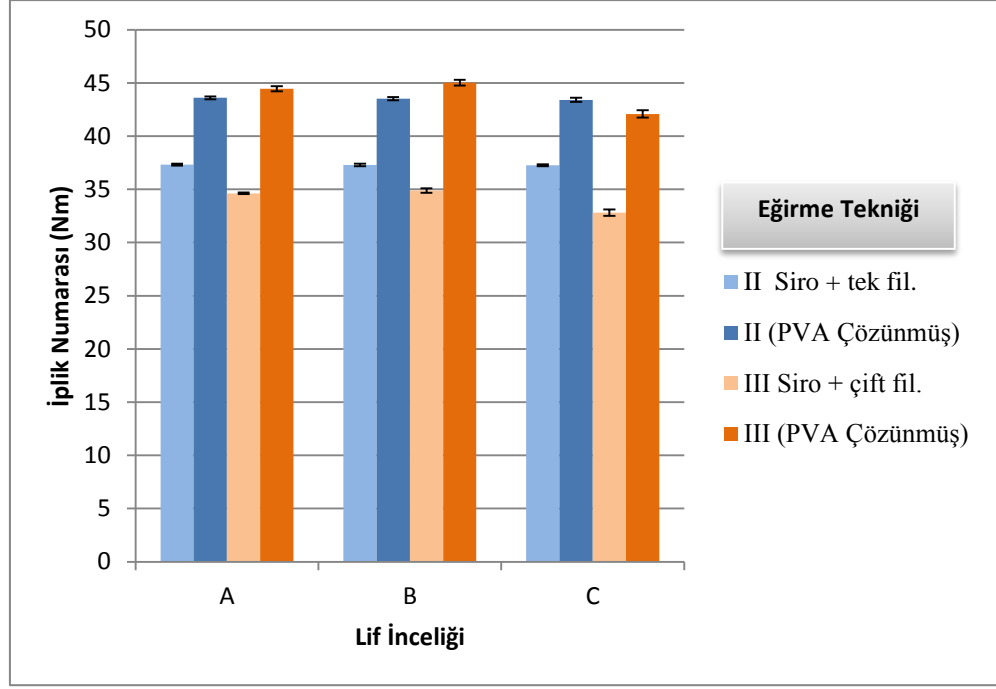
Şekil 7.9. Çalışmada Üretilen İplik Görüntülerine Örnekler (a: Kompozit İplikler, b: Çözünmüş İplikler)

Çözünme işlemi tamamlanan iplik numunelerine daha sonra laboratuvar koşullarında kondisyonlama işlemi yapılmıştır. Çözünme sonrasında kompozit iplik, referans iplik ile aynı çekim miktarı ve aynı iplik numarasında Nm 90/2 üretildiğinden dolayı iplik numarası Nm 90/2 olan iplik eğrilmesi hedeflenmiştir. PVA filamentinin iplikten uzaklaştırılması sonucu elde edilen iplik numaraları Tablo 7.2'de verilmiştir. İplik numara tayin sonuçları EK 4'te detaylı olarak verilmiştir.

Tablo 7.2. PVA Filamentinin Uzaklaştırılması Sonucu Elde Edilen İplik Numaraları

İplik Kodu	Nm II (Siro+ tek filament iplik)	Nm II (Siro+ tek filament iplik)	Nm III (Siro+ çift filament iplik)	Nm III (Siro+ çift filament iplik Çözünmüş)
A (19,5 µm)	37/1	43,5/1	35/1	45/1
%CV	0,79	1,01	0,67	1,71
B (21 µm)	37/1	43,5/1	35/1	45/1
%CV	1,03	1,04	1,99	1,97
C (25,5 µm)	37/1	43,5/1	33/1	42/1
%CV	0,77	1,35	2,81	2,58

İplik numara ölçüm sonuçlarına bakıldığında PVA özlü siro ipliğın üç farklı elyaf inceliği için çözünmemiş iplik numarası Nm 74/2 olup çözünme işleminden sonra iplik numarası ortalama Nm 87/2 olarak ölçülmüştür. Yine aynı şekilde PVA filamentı kullanılarak üretilen Siro+ çift filament iplik ipliğın üç farklı elyaf inceliği için çözünmemiş iplik numarası Nm 70/2 olup çözünme işleminden sonra iplik numarası ortalama Nm 89/2 olarak ölçülmüştür. Çözünen ipliklere iplik numara ölçüm değeri Şekil 7.10 'da verilmektedir.



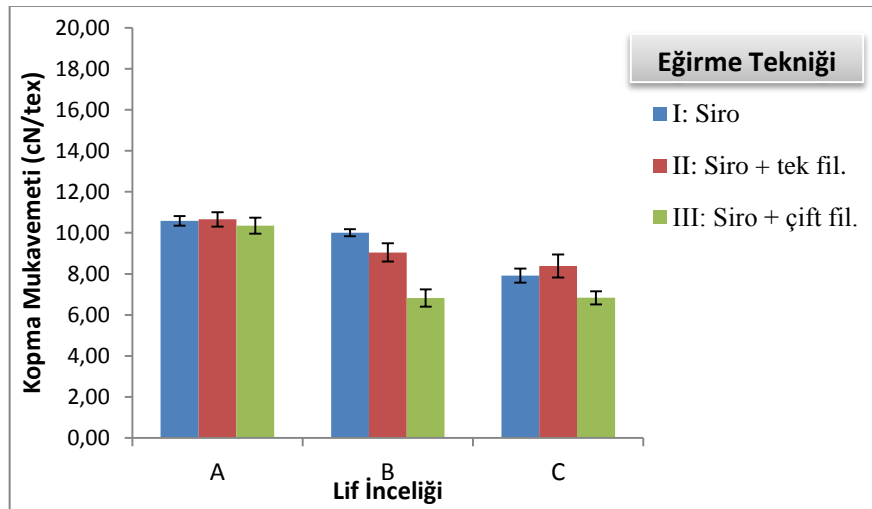
Şekil 7.10. PVA Filamentinin Uzaklaştırılması ile Elde Edilen İplik Numaraları (A: 19,5µm, B: 21µm, C: 25,5µm)

İplik numara tayin sonuçlarını değerlendirildiğinde PVA filamentinin uzaklaştırılması ile hedeflenen iplik numara aralığına ulaşıldığı görülmektedir. İplik numara ölçüm sonuçlarının hata çubukları değerlendirildiğine ise önemli bir varyasyon olmadığı gözlemlenmiştir. Tablo 2'deki numara ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde filament ipliğın dahil olması ile beklenildiği üzere üretilen kompozit ipliklerin numarasının kalınlaştığı görülmektedir. Fakat 25,5µm yün elyafı ve Siro+çift filament ile üretilen kompozit ipliğın iplik numarasının hedeflenen değere daha kalın olduğu gözlemlenmiştir. İpliklerin kesit alanına yerleşimini dikkate alırsak daha kalın çapta olan elyafın iplik kesitine yerleşiminin daha rastgele olması nedeniyle daha kaba numarada iplikler elde edildiği düşünülmektedir.

Siro iplik, çözülmüş Siro+tek filament iplik ve çözülmüş Siro+ çift filament iplik ipliklerine Tensorapid 4 test cihazı ile yapılan mukavemet test sonuçları ise Tablo 7.3'te verilmektedir.

Tablo 7.3. Siro İplik ve PVA Uzaklaştırılmış İpliklerin Mukavemet Test Sonuçları

İplik Üretim Tekniği	İplik Kodu/(μm)	Mukavemet (cN)	% Uzama	Kopma Mukavemeti (cN/tex)	
I	A	19,5	235,2	23,26	10,58
		CV	7,2	6,69	7,15
	B	21	227,3	23,49	10,00
		CV	5,6	6,57	5,54
	C	25,5	175,73	11,9	7,91
		CV	13,87	38,0	13,84
II	A	19,5	236,8	31,23	10,66
		CV	10,53	12,99	10,53
	B	21	200,9	24,27	9,04
		CV	15,57	27,58	15,57
	C	25,5	186,2	22,68	8,38
		CV	21,4	27,63	21,4
III	A	19,5	230,0	27,99	10,35
		CV	11,94	16,62	11,94
	B	21	151,6	21,68	6,82
		CV	19,82	29,4	19,82
	C	25,5	151,8	19,82	6,83
		CV	15,08	40,84	15,08

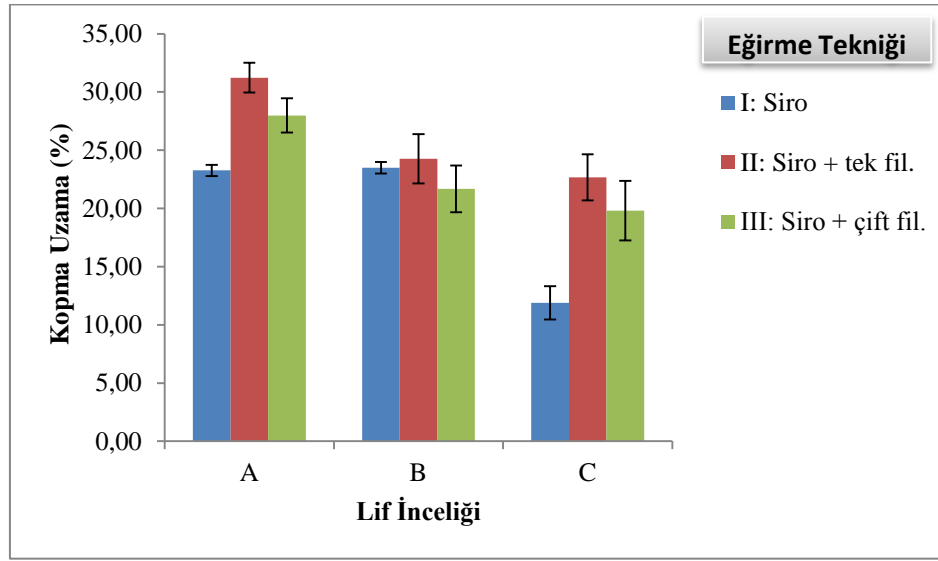


Şekil 7.11. PVA Çözülmüş İpliklerin Kopma Mukavemeti Değerleri (A: 19,5 μm , B: 21 μm , C: 25,5 μm)

PVA filamentinin üretilen ipliklerden uzaklaştırılmasından sonra ipliklerin kopma mukavemeti değerleri Şekil 7.11'de verilmiştir. Yün elyaf incelik değişimine göre test sonuçları değerlendirildiğinde yün elyafı kabalaştıkça kesitteki elyaf sayısının azalması ile liflerin birbirine tutunması (lif-lif kohezyonu) azalması mukavemet değerlerinin düşmesine neden

olmuştur. En fazla mukavemet kaybı 25,5µm ile eğirilen ipliklerde görülmüştür. Üç farklı eğirme yöntemini göz önünde bulundurarak mukavemet test sonuçları değerlendirildiğinde çözünmesi işleminden sonra iplik gövdesinde en fazla boşluklu yapıları olan ipliklerde yani Çift PVA kullanılan III No'lu besleme geometrisinde mukavemet değerlerinde düşüş olduğu görülmektedir. Üç farklı besleme geometrisi ve üç farklı elyaf inceliği birlikte değerlendirildiğinde çözünme işleminden sonra üretilen ipliklerin mukavemet değerlerinde referans iplikler ile kıyaslandığında kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalmıştır.

PVA filamentinin üretilen ipliklerden uzaklaştırılmasından sonra ipliklerin kopma uzama değerleri Şekil 7.12'de verilmiştir.



Şekil 7.12. İpliklerin % Kopma Uzama Değerleri (A: 19,5µm, B: 21µm, C: 25,5µm)

Test sonuçları besleme geometrisi bakımından değerlendirildiğinde çözünme işleminden sonra I ve II No'lu iplik üretim tekniği ile üretilen ipliklerin referans ipliklere göre tüm elyaf inceliklerinde daha üstün sonuçlar elde edilmiştir. Bunun sebebi ise çözünme sonrası iplik kesitinde oluşan boşluk ile liflerin hareket etme alanının artmış olması olarak düşünülmektedir. PVA filamentinin çözünmesi sonrası besleme geometrileri kıyaslandığında en yüksek kopma uzama değerleri II No'lu tekniğin olduğu gözlemlenmiştir. Çünkü ipliğin merkezinde olan filamentin uzaklaştırılması, ipliğin öz kısmında boşluklu bir alana sebep olmuştur. Çift filament (III) kullanılarak üretilen ipliğin ise Şekil 7.9'da verilen iplik görüntülerinde görüldüğü üzere ipliğin dış yüzeyinde olduğu için oluşan boşluklar ipliğin dış yüzeyindedir. Bundan dolayı iplik gövdesinde olan elyafların lif-lif kohezyonun II No'lu teknik ile üretilen ipliklerindeki gibi tam anlamı ile gerçekleşemediği için III No'lu ipliklerin kopma uzama değerleri II No'lu ipliklere göre daha düşüktür.

7.1.3. İplik Eğirme ve Dokuma İşlemlerinde Üretim Verimliliğinin Analizi

PVA özlü iplik üretim çalışmalarında aynı elyaf harmanından üretilmiş fitilleri kullanarak iki farklı besleme geometrisinde ve aynı elyaf inceliğinde iplik üretimi yapıp, bu ipliklerin performans özelliklerini incelenmiştir. Daha önce yapılan PVA kopmozit iplik üretim sonuçları değerlendirildiğinde elyaf inceliği açısından en iyi kalite sahip ipliklerin 19,5µm yün elyafından üretilen iplikler olduğu, besleme geometrileri açısından ise III No'lu siro+çift filament tekniği ile üretilen iplikler olduğu ortaya konmuştu. Bu inceleme sonucunda siro+çift filament iplik eğirme tekniği ile referans üretimde kullanılan ring-siro iplik eğirme tekniğinin iplik üretim performansları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma üretim randımanının nasıl değiştiğini incelemek için yapılmıştır. Çalışmayı bu açıdan değerlendirecek olursak aşağıdaki başlıklar altında incelemeler yapılmıştır;

- Ring makinesi İğ Devri (d/dak)
- 1 saatte 1000 iğdeki kopuş sayısı (Kopuş adedi/1000 saat iğ)
- Büküm (T/m)
- Saatteki iplik üretim (kg)

Çalışma parametrelerine incelendiğinde beklendiği üzere PVA özlü ipliğin iplik numarasının referans siro iplik numarasına göre daha kalın bir numaraya sahip olduğu görülmektedir. Bunun sebebi iplik üretiminde kullanılan PVA filamentini suda çözünmeyen bir yapıya sahip olup, bunu göz önünde bulundurursak nihai ipliğin aynı incelikte olabilmesi için PVA filamentini yok sayarak makine çekimi verilip daha sonra filament dahil edilmektedir. Yani sonuç olarak PVA filamentini nihai üründe katma değeri olmayan bir ara ürün olarak kullanılmıştır. Tablo 7.4'te gerçekleştirilen verimlilik çalışmalarına ait üretim verimlilik sonuçları verilmiştir.

Tablo 7.4. Siro İplik ile Siro+Çift Filament İplik Üretim Parametreleri ve Verimliliğinin Karşılaştırılması

İplik Üretim Tekniği	Elyaf İnceliği (µm)	İplik No (Nm)	İğ Devri (d/dak)	Büküm (T/m)	Kopuş adedi/1000 iğ saat	Dokuma Randımanı	
						Haşılı (%)	Haşısız (%)
III	19,5	70/2	14000	700	0	97	25
I		90/2	10100	800	26	85	

Tablo 7.4'ten anlaşıldığı üzere iplik üretimi sırasında yapılan etüt işleminde PVA özlü ipliğin 1 saatte iplik kopuşu olmamıştır. Fakat siro ipliğin 1 saatte 26 adet iplik kopuşu olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda PVA özlü ipliğin üretim veriminin daha iyi olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca ring makinesi çalışma devirleri, bükümün ve üretim randımanın üretim verimliliğine etkisini kıyaslama yapıldığında PVA özlü ipliğin üretimde siro iplik üretimine göre yaklaşık %50 iplik üretiminde artış görülmektedir. Aşağıdaki eşitlik ile iplik üretim hesabı yapılmıştır.

$$P = (N \times R \times 60 \times n_{iğ}) / (Nm \times T/m) \quad (7.1)$$

Yukarıdaki eşitlikte;

P: Üretim (g/saat)

N: İğ sayısı

R: Randıman

Nm: İplik Numarası

T/m: Metredeki Büküm Miktarı

$n_{iğ}$: Makine İğ Devri (d/dak) ifade etmektedir.

(7.1) No'lu eşitlik ile verimliliğin karşılaştırabilmesi için aynı iplik numarasında ve Tablo 7.5'de verilen üretim parametrelerini dikkate alarak kompozit ipliğin ve referans ipliğin üretim hesabı;

$$P_{Kompozit\ iplik} = \frac{(1000 \times 1 \times 60 \times 14000)}{(45 \times 700 \times 1000)} = 26,6\ kg/saat \quad (7.2)$$

$$P_{Referans\ iplik} = \frac{(1000 \times 0,90 \times 60 \times 10100)}{(45 \times 800 \times 1000)} = 15,5\ kg/saat \quad (7.3)$$

olarak bulunmuştur.

(7.2) ve (7.3) No'lu eşitliklerde yapılan hesaplamalarda görüldüğü gibi PVA özlü ipliğin saatteki iplik üretim miktarı daha fazladır. Bu eşitliklerde aynı iplik numarası kullanılmıştır. Bunun sebebi de filamentin uzaklaştırılması ile nihai iplik numaralarının aynı olacağını düşünülmesidir. PVA özlü ipliğin üretimi sırasında iplik kopuşu olmadığı için %100 randıman ile çalışmış, referans siro ipliğin üretiminde ise %90 randıman ile iplik eğirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak üretim verimliliğini etkileyen tüm parametreler ortaya konmuş ve karşılaştırmalar yapıldığında PVA filamenti kullanılarak III No'lu (siro+çift filament) iplik üretim tekniği ile gerçekleştirilen üretimin referans iplik

üretim tekniği ile gerçekleştirilen üretime göre daha üstün iplik eğirme performansına sahip olduğu ortaya konmuştur. Bilindiği üzere, yün elyafı inceldikçe, hammadde maliyeti artmakta, aynı zamanda iplik eğirme prosesinde üretim randımanı ise düşmektedir. Bu nedenle, daha kaba dolayısıyla daha ekonomik yün elyafı kullanarak referans iplik ile aynı kalitede kamgarn ipliklerin üretilmesi ve böylelikle üretim maliyetlerinin önemli derecede düşürülebileceği öngörülmektedir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen çalışmaların geneline değinecek olursak;

İplik Prosesi için:

- Standart iplik üretiminde kullanılan elyaf inceliği yerine daha kaba (mikron) elyaf kullanarak daha iyi kalitelere iplik üretimi,
- Üretim verimliliğinin artırılması (iplik kopuşunun azaltılması),
- Daha kaba elyaf kullanarak, üretim için hammadde maliyetinin düşürülmesi,
- İplik kesitindeki lif sayısının minimuma indirilmesi ve böylelikle teknik sınırların daha altında inceliğe sahip süper ince olarak adlandırılabilen iplik üretimi elde edilen sonuçlar olarak ortaya konmuştur.

Bu çalışmaların akabinde kumaş üretimine yansıması beklenen olumlu çıktılar ise aşağıda kısaca özetlenmiştir;

Dokuma Prosesi için:

- Haşıllama işleme ihtiyac olmaması,
- özgü ve atkı kopuşlarının azaltılması buna bağlı üretim verimliliğinin artması,

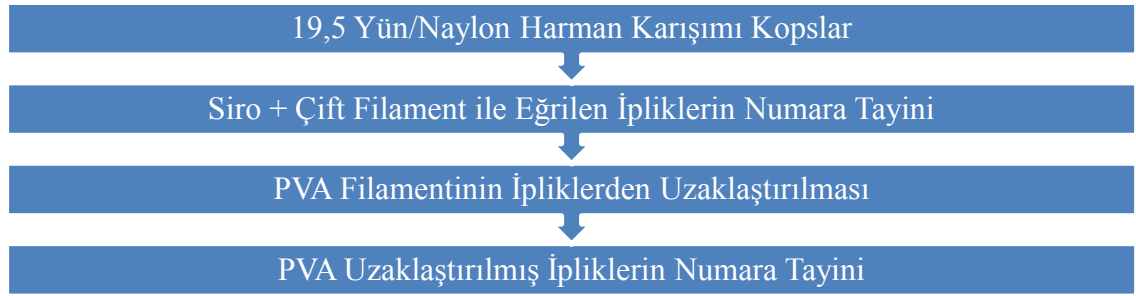
Terbiye Prosesi İçin

- Daha kaba elyaf ile üretilen kumaşların halat yıkama yapılması ve yıkama efektinin daha iyi olması, Yıkama esnasında PVA ipliğinin suda çözünerek kumaştan arındırılması ve bunun için ek bir işleme gerek duyulmaması.

7.2. Süper İnce İplik Üretim Test Sonuçları

Tez kapsamında yapılan çalışmalarda öngörülen yöntemle ayrıca iplik enine kesitinde teknik sınırların altında elyaf sayısına sahip ince ipliklerin üretimi amaçlanmıştır. Bu amaçla

üretilem oldukça ince ipliklere eğirme aşamasında sonra test edilmek üzere aşağıda Şekil 7.12’de verilen iş akışı süreci uygulanmıştır.



Şekil 7.13. Üretilen İpliklerin Test Süreci

Süper ince iplik çalışmasında üretilen kompozit ipliğe ait düzgünsüzlük, ince-kalın yer, neps, tüylülük, mukavemet ve kopma uzaması test sonuçları Tablo 7.6’da verilmiştir.

Tablo 7.5. PVA Siro+ çift filament Süper İnce İplik Kalite Sonuçları

Numune Adı	Elyaf İnceliği (µm)	CV _m %	İnce -50 %/km	Kalın +50 %/km	Neps +200 %/km	B-Kuvvet cN	Uzama %	Mukavemet cN/tex
Süper İnce İplik	19,5	17,73	92,0	87,0	17,0	201,2	8,54	12,65
CV		2,4	20,2	30,6	50,0	23,81	12,62	23,81

PVA filamentini ve III No’lu iplik eğirme tekniğini kullanarak üretilen süper ince ipliklerden daha önce bölüm 7.1.2’de açıklanan yöntem ile PVA filamentinin uzaklaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen PVA filamentini çözülmüş süper ince ipliklerin numara tayini için çıkırığı kullanarak bobinden rastgele 5 adet 50m iplik numunesi hazırlanmıştır. Önce PVA özlü iplik numunelerinin numaraları daha sonra ise PVA filamentinin uzaklaştırılması ile elde edilen iplik numunelerinin numaraları ölçülmüştür. İplik numara ölçüm verileri Tablo 7.6’ da verilmektedir. Ayrıntılı ölçüm sonuçları ise EK-5’te verilmektedir.

Tablo 7.6. İplik Numara Test Sonuçları

Deneme No	Siro+ çift filament iplik (Nm)	PVA Uzaklaştırılmış İplik (Nm)
Ort.	63,14	105,05
CV	1,06	1,16

Tablo 7.6’da verilen bilgilere doğrultusunda 19,5µm yün elyafı kullanılarak elde edilen iplik numarası yaklaşık Nm 210/2’dir. Çalışmada yapılan literatür araştırmaları

sonucunda bir kamgarn iplik işletmesinde fiili olarak iplik kesitinde olması gereken minimum lif sayısı 40 lif (Lawrence 2003), teorik olarak ise 30 lif (Davaslıgil 1966) olarak literatürde verilmektedir. Öte yandan kamgarn siro iplik eğirmede $2 \times 35 = 70$ lif (Lawrence 2010) şeklinde de belirtilmiştir. Kesitteki elyaf sayısını hesaplanması için üretime giren hammaddenin inceliğini, karışım ise ortalama incelik (μm cinsinden) ve üretilen iplik numarasını bilinmelidir. Kullanılan hammadde incelikleri ve üretilen iplik numarası;

$$\mu_{\text{Naylon}} : 15,5\mu m \text{ (2 denye),}$$

$$\mu_{\text{Yün}} : 19,5\mu m \text{ ve}$$

İplik numarası için Nm 210/2 esas alınarak aşağıdaki analizler yapılmıştır.

Bu durumda çalışmada iplik üretimi için kullanılan harman karışımı 90-10% Yün-Naylon olduğundan dolayı yün ve naylon elyafının ortalama incelik değerleri göz önüne alınarak (Bergen 1991);

$$\mu_{\text{ortalama}} = (\mu_{\text{Naylon}} \times \frac{10}{100}) + (\mu_{\text{Yün}} \times \frac{90}{100}), \quad (7.4)$$

$$\mu_{\text{ortalama}} = (15,5 \times \frac{10}{100}) + (19,5 \times \frac{90}{100}) = 19,12 \mu m$$

bulunur. Bu doğrultuda %90 oranında 19,5 μm yün ve %10 oranında 15,5 μm naylon elyafından üretilen Nm 210/2 ipliğin kesitindeki elyaf sayısının (4.15) No'lu eşitlikten yaklaşık 25 adet olduğu hesaplanmıştır. Dolayısıyla 19,5 μm inceliğindeki yün elyafı ve III No'lu iplik eğirme tekniğini kullanarak Nm 210/2 üretilen ipliğin kesitindeki elyaf sayısının, teorik iplik eğirme limitinin (30 adet lif) altında olduğu görülmektedir. Böylelikle çalışmada kullanılan eğirme tekniği ile iplik eğirme sınırlarının genişletilebileceği sonucu, çalışmanın bir diğer çıktısı arasında yer almaktadır. Sonuç olarak bu bölümde yapılan çalışmalar, eğirme limitinin altına düşerek iplik eğirmenin yapılabileceğini ortaya koymaktadır.

8. SONUÇ ve DAHA SONRAKİ ÇALIŞMALAR İÇİN ÖNERİLER

Sunulan tez çalışmasında kamgarn iplikçilikte siro iplik eğirme sisteminde suda çözünebilen PVA (polivinilalkol) filamentleri taşıyıcı olarak kullanarak iplik özellikleri iyileştirilmiş kompozit iplikler üretilmiştir. Bu amaçla çalışmada (I) siro eğirme; (II) siro + tek filament veya siro özlü eğirme; (III) siro + çift filament ile eğirme olarak adlandırılan 3 farklı yöntemle iplik eğirme gerçekleştirilmiştir. Üretilen ipliklerin düzgünsüzlük, ince-kalın yer hatası, neps, tüylülük, mukavemet ve % kopma uzaması değerleri test edilip incelenmiştir. Elde edilen ipliklerin kalite değerleri incelendiğinde şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır:

Elde edilen sonuçlar, kamgarn iplik eğirmeye uygun PVA esaslı filamentlerin, ipliği oluşturan esas lifler için taşıyıcı görevini üstlenmesi sayesinde hem kalite parametrelerini (düzgünsüzlük, ince/kalın hataları, neps hataları ve mukavemet), hem iplik eğirme performansını önemli derecede iyileştirdiğini göstermektedir. İplik düzgünsüzlük test sonuçları incelendiğinde, siro + tek filament ve siro + çift filament teknikleriyle elde edilen ipliklerin düzgünsüzlüğünün referans olarak alınan siro ipliklere kıyasla yaklaşık %5-15 daha düşük olduğu görülmektedir. Benzer şekilde iplik hataları (ince/kalın, neps gibi) bakımından da değerlendirildiğinde elde edilen kompozit iplikler referans ipliğe kıyasla daha üstün özelliktedir. Ayrıca mukavemet değerlerine bakıldığında beklenene üzere PVA özlü ipliklerin mukavemetinin siro ipliklere kıyasla yaklaşık %40'ın üzerinde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçları göz önünde bulundurarak, PVA özlü ipliğin bir sonraki üretim süreci olan dokuma işleminde daha iyi performansta üretim verimliliği sağlayacağı ve aynı zamanda dokunacak olan kumaşın kalitesini iyileştirileceği söylenebilir.

Öte yandan çalışmada kullanılan teknikler kendi arasında karşılaştırıldığında, III No'lu yöntem olan siro + çift filament ile düzgünsüzlük, ince yer, kalın yer, neps ve iplik mukavemeti bakımından en iyi değerler elde edilmiştir. Söz konusu 3 farklı iplik eğirme tekniğinin iplik kalitesi üzerindeki iyileşme oranları arasında sıralama yapılacak olursa III > II > I şeklinde olduğu görülmektedir.

Çalışmada kullanılan referans eğirme sistemi ve siro + çift filament sistemi ile üretilen ipliklerin ring iplik makinesi iğ devri, iplik kopuş sayısı, büküm ve saatteki iplik üretim miktarı gibi üretimi etkileyen parametreler üzerinde de incelemeler yapılmıştır. Eğirme ve dokuma işlemlerinden elde edilen üretim verimliliğinin analizi sonucu şu sonuçlar gözlemlenmiştir;

Siro + çift filament iplik eğirme tekniğinin standart iplik üretim verimliliğine göre %50'nin üzerinde üretim artışına yol açabileceği görülmüştür. İplik üretimi sırasında yapılan iplik kopuş etütü çalışmaları sonucunda PVA özlü iplik üretiminde kopuş olmadığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla iplik üretiminde ilave makina yatırımı gerektirmeden iplik eğirme performansı ve dokuma performansının önemli derecede iyileşebileceği ve üretim kapasitesinin artırılacağı görülmektedir.

Ayrıca çalışmada daha kaba yün elyafı kullanarak daha ince elyaf ile elde edilebilecek iplik kalitesinin sağlanabileceği de görülmüştür. Bu yönüyle yünlü sektörde kullanılan elyaf inceliğine bağlı artan yüksek maliyetler düşünüldüğünde, yapılan çalışmayla kaliteli kamgarn iplik üretiminde kullanılacak hammadde incelik sınırının genişletilebileceği ve hammadde maliyeti yönünden de avantaj sağlanabileceği görülmektedir.

Öte yandan ince kamgarn iplik üretiminde iplik eğirme limitini belirleyen esas faktör iplik kesitindeki lif sayısı, diğer bir ifadeyle elyaf inceliği olmaktadır. Bu doğrultuda suda çözünebilen PVA filamentini iplik eğirme esnasında taşıyıcı olarak kullanarak, iplik kesitinde daha az sayıda elyaf ile teknik sınırların altında inceliğe sahip ipliklerin eğrilebileceği ortaya konmaktadır. Bu amaçla çalışmada ince iplik üretimi de yapılmış, kullanılan eğirme yöntemiyle kamgarn iplik enine kesitindeki elyaf sayısının teorik sınırların altına düşürülebileceği gözlenmiştir. Böylelikle normalde eğrilmesi güç süper-ince kamgarn iplikleri kullanarak süper-hafif kumaşların üretimi mümkün olabilecektir.

Daha sonraki çalışmalar için öneriler

Tez kapsamında kamgarn iplik eğirme parametrelerinden elyaf inceliği ve iplik eğirme tekniği olmak üzere iki temel faktör üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Sonuçlar değerlendirilirken öz iplik besleme tansiyonu ve büküm miktarı üzerinde de çalışmalar yapılmasına ihtiyaç olduğu gözlemlenmiştir. Belirlenecek olan uygun filament besleme tansiyonun eğirme performansına ve iplik özelliklerine olumlu yönde etki edeceği öngörülmektedir. Ayrıca kullanılan iplik üretim tekniklerinde ipliğe verilecek olan bükümün daha az olması beklenmektedir. İlave olarak çalışmada kullanılan yöntemlerin iplik eğirme performansına, dokuma verimliliğine etkisi ve dokuma kumaşlarda elde edilecek sonuçlara etkisinin de incelenmesi önerilmektedir. Son olarak çalışmada süper ince iplik üretimi için kullanılan 19,5µm yün elyafının yerine daha ince yün elyafı (örneğin: 15µm gibi) kullanılması halinde çok daha ince ipliklerin eğrilmesinin mümkün olabileceği düşünülmektedir.

9. KAYNAKLAR

- Alaşehirli G (2009). Ring İplik Eğirme Makinesinde İçi Boş İplik (Hollow Yarn) Eğirme Tekniklerinin Araştırılması ve İplik Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Altaş S, Kadoğlu H (2009). Bazı Eğirme Parametrelerinin Filament Özlü Dref-3 İpliklerin Mukavemet Özellikleri Üzerindeki Etkisi. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2: 93-96.
- Alay E, Körlü A (2011). Haşıl Maddesi Olarak Polivinilalkoller. *Tekstil Teknolojileri Dergisi*, 5: 77-82.
- Anonim (2012). Woolmark Logosunun Arkasındaki Anlam. Eğitim Kılavuzu. The Woolmark Company Pty Limited. http://www.woolmark.com/globalassets/knowledge/training-manuals/turkish/the_meaning_behind_the_woolmark_logo_manual_turkish.pdf (erişim tarihi: 12.07.2016)
- Anonim (2003). Pinter Firmasına Ait Tanıtım Katoloğu.
- Batra KS, Fraser BW (2015). *Engineering Fundamentals of Ring Spinning /Twistin Over-End Unwinding and Two-For-One Twisting in Textile Processes*. DEStech Publications, U.S.A., 21.
- Bergen VW (1991). *Yün İplikçiliği* (Tercüme; Prof. Dr. Bayram Yüksel). İ.T.Ü. Makine Fakültesi, Ofset Atölyesi, İstanbul, 365-368.
- Chen J, Xia Z, Xu W, Xu Q (2012). An Experimental Study of Influence of Filament and Roving Location on Yarn Properties During Embeddable and Locatable Spinning. *Fiber and Polymers*, 13(9): 1196-1200.
- Çelik P, Üte TB, Özden D, Çömlekçi H, Akkale EC, (2009). Öz/Manto Oranı ve Büküm Sayısının Filament Özlü İpliklerin İplik Özelliklerine Etkisi. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3(2): 29-37.
- Dang M, Zhang Z, Wang H (2006). Properties of Wool/Spandex Core-Spun Yarn Produced on Modified Woolen Spinning Frame. *Fibers and Polymers*, 7(4): 420-423.
- Davaslıgil Ş (1966). *Yün ve İpek İplik Teknolojisi*. Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 386-394.
- Davaslıgil Ş (1966). *Yün İplik Teknolojisi ve Makinaları*. Cilt: I-A. Teknik Üniversite Matbaası, İstanbul, 6-20.
- Harmancıoğlu M (1999). *Tekstilde Fiziksel Testler*. Tübitak-Mam Tekstil Enstitüsü Sagem Müdürlüğü, Bursa, Yayın no:169.
- Gharahaghaji A, Zargar Naghash E, Ghane M, Hossaini A (2010). Cluster Spun Yarn A New Concept in Composite Yarn Spinning. *Textile Research Journal*, 80: 19-24.

- Gilligan GE (2004), Woollen and Worsted Woven Fabric Design. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, İngiltere, 1-5.
- Gürcan A (1987), Yün İplikçiliği Ders Notları. Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Kadoğlu H, Altaş S (2009). Bazı Eğirme Parametrelerinin Filament Özlü Dref-3 İpliklerin Mukavemet Özellikleri Üzerindeki Etkisi. Tekstil ve Konfeksiyon, 2: 93-96.
- Lawrence CA (2003). Fundamentals of Spun Yarn Technology. CRC Press, İngiltere, 39-40.
- Lawrence CA (2010). Advances in Yarn Spinning Technology. Woodhead Publishing Limited No: 99, İngiltere, 217-236.
- Liu WY, Yu YP, He JH, Wang SY (2007). Effect of Strand-Spacing Between Roving and Filament on Sirofil Yarn Properties. Textile Research Journal, 77(4): 200–204.
- Lyons B (2008). Australian Merino Wool. Proceedings of The Symposium on Natural Fibres, 56: 83-109, Italy.
- Moreland JE (1995). Polyvinyl Alcohol Warp Sizes. AATCC Warp Sizing Handbook, 1-9.
- Mukhopadhyay A, Puni SK, Das R (1987). Polyester Worsted Siro Yarn. Textile Research Journal, 11: 68–72.
- Naeem MA, Yu W, , Zheng Y, He Y (2014). Structure and Spinning Of Composite Yarn Based On The Multifilament Spreading Method Using A Modified Ring Frame. Textile Research Journal, 84: 2074-2084.
- Örtlek H, Babaarslan O (2003). Spandex (Lycra) İçerikli Core-Spun İpliklerin (PES/Viskon) Tüylülük Özelliklerinin İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 8(1): 79-93.
- Örtlek H, Ülkü S (2007). Effects of Spandex and Yarn Counts on the Properties of Elastic Core-spun Yarns Produced on Murata Vortex Spinner. Textile Research Journal, 77(6): 432–436.
- Plate DEA (1983a). An Alternative Approach To Two Fold Weaving Yarn Part V: The Properties of Two Strand Yarns. The Journal of The Textile Institute, 74(6): 320-328.
- Plate DEA, Feehan J (1983). An Alternative Approach To Two Fold Weaving Yarn Part IV: Factor Effecting Strand Twist. The Journal of The Textile Institute, 74(4): 204-212.
- Pourahmad A, Johari M (2009). Production Of Core-Spun Yarn By The Three-Strand Modified Method. The Journal of The Textile Institute, 100: 275–281.
- Pourahmad A, Johari M (2011). Comparison of the Properties of Ring, Solo, and Siro Core-Spun Yarns. The Journal of The Textile Institute, 102: 540–547.

- Pramanik P, Vilas MP (2009). Physical Characteristics of Cotton /Polyester Core Spun Yarn Made Using Ring and Air-Jet Systems, Autex Research Journal, 9(1):14-19.
- Rameshkumar C, Rengamasy RS, Anbumani N (2009). Studies on Polyester/Waste Silk Core-Spun Yarns and Fabrics. Journal of Industrial Textiles, 38: 191-203.
- Rieter BT904 Rotor İplik Eğirme Makine Kataloğu, 20.
- Simpson WS, Crawshaw GH (2002). Wool: Science an Tecnology. Woodhead Publishing Limited, İngiltere,195.
- Stalder H. (2009). Rieter İplikçik El Kitabı Cilt-6 Altarnetif Eğirme Sistemleri (Tercüme: Prof. Dr. H. Erhan Kırtay). Rieter Machine Works Ltd, 6: 1-59.
- Su CI, Maa MC, Yang HY (2004). Structure And Performance of Elastic Core Spun Yarn, Textile Research Journal, 74: 607-610.
- Sun MN, Cheng KPS (2000). Structure And Poperties Of Cotton Sirospun Yarn, Textile Research Journal,70: 261-268.
- Terez E (2011). Sert Özlü Pamuk-Polyester İpliklerin İplik Özelliklerini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova, İzmir.
- Viswarajasekaran V, Raghunathan K (2006). An Investigation on the Physical Properties of Core Yarns. Indian Journal of Fibre &Textile Research, 31:298-301.
- Vuruşkan D (2010). Elastan İçerikli İplik Üretmek Üzere Modifiye Edilen Ring Makinasında Üretim Değişkenlerinin Optimizasyonu ve İplik Kalitesi Üzerindeki Etkisi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Wang H, Xia Z, Xu W (2012). A Study of An Embeddable and Locatable Spinning System Via Quasi-Static Mechanical Analysis. Textile Research Journal, 82(20): 2071–2077.
- Xia Z, Xu W, Wang X, Ye W, Eltahir AH (2012). Fiber Trapping Comparison of Embeddable and Locatable Spinning With Sirofil And Siro Core-Spinning With Flute Pipe Air Suction. Textile Research Journal, 82(12) 1255–1262.
- Xia Z, Feng Y, Guo Q, Ye W, Xu W (2015). Comparative Study of Hair Trapping by A Short Grooved Surface During Conventional and Siro-Spinning. Textile Research Journal, 0: 1-11.
- Xu W, Xia Z, Wang X, Chen J, Cui W, Ye W, Ding C, Wang X (2011). Embeddable and Locatable Spinning. Textile Research Journal, 81: 223-229.
- Yeates NTM, Edey TN, Hill MK (1975). The Definition and Measurement of Wool Quality. Animal Science. Pargemon Press, Avustralya, 299-334.
- Zhang H, Xue Y, Wang S (2006). Effect of Filament Over-Feed Ratio on Surface Structure of Rotor-Spun Composite Yarns. Textile Research Journal, 76(12): 922-927.

EKLER

EK-1: İplik Eğrilebilirliğini Araştırmaya Yönelik Ön Çalışma

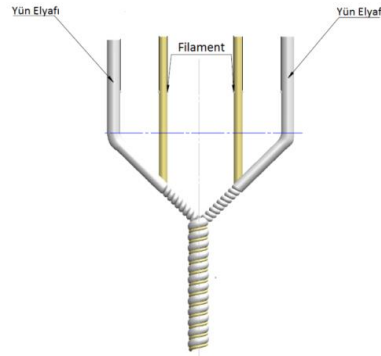
1. Materyal ve Metot

Bu bölümde özlü ipliğin eğrilebilirliğinin gerçekleştirilebilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla üç farklı elyaf inceliklerine sahip yün/naylon fitil numuneleri seçilmiştir. Seçilen fitil numunelerinden PVA özlü siro iplik üretilerek, aynı fitil inceliğine ve harmana sahip fitiller ile üretilen referans siro iplik özellikleri ile karşılaştırılması ön görülmüştür. Tez çalışmasında öngörülen yöntemlerle iplik eğrilebilirliğini araştırmaya yönelik Ön Çalışma Planı Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. Öngörülen Yöntemlerle İplik Eğrilebilirliğini Araştırmaya Yönelik Deneysel Planı (Ön Çalışma)

Ön Çalışma					
Numune No	Fitil No (Nm)	Ring İplik No (Nm)	Büküm (T/m)	Harman	Açıklama
1	4,5	90/2	750	85/15 Yün/ Naylon	Özlü İplik 19,5 µm
					Referans iplik 19,5 µm
2					Özlü İplik 21 µm
					Referans iplik 21 µm
3					Özlü İplik 21-25,5 µm
					Referans iplik 21-25,5 µm

İplik üretimi Şekil 1’de verilen besleme geometrisi ile PVA özlü iplik üretimi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Ön Görülen Besleme Geometrisi

İplik eğrilebilirliği için yapılan çalışmanın iplik üretim parametre bilgileri Tablo 2’de verilmektedir. Ön Çalışma bir iğde Nm 4,5 fitil numarası kullanılarak Nm 90/2 ipliğin üretimi gerçekleştirilebilirliğini ortaya koymak için yapılmıştır.

Tablo 2. Makine Çalışma Parametreleri

Ön Çalışma								
Numune No	Fitil No (Nm)	Ring No (Nm)	Büküm (T/m)	Toplam Çekim Miktarı	İğ Devri (d/dak)	İğ Sayısı	Harman	Açıklama
1	4,5	90/2	750	27	9500	1	85/15 Yün/ Naylon	Öztlü iplik 19,5 µm
				20				Referans iplik 19,5 µm
30				10000	1	Öztlü iplik 21 µm		
20						Referans iplik 21 µm		
3				28	10000	1		Öztlü iplik 21-25,5 µm
				20	10000	1		Referans iplik 21-25,5 µm

1.1. İplik Eğrilebilirliğini Araştırmaya Yönelik Ön Çalışma İplik Test Sonuçları

Çalışmanın bu bölümünde, bir iğde üretilen öztlü iplikler ve siro ipliklerin performans özellikleri incelenmiştir. Kısaca bu bölümde takip edilen işlem basamakları şu şekildedir:

- Öztlü İplik üretimi
- Elde edilen öztlü ipliklerin incelenmesi ve üretim sürecinde gözlenen problemlerin analizi
- Uster Tester 5 ve Tensorapid 4 test cihazları ile yapılan test sonuçlarının karşılaştırılması.

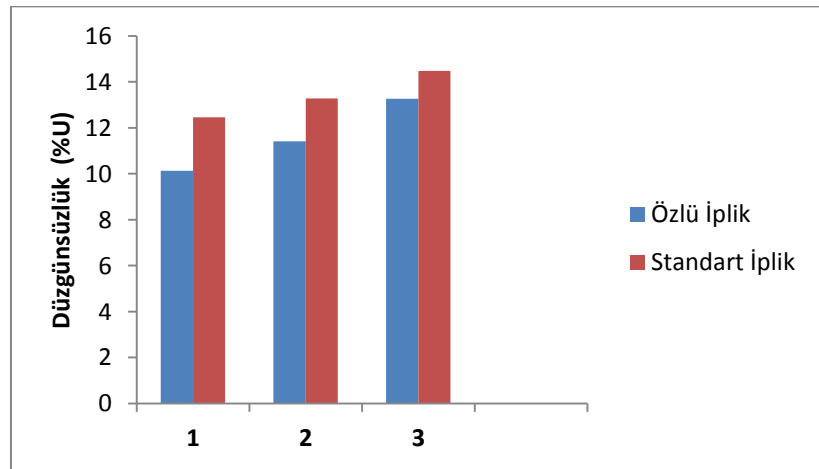
Tablo 3'te gerçekleştirilen çalışmalarına ait iplik kalite test sonuçları verilmiştir.

Tablo 3. İplik Test Sonuçları

Ön Çalışma										
Numune No		Elyaf Mikron (µm)	Fiili Nm	U%	İnce -50 %/km	Kalın +50 %/km	Neps +140 %/km	Neps +200 %/km	B-Kuvvet cN	Uzama %
1	Özlu iplik	19.5	90/2	10.13	2.5	10.0	15.0	5.0	371.7	10.24
	Referans İplik	19.5	90/2	12	24	5	20	6	260	24
2	Özlu iplik	21	90/2	11.41	10.0	0.0	10.0	5.0	369.4	12.83
	Referans İplik	21	90/2	13.7	119	39	46	16	257	25.2
3	Özlu iplik	21-25.5	90/2	13.26	53.8	30	43.8	10.0	372.8	13.46
	Referans İplik	21-25.5	90/2	14.48	175.0	55.0	30.0	5.0	222.3	9.78

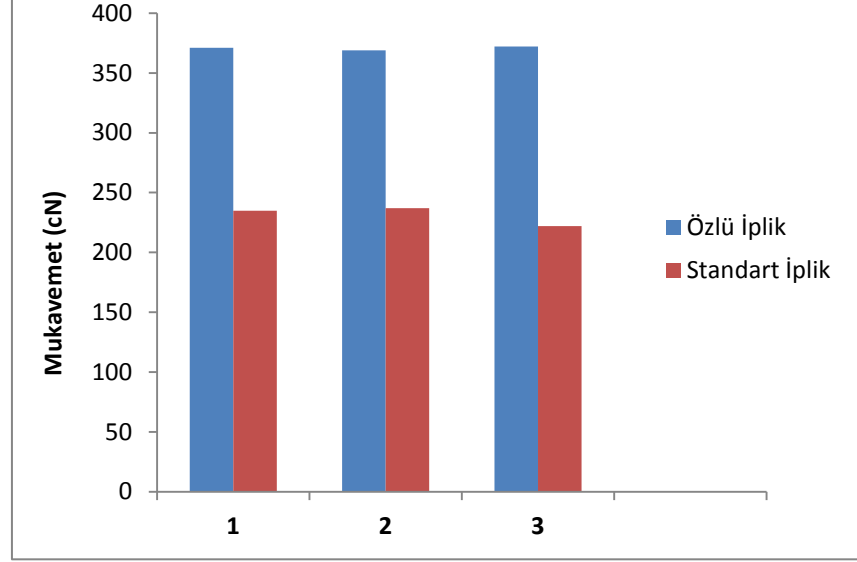
Test sonuçlarını incelendiğinde PVA özlu ipliğin iplik özelliklerinin siro ipliğin özelliklerine göre daha iyi sonuçlar verdiği ortaya konmuştur. Buradan yola çıkarak PVA özlu üretilen ipliğin iplik özelliklerinin iyileştiği görülmüştür. Düzensüzlük ve mukavemet test verilerini değerlendirecek olursak;

◆ İplik düzensüzlüğü: PVA özlu ipliğin iplik düzensüzlüğünün referans ipliğe göre daha düzgün formda bir iplik üretimi gerçekleştiği görülmüştür. Şekil 2' de görüldüğü üzere yapılan çalışmada iplik düzensüzlüğünde iyileşmeler gözlenmiştir.



Şekil 2. Referans iplik ile Özlu İplik Düzensüzlük Değerlerinin Karşılaştırılması

◆ İplik Mukavemeti: PVA özlü üretilen ipliğin mukavemet test sonuçları referans üretilen siro ipliğin mukavemet test sonuçlarına göre kayda değer bir artış gözlemlenmiştir (Şekil 3). Bunun sebebi izah etmek gerekirse PVA ipliğinin kopma mukavemetinin iplik yapısına eklenmesi ile mukavemeti artırıcı bir yönde etkisi olmaktadır.



Şekil 3. Referans iplik ile Özlü İplik Mukavemet Değerlerinin Karşılaştırılması

Yapılan ön çalışmalar sonucunda iplik üretiminde öz kısım için PVA filament kullanımı iplik performans özelliklerini etkilediği görülmüştür. Bu doğrultuda ring makinesi üzerinde arzu edilen özelliklerde iplik üretilbileceği sonucuna varılmıştır.

EK-2 : PVA Filament Mukavemeti

USTER® TENSORAPID 4 2.7.0 UTR4/ 1000N Per 08.01.15 12:56 Teknisyen GULSAH Sayfa 1

Stil Örnek ID Y2 000776 Nom. numara Nm 312 Nom. büküm 0 T/m
Testler 1 / 10 v= 5000 mm/min Fv= 1.6 cN Lv= 500 mm Pcl= 30 %

Tek Değerler

Article Materyal sınıfı Yp Maki. Nr.
Uster İstatistikleri

Altörnek 1: 10 Tek testler(ler)

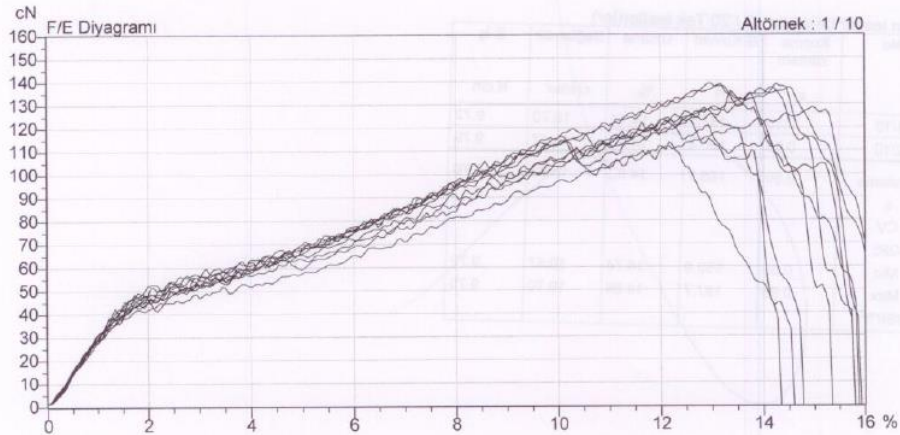
i	Kopma zamanı s	B-Kuvvet cN	Uzama %	Sağlamlık cN/tex	B-İş N.cm
1	0.81	129.9	13.57	40.52	5.30
2	0.79	139.7	13.12	43.58	5.33
3	0.85	139.2	14.20	43.43	5.88
4	0.77	127.6	12.84	39.82	5.18
5	0.79	137.9	13.13	43.02	5.34
6	0.85	137.5	14.11	42.90	5.66
7	0.72	123.4	11.97	38.50	4.57
8	0.60	116.7	10.02	36.41	3.43
9	0.83	124.1	13.87	38.70	5.08
10	0.75	124.4	12.52	38.81	4.87
Ortalama	0.78	130.0	12.94	40.57	5.06
s	0.07	8.09	1.24	2.53	0.68
CV	9.65	6.22	9.61	6.22	13.46
Q95	0.05	5.79	0.89	1.81	0.49
Min	0.60	116.7	10.02	36.41	3.43
Max	0.85	139.7	14.20	43.58	5.88

USTER® TENSORAPID 4 2.7.0 UTR4/ 1000N Per 08.01.15 12:56 Teknisyen GULSAH Sayfa 1

Stil Örnek ID Y2 000776 Nom. numara Nm 312 Nom. büküm 0 T/m
Testler 1 / 10 v= 5000 mm/min Fv= 1.6 cN Lv= 500 mm Pcl= 30 %

Kuvvet/Uzama Diyagramı

Article Materyal sınıfı Yp Maki. Nr.
Uster İstatistikleri



EK-3: Kompozit İplik Üretimine Ait İplik Test Sonuçları

Tablo 1. Siro İplik (I) ve A (19,5 μ) İplik Numunesine Ait Test Sonuçları

Siro İplik 19,5 μ											
No	Elyaf İnceliği (μ m)	Nm	%U Ort.	%CVm	İnce -50 %/km	Kalın +50 %/km	Neps +200 %/km	Uzama %	B-Kuvvet cN	Kopma Mukavemeti (cN/tex)	Tüylülük S3
1/1	19,5	90/2	12,55	15,70	54,0	12,0	16,0	25,25	254,9	11,47	505
1/2			12,50	15,71	54,0	12,0	11,0	25,13	252,4	11,36	534
1/3			12,98	16,28	58,0	17,0	14,0	24,08	235,7	10,61	492
1/4			12,56	15,78	46,0	16,0	7,0	21,94	232,1	10,44	496
1/5			12,78	16,08	57,0	23,0	17,0	20,99	216,6	9,75	374
1/6			12,55	15,73	42,0	11,0	5,0	24,60	259,3	11,67	412
1/7			12,88	16,19	61,0	17,0	6,0	22,84	215,1	9,68	634
1/8			12,78	16,07	64,0	22,0	7,0	22,78	242,8	10,93	751
1/9			13,36	16,79	95,0	32,5	20,0	21,20	215	9,68	712
1/10			12,40	15,44	60,0	27,5	15,0	23,82	228	10,24	632
Ort.			12,73	15,98	59,1	19,0	11,8	23,26	235,15	10,58	554,20
CV			2,3	2,43	24,19	37,57	44,99	6,69	7,15	7,15	22,41
s			0,29	0,39	14,29	7,14	5,31	1,56	16,82	0,76	124,20
Max	13,36	16,79	95,0	32,5	20,0	25,25	259,30	11,67	751		
Min	12,40	15,44	42,0	11,0	5,0	20,99	215,10	9,68	374		
SE	0,09	0,12	4,52	2,26	1,68	0,49	5,32	0,24	39,28		

Tablo 2. Siro+ tek filament (II) ve A (19,5 μ) İplik Numunesine Ait Test Sonuçları

Siro+ tek filament (19,5 μ + (PVA))											
No	Elyaf İnceliği (μ m)	Nm	%U Ort.	%CVm	İnce -50 %/km	Kalın +50 %/km	Neps +200 %/km	Uzama %	B-Kuvvet cN	Kopma Mukavemeti (cN/tex)	Tüylülük S3
A2/1	19,5	80/2	11,33	14,23	13,00	14,0	7,0	9,67	280,8	12,64	725
A2/2			11,28	14,17	14,00	10,0	3,0	10,96	287,8	12,95	764
A2/3			11,01	13,82	6,00	1,0	1,0	10,56	287,2	12,92	1096
A2/4			11,01	13,84	12,00	11,0	6,0	11,15	300,6	13,53	811
A2/5			11,05	13,88	16,00	2,0	3,0	10,17	281,1	12,65	739
A2/6			11,43	14,37	11,00	12,0	5,0	10,04	292	13,17	908
A2/7			11,06	13,90	14,00	3,0	6,0	11,33	290,8	13,09	596
A2/8			11,60	14,04	13,00	9,0	3,0	10,83	290,6	13,08	647
A2/9			11,20	14,11	11,00	10,0	12,0	10,71	297,6	13,39	425
A2/10			11,23	14,11	12,00	9,0	14,0	10,48	292,4	13,16	646
Ort.			11,18	14,05	12,00	8,1	6,0	10,59	290,1	13,06	735,70
CV	1,3	1,3	21,80	55,3	68,9	4,88	2,17	2,17	24,74		
s	0,14	0,18	2,70	4,5	4,0	0,52	6,31	0,28	181,98		
Max	11,43	14,37	16,00	14	14,0	11,33	300,6	13,53	1096		
Min	11,01	13,82	6,00	1	1,0	9,67	280,8	12,64	425		
SE	0,04	0,06	0,85	1,42	1,27	0,16	2,00	0,09	57,55		

Tablo 3. Siro+ çift filament İplik (III) ve A (19,5 µ) İplik Numunesine Ait Test Sonuçları

Siro+ çift filament 19,5 µ + (PVA)											
No	Elyaf İnceliği (µm)	Nm	%U Ort.	%CVm	İnce -50 %/km	Kalın +50 %/km	Neps +200 %/km	Uzama %	B-Kuvvet cN	Kopma Mukavemeti (cN/tex)	Tüylülük S3
A3/1	21	70/2	10,00	12,51	0,0	6,0	10,0	15,97	376,1	16,92	576
A3/2			10,34	13,06	8,0	12,0	15,0	14,27	377,8	17,00	684
A3/3			9,78	12,26	1,0	4,0	3,0	15,86	391,0	17,59	418
A3/4			9,86	12,36	2,0	5,0	7,0	16,67	391,7	17,63	642
A3/5			10,05	12,62	2,0	7,0	2,0	17,05	389,2	17,51	566
A3/6			9,87	12,44	0,0	9,0	12,0	14,41	371,2	16,70	714
A3/7			10,42	13,15	2,0	9,0	7,0	15,24	377,1	16,97	616
A3/8			10,02	12,54	3,0	3,0	3,0	15,95	386,6	17,40	644
A3/9			10,02	12,59	0,0	6,0	6,0	14,76	379,5	17,08	514
A3/10			9,82	12,36	2,0	4,0	7,00	17,48	383,3	17,25	418
Ort.			10,02	12,59	2,00	6,50	7,20	15,76	382,30	17,20	579,2
CV			2,10	2,30	117,90	43,10	57,70	1,10	7,05	0,32	17,74
s			0,21	0,29	2,40	2,80	4,20	6,98	1,84	1,84	102,77
Max			10,42	13,15	8,0	12,0	15,0	17,48	391,70	17,63	714
Min	9,78	12,26	0,0	3,0	2,0	14,27	371,20	16,70	418,00		
SE	0,07	0,09	0,76	0,89	1,33	2,21	0,58	0,58	32,50		

Tablo 4. Siro İplik (I) ve B (21 µm) İplik Numunesine Ait Test Sonuçları

Siro İplik 21 µm											
No	Elyaf İnceliği (µm)	Nm	%U Ort.	%CVm	İnce -50 %/km	Kalın +50 %/km	Neps +200 %/km	Uzama %	B- Kuvvet cN	Kopma Mukavemeti (cN/tex)	Tüylülük S3
B1/1	21	90/2	13,18	16,60	81,0	21,0	12,0	24,52	249,9	10,99	464,00
B1/2			12,95	16,28	90,0	7,0	3,0	26,23	241,8	10,64	1107,00
B1/3			13,12	16,52	70,0	16,0	5,0	24,23	230,8	10,15	648,00
B1/4			12,94	16,21	89,0	10,0	5,0	22,02	219,8	9,67	711,00
B1/5			13,23	16,69	111,0	20,0	10,0	23,48	217,1	9,55	610,00
B1/6			13,38	16,81	102,0	27,0	5,0	21,59	215,6	9,49	653,00
B1/7			13,40	16,82	103,0	31,0	16,0	23,77	235,1	10,35	1031,00
B1/8			13,11	16,49	90,0	20,0	5,0	21,10	218,8	9,63	700,00
B1/9			12,76	16,02	43,0	13,0	6,0	24,33	232,8	10,24	428,00
B1/10			13,31	16,74	92,0	20,0	7,0	23,67	211,7	9,32	611,00
Ort.			13,14	16,52	87,10	18,5	7,4	23,49	227,3	10,00	696,30
CV			1,6	1,6	22,2	39,6	54,5	6,57	5,56	5,54	31,2
s			0,21	0,27	19,34	7,32	4,03	1,54	12,64	0,55	217,51
Max			13,40	16,82	111,00	31,0	16,0	26,23	249,9	10,99	1107,0
Min	12,76	16,02	43,00	7,0	3,0	21,10	211,7	9,32	428,0		
SE	0,07	0,09	6,11	2,32	1,28	0,49	4,00	0,18	8,78		

Tablo 5. Siro+ tek filament (II) ve B (21 µm) İplik Numunesine Ait Test Sonuçları

Siro+ tek filament 21 µm + (PVA)											
No	Elyaf İnceliği (µm)	Nm	%U Ort.	%CVm	İnce -50 %/km	Kalın +50 %/km	Neps +200 %/km	Uzama %	B-Kuvvet cN	Kopma Mukavemeti (cN/tex)	Tüylülük S3
B2/1	21	80/2	12,99	16,32	49,0	15,0	3,0	16,41	321,7	14,74	994
B2/2			13,06	16,44	55,0	14,0	4,0	10,1	226,3	10,18	1010
B2/3			13,22	16,64	82,0	17,0	8,0	13,85	288,7	12,99	1001
B2/4			13,09	16,48	66,0	27,0	8,0	13,65	271,7	12,23	986
B2/5			13,3	16,79	64,0	26,0	5,0	12,16	250,6	11,28	974
B2/6			13,55	17,07	85,0	22,0	8,0	12,48	250,5	11,27	958
B2/7			13,07	16,44	48,0	10,0	4,0	10,14	242,4	10,91	990
B2/8			13,13	16,5	66,0	19,0	3,0	12,57	253,9	11,43	1014
B2/9			12,95	16,32	51,0	21,0	6,0	14,41	247,9	11,14	1028
B2/10			13,16	16,56	54,0	16,0	6,0	14,85	262,4	11,81	1044
Ort.			13,15	16,56	62,0	18,7	5,5	13,12	261,6	11,7	999,90
CV			1,3	1,4	21,3	28,7	36,6	14,53	10,33	10,33	2,54
s			0,17	0,23	13,2	5,4	2	1,91	27,01	1,22	25,36
Max			13,55	17,07	85	27	8	16,41	321,7	14,7	1044
Min	12,95	16,32	48	10	3	10,1	226,3	10,18	958		
SE	0,05	0,07	4,17	1,71	0,63	0,60	8,54	0,39	8,02		

Tablo 6. Siro+ çift filament İplik (III) ve B (21 µm) İplik Numunesine Ait Test Sonuçları

Siro+ çift filament İplik 21 µm + (PVA)											
No	Elyaf İnceliği (µm)	Nm	%U Ort.	%CVm	İnce -50 %/km	Kalın +50 %/km	Neps +200 %/km	Uzama %	B- Kuvvet cN	Kopma Mukavemeti (cN/tex)	Tüylülük S3
B3/1	21	70/2	10,26	12,90	5,0	2,0	3,5	14,39	419,3	18,45	568,00
B3/2			10,27	12,87	2,5	2,5	4,5	11,86	307,6	13,53	838,00
B3/3			10,31	13,01	3,0	8,5	6,0	13,19	343,6	15,12	711,00
B3/4			9,88	12,39	1,5	2,5	1,0	14,76	396,3	17,44	640,00
B3/5			9,79	12,29	1,5	1,0	2,0	15,02	400,7	17,63	494,00
B3/6			10,31	13,00	0,5	7,5	6,5	15,56	405,2	17,83	812,00
B3/7			9,94	12,48	2,0	2,0	3,0	14,43	420,0	18,48	697,00
B3/8			10,13	12,70	0,0	4,0	1,0	15,31	404,8	17,81	653,00
B3/9			10,51	13,23	2,5	10,0	7,5	15,61	346,4	15,24	633,00
B3/10			10,78	13,58	0,0	7,5	4,9	15,05	354,5	15,60	941,00
Ort.			10,22	12,85	1,85	4,75	3,89	14,52	379,8	16,71	698,70
CV			2,9	3,1	82,6	69,0	61,6	8,07	10,17	10,18	19,1
s			0,30	0,40	1,53	3,28	2,40	1,17	38,64	1,70	133,31
Max	10,78	13,58	5,0	10,0	7,5	15,61	420,0	18,48	941		
Min	9,79	12,29	0,0	1,0	1,0	11,86	307,6	13,53	494		
SE	0,09	0,13	0,48	1,04	0,76	0,37	12,22	0,54	42,16		

Tablo 7. Siro İplik (I) ve C (25,5 µm) İplik Numunesine Ait Test Sonuçları

Siro İplik 25,5 µm											
No	Elyaf İnceliği (µm)	Nm	%U Ort.	%CVm	İnce -50 %/km	Kalın +50 %/km	Neps +200 %/km	Uzama %	B-Kuvvet cN	Kopma Mukavemeti (cN/tex)	Tüylülük S3
C1/1	25,5	90/2	14,45	18,15	181,0	32,5	17,0	21,15	216,2	9,73	1033
C1/2			15,01	18,89	285,0	52,0	16,0	16,49	192,9	8,68	988
C1/3			15,16	19,03	289,0	52,0	12,5	7,14	173,9	7,83	1039
C1/4			14,73	18,56	207,5	37,5	14,0	8,32	169,7	7,64	1041
C1/5			14,28	17,95	179,5	22,5	8,0	10,39	161,2	7,26	1056
C1/6			15,24	19,12	291,5	42,5	9,5	11,23	188,3	8,47	1026
C1/7			16,08	20,42	449,0	150,0	82,0	8,63	147,7	6,65	1034
C1/8			15,5	19,54	353,0	93,0	44,0	10,99	176,1	7,93	1041
C1/9			15,96	20,12	465,0	117,5	50,0	15,96	197,4	8,88	1036
C1/10			16,11	20,31	512,5	135,0	75,0	8,61	133,9	6,03	1039
Ort.			15,25	19,21	321,30	73,45	32,80	11,89	175,7	7,91	1033
CV			4,3	4,55	37,48	63,23	85,5	37,99	13,87	13,84	1,71
s			0,66	0,87	120,42	46,44	28,04	4,52	24,37	1,09	17,68
Max			16,11	20,42	512,50	150,0	82,0	21,15	216,20	9,73	1056,0
Min			14,28	17,95	179,50	22,5	8,0	7,14	133,90	6,03	988,0
SE			0,21	0,28	38,08	14,69	8,87	1,43	7,71	0,35	5,59

Tablo 8. Siro+ tek filament (II) ve C (25,5 µm) İplik Numunesine Ait Test Sonuçları

Siro+ tek filament 25,5 µm + (PVA)											
No	Elyaf İnceliği (µm)	Nm	%U Ort.	%CVm	İnce -50 %/km	Kalın +50 %/km	Neps +200 %/km	Uzama %	B-Kuvvet cN	Kopma Mukavemeti (cN/tex)	Tüylülük S3
C2/1	25,5	80/2	14,99	18,86	184,0	58,0	23,0	14,75	24,15	10,63	1237
C2/2			15	18,91	185,0	54,0	14,0	16,57	264,2	11,62	1277
C2/3			14,86	18,69	175,0	54,0	21,0	15,68	285,1	11,37	1258
C2/4			14,76	18,56	155,0	44,0	21,0	18,2	255,1	11,23	1271
C2/5			14,64	18,30	158,0	49,0	21,0	17,17	242,6	10,67	1299
C2/6			14,59	18,32	154,0	34,0	20,0	15,9	261,2	11,49	1288
C2/7			15,09	18,99	199,0	67,0	18,0	17,28	256,7	11,30	1263
C2/8			15,13	19,04	187,0	82,0	30,0	16,06	285,1	12,54	1244
C2/9			15,14	19,06	215,0	78,0	22,0	16,4	277,7	12,22	1202
C2/10			15,21	19,18	186,0	68,0	24,0	17,48	264,2	11,63	1224
Ort.			14,94	18,79	179,80	58,80	21,4	16,54	260,7	11,47	1256,30
CV			1,5	1,7	11,00	25,6	19,2	6,08	5,2	5,2	2,38
s	0,22	0,31	19,8	15	4,1	1,01	13,57	0,6	29,88		
Max	15,21	19,18	215	82	30	18,2	285,1	12,54	1299,00		
Min	14,59	18,3	154	34	14	14,75	241,5	10,63	1202,00		
SE	0,07	0,10	6,26	4,74	1,30	0,32	4,29	0,19	9,45		

Tablo 9. Siro+ çift filament İplik (III) ve C (25,5 µm) İplik Numunesine Ait Test Sonuçları

Siro+ çift filament İplik 25,5 µm + (PVA)											
No	Elyaf İnceliği (µm)	Nm	%U Ort.	%CVm	İnce -50 %/km	Kalın +50 %/km	Neps +200 %/km	Uzama %	B-Kuvvet cN	Kopma Mukavemeti (cN/tex)	Tüylülük S3
C3/1	25,5	70/2	12,60	15,26	20,0	15,0	4,0	11,48	358,0	16,11	622,00
C3/2			11,67	14,67	10,0	7,0	5,0	12,39	390,1	17,55	629,00
C3/3			12,21	15,49	29,0	20,0	17,0	10,05	365,8	16,46	404,00
C3/4			11,75	14,84	20,0	9,0	6,0	12,29	385,6	17,35	962,00
C3/5			11,72	14,75	20,0	5,0	8,0	12,98	401,9	18,08	931,00
C3/6			11,73	14,74	19,0	9,0	6,0	13,36	413,1	18,59	920,00
C3/7			11,84	14,92	18,0	5,0	2,0	10,49	371,6	16,72	999,00
C3/8			11,61	14,60	16,0	7,0	5,0	11,50	388,3	17,48	1253,00
C3/9			11,70	14,67	16,0	6,0	1,0	14,21	403,8	18,17	907,00
C3/10			12,20	15,44	24,0	19,0	13,0	11,66	365,2	16,44	815,00
Ort.			11,90	14,94	19,2	10,2	6,7	12,04	384,3	17,30	844,20
CV			2,7	2,2	26,2	55,8	73,1	10,6	4,85	4,85	28,3
s			0,32	0,33	5,03	5,69	4,90	1,28	18,65	0,84	238,63
Max	12,60	15,49	29,0	20,0	17,0	14,21	413,1	18,59	1253		
Min	11,61	14,60	10,0	5,0	1,0	10,05	358,0	16,11	404		
SE	0,10	0,11	1,59	1,80	1,55	0,40	5,90	0,27	75,46		

EK-4: PVA Filamentinin İplikten Uzaklaştırılması Sonuçları Elde Edilen İplik Numara Test Sonuçları

Tablo 1. Siro+ tek filament (II) ve A (19,5 μm) PVA Filamenti Çözünmüş İplik Numunesine Ait Numara Ölçüm Sonuçları

19,5 μm Yün Elyafı				
Siro+ tek filament (PVA) iplik (50 m)			PVA Çözünmüş İplik (50 m)	
No	Ağırlık (g)	Nm	Ağırlık (g)	Nm
1/1	1,35	37,04	1,16	43,10
1/2	1,34	37,31	1,14	43,86
1/3	1,35	37,04	1,15	43,48
1/4	1,32	37,88	1,13	44,25
1/5	1,33	37,59	1,13	44,25
1/6	1,33	37,59	1,14	43,86
1/7	1,35	37,04	1,16	43,10
1/8	1,34	37,31	1,15	43,48
1/9	1,35	37,04	1,16	43,10
1/10	1,34	37,31	1,15	43,48
Ort.	1,34	37,32	1,15	43,60
CV	0,79	0,79	1,01	1,01
s	0,0105	0,295	0,0116	0,442
Max	1,35	37,88	1,16	44,25
Min	1,32	37,04	1,13	43,10
Standart Hata	-	0,0932		0,1398

Tablo 2. Siro+ tek filament (II) ve B (21 μm) PVA Filamenti Çözünmüş İplik Numunesine Ait Numara Ölçüm Sonuçları

21 μm Yün Elyafi				
Siro+ tek filament (PVA) iplik (50 m)			PVA Çözünmüş İplik (50 m)	
No	Ağırlık (g)	Nm	Ağırlık (g)	Nm
1/1	1,35	37,04	1,15	43,48
1/2	1,34	37,31	1,14	43,86
1/3	1,35	37,04	1,15	43,48
1/4	1,32	37,88	1,14	43,86
1/5	1,36	36,76	1,17	42,74
1/6	1,33	37,59	1,14	43,86
1/7	1,32	37,88	1,13	44,25
1/8	1,34	37,31	1,15	43,48
1/9	1,35	37,04	1,16	43,10
1/10	1,35	37,04	1,16	43,10
Ort.	1,34	37,29	1,15	43,52
CV	1,02	1,03	1,04	1,04
s	0,0137	0,383	0,0120	0,453
Max	1,36	37,88	1,17	44,25
Min	1,32	36,76	1,13	42,74
Standart Hata	-	0,1210	-	0,1431

Tablo 3. Siro+ tek filament (II) ve C (25,5 μm) PVA Filamenti Çözünmüş İplik Numunesine Ait Numara Ölçüm Sonuçları

25,5 μm Yün Elyafı				
Siro+ tek filament (PVA) iplik (50 m)			PVA Çözünmüş İplik (50 m)	
No	Ağırlık (g)	Nm	Ağırlık (g)	Nm
1/1	1,36	36,76	1,17	42,74
1/2	1,34	37,31	1,15	43,48
1/3	1,35	37,04	1,17	42,74
1/4	1,33	37,59	1,13	44,25
1/5	1,34	37,31	1,15	43,48
1/6	1,34	37,31	1,15	43,48
1/7	1,35	37,04	1,17	42,74
1/8	1,33	37,59	1,13	44,25
1/9	1,35	37,04	1,16	43,10
1/10	1,33	37,59	1,14	43,86
Ort.	1,34	37,26	1,15	43,41
CV	0,770	0,77	1,34	1,35
s	0,0103	0,286	0,0155	0,585
Max	1,36	37,59	1,17	44,25
Min	1,33	36,76	1,13	42,74
Standart Hata	-	0,0905	-	0,1850

Tablo 4. Siro+ çift filament İplik (III) ve A (19,5 µm) PVA Filamenti Çözünmüş İplik Numunesine Ait Numara Ölçüm Sonuçları

19,5 µm Yün Elyafı				
Siro+ çift filament (PVA) iplik (50 m)			PVA Çözünmüş İplik (50 m)	
No	Ağırlık (g)	Nm	Ağırlık (g)	Nm
1/1	1,44	34,72	1,12	44,64
1/2	1,46	34,24	1,15	43,48
1/3	1,45	34,48	1,14	43,86
1/4	1,45	34,48	1,14	43,86
1/5	1,45	34,48	1,14	43,86
1/6	1,45	34,48	1,13	44,25
1/7	1,43	34,96	1,10	45,45
1/8	1,44	34,72	1,12	44,64
1/9	1,44	34,72	1,12	44,64
1/10	1,43	34,96	1,09	45,87
Ort.	1,44	34,62	1,13	44,46
CV	0,67	0,67	1,69	1,71
s	0,01	0,23	0,02	0,76
Max	1,46	34,96	1,15	45,87
Min	1,43	34,24	1,09	43,48
Standart Hata	-	0,0733	-	0,2397

Tablo 5. Siro+ çift filament İplik (III) ve B (21 µm) PVA Filamenti Çözünmüş İplik Numunesine Ait İplik Numara Ölçüm Sonuçları

21 µm Yün Elyafı				
Siro+ çift filament (PVA) iplik (50 m)			PVA Çözünmüş İplik (50 m)	
No	Ağırlık (g)	Nm	Ağırlık (g)	Nm
1/1	1,40	35,71	1,09	45,87
1/2	1,40	35,71	1,08	46,30
1/3	1,47	34,01	1,14	43,86
1/4	1,44	34,72	1,12	44,64
1/5	1,44	34,72	1,11	45,05
1/6	1,43	34,97	1,11	45,05
1/7	1,46	34,25	1,14	43,86
1/8	1,45	34,48	1,12	44,64
1/9	1,46	34,25	1,12	44,64
1/10	1,39	35,97	1,08	46,30
Ort.	1,43	34,88	1,11	45,02
CV	1,98	1,99	1,97	1,97
s	0,03	0,70	0,02	0,89
Max	1,47	35,97	1,14	46,30
Min	1,39	34,01	1,08	43,86
Standart Hata	-	0,2199	-	0,2809

Tablo 6. Siro+ çift filament İplik (III) ve C (25,5 µm) PVA Filamenti Çözünmüş İplik Numunesine Ait Numara Ölçüm Sonuçları

25,5 µm Yün Elyafı				
Siro+ çift filament (PVA) iplik (50 m)			PVA Çözünmüş İplik (50 m)	
No	Ağırlık (g)	Nm	Ağırlık (g)	Nm
1/1	1,52	32,89	1,19	42,02
1/2	1,61	31,06	1,25	40,00
1/3	1,44	34,72	1,15	43,48
1/4	1,55	32,26	1,22	40,98
1/5	1,51	33,11	1,17	42,74
1/6	1,53	32,68	1,20	41,67
1/7	1,55	32,26	1,20	41,67
1/8	1,51	33,11	1,17	42,74
1/9	1,52	32,89	1,19	42,02
1/10	1,51	33,11	1,15	43,48
Ort.	1,53	32,81	1,19	42,08
CV	2,80	2,81	2,61	2,58
s	0,04	0,92	0,03	1,09
Max	1,61	34,72	1,25	43,48
Min	1,44	31,06	1,15	40,00
Standart Hata	-	0,2915	-	0,3439

EK 5: Üretilen Süper İnce İplikler Ait İplik Numaraları

Tablo 1. Süper İnce İplik Numunesine Ait Numara Ölçüm Sonuçları

Deneme No	Siro+ çift filament iplik (Nm)	PVA Uzaklaştırılmış İplik (Nm)
1/1	62,50	104,17
1/2	64,10	106,38
1/3	63,29	104,17
1/4	62,50	104,17
1/5	63,29	106,38
Ort.	63,14	105,05
CV	1,06	1,16

ÖZGEÇMİŞ

Habibe Gülben ÜLGEN 12/12/1990 tarihinde Edirne’de doğdu. 2008 yılında Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümüne girerek yılında başladığı eğitim hayatına 2012 mezun olarak iş kariyerine (Ocak/2013 – Mayıs/2014) yılında Gülle Tekstil A.Ş. iplik üretim mühendisi olarak çalışmaya başlamıştır. İşletmenin pamuk ve melanj iplik hatları yönetiminde, iplik proses kontrol bölümünde görev almıştır. Mayıs 2014 yılında itibaren Yünsa A.Ş.’de Ar-ge mühendisi olarak çalışmaya devam etmektedir. Gülle Tekstil ve Yünsa firmalarında birer Tübitak Teydeb 1501 projelerinin proje yürütücüsü olarak görev almıştır. Şu ana kadar çok çeşitli eğitimler alarak kariyerine devam etmiş, 2013’de başladığı yüksek lisans eğitimini 2016’da bitirmeyi hedeflemiştir.