

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÜÇ FITİL BÜKÜM İPLİĞİ ÜRETİM SİSTEMİNİN
TASARLANMASI VE GELİŞTİRİLMESİ

Murat DEMİR

Temmuz, 2021
İZMİR

ÜÇ FİTİL BÜKÜM İPLİĞİ ÜRETİM SİSTEMİNİN TASARLANMASI VE GELİŞTİRİLMESİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Doktora Tezi

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı



Murat DEMİR

Temmuz, 2021

İZMİR

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

MURAT DEMİR, tarafından **DOÇ. DR. MUSA KILIÇ** yönetiminde hazırlanan **“ÜÇ FİTİL BÜKÜM İPLİĞİ ÜRETİM SİSTEMİNİN TASARLANMASI VE GELİŞTİRİLMESİ”** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Musa KILIÇ

Yönetici

Prof. Dr. Zeki KIRAL

Tez İzleme Komitesi Üyesi

Prof. Dr. Ümit Halis ERDOĞAN

Tez İzleme Komitesi Üyesi

Prof. Dr. Hüseyin KADOĞLU

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Hatice Kübra KAYNAK

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Özgür ÖZÇELİK

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmamı belirleyen, bilgi ve tecrübeleriyle yönlendiren, akademik çalışmaların yanında duruşu, tutumu, yol göstericiliği ile tez danışmanımdan çok daha fazlası olan ve hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Musa KILIÇ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışması boyunca, hem doktora tez izleme komitesinde hem de tez kapsamında yapılan TÜBİTAK projesinde yer alan, bilgi ve tecrübeleriyle yol gösteren çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Zeki KIRAL'a teşekkürlerimi sunarım. Yine tez izleme komitemde bulunan ve bilgi ve görüşleriyle yol gösteren, çok değerli Sayın Prof. Dr. Ümit Halis ERDOĞAN hocama teşekkürlerimi sunarım.

Deneyisel çalışmalarında beni yalnız bırakmayan, her konuda bilgi ve tecrübelerini paylaşan Sayın Dr. Gonca BALCI KILIÇ hocama teşekkürlerimi sunarım.

Tez kapsamında yapılan proje ekibinde olan ve çalışmamıza destek olan Serdar SAYIN'a teşekkür ederim.

Tez kapsamında gerçekleştirilen iplik ve kumaş üretimine destek olan başta KİPAŞ Mensucat A.Ş olmak üzere, değerli çalışanları, Sayın Halit GÜMÜŞER'e, Sayın Ahmet DUYGAL'a, Sayın Uğur GÜNDOĞAN'a, Sayın Furkan BALDUK'a, Sayın Kıymet Kübra DENGE'ye, Sayın Mehmet YİĞİT'e, Sayın Fatih YİĞİT'e ayrı ayrı teşekkürlerimi sunarım.

Deney setimizin bir kısmının üretiminde bize destek olan, Sayın Prof. Dr. Hüseyin KADOĞLU'na, Sayın Prof. Dr. Pınar ÇELİK'e, Doç. Dr. Tuba BEDEZ ÜTE'ye, Sayın Zeki YİĞEN'e ve Sayın Gökçen GÖKÇEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Üniversite hayatımın ilk yılından beri her daim beraber olduğum ve her zaman desteğini hissettiğim değerli arkadaşım ve meslektaşım Mehmet KORKMAZ'a teşekkür ederim.

Doktora çalışmasını, TÜBİTAK-TEYDEB 1505 Programı kapsamında, 5160091 numaralı proje numarasıyla destekleyen TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Doktora çalışmasını 2020.KB.FEN.018 numaralı proje kapsamında destekleyen Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine teşekkür ederim.

Eğitim öğretim hayatım boyunca her zaman desteklerini esirgemeyen, çok kıymetli babam Mustafa DEMİR'e, annem Şükriye DEMİR'e, sevgili kardeşlerim Sevda ve Mehmet DEMİR'e ve değerli eşim Zehra DİNÇ DEMİR'e de sonsuz teşekkür ederim.

Murat DEMİR

ÜÇ FITİL BÜKÜM İPLİĞİ ÜRETİM SİSTEMİNİN TASARLANMASI VE GELİŞTİRİLMESİ

ÖZ

Bu tez çalışmasında yeni bir alternatif iplik türü olarak kabul edilebilen üç fitil ipliklerinin kompakt eğirme teknolojisiyle üretilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, üç fitilin çekim sistemine beslenmesini sağlamak amacıyla üçlü fitil hunisi ve çekim sistemi içinde fitillerin hareketini kontrol etmek için de üç kanallı iletici silindir tasarlanmıştır. Bununla birlikte, her bir fitil için ayrı kompaktlaştırma bölgesi oluşturmak amacıyla da, delikli silindirli pnömatik kompakt eğirme teknolojisinin yardımcı parçaları olan hava emiş kılavuzu ve hava emiş parçası için farklı tasarımlar geliştirilmiştir. Geliştirilen farklı tasarımların oluşturduğu kompaktlaştırma etkisi, hesaplamalı akışkanlar dinamiğine göre analiz edilmiştir ve en iyi kompaktlaştırma etkisi oluşturan parçalar kompakt üç fitil ipliği üretiminde kullanılmıştır. Tasarlanan parçaların üretimi üç boyutlu yazıcılar ile yapılmıştır. Kompakt üç fitil ipliklerinin özellikleri, uzun yıllardan beri ticari olarak kullanılan tek katlı ve kompakt siro-spun iplikleriyle karşılaştırılmıştır. Ayrıca, üretilen bu ipliklerden dokuma kumaşlar da üretilmiştir ve kumaş özellikleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca, kompakt üç fitil iplik özellikleri, kompaktlaştırma işleminin üç fitil iplik özellikleri üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla ring üç fitil iplik özellikleriyle de karşılaştırılmıştır. Kompakt üç fitil iplik özellikleri benzer yapıdaki kompakt üç katlı ipliklerle de karşılaştırılmıştır. Son olarak, farklı fitiller arası mesafede üç fitil iplikler üretilmiştir ve özellikleri karşılaştırılmıştır. İplik özellikleri genel olarak karşılaştırıldığında, geliştirilen kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde daha iyi kalite özelliklerinde üç fitil ipliklerinin üretilmediği görülmektedir. Böylece, hem mevcut eğirme teknolojilerine alternatif bir eğirme teknolojisi ortaya konulmuş, hem de spesifik amaçlar için kompozit yapıda iplik üretilmesi sağlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Büküm iplikçiliği, siro-spun iplik, kompakt iplikçilik, üç fitil iplik, kompakt üç fitil iplik, iplik özellikleri, kumaş özellikleri, iplik enine kesit görüntüleri, hesaplamalı akışkanlar dinamiği, 3B yazıcı

DESIGN AND DEVELOPMENT OF THREE STRAND TWIST SPUN YARN SYSTEM

ABSTRACT

In this thesis, it was aimed to produce three roving yarns, which can be considered as a new alternative yarn, in compact spinning technology. For this purpose, a three-roving funnel was designed to feed individual rovings into the drafting system and a three-grooved delivery cylinder was designed to control the movement of the rovings in the drafting system. Moreover, in order to create a separate compacting zone for each roving, different designs have been developed for the air suction guide and the air suction insert that are effective auxiliary parts of the perforated cylinder pneumatic compact spinning technology. The compacting effect created by the different designs of air-suction guide and suction inserts were analyzed with the computational fluid dynamics and the new auxiliary parts that create the better compacting effect are used in the production of compact three roving yarn. 3D printers were used for the production of the newly designed parts. The properties of compact three roving yarns have been compared with compact single-ply and compact siro-spun yarns that have been used commercially for many years. In addition, woven fabrics were produced from these yarns and the fabric properties were compared. Besides, the properties of compact three roving yarns and ring three roving yarns were also compared to evaluate the effect of compacting on the three roving yarn properties. Properties of compact three roving yarn were also compared with compact three-ply yarns that in similar structure. Finally, three roving yarns were produced with different roving spaces, and their properties were compared. Results of comparing yarn properties showed that, roving yarns with better quality properties can be produced in the developed compact three roving spinning technology. Thus, an alternative spinning technology to existing technologies has been introduced, as well as the production of composite yarn for specific purposes.

Keywords: Twist spinning, siro-spun yarn, compact spinning, three roving yarn, compact three roving yarn, yarn properties, fabric properties, yarn cross section images, computational fluid dynamics, 3D printer

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	v
ABSTRACT	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
TABLolar LİSTESİ.....	xxvii

BÖLÜM BİR - GİRİŞ 1

1.1 Giriş.....	1
1.2 Büküm (Siro-spun) İplikçilik Teknolojisi	4
1.3 Kompakt İplikçilik Teknolojisi.....	7
1.4 Önceki Çalışmalar.....	16
1.4.1 Büküm İplikçiliği Geometrisi ve Yapısal Parametrelerin İplik Özelliklerine Etkileri	17
1.4.2 Büküm İplikçiliği ve Diğer Sistemlerde Üretilen İplik Özelliklerinin Karşılaştırılması	27
1.4.3 Çok Fitol İplik Üretim Yöntemleri	25
1.5 Çalışmanın Amacı.....	43

BÖLÜM İKİ - MATERYAL VE METOT 47

2.1 Materyal	47
2.1.1 İplik Üretiminde Kullanılan Liflerin Özellikleri.....	47
2.1.1.1 Pamuk	47
2.1.1.2 Poliester	48
2.1.1.3 Modal	48
2.1.2 İplik Üretimi.....	48
2.1.2.1 Harman Hallaç ve Tarak Makinaları	49

2.1.2.2	Cer Makinası.....	49
2.1.2.3	Fitil Makinası.....	49
2.1.2.4	Kompakt Üç Fitil Eğirme Teknolojisi	49
2.1.2.5	Ring Üç Fitil İplik Üretim Teknolojisi	50
2.1.2.6	Kompakt Tek Katlı İplik Üretim Teknolojisi	53
2.1.2.7	Kompakt Siro-Spun İplik Üretim Teknolojisi	53
2.1.2.8	Kompakt Üç Katlı İplik Üretimi Teknolojisi.....	53
2.1.3	Çalışmanın Deney Planı	53
2.1.3.1	Kompakt Tek Katlı, Kompakt Siro-Spun ve Kompakt Üç Fitil İplik Üretimi.....	54
2.1.3.2	Kompakt Üç Fitil ve Ring Üç Fitil İplik Üretimi	55
2.1.3.3	Kompakt Üç Fitil ve Kompakt Üç Katlı İplik Üretimi.....	57
2.1.3.4	Fitiller Arası Mesafenin Üç Fitil İplik Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi	50
2.1.4	İpliklerin Enine Kesit Görüntüleri.....	60
2.2	Metot.....	61
2.2.1	Kompakt Üç Fitil ve Ring Üç Fitil İplikçilikte Oluşan Eğirme Üçgeni Yapısının İncelenmesi	61
2.2.2	Kompakt Üç Fitil İplik Üretim Teknolojisinin Geliştirilmesi	77
2.2.2.1	Fitil Hunisi	78
2.2.2.2	İletici Silindirler.....	79
2.2.2.2.1	V Kanallı İletici Silindir.....	79
2.2.2.2.2	Simetrik İletici Silindir.....	80
2.2.2.3	Hava Emiş Kılavuzu	81
2.2.2.3.1	Hava Emiş Kılavuzu-1	83
2.2.2.3.2	Hava Emiş Kılavuzu-2	84
2.2.2.3.3	Hava Emiş Kılavuzu-3	85
2.2.2.4	Hava Emiş Parçası	87
2.2.2.4.1	Hava Emiş Parçası-1	88
2.2.2.4.2	Hava Emiş Parçası-2	89
2.2.2.5	Farklı Yapılarda Hava Emiş Kılavuzu ve Hava Emiş Parçalarının Birlikte Kullanıldığı Üç Fitil Kompakt Eğirme Teknolojileri	90

2.2.2.6 Üç Fıtil Kompakt Eğirme Teknolojisi Kompaktlaştırma Bölgesinin Hava Akış Modelleri ve Sayısal Simülasyonları	93
2.2.2.6.1 Kompakt Tek Katlı Sistemin Akış Alanındaki Hız Bileşenlerinin Sayısal Simülasyonu.....	95
2.2.2.6.2 Sistem-1'in Akış Alanındaki Hız Bileşenlerinin Sayısal Simülasyonu	98
2.2.2.6.3 Sistem-2'nin Akış Alanındaki Hız Bileşenlerinin Sayısal Simülasyonu	101
2.2.2.6.4 Sistem-3'ün Akış Alanındaki Hız Bileşenlerinin Sayısal Simülasyonu	103
2.2.2.6.5 Sistem-4'ün Akış Alanındaki Hız Bileşenlerinin Sayısal Simülasyonu	106
2.2.3 İplik Özelliklerinin Ölçümü	111
2.2.3.1 Tüylülük, Sık Rastlanan Hatalar, Düzensizlik ve Diğer Yapısal Özelliklerin Ölçümü	111
2.2.3.2 Kopma Mukavemeti ve Kopma Uzaması Değerlerinin Ölçümü.	112
2.2.3.3 İplik Sürtünme Özelliklerinin Ölçümü	113
2.2.3.3.1 İplik-Metal Sürtünmesi	113
2.2.3.3.2 İplik-İplik Sürtünmesi	115
2.2.3.4 İpliklerin Enine Kesit Görüntüsünün Alınması	117
2.2.3.4.1 Numune Hazırlama	118
2.2.3.4.2 Enine Kesitlerinin Alınması	118
2.2.3.4.3 Enine Kesit Görüntülerinin Alınması.....	119
2.2.4 Kumaş Özelliklerinin Ölçümü	119
2.2.4.1 Kopma Yüğü ve Kopma Uzaması Değerlerinin Ölçümü	119
2.2.4.2 Yırtılma Mukavemeti Değerlerinin Ölçümü	120
2.2.4.3 Dikiş Mukavemeti Değerlerinin Ölçümü	120
2.2.4.4 Aşınma Direnci Ölçümü	120
2.2.4.5 Boncuklanma Değerlerinin Ölçümü	121
2.2.5 Sonuçların İstatiksel Değerlendirilmesi	121

BÖLÜM ÜÇ – ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA..... 122

3.1	Kompakt Tek Katlı, Kompakt Siro-Spun ve Kompakt Üç Fitol İplik ve Kumaş Özelliklerinin İncelenmesi	123
3.1.1	Kompakt Tek Katlı, Kompakt Siro-Spun ve Kompakt Üç Fitol İplik Özelliklerinin Karşılaştırılması	123
3.1.1.1	Tüylülük.....	124
3.1.1.2	Mekanik Özellikler	131
3.1.1.3	Düzensüzlük	135
3.1.1.4	Sık Rastlanan Hatalar.....	140
3.1.1.5	Yapısal Özellikler	146
3.1.1.6	Sürtünme Özellikleri.....	152
3.1.2	Kompakt Tek Katlı, Kompakt Siro-Spun ve Kompakt Üç Fitol İpliklerinden Üretilen Kumaş Özelliklerinin Karşılaştırılması	157
3.1.2.1	Kopma Mukavemeti.....	157
3.1.2.2	Yırtılma Mukavemeti.....	159
3.1.2.3	Dikiş Mukavemeti.....	162
3.1.2.4	Aşınma	164
3.1.2.5	Boncuklanma	165
3.2	Kompakt Üç Fitol ve Ring Üç Fitol İplik Özelliklerinin İncelenmesi	166
3.2.1	Ne 150/3 Numaralı Kompakt Üç Fitol ve Ring Üç Fitol İplik Özelliklerinin Karşılaştırılması	166
3.2.1.1	Tüylülük	167
3.2.1.2	Mekanik Özellikler.....	170
3.2.1.3	Düzensüzlük.....	172
3.2.1.4	Sık Rastlanan Hatalar	174
3.2.1.5	Yapısal Özellikler.....	177
3.2.1.6	Sürtünme Özellikleri	179
3.2.2	Ne 90/3 Numaralı Kompakt Üç Fitol ve Ring Üç Fitol İplik Özelliklerinin Karşılaştırılması	181
3.2.2.1	Tüylülük.....	182
3.2.2.2	Mekanik Özellikler	184

3.2.2.3 Düzgünsüzlük	186
3.2.2.4 Sık Rastlanan Hatalar.....	187
3.2.2.5 Yapısal Özellikler	189
3.2.2.6 Sürtünme Özellikleri.....	191
3.3 Kompakt Üç Fitol ve Kompakt Üç Katlı İplik Özelliklerinin İncelenmesi	192
3.3.1 Ne 90/3 Numaralı Kompakt Üç Fitol ve Kompakt Üç Katlı İplik Özelliklerinin Karşılaştırılması	193
3.3.1.1 Tüylülük.....	193
3.3.1.2 Mekanik Özellikler	196
3.3.1.3 Düzgünsüzlük	198
3.3.1.4 Sık Rastlanan Hatalar.....	200
3.3.1.5 Yapısal Özellikler	202
3.3.1.6 Sürtünme Özellikleri.....	205
3.3.2 Ne 60/3 Numaralı Kompakt Üç Fitol ve Kompakt Üç Katlı İplik Özelliklerinin Karşılaştırılması	207
3.3.2.1 Tüylülük.....	209
3.3.2.2 Mekanik Özellikler	212
3.3.2.3 Düzgünsüzlük	213
3.3.2.4 Sık Rastlanan Hatalar.....	215
3.3.2.5 Yapısal Özellikler	217
3.3.2.6 Sürtünme Özellikleri.....	220
3.4 Fitiller Arası Mesafenin Üç Fitol İplik Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi.....	222
3.4.1 Tüylülük.....	222
3.4.2 Mekanik Özellikler	226
3.4.3 Düzgünsüzlük	228
3.4.4 Sık Rastlanan Hatalar	230
3.4.5 Yapısal Özellikler	233
3.4.5 Sürtünme Özellikleri.....	235

BÖLÜM DÖRT – SONUÇ VE ÖNERİLER..... 237

KAYNAKLAR 241



ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Arkwright tarafından geliştirilen eğirme sistemi	1
Şekil 1.2 Ring eğirme teknolojisi	2
Şekil 1.3 Siro-spun iplikçilik patenti	5
Şekil 1.4 Büküm iplikçiliği (a. Büküm iplikçiliği işlemi, b. Büküm iplikçiliği iplik oluşumu).....	6
Şekil 1.5 Katlı iplik yapılarında liflerin yerleşimi.....	7
Şekil 1.6 Kompakt iplikçilik teknolojisi patenti.....	8
Şekil 1.7 Eğirme üçgeni görüntüleri (a. kısa eğirme üçgeni, b. uzun eğirme üçgeni, c. eğirme üçgeni yandan görünüş).....	9
Şekil 1.8 Eğirme üçgeni yapısı ve eğirme üçgeni yapısal parametreleri.....	10
Şekil 1.9 Geleneksel ve kompakt eğirme teknolojilerindeki eğirme üçgeni yapısı ..	11
Şekil 1.10 Rieter K45 kompaktlaştırma bölgesi.....	13
Şekil 1.11 Rieter kompakt iplik teknolojisi	13
Şekil 1.12 Rieter kompakt iplik teknolojisi kompaktlaştırma işlemi	13
Şekil 1.13 Saurer-Zinser Impact FX delikli apron yapısı ve kompaktlaştırma bölgesi	14
Şekil 1.14 Marzoli Mac3000 kompakt iplik makinası	14
Şekil 1.15 Suessen EliTe kompakt teknolojisi	15
Şekil 1.16 Toyota, EST III kompakt eğirme teknolojileri.....	15
Şekil 1.17 Siro-spun iplik oluşumu	16
Şekil 1.18 Siro-spun eğirme üçgenin geometrik gösterimi	19
Şekil 1.19 Siro-spun iplikçilikte iplik oluşum noktası	19
Şekil 1.20 Baskı çubuklarının eklendiği siro-spun eğirme sisteminin gösterimi	24
Şekil 1.21 Sirofil iplikçilik eğirme pozisyonları	25
Şekil 1.22 Sirofil iplikçilikteki farklı eğirme pozisyonlarında fitil ve iplik gerilmesi	26
Şekil 1.23 Farklı pozisyonlarda üretilen sirofil ipliklerinin uzunluklarına görünüşleri.....	27
Şekil 1.24 a. Kompakt siro-spun enine kesit görünüşü b. Siro-spun enine kesit görünüşü.....	31

Şekil 1.25	Farklı yapılarda üç fitil iplik oluşumu.....	32
Şekil 1.26	Üç fitil iplikçilikte oluşan asimetric eğirme üçgeni yapısındaki parametrelerin gösterimi	33
Şekil 1.27	Üç fitil iplikçiliğinde oluşan farklı yapıdaki iplik oluşum geometrisi ve ipliklerin enine kesitleri.....	34
Şekil 1.28	Farklı fitiller arası mesafede üç fitil iplik üretimi	35
Şekil 1.29	İplik oluşum noktasının kılavuz yardımıyla yerinin değişmesi	36
Şekil 1.30	Kılavuz kullanılmadığı ve kullanıldığı üç fitil ipliklerin enine kesitleri....	37
Şekil 1.31	Aynı lineer yoğunlukta üretilen üç fitil ipliklerinin enine kesitleri.....	37
Şekil 1.32	Farklı lineer yoğunlukta liflerden üretilen üç fitil ipliklerinin enine kesitleri	38
Şekil 1.33	Aynı lineer yoğunlukta (0.9 dtex) ve farklı kesme uzunluğuna sahip liflerden üretilen üç fitil ipliklerinin uzunluklarına görünüşleri.....	39
Şekil 1.34	Aynı lineer yoğunlukta (1.4 dtex) ve farklı kesme uzunluğuna sahip liflerden üretilen üç fitil ipliklerinin uzunluklarına görünüşleri	39
Şekil 1.35	38 mm kesme uzunluğuna ve farklı lineer yoğunluklara sahip liflerden üretilen üç fitil ipliklerinin uzunluklarına görünüşleri	40
Şekil 1.36	51 mm kesme uzunluğuna ve farklı lineer yoğunluklara sahip liflerden üretilen üç fitil ipliklerinin uzunluklarına görünüşleri	40
Şekil 1.37	Üç fitil büküm ipliği üretim yöntemi	42
Şekil 1.38	İletici silindirli üç fitil büküm ipliği üretim yöntemi	42
Şekil 1.39	Üç fitil iplik üretim yönteminde oluşan eğirme üçgeni yapıları a) İletici silindirli üç fitil üretim yöntemi b) iletici silindirsiz üç fitil ipliği üretim yöntemi.....	42
Şekil 2.1	3 mm mesafede iletici silindir	50
Şekil 2.2	6 mm mesafede iletici silindir	51
Şekil 2.3	2 mm-4 mm mesafede iletici silindir.....	51
Şekil 2.4	3 mm mesafede iletici silindirinin kullanıldığı ring üç fitil üretim teknolojisi.....	51
Şekil 2.5	6 mm mesafede iletici silindirinin kullanıldığı ring üç fitil üretim teknolojisi.....	52

Şekil 2.6	2 mm-4 mm mesafede iletici silindirin kullanıldığı ring üç fitil üretim teknolojisi.....	52
Şekil 2.7	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerine ait deney planı	55
Şekil 2.8	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil iplik üretimine ait deney planı..	56
Şekil 2.9	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil iplik üretimine ait deney planı....	57
Şekil 2.10	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı iplik üretimine ait deney planı.....	58
Şekil 2.11	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı iplik üretimine ait deney planı.....	58
Şekil 2.12	Farklı fitiller arası mesafede üretilen ring üç fitil iplik üretimine ait deney planı.....	60
Şekil 2.13	Kompakt tek kat, kompakt siro-spun, kompakt üç fitil ve ring üç fitil iplik eğirme teknolojilerinde üretilen ve enine kesit görüntüleri alınan ipliklere ait deney planı	60
Şekil 2.14	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı iplik üretimine ait deney planı.....	60
Şekil 2.15	Geleneksel ring eğirme teknolojisinde gerçekleşen üçgeninin şematik olarak gösterimi.....	61
Şekil 2.16	Eğirme üçgeni yapısındaki kuvvetlerin gösterimi.....	62
Şekil 2.17	Solo-spun eğirme teknolojisindeki eğirme üçgeni yapısı ve parametrelerin gösterimi.....	62
Şekil 2.18	Eğirme üçgeni yapılarının şematik gösterimi a) ring iplikçilik eğirme üçgeni, b) üretim esnasında oluşan eğirme üçgeni, c) sola yatık eğirme üçgeni, d) sağa yatık eğirme üçgeni	63
Şekil 2.19	Siro-spun iplik oluşumu	64
Şekil 2.20	Siro-spun eğirme üçgenin geometrik gösterimi	65
Şekil 2.21	Siro-spun eğirme üçgeninde yer alan parametrelerin gösterimi.....	66
Şekil 2.22	Üç fitil iplikçilikte oluşabilecek asimetric eğirme üçgeni yapıları	67
Şekil 2.23	Üç fitil iplikçilikte oluşan asimetric eğirme üçgeni yapısındaki parametrelerin gösterimi	67

Şekil 2.24	Fitiller arası mesafe kontrol edilen ve edilmeyen üç fitil iplikçilikte oluşabilecek eğirme üçgeni yapıları (N= iplik oluşum noktası, L= fitil uzunluğu, S= fitiller arası mesafe, T= iplik oluşum noktasındaki yer değiştirme).....	69
Şekil 2.25	Üç fitil iplikçilikte oluşan eğirme üçgeni yapısının şematik olarak gösterimi a) kompakt iplikçilik b) ring iplikçilik	70
Şekil 2.26	Üç fitil iplik üretiminde meydana gelen eğirme üçgeni yapıları a) kompakt üç fitil b) ring üç fitil	71
Şekil 2.27	Statik pozisyondaki üç fitil iplik eğirme teknolojisine ait simetrik eğirme üçgeni ve parametrelerin gösterimi	71
Şekil 2.28	Üç fitil iplik eğirme teknolojisine ait tepe noktası sol tarafa kaymış eğirme üçgeni ve parametrelerin gösterimi	72
Şekil 2.29	Üç fitil iplik eğirme teknolojisine ait tepe noktası sol tarafa kaymış eğirme üçgeni ve parametrelerin gösterimi	72
Şekil 2.30	a)Rieter tek fitil hunisi b) Rieter ikili fitil hunisi	78
Şekil 2.31	Üçlü fitil hunisi.....	78
Şekil 2.32	Üç boyutlu yazıcıda üretilen üçlü fitil hunisi	79
Şekil 2.33	V kanallı iletici silindir önden görünüm	79
Şekil 2.34	V kanallı iletici silindir arkadan görünüm.....	80
Şekil 2.35	Üç boyutlu yazıcıda üretilen V kanallı iletici silindir	80
Şekil 2.36	Simetrik iletici silindir tasarımı.....	87
Şekil 2.37	Üç boyutlu yazıcıda üretilmiş simetrik iletici silindir.....	87
Şekil 2.38	Torna tezgahında üretilmiş simetrik iletici silindir	81
Şekil 2.39	Rieter hava emiş kılavuzu	82
Şekil 2.40	Rieter hava emiş kılavuzu modeli	82
Şekil 2.12	Yeni hava emiş kılavuzu tasarım prensibi.....	83
Şekil 2.42	Hava emiş kılavuzu -1'in farklı açılardan görünüşleri a) önden görünüm b) yandan görünüm c) arkadan görünüm d) kesit görünümü	84
Şekil 2.43	Üç boyutlu yazıcıda üretilen hava emiş kılavuzu-1'in üstten ve alttan görünümü	84
Şekil 2.44	Hava emiş kılavuzu -2'nin farklı açılardan görünüşleri a) önden görünüm b) yandan görünüm c) arkadan görünüm d) kesit görünümü	85

Şekil 2.45	Üç boyutlu yazıcıda üretilen hava emiş kılavuzu-2'nin üstten ve alttan görünümü	85
Şekil 2.46	Hava emiş kılavuzu -3'ün farklı açılardan görünümüleri a) önden görünüm b) yandan görünüm c) arkadan görünüm d) Kesit görünümü	86
Şekil 2.47	Üç boyutlu yazıcıda üretilen hava emiş kılavuzu-3'ün üstten ve alttan görünümü	86
Şekil 2.48	Rieter kompakt tek katlı ve kompakt siro-spun iplikleri için kullanılan hava emiş parçaları	87
Şekil 2.49	Rieter kompakt tek katlı iplikleri için kullanılan hava emiş parçasının modeli.....	87
Şekil 2.50	Hava emiş parçası-1	88
Şekil 2.51	Üç boyutlu yazıcıda üretilen hava emiş parçası-1	88
Şekil 2.52	Hava emiş parçası-2	89
Şekil 2.53	Üç boyutlu yazıcıda üretilen hava emiş parçası-2.....	89
Şekil 2.54	Hava emiş kılavuzu-1 ve hava emiş parçası-1'in delikli silindir üzerine monte edilerek oluşturulan Sistem-1'e ait model görüntüsü.....	90
Şekil 2.55	Hava emiş kılavuzu-2 ve hava emiş parçası-1'nin delikli silindir üzerine monte edilerek oluşturulan Sistem-2'ye ait model görüntüsü.....	91
Şekil 2.56	Hava emiş kılavuzu-3 ve hava emiş parçası-1'nin delikli silindir üzerine monte edilerek oluşturulan Sistem-3'e ait model görüntüsü.....	91
Şekil 2.57	Hava emiş kılavuzu-3 ve hava emiş parçası-2'nin delikli silindir üzerine monte edilerek oluşturulan Sistem-4'e ait model görüntüsü.....	92
Şekil 2.58	Kompakt tek katlı eğirme teknolojisine ait model görüntüsü	92
Şekil 2.59	Hava akış modelleri için referans çizgilerinin belirlenmesi a) üç fitil kompakt eğirme teknolojisi b) kompakt tek katlı eğirme teknolojisi.....	94
Şekil 2.60	Tek katlı kompakt sistemde pozitif X eksenini boyunca oluşan akış hızı bileşenleri	97
Şekil 2.61	Tek katlı kompakt sistemde referans çizgileri üzerinde oluşan statik basınç değerleri.....	98
Şekil 2.62	Tek katlı kompakt sistemin X-Z eksenindeki akış hızı bileşenleri ve büyüklüklerine göre renklendirilmesi	98
Şekil 2.63	Sistem-1'in pozitif X eksenini boyunca oluşan akış hızı bileşenleri.....	100

Şekil 2.64	Sistem-1'e ait statik basınç değerleri	10
Şekil 2.65	Sistem-1'in X-Z eksenindeki akış hızı bileşenleri ve büyüklüklerine göre renklendirilmesi.....	101
Şekil 2.66	Sistem-2'nin pozitif X eksenini boyunca oluşan akış hızı bileşenleri.....	102
Şekil 2.67	Sistem-2'ye ait statik basınç değerleri	103
Şekil 2.68	Sistem-1'in X-Z eksenindeki akış hızı bileşenleri ve büyüklüklerine göre renklendirilmesi.....	103
Şekil 2.69	Sistem-3'ün pozitif X eksenini boyunca oluşan akış hızı bileşenleri.....	105
Şekil 2.70	Sistem-3'e ait statik basınç değerleri	106
Şekil 2.71	Sistem-3'ün X-Z eksenindeki akış hızı bileşenleri ve büyüklüklerine göre renklendirilmesi.....	106
Şekil 2.72	Sistem-4'ün pozitif X eksenini boyunca oluşan akış hızı bileşenleri.....	108
Şekil 2.73	Sistem-4'e ait statik basınç değerleri	109
Şekil 2.74	Sistem-4'ün X-Z eksenindeki akış hızı bileşenleri ve büyüklüklerine göre renklendirilmesi.....	109
Şekil 2.75	Üç fitil kompakt eğirme teknolojisi modeli	110
Şekil 2.76	Üç fitil kompakt eğirme teknolojisi	111
Şekil 2.77	Üç fitil kompakt eğirme teknolojisinde oluşturulan kompaktlaştırma bölgesinde fitillerin hareketi.....	112
Şekil 2.78	Uster Tester-6 test cihazı	112
Şekil 2.79	Uster Tensorapid test cihazı	112
Şekil 2.80	İplik-metal sürtünmesi ölçümü.....	114
Şekil 2.81	İplik-metal sürtünmesi testi öncesi ipliğin konumu	115
Şekil 2.82	İplik-metal sürtünmesi testi sırasında ipliğin konumu	115
Şekil 2.83	İplik-metal sürtünmesinde toplam sarım açısı	116
Şekil 2.84	Bükülmüş iplik yöntemine göre iplik-iplik sürtünmesinin ölçümü	116
Şekil 2.85	İplik-iplik sürtünme testlerinde ipliğin konumu a) test öncesi b) test sırasında.....	117
Şekil 2.86	Numune tutucu ve numune tutucu içine yerleştirilen ipliklerin görüntüsü.....	118
Şekil 2.87	13x19 mm reçine haznesine sahip histomold.....	119
Şekil 2.88	Enine kesit almak için hazırlanan numuneler	119

Şekil 2.89	Leica Rotary Microtome	120
Şekil 2.90	Olympus BX43 Mikroskobu	120
Şekil 2.91	Yırtılma mukavemeti testi için deney numunelerinin hazırlanması.....	121
Şekil 3.1	Ne 150/3 Modal kompakt üç fitil iplik enine kesit görüntüsü.....	123
Şekil 3.2	Ne 100/2 Modal kompakt siro-spin iplik enine kesit görüntüsü	124
Şekil 3.3	Ne 50/1 Modal kompakt tek katlı iplik enine kesit görüntüsü	124
Şekil 3.4	Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spin ve üç fitil ipliklerinin tüylülük (H) değerleri için % 95 güven aralıkları	130
Şekil 3.5	Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spin ve üç fitil ipliklerinin tüylülük değişimi (sh) değerleri için % 95 güven aralıkları .	130
Şekil 3.6	Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spin ve üç fitil ipliklerinin tüylülük (S1+2) değerleri için % 95 güven aralıkları.....	130
Şekil 3.7	Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spin ve üç fitil ipliklerinin tüylülük (S3) değerleri için % 95 güven aralıkları	131
Şekil 3.8	Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spin ve üç fitil ipliklerinin kopma yükü (cN) değerleri için % 95 güven aralıkları	134
Şekil 3.9	Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spin ve üç fitil ipliklerinin kopma uzaması (%) değerleri için % 95 güven aralıkları	135
Şekil 3.10	Eğirme üçgeni yapıları ve geometrik değişimi a) siro-spin b) kompakt üç fitil	137
Şekil 3.11	Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spin ve üç fitil ipliklerinin kütle düzgünlüğü (% CVm) değerleri için % 95 güven aralıkları	140
Şekil 3.12	Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spin ve üç fitil ipliklerinin optik düzgünlük (% CV2D 8 mm) değerleri için %95 güven aralıkları	140
Şekil 3.13	Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spin ve üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km) değerleri için % 95 güven aralıkları.....	145
Şekil 3.14	Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spin ve üç fitil ipliklerinin kalın yer (+%50/km) değerleri için % 95 güven aralıkları....	145
Şekil 3.15	Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spin ve üç fitil ipliklerinin neps (+%200/km) değerleri için % 95 güven aralıkları	145

Şekil 3.16	Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinin çap ($2D\emptyset$ mm) değerleri için % 95 güven aralıkları	151
Şekil 3.17	Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinin yoğunluk (D g/cm ³) değerleri için % 95 güven aralıkları	151
Şekil 3.18	Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinin dairesellik (shape) değerleri için % 95 güven aralıkları	151
Şekil 3.19	Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinin pürüzlülük (% CV FS) değerleri için % 95 güven aralıkları	152
Şekil 3.20	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin iplik-iplik sürtünme katsayıları için %95 güven aralığı grafikleri	156
Şekil 3.21	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin iplik-metal sürtünme katsayıları için %95 güven aralığı grafikleri	156
Şekil 3.22	Kompakt tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinden üretilen dokuma kumaşların atkı yönündeki kopma mukavemeti değerleri için % 95 güven aralıkları	158
Şekil 3.23	Kompakt tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinden üretilen dokuma kumaşların atkı yönündeki yırtılma mukavemeti değerleri için % 95 güven aralıkları	160
Şekil 3.24	Kompakt tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinden üretilen dokuma kumaşların atkı yönündeki dikiş mukavemeti değerleri için % 95 güven aralıkları	163
Şekil 3.25	Kompakt tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinden üretilen dokuma kumaşların aşınma direnci değerleri	164
Şekil 3.26	Kompakt tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinden üretilen dokuma kumaşların boncuklanma değerleri	165
Şekil 3.27	Ne 150/3 Modal kompakt üç fitil iplik enine kesit görüntüsü	166
Şekil 3.28	Ne 150/3 Modal ring üç fitil iplik enine kesit görüntüsü	167
Şekil 3.29	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük değişimi (H) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	169
Şekil 3.30	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük değişimi (Sh) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	169

Şekil 3.31	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (S3) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	169
Şekil 3.32	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (S 1+2) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	170
Şekil 3.33	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	171
Şekil 3.34	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma uzaması (%) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	172
Şekil 3.35	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (%CVm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	174
Şekil 3.36	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	174
Şekil 3.37	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	176
Şekil 3.38	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kalın yer (+%50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	176
Şekil 3.39	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin neps (+%200/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	176
Şekil 3.40	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm)değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	178
Şekil 3.41	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin pürüzlülük (%CV FS) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	178
Şekil 3.42	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin yoğunluk değerleri (g/cm ³) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	179
Şekil 3.43	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin dairesellik (shape) için %95 güven aralığı grafikleri.....	179
Şekil 3.44	Ne 150/3 Kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iplik-iplik sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	181
Şekil 3.45	Ne 150/3 Kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iplik-metal sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	181
Şekil 3.46	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	183

Şekil 3.47	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük değişimi (sh) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	183
Şekil 3.48	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (S3) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	183
Şekil 3.49	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (S 1+2) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	184
Şekil 3.50	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	185
Şekil 3.51	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma uzaması (%) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	185
Şekil 3.52	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (%CVm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	186
Şekil 3.53	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	187
Şekil 3.54	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	188
Şekil 3.55	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kalın yer (+%50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	188
Şekil 3.56	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin neps (+%200/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	188
Şekil 3.57	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm)değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	190
Şekil 3.58	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin pürüzlülük (%CV FS) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	190
Şekil 3.59	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin yoğunluk değerleri (g/cm ³) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	190
Şekil 3.60	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin dairesellik (shape) için %95 güven aralığı grafikleri.....	191
Şekil 3.61	Ne 90/3 Kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iplik-iplik sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	192
Şekil 3.62	Ne 90/3 Kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iplik-metal sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	192

Şekil 3.63	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin tüylülük (H) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	194
Şekil 3.64	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin tüylülük değişimi (sh) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	195
Şekil 3.65	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin tüylülük (S3) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	195
Şekil 3.66	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin tüylülük (S 1+ 2) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	195
Şekil 3.67	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	197
Şekil 3.68	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kopma uzaması (%) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	198
Şekil 3.69	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin düzgünsüzlük (%CVm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	199
Şekil 3.70	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	200
Şekil 3.71	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin ince yer (-%50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	201
Şekil 3.72	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kalın yer (+%50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	201
Şekil3.73	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin neps (+%200/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	202
Şekil 3.74	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm)değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	204
Şekil3.75	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin pürüzlülük (%CV FS) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	204
Şekil 3.76	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin yoğunluk değerleri (g/cm ³) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	204
Şekil 3.77	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin dairesellik (shape) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	205
Şekil 3.78	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iplik-iplik sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	207

Şekil 3.79	Ne 90/3 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iplik-iplik sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	207
Şekil 3.80	Ne 60/3 Modal a) kompakt üç fitil b) kompakt üç katlı ipliklerin enine kesit görüntüleri	208
Şekil 3.81	Ne 60/3 PES a) kompakt üç fitil b) kompakt üç katlı ipliklerin enine kesit görüntüleri	208
Şekil 3.82	Ne 60/3 Pamuk a) kompakt üç fitil b) kompakt üç katlı ipliklerin enine kesit görüntüleri	209
Şekil 3.83	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin tüylülük (H) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	210
Şekil 3.84	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin tüylülük değişimi (sh) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	211
Şekil 3.85	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin tüylülük (S3) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	211
Şekil 3.86	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin tüylülük (S 1+ 2) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	211
Şekil 3.87	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	213
Şekil 3.88	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kopma uzaması (%) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	213
Şekil 3.89	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin düzgünsüzlük (%CVm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	215
Şekil 3.90	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	215
Şekil 3.91	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin ince yer (-%50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	216
Şekil 3.92	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kalın yer (+%50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	217
Şekil 3.93	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin neps (+%200/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	217
Şekil 3.94	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm)değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	219

Şekil 3.95	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin pürüzlülük (%CV FS) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	219
Şekil 3.96	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin yoğunluk değerleri (g/cm^3) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	219
Şekil 3.97	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin dairesellik (shape) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	220
Şekil 3.98	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iplik-iplik sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	221
Şekil 3.99	Ne 60/3 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iplik-metal sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	222
Şekil 3.100	Farklı fitiller arası mesafede üretilen Ne 90/3 ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	225
Şekil 3.101	Farklı fitiller arası mesafede üretilen Ne 90/3 ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (Sh) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	225
Şekil 3.102	Farklı fitiller arası mesafede üretilen Ne 90/3 ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (S3) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	225
Şekil 3.103	Farklı fitiller arası mesafede üretilen Ne 90/3 ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (S1+2) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	226
Şekil 3.104	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	227
Şekil 3.105	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin kopma uzaması (%) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri	228
Şekil 3.106	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (% CVM) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	229
Şekil 3.107	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (% CVM) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	230

Şekil 3.108 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	232
Şekil 3.109 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin kalın yer (-%50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	232
Şekil 3.110 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin neps (+%200/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri.....	232
Şekil 3.111 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin çap (2DØ mm) değerleri için % 95 güven aralığı grafikleri .	234
Şekil 3.112 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin pürüzlülük (%CV FS) değerleri için % 95 güven aralığı grafikleri.....	235
Şekil 3.113 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin yoğunluk (g/cm ³) değerleri için % 95 güven aralığı grafikleri.....	235
Şekil 3.114 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin dairesellik (shape) değerleri için % 95 güven aralığı grafikleri.....	235

TABLolar LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.1 Eğirme sistemlerinin sınıflandırılması	4
Tablo 1.2 Başlıca kullanılan kompakt eğirme teknolojileri	12
Tablo 2.1 Deneysel çalışmada kullanılan liflerin zellikleri	47
Tablo 2.2 Pamuk liflerinin zellikleri.....	47
Tablo 2.3 Poliester lifinin mekanik zellikleri	48
Tablo 2.4 Modal lifinin şitleri	48
Tablo 2.5 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt  fitil ipliklerine ait yapısal parametreler	54
Tablo 2.6 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt  fitil iplikleri kullanarak üretilen dokuma kumaşlara ait yapısal parametreler.....	55
Tablo 2.7 Ne 150/3 kompakt  fitil ve ring  fitil ipliklere ait yapısal parametreler	56
Tablo 2.8 Ne 90/3 kompakt  fitil ve ring  fitil ipliklere ait yapısal parametreler.....	56
Tablo 2.9 Ne 90/3 kompakt  fitil ve kompakt üç katlı ipliklere ait yapısal parametreler.....	57
Tablo 2.10 Ne 60/3 kompakt  fitil ve kompakt üç katlı ipliklere ait yapısal parametreler.....	58
Tablo 2.11 Farklı fitiller arası mesafede üretilen ring  fitil ipliklere ait yapısal parametreler.....	59
Tablo 2.12 Test edilen iplik parametreleri ve açıklamaları	113
Tablo 2.13 Boncuklanma derecesi.....	122
Tablo 3.1 Ne 150/3 kompakt  fitil ve ring  fitil ipliklerinin tylllk (H, Sh, S3 ve S1+2) değerleri	126
Tablo 3.2 Ne 150/3 kompakt  fitil ve ring  fitil ipliklerinin tüylülük (H, Sh, S3 ve S1+2) değerleri için varyans analizi sonuçları	126
Tablo 3.3 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt  fitil ipliklerinin tüylülük değerleri (H, sh, S3 ve S1+2) için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Modal)	127

Tablo 3.4	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin tüylülük değerleri (H, sh, S3 ve S1+2) için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (PES).....	128
Tablo 3.5	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin tüylülük değerleri (H, sh, S3 ve S1+2) için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Pamuk).....	129
Tablo 3.6	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri.....	132
Tablo 3.7	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için varyans analizi sonuçları	132
Tablo 3.8	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Modal).....	133
Tablo 3.9	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (PES)	133
Tablo 3.10	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Pamuk)	134
Tablo 3.11	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin düzgünlük (% CVm) ve optik düzgünlük (%CV2D 8mm) değerleri	137
Tablo 3.12	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin düzgünlük (% CVm) ve optik düzgünlük (%CV2D 8mm) değerleri için varyans analizi sonuçları	138
Tablo 3.13	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin düzgünlük (% CVm) ve optik düzgünlük (%CV2D 8mm) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Modal)	138
Tablo 3.14	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin düzgünlük (% CVm) ve optik düzgünlük (%CV2D 8mm) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (PES).....	139

Tablo 3.15	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (% CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Pamuk).....	139
Tablo 3.16	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerleri.	141
Tablo 3.17	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerleri için varyans analizi sonuçları	141
Tablo 3.18	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Modal)	142
Tablo 3.19	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (PES).....	143
Tablo 3.20	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Pamuk).....	144
Tablo 3.21	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm ³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri	146
Tablo 3.22	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm ³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri için varyans analizi sonuçları	147
Tablo 3.23	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm ³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Modal).....	148
Tablo 3.24	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm ³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (PES)	149

Tablo 3.25	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm ³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Pamuk).....	150
Tablo 3.26	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ortalama iplik-iplik ve iplik metal sürtünme katsayısı değerleri.....	153
Tablo 3.27	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ortalama iplik-iplik ve iplik metal sürtünme katsayısı değerleri için varyans analizi sonuçları	154
Tablo 3.28	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ortalama iplik-iplik ve iplik metal sürtünme katsayısı değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Modal)	154
Tablo 3.29	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ortalama iplik-iplik ve iplik metal sürtünme katsayısı değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (PES).....	155
Tablo 3.30	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ortalama iplik-iplik ve iplik metal sürtünme katsayısı değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Pamuk).....	155
Tablo 3.31	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerden üretilen kumaşların kopma yükü (N) değerleri	157
Tablo 3.32	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerden üretilen kumaşların kopma yükü (N) değerleri için varyans analizi sonuçları	158
Tablo 3.33	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerden üretilen kumaşların kopma yükü (N) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu	159
Tablo 3.34	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerden üretilen kumaşların yırtılma mukavemeti (N) değerleri.....	160
Tablo 3.35	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerden üretilen kumaşların yırtılma mukavemeti (N) değerleri için varyans analizi sonuçları.....	160

Tablo 3.36	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerden üretilen kumaşların yırtılma mukavemeti (N) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu	161
Tablo 3.37	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerden üretilen kumaşların dikiş mukavemeti (N) değerleri.....	162
Tablo 3.38	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerden üretilen kumaşların dikiş mukavemeti (N) değerleri için varyans analizi sonuçları	162
Tablo 3.39	Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerden üretilen kumaşların dikiş kayması dikiş mukavemeti (N) değerleri için varyans analizi sonuçları	163
Tablo 3.40	Kumaşların numune kopması esasına göre aşınma devir sayıları.....	164
Tablo 3.41	Kumaşların boncuklanma değerleri	165
Tablo 3.42	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H, Sh, S3 ve S1+2) değerleri.....	168
Tablo 3.43	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H, Sh, S3 ve S1+2) değerleri için varyans analizi sonuçları	168
Tablo 3.44	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri.....	171
Tablo 3.45	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için varyans analizi sonuçları..	171
Tablo 3.46	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (% CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri.....	173
Tablo 3.47	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (% CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri için varyans analizi sonuçları.....	173
Tablo 3.48	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri.....	175
Tablo 3.49	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri için varyans analizi sonuçları	175

Tablo 3.50	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm ³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri.....	177
Tablo 3.51	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm ³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri için varyans analizi sonuçları.....	178
Tablo 3.52	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri.....	180
Tablo 3.53	Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri için varyans analizi sonuçları.....	180
Tablo 3.54	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H, sh, S3 ve S1+2) değerleri.....	182
Tablo 3.55	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H, Sh, S3 ve S1+2) değerleri için varyans analizi sonuçları.....	182
Tablo 3.56	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri.....	184
Tablo 3.57	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için varyans analizi sonuçları..	185
Tablo 3.58	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin düzgünlük (% CVm) ve optik düzgünlük (%CV2D 8mm) değerleri.....	186
Tablo 3.59	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin düzgünlük (% CVm) ve optik düzgünlük (%CV2D 8mm) değerleri için varyans analizi sonuçları.....	186
Tablo 3.60	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri.....	187
Tablo 3.61	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri için varyans analizi sonuçları.....	187
Tablo 3.62	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm ³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri.....	189

Tablo 3.63	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm ³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri için varyans analizi sonuçları	189
Tablo 3.64	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri	191
Tablo 3.65	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri için varyans analizi sonuçları	191
Tablo 3.66	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerin tüylülük (H, sh, S3, S 1+2) değerleri	194
Tablo 3.67	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerin tüylülük (H, sh, S3, S 1+2) değerleri için varyans analizi sonuçları	194
Tablo 3.68	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri	197
Tablo 3.69	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için varyans analizi sonuçları	197
Tablo 3.70	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin düzgünlük (% CVm) ve optik düzgünlük (%CV2D 8mm) değerleri	199
Tablo 3.71	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin düzgünlük (% CVm) ve optik düzgünlük (%CV2D 8mm) değerleri için varyans analizi sonuçları	199
Tablo 3.72	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri	200
Tablo 3.73	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri için varyans analizi sonuçları	201
Tablo 3.74	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm ³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri	203
Tablo 3.75	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm ³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri için varyans analizi sonuçları	203

Tablo 3.76	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri	206
Tablo 3.77	Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri için varyans analizi sonuçları	206
Tablo 3.78	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerin tüylülük (H, sh, S3, S 1+2) değerleri.....	209
Tablo 3.79	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerin tüylülük (H, sh, S3, S 1+2) değerleri için varyans analizi sonuçları	209
Tablo 3.80	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri.....	212
Tablo 3.81	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için varyans analizi sonuçları	212
Tablo 3.82	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin düzgünlük (% CVm) ve optik düzgünlük (%CV2D 8mm) değerleri için	214
Tablo 3.83	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin düzgünlük (% CVm) ve optik düzgünlük (%CV2D 8mm) değerleri için varyans analizi sonuçları.....	214
Tablo 3.84	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin ince yer (- %50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri.....	216
Tablo 3.85	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin ince yer (- %50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri için varyans analizi sonuçları.....	216
Tablo3.86	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm ³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri.....	218
Tablo 3.87	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm ³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri için varyans analizi sonuçları	218
Tablo 3.88	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri	221

Tablo 3.89	Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri için varyans analizi sonuçları	221
Tablo 3.90	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H, sh, S3, S1+2) değerleri.....	223
Tablo 3.91	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H, sh, S3, S1+2)değerleri için varyans analizi sonuçları	224
Tablo3.92	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar	224
Tablo 3.93	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (sh) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar	224
Tablo 3.94	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (S3) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar	224
Tablo 3.95	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (S1+2) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar	224
Tablo 3.96	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri.....	226
Tablo3.97	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için varyans analizi sonuçları	227
Tablo 3.98	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar.....	227
Tablo 3.99	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin kopma uzaması (%) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar	227

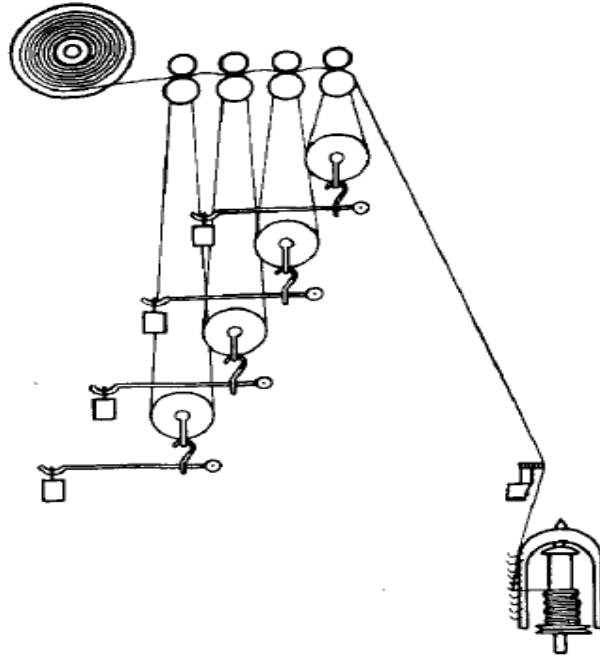
Tablo 3.100	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (% CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri.....	228
Tablo 3.101	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (% CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri için varyans analizi sonuçları.....	229
Tablo 3.102	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (% CVm) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar.....	229
Tablo 3.103	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar	229
Tablo 3.104	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri	230
Tablo 3.105	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri için varyans analizi sonuçları	231
Tablo 3.106	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar.....	231
Tablo 3.107	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin kalın yer (+%50/km) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar.....	231
Tablo 3.108	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin neps (+%200/km) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar.....	231
Tablo 3.109	Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm ³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri.....	233

Tablo 3.110 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm ³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri için varyans analizi sonuçları	233
Tablo 3.111 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin çap (2DØ mm) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar.....	233
Tablo 3.112 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin yoğunluk (g/cm ³) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar.....	234
Tablo 3.113 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil pürüzlülük (%CV FS) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar ..	234
Tablo 3.114 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin dairesellik (shape) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar.....	234

BÖLÜM BİR GİRİŞ

1.1 Giriş

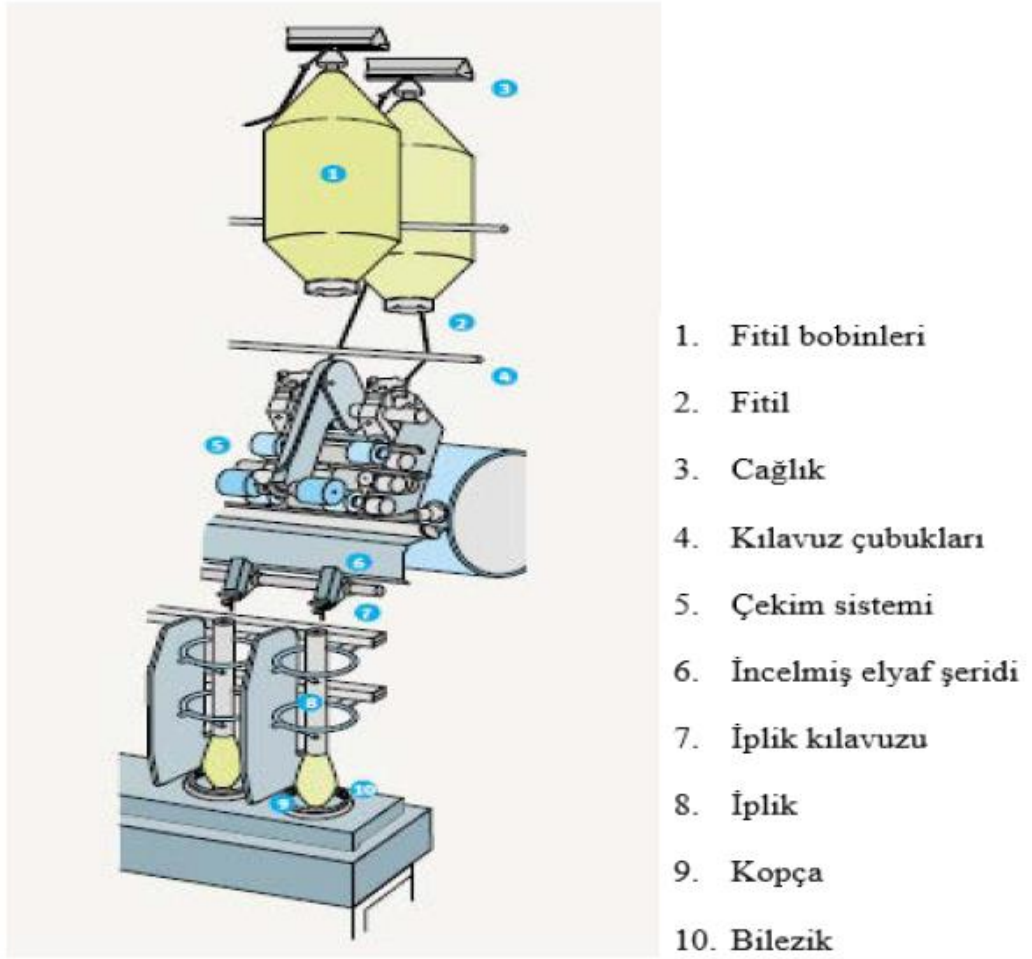
İplik üretim teknolojilerinin tarihsel gelişimine bakıldığında, modern eğirme sistemlerinin ilk çıkışı ile ilgili kesin bir bilgi olmamakla beraber, araştırmacılar bir tekerlek yardımıyla iplik eğrilmesinden başlayarak geliştirilen ilk makinaya kadar geçen süreyi kronolojik bir sıraya koyabilmiştir. İplik eğirme teknolojisinde yar alan çekim sistemine ait ilk patent 1738 yılında Lewis Paul tarafından alınmıştır. Bundan yaklaşık 30 yıl sonra James Hargraves hareketli bir taşıyıcı ile iğ arasında kalan fitili besleyen sistemin patentini almıştır. Geliştirilen sistemde iğın dönme hareketi ipliğe büküm kazandırmakta, hareketli taşıyıcı fitillere çekim vermektedir. Birden fazla iğ kullanılarak aynı makine üzerinde üretim yapabilen ilk sistem Arkwright tarafından 1769 yılında ortaya konulmuştur (Rusca ve Brown, 1956) (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Arkwright tarafından geliştirilen eğirme sistemi (Rusca ve Brown, 1956)

Günümüzde mevcut olarak kullanılan ring eğirme teknolojisinin ilk hali 1828 yılında John Thorp tarafından patentlenmiştir ve 1830 yılında kopça ilave edilmesiyle

bugünkü ring eğirme teknolojisinin temeli atılmıştır (Kılıç ve diğer., 2011). Ring eğirme teknolojisinin geliştirildiği günden günümüze kadar üretim hızındaki iyileştirmeler ve eklenen otomasyonlar dışında çalışma prensibi aynı kalmıştır. Ring iplikçilik teknolojisinde iplik üretimi, ön hazırlık işleminden geçen ve fitil bobinleri haline getirilen stapel liflerin çekim sisteminden geçmesi ve iğ-bilezik-kopça üçlüsü yardımıyla büküm olarak iplik yapısı haline gelmesiyle oluşmaktadır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Ring eğirme teknolojisi (Stalder, 2011)

Ring iplik teknolojisinin optimum kalitede iplik üretebilmesi, diğer eğirme sistemlerine göre daha geniş numara aralığında iplik üretmenin mümkün olması, uzun yıllardır tüm dünyada kullanılması, teknoloji hakkındaki genel bilgi birikimin çok olması, sade ve basit yapısı vb. sebepler bu teknolojinin en çok kullanılan teknoloji

olmasını sağlamaktadır. Mevcut üretilen ipliklerin yaklaşık %60'ı ring iplik eğirme teknolojisiyle üretilmektedir (Kılıç ve diğer., 2011).

Ring iplik eğirme teknolojisi en çok kullanılan eğirme teknolojisi olmasına rağmen, yavaş üretim hızı ve ipliğin kops üzerine sınırlı miktarda sarılması bu teknolojinin en büyük dezavantajı olarak görülmektedir. Ring iplikçilikte üretim hızı iğ ve kopça hızına bağlıdır. Bilezik ile bilezik üzerinde yüksek hızla hareket eden kopça arasında sürtünmeye bağlı olarak çok fazla ısı meydana gelmektedir. Son yıllarda geliştirilen farklı yapılarıdaki kopçalar ile bilezik ve kopça arasındaki temas yüzeyi azaltılmış olsa dahi, küçük yapıları nedeniyle kopça üzerinde oluşan ısının dışarıya transfer edilememesi çok yüksek üretim hızına çıkmayı engellemektedir (Rajaney, 2008; Song 2016). Ring iplik eğirme teknolojisi, mevcut teknolojiler arasında en düşük eğirme hızına sahiptir (Kılıç ve diğer., 2011).

Son yıllarda hızla değişen ve giderek artan tüketici ve pazar beklentisini karşılamak, mevcut ürünleri daha ekonomik ya da daha kaliteli üretme gereksinimi, diğer sektörlerde olduğu gibi tekstil sektöründe de farklı hammaddeler ve farklı üretim tekniklerinin geliştirmesine yol açmıştır. Tekstil sektöründe yarı mamul olarak sınıflandırılabilen ve üretildiği ürünün özellikleri üzerinde doğrudan etkili olan iplik üretim teknolojilerinde yapılan değişiklikler, ortaya çıkan yeni gereksinimlerin karşılanmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Stalder (2014) günümüzde bulunan mevcut iplik üretim teknolojilerini, iplik oluşum prosesine göre sınıflandırmıştır (Tablo 1.1). Tabloda yer alan eğirme teknolojilerinin bir kısmı geliştirme aşamasında kalmışken, bir kısmı yaygın olarak iplik üretiminde kullanılmaktadır. En çok kullanılan eğirme teknolojileri arasında yer alan open-end rotor, air-jet ve ring iplikçilikleri üretim hızı açısından karşılaştırıldığında, OE-rotor iplikçiliğinin ring iplikçilikten yaklaşık 5 – 6 kat, air-jet iplikçiliğinin ise ring iplikçilikten yaklaşık 20 kat daha hızlı iplik üretimi gerçekleştirdiği görülmektedir (Rieter Business Model, 2019).

Tablo 1.1 Alternatif eğirme sistemlerinin sınıflandırılması (Stalder, 2014)

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

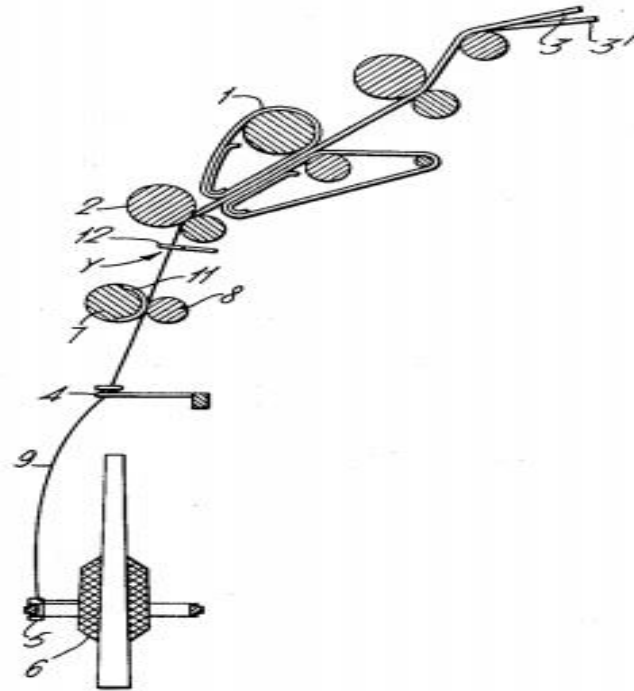
Bununla birlikte mevcut eğirme teknolojileri genel olarak ring eğirme teknolojisi üzerinden geliştirilen ve ring eğirme teknolojisine göre farklı prensipte iplik üretimi sağlayan teknolojiler olarak iki ana grupta da incelenebilir. Ring eğirme teknolojisi üzerinden geliştirilen alternatif eğirme teknolojileri sağladığı daha iyi üretim ve iplik özelliklerinin yanı sıra, ilk yatırım maliyetinin daha düşük olması, makina hakkındaki bilginin daha yaygın olması gibi avantajlar sayesinde kullanımı daha hızlı yaygınlaşmaktadır. Büküm iplikçiliği teknolojisi diğer bir adıyla siro-sun iplikçilik ve kompakt iplik teknolojisi, ring eğirme teknolojisi üzerinden geliştirilen ve oldukça yaygın olarak kullanılan alternatif eğirme teknolojileridir.

1.2 Büküm (Siro-spun) İplikçilik Teknolojisi

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

üzerinde birtakım değişiklikler yapılarak iki fitilden iplik üretimi olarak ortaya çıkmıştır. İlk çalışmalarda birbirine komşu çekim bölgesinden gelen iki fitilin tek bir iğ üzerine büküm alması ve fitillerin birleşme noktasının da iğ hareketiyle beraber yukarı ve aşağı yönde hareket etmesi olarak sunulmuştur. Bu yöntemle iki fitil iplik üretimi başarılı olmuş olsa da, iki katlı ipliğin aksine üretilen iplik üzerindeki periyodik büküm düzensizliği sebebiyle ticari başarıya ulaşılammıştır (Ward, 2011).

1970’li yıllarda Dieter Plate ve Division of Textile Industry’den arkadaşları fitillerin tek bir çekim sisteminden beslenilmesi ve fitillerin birleşim noktasının sabit tutulması gerektiğini savunmuş ve bugünkü siro-spun teknolojisi ortaya çıkmıştır. Siro-spun teknolojisi ile ilgili patentler 1973, 1974 ve 1976 yıllarında alınmıştır (Şekil 1.3).

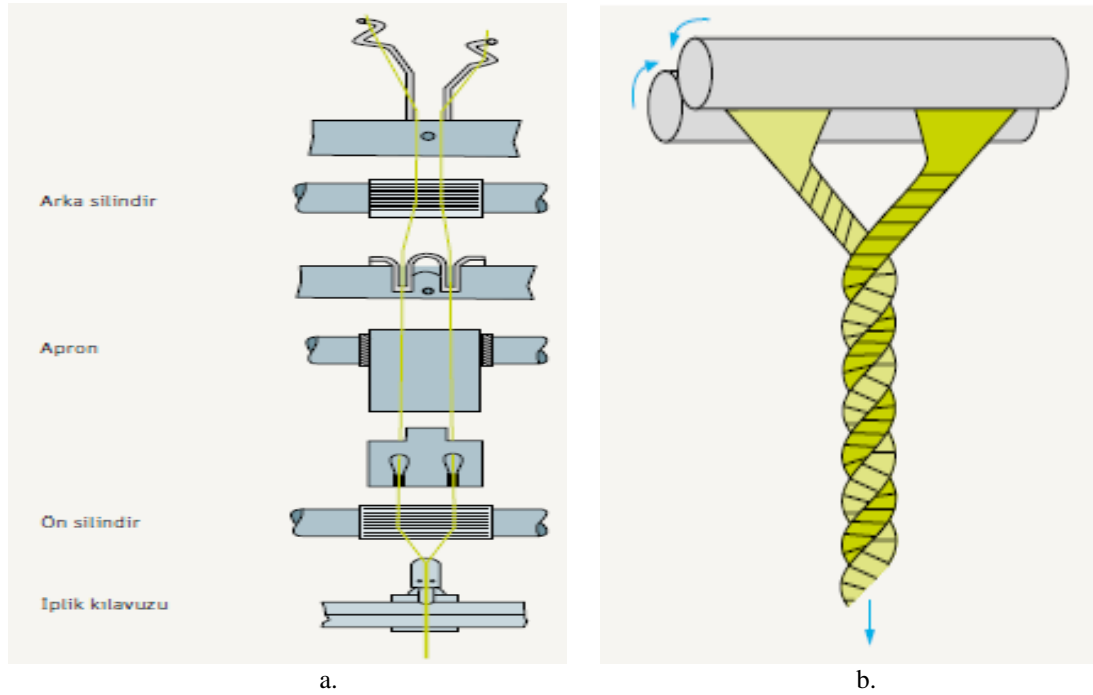


Şekil 1.3 Siro-spun iplikçilik patenti (Plate ve Feehan, 1974)

Siro-spun teknolojisi 1980’li yıllarda Warren, Brown and Staff, IWS ve CSIRO firmaları tarafından ticarileştirilmiştir (Ward, 2011). Günümüzde bu iplikçilik türünde Duospun (Ems SA, Huber ve Suhner AG) ve Siro-spun (Zinser Textilmaschinen GmbH) olmak üzere iki sistem bulunmaktadır (Stalder, 2014).

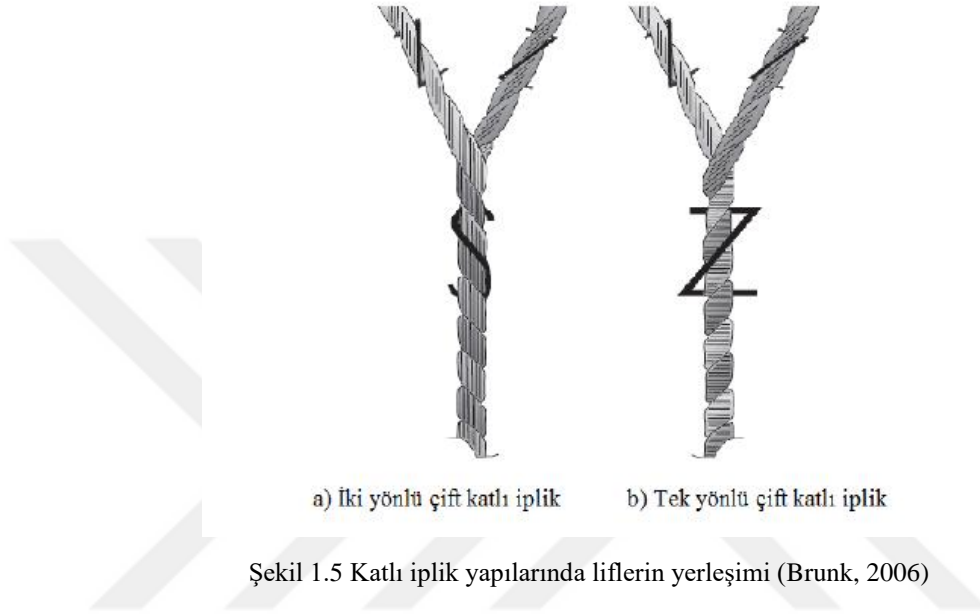
Geleneksel ring iplik makinasına aynı anda iki fitilin beslenmesi ve bu fitillerin çekim sistemini beraber terk ederek iplik yapısına katılması prensibine dayanan büküm iplikçiliği, ring iplik makinasına iki fitilin çekim sistemine beslenmesini sağlayan fitil hunisi ve çekim sistemi içerisinde hareket eden fitiller arası mesafenin ayarlanmasını sağlayan iletici silindirin ilave edilmesiyle geliştirilmiştir.

Geleneksel sistemde olduğu gibi büküm iplikçiliğinde de fitiller kılavuz çubukları yardımıyla çekim sistemine iletilirler. Sevk silindirlerini ayrı ayrı terk eden her bir fitil kops tarafından verilen bükümü almaktadır ve eğirme üçgeni içerisine iki ayrı iplik yapısı olarak katılmaktadır. Kompozit iplik oluşturmak üzere birleştirilen bu iplik yapılarındaki elyaf tutamlarının ve kompozit ipliğin büküm yönü aynıdır. İki katlı iplik teknolojisinin aksine, hem tek katlı ipliğin hem de iki katlı iplik yapısının büküm yönünün aynı olması sebebiyle, büküm iplikçiliğinde daha sıkı iplik yapısı elde edilir (Şekil 1.4) (Stalder, 2014). Katlama ve büküm işlemlerinin üretim sürecinden çıkarılmasını sağlayan bu yöntem, sağladığı ekonomik avantajlar sayesinde iki katlı ipliklere ciddi bir alternatif oluşturmuştur. Ancak, farklı büküm yapıları yüzünden iki katlı ipliklerin tamamen yerini alması beklenmemektedir (Stalder, 2014).



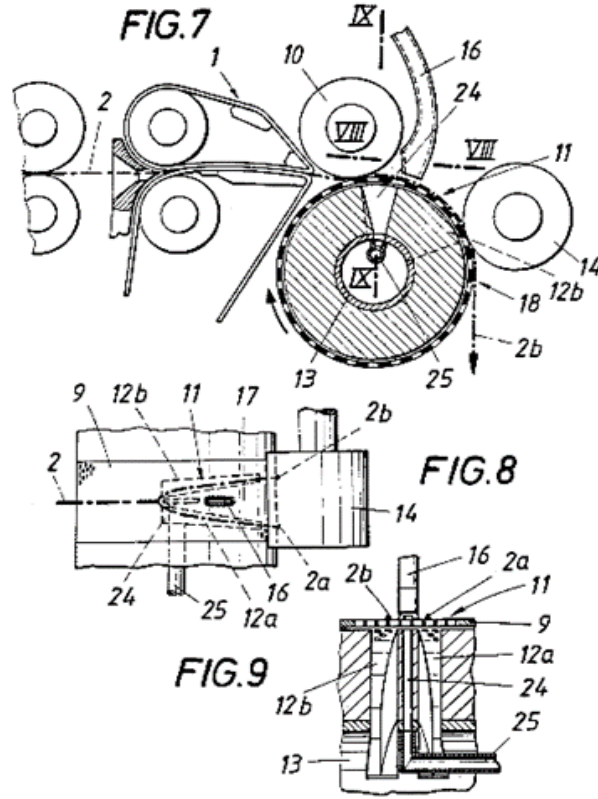
Şekil 1.4 Büküm iplikçiliği (a. Büküm iplikçiliği işlemi, b. Büküm iplikçiliği iplik oluşumu) (Stalder, 2014)

Katlı iplik ve katlı ipliğe benzer yapıda olan siro-spun ipliklerde liflerin iplik merkezine göre yerleşimi farklıdır. Geleneksel katlı iplik üretiminde, tek kat ve iki katın büküm yönleri farklıdır. Bu nedenle lifler iplik ekseninde dizilir (Şekil 1.5). Siro-spun iplikçilikte ise elde edilen çift katlı iplik yapısının büküm yönü, büküm alan tek katlı ipliklerin büküm yönüyle aynı olmaktadır (Brunk, 2006).



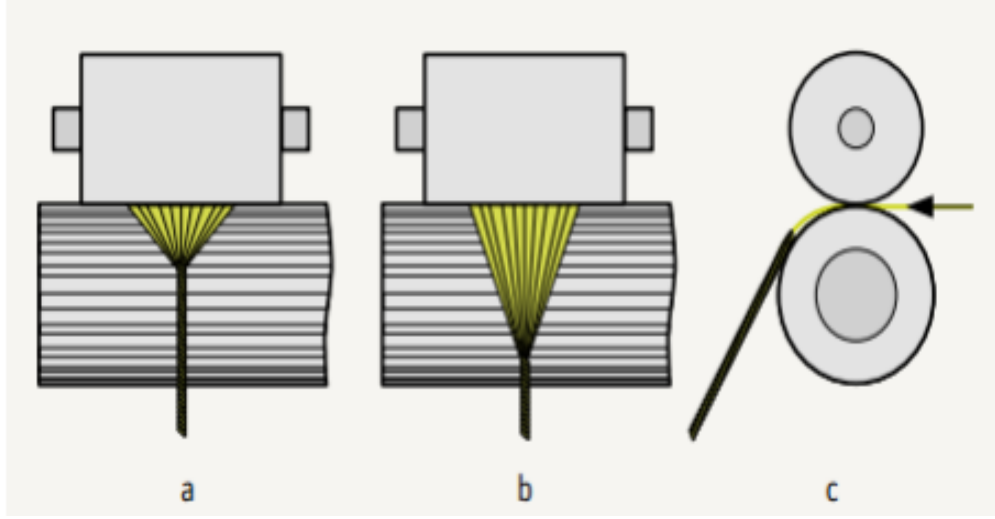
1.3 Kompakt İplikçilik Teknolojisi

Kompakt iplikçilik teknolojisi geleneksel ring iplikçilikten geliştirilen bir diğer eğirme teknolojisidir (Şekil 1.6). 1980'li yıllarda Rieter firması altında Dr. Fehrer tarafından başlatılan çalışmanın başlarında, bant olarak çekime giren elyaf demeti hava emişi yardımıyla ikiye ayrılarak iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Ancak bant kovaları için gerekli yer gereksinimi nedeniyle kullanımı uygun görülmemiştir. Bu süreçte üretilen ipliğin kalite özellikleri incelendiğinde elyaf demetinin hava yardımıyla yoğunlaştırılmasının iplik özellikleri üzerine olumlu yönde etki ettiği görülmüştür (Song, 2016). Buradan yola çıkarak araştırmacılar hava yardımıyla elyaf demetini yoğunlaştırarak iplik özelliklerini iyileştirme fikri üzerinde çalışmaya başlamıştır.



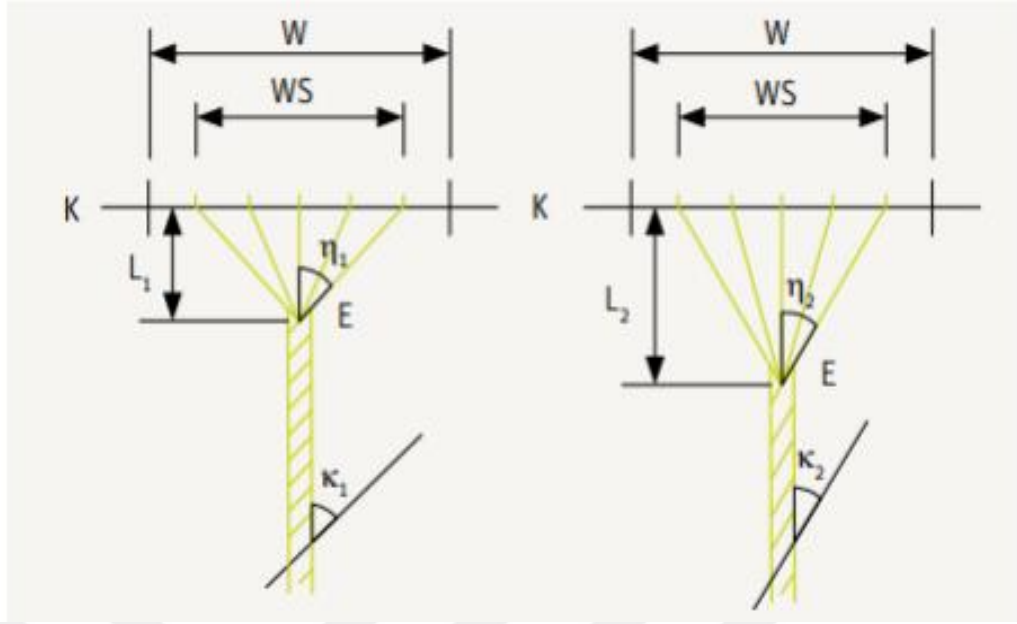
Şekil 1.6 Kompakt iplikçilik teknolojisi patenti (Fehrer, 1992)

Eğirme üçgeni, geleneksel ring ve ring iplikçilik üzerinden geliştirilen teknolojilerde, çekim silindirlerinden hemen sonra büküm alan liflerin oluşturduğu yapının ismidir. Çekim sistemini terk eden elyaf demeti iğ-bilezik-kopça yardımıyla büküm olarak iplik yapısını oluşturur. İğden başlayarak çıkış silindirlerine doğru devam eden büküm alma işleminde, lifler çıkış silindirlerinden hemen sonra elyaf demeti merkezine doğru hareket eder ve birbiri üzerine sarılmaya başlar. Bu nedenle büküm hiçbir zaman çıkış silindirlerine kadar ulaşmaz ve çıkış silindirlerinden hemen sonra büküm almayan lifler eğirme üçgeni yapısını oluşturur (Ömeroğlu ve Ülkü, 2007; Klein ve Stalder, 2011; Song, 2016) (Şekil 1.7).



Şekil 1.7 Eğirme üçgeni görüntüleri (a. kısa eğirme üçgeni, b. uzun eğirme üçgeni, c. eğirme üçgeni yandan görünüş) (Klein ve Stalder, 2014)

Eğirme üçgenine ait yapısal parametreler Şekil 1.8’de verilmektedir. Şekil 1.8’de çekim sistemindeki liflerin toplam genişliği W , büküm alarak iplik yapısını oluşturan liflerin oluşturduğu genişlik WS , farklı büküm seviyesinde oluşan eğirme üçgeninin uzunluğu sırasıyla L_1 ve L_2 ile gösterilmektedir. Eğirme genişliği (WS) ve eğirme üçgeni uzunluğu eğirme üçgeni yapısı için iki temel faktördür. Eğirme genişliği (WS) her zaman lif demetinin çekim silindirlerinden çıktığı andaki genişliğinden (W) küçüktür (Şekil 1.7). Bu iki parametre arasındaki fark yüzünden, çekim sistemi terk eden tüm lifler iplik yapısına katılamazlar. İplik yapısına katılamayan lifler ya uçuntu olarak kaybolurlar ya da sonradan iplik yapısına dahil olarak tüylülüğü artırırılar. Bu nedenle daha iyi iplik özellikleri elde edebilmek için $W-WS$ arasındaki farkın minimuma indirilmesi gerekmektedir. Bununla beraber eğirme üçgeni uzunluğu çoğunlukla bükümle ilgilidir. Yüksek büküm daha kısa eğirme üçgeni uzunluğuna (L_1) sebep olurken daha az büküm daha yüksek eğirme üçgeni uzunluğuna (L_2) sebep olmaktadır. Uzun eğirme üçgeni yapısı iplik kopuşunu ve tüylülüğü artırmaktadır. Bununla birlikte, daha kısa eğirme üçgeni yapısı da liflerin iplik yapısına katılmasının zorluğundan dolayı iplik kopuş oranını ve tüylülüğü artırmaktadır. Bu durumda mükemmel iplik yapısı eğirme üçgeni oluşan yapılarda sağlanamamaktadır (Klein ve Stalder, 2011).

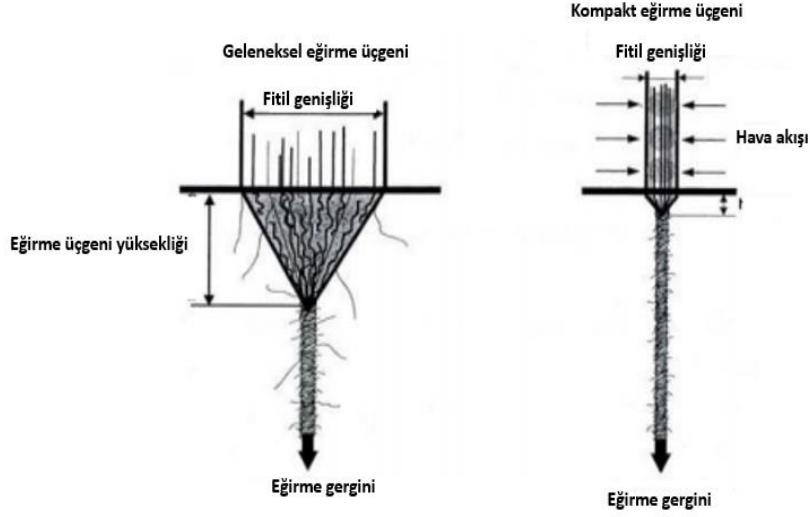


Şekil 1.8 Eğirme üçgeni yapısı ve eğirme üçgeni yapısal parametreleri (Klein ve Stalder, 2011)

Kompakt iplikçilik temel prensibinde hava emişi yardımıyla lif demetinin çekim sisteminden çıkış genişliği azaltılmıştır ve oluşan eğirme üçgeni yapısının boyutları küçültülerek daha iyi iplik özellikleri elde edilmiştir (Şekil 1.9) (Klein, 1993). Liflerin çekim sisteminden çıktığı andaki genişliğini azaltan yöntemler aşağıda sıralanmaktadır (Kumar ve diğer., 2003):

- Fitillere büküm vermek: Fitillere büküm vererek çekim sistemine beslenmesi hem fitillerin çekim sisteminden önce hem de çekim işlemi sırasında liflerin dağılmasını engellemektedir. Dolayısıyla da çekim sisteminden çıkan lifler birbirine daha yakın olarak, çıkış silindirlerinden sonraki toplam lif demeti genişliğini azaltmaktadır. Ancak, etkili bir çekim işleminin gerçekleştirilmesi ve tüm liflerin iplik yapısına katılmasını sağlaması konusunda etkili bir yöntem değildir.
- Mekanik yoğunlaştırma: Liflerin mekanik olarak yoğunlaştırılması, apron ve iletili silindirler arasında yerleştirilen huni şeklindeki mekanik yoğunlaştırıcı ile sağlanmaktadır. Bu yöntem lif demetinin yoğunlaştırılması konusunda etkili olsa da huni ve lifler arasında meydana gelen ekstra sürtünme yüzeyi sebebiyle kullanımı sınırlı kalmıştır.

- Aerodinamik yoğunlaştırma: Aerodinamik yoğunlaştırma, çıkış silindirleri ve iplik oluşum noktası arasında lif demetinin yoğunlaştırılması prensibine dayanan oldukça etkili bir yöntemdir.



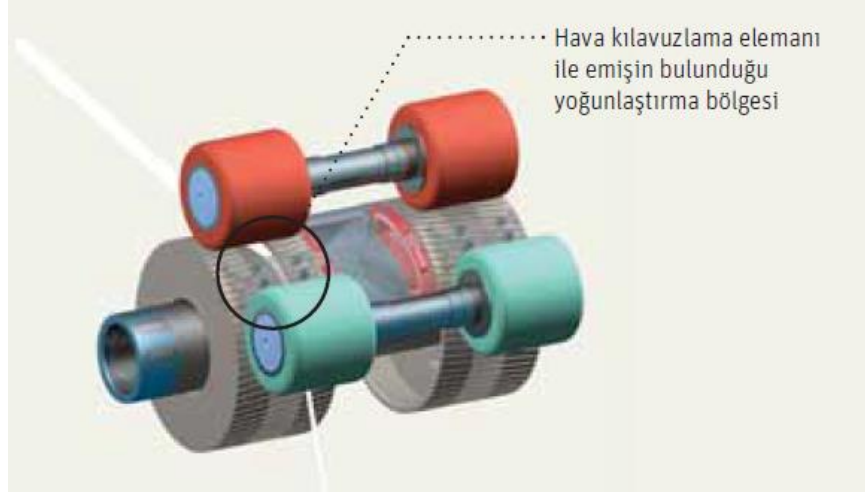
Şekil 1.9 Geleneksel ve kompakt eğirme teknolojilerindeki eğirme üçgeni yapısı (Klein, 1993)

Ticari olarak kompakt iplik makinası ilk olarak 1995 yılında gerçekleştirilen ITMA fuarında tanıtılmıştır. Daha sonra 1999 yılında Rieter, Zinser ve Suessen kendi kompakt iplik teknolojisini tanıtmıştır. Sonraki yıllarda bir çok iplik makinası üreticisi kendi eğirme teknolojisini tanıtmıştır. Mevcut olarak farklı prensiplerde çalışan kompakt eğirme teknolojileri bulunmaktadır (El-Sayed ve Sanad, 2010), ancak bu teknolojilerin hepsi lif demetini yoğunlaştırıp genişliğini azaltarak ring eğirme teknolojisine göre daha küçük eğirme üçgeni yapısını elde etmeyi sağlamaktadır. Günümüzde çokça kullanılan kompakt eğirme teknolojileri, Rieter tarafından geliştirilen Com4, Suessen tarafından geliştirilen EliTe, Zinser tarafından geliştirilen Impact FX, Marzoli tarafından geliştirilen Mac3000, Toyota tarafından geliştirilen New-EST, Lakshmi tarafından geliştirilen Seri 9 ve Rotorcraft tarafından geliştirilen RoCoS olarak sıralanabilir. Geliştirilen kompakt eğirme teknolojilerinin hepsi lif demetinin yoğunlaştırılmasında pnömatik sistemler kullanırken sadece RoCoS tarafından geliştirilen Rotorcraft mekanik sistemler kullanılmaktadır. Mevcut kompakt eğirme teknolojileri Tablo 1.2’de verilmektedir (Song, 2016).

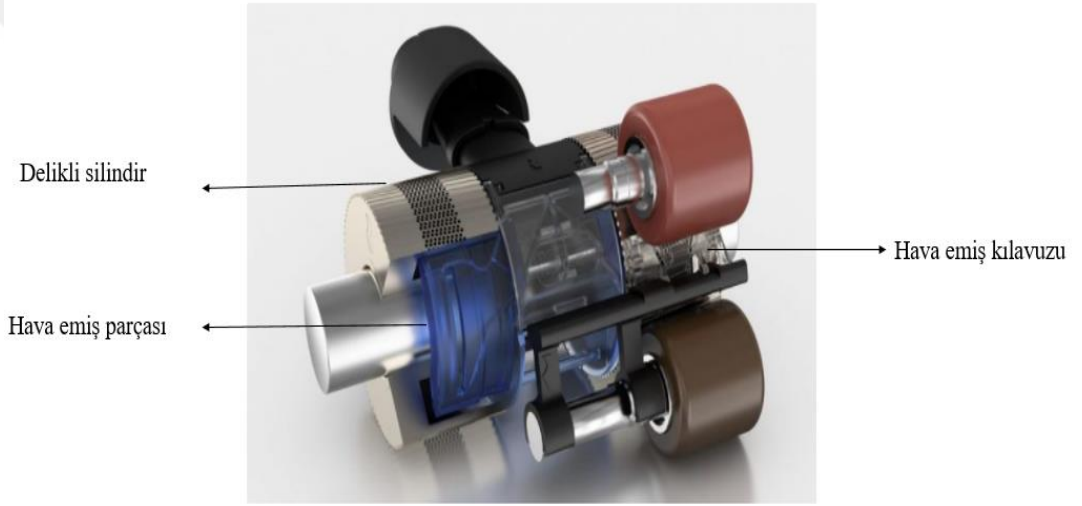
Tablo 1.2 Başlıca kullanılan kompakt eğirme teknolojileri (Song, 2016)

Kompakt teknolojis	Üretici firma	Kompaktlaştırma ünitesi	Öne çıkan özellikleri
Com4	Rieter	Delikli silindir	Yüksek performans ve düşük bakım ücreti
EliTe	Suessen	Geliştirilmiş apron	Ring iplik makinasına kolay uyum
Impact FC	Zinser	Geliştirilmiş apron	Kendi kendini temizleme
Mac 3000	Marzoli	Geliştirilmiş apron	Kolay uygulanabilirlik
EST III	Toyota	Geliştirilmiş apron	Düşük kurulum maliyeti
RoCos	Rotorcraft	Mekanik kompaktlaştırma	Kurulumu ve sökülmesi kolay, ekstra enerji tüketimi yok
Green Compact	Rotorcraft	Geliştirilmiş apron	Temizleme ihtiyacı yok
LRJ 9	Lakshmi	Geliştirilmiş apron	

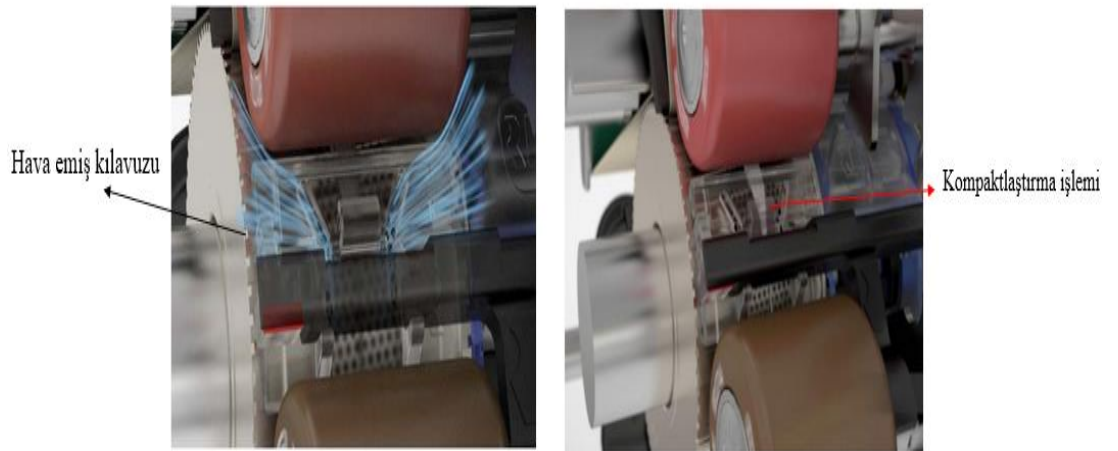
Aerodinamik olarak kompaktlaştırma sağlayan iplik teknolojileri incelendiğinde Rieter firması tarafından geliştirilen Com4 kompakt iplik üretim teknolojisinin diğer sistemlerden farklı olarak alt çıkış silindirinin delikli silindir ile değiştirildiği görülmektedir (Song, 2016) (Şekil 1.10). Rieter kompakt iplik teknolojisinde delikli silindirinin alt ve üst yüzeyine temas eden ve oluşturulan negatif hava basıncını yönlendiren hava emiş kılavuzu ve hava emiş parçaları yardımcı parçalar olarak kullanılmaktadır (Şekil 1.11). Çekim sisteminden geçen elyaf demeti daha büyük çaptaki delikli silindir üzerinde hareketine devam etmektedir. Hava emiş kılavuzu delikli silindir üzerine yerleştirilmiştir ve elyaf demeti hava emiş kılavuzunda bulunan kanallar arasından geçmektedir. Hava emiş parçasının yönlendirdiği hava akımı hava emiş kılavuzu yardımıyla elyaf demetinin her iki tarafından emilerek elyaf demetinin genişliğini azaltır (Şekil 1.12). Böylelikle kompaktlaştırma işlemi gerçekleşmiş olur.



Şekil 1.10 Rieter K45 kompaktlaştırma bölgesi (Klein ve Stalder, 2011)

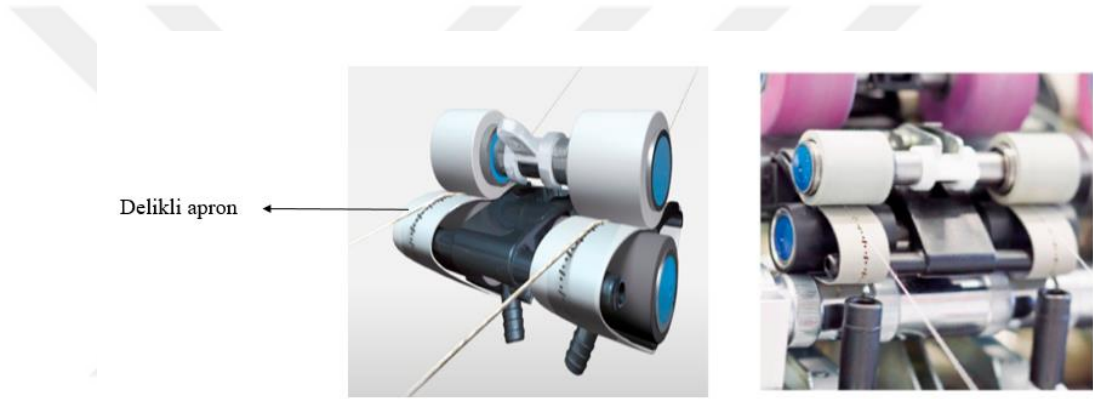


Şekil 1.11 Rieter kompakt iplik teknolojisi (Rieter K47, b.t.)



Şekil 1.12 Rieter kompakt iplik teknolojisi kompaktlaştırma işlemi (Rieter K47, b.t.)

Aerodinamik olarak elyaf demetinin kompaktlaştırılmasını sağlayan diğer sistemler incelendiğinde, Zinser firması tarafından geliştirilen Impact FX ve Marzoli firması tarafından geliştirilen Mac3000 kompakt eğirme teknolojilerinin geliştirilmiş delikli apron yapıları kullandığı görülmektedir. (Şekil 1.13-1.14). Impact FX kompakt iplik makinasında bulunan delikli apronda bulunan delik yapıları sırasıyla yuvarlak ve elips şeklinde sıralanmıştır. Bu farklı delik yapıları eğirme işlemi süresince apronun kendini temizlemesini sağlamaktadır. Mac3000 de kullanılan delikli apronlarda ise sadece yuvarlak yapıda delikler bulunmaktadır ve Impact FX'e göre daha az etkili bir temizlik işlemi gerçekleşmektedir (Song, 2016).

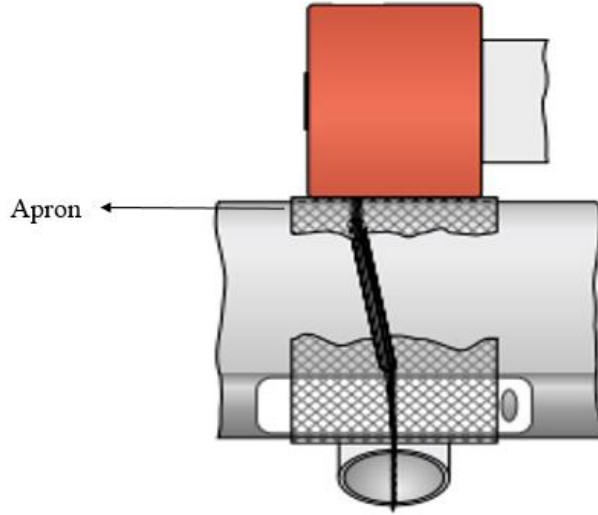


Şekil 1.13 Saurer-Zinser Impact FX delikli apron yapısı ve kompaktlaştırma bölgesi (Saurer-Zinser Impact FX, b.t.)



Şekil 1.14 Marzoli Mac3000 kompakt iplik makinası (Marzoli, b.t.)

Suessen tarafından geliştirilen EliTe, ve Toyota tarafından geliştirilen EST III kompakt eğirme teknolojileri incelendiğinde kompaktlaştırma işlemlerinin kumaş şeklinde dokunmuş apronlar yardımıyla gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 1.15-Şekil 1.16)



Şekil 1.15 Suessen EliTe kompakt teknolojisi (Suessen Elite Compact, b.t.)



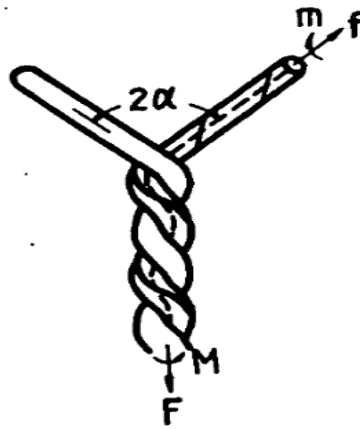
Şekil 1.16 Toyota, EST III kompakt eğirme teknolojileri (Toyota RX 300, b.t.)

1.4 Önceki Çalışmalar

1.4.1 Büküm İplikçiliği Geometrisi ve Yapısal Parametrelerin İplik Özelliklerine Etkileri

Geleneksel tek katlı ipliklere karşı sağladığı üstün fiziksel ve ekonomik özellikler ve iki katlı ipliklere göre daha az maliyetli olarak beklenen kalite özelliklerini karşılaması, büküm iplikçiliğinin kullanımının artmasının yanı sıra birçok araştırmancının da merkezi yapmıştır. Aynı anda iki fitilin çekim sistemine beslenerek iplik üretiminin gerçekleştiği siro-spun iplikçilikte, fitillerin çekim bölgesi içerisinde kontrollü iletilmesi, fitiller arası mesafe, çıkış silindirleri ve iplik oluşum noktası arasındaki fitil uzunluğu üretilen ipliklerin kalitesini etkileyen önemli parametrelerdendir.

Büküm iplikçiliğinde iki fitilin çekim sistemini terk etmesi ve büküm olarak katlı iplik yapısını oluşturmasında oluşan eğirme üçgeni yapısı, geleneksel sistemden farklıdır. Büküm iplikçiliğinde, her bir fitilin çekim sisteminden sonra büküm olarak oluşturduğu iki küçük eğirme üçgeni ve aynı zamanda tek katlı iplik yapılarının büküm olarak iki katlı iplik yapısını oluştururken meydana gelen büyük eğirme üçgeni yapısı bulunmaktadır. İki fitil iplikçilikte iplik oluşumunun geometrisi Şekil 1.17’de verilmektedir (Emanuel ve Plate, 1982).



Şekil 1.17 Siro-spun iplik oluşumu (Emmanuel ve Plate, 1982)

Şekil 1.17’de ve Eşitlik 1.1 ve 1.2’de gösterilen F eğirme yönünde iplik üzerinde oluşan gerilmeyi, M elastik dönme momentini, f iplik oluşum noktasından yukarıdaki fitillerde oluşan gerilmeyi, m tek katlı iplik yapısı üzerinde oluşan dönme momentini, 2α iplik oluşum noktası üzerindeki fitillerin iplik oluşum açısını, R fitil çapını ifade etmektedir.

Fitillerin kendi içinde aldığı büküm ihmal edildiğinde ;

$$f=F/(2\cos \alpha) \quad (1.1)$$

$$m=(M-F.R\tan \alpha)/(2\cos \alpha) \quad (1.2)$$

denklemleri elde edilmektedir.

Tek bir eğirme üçgeni yapısının oluştuğu ring iplikçiliğinde elde edilen kuvvet dengesi denklemleri çözülebilmektedir Ancak siro-spun iplikçilik için bilinmeyen sayısı (f , m , α) kadar denkleme ihtiyaç bulunmaktadır. Miao ve diğer. (1993) çalışmalarında farklı renkte fitiller kullanarak siro-spun iplik üretmişler ve oluşan eğirme üçgeni yapısının resmini çekmişlerdir. Fitiller üzerindeki belirli büküm sayısının fitil üzerindeki uzunluğu fotoğraf üzerinden hesaplandığında, fitil üzerine gelen büküm de hesaplanabilmektedir. Katlı yapıda yer alan fitiller üzerindeki helis açısı iplik oluşum noktası üzerinde yer alan fitil üzerindeki açıdan daha büyüktür. Bu durum fitillerin iplik oluşum noktasında birbiri üzerinde kaydığını göstermektedir.

Üretilen iplik bükümü ve fitiller arası mesafe sabit tutularak eğirme hızı artırıldığında, fitil üzerindeki bükümün (t) arttığı ve iplik oluşum açısının (2α) azaldığı görülmektedir. Fitiller arası mesafenin değiştirilip (7-27 mm), eğirme hızı ve iplik bükümü sabit tutulduğunda, iplik oluşum açısında çok az bir değişiklik olduğu ve fitil üzerindeki bükümlerin fitil mesafesinin bağlı olarak değiştiği gözlemlenmiştir. Bu durum fitil üzerindeki gerilmelerin iplik oluşum geometrisinden bağımsız olarak değiştiğini gösterebilir.

Her bir fitil üzerinde, ön silindir ile iplik oluşum noktası arasındaki toplam büküm (N), iplik üzerindeki büküm değişimini etkiler (Eşitlik 1.4). Fitil uzunluğu (L) fitiller arası mesafe (d) ve iplik oluşum açısıyla (α) ilgilidir (Eşitlik 1.3) (Miao ve diğer., 1993). O halde ;

$$L=(d/2)/\sin \alpha \quad (1.3)$$

$$N=tL= L=(d/2)/\sin \alpha \quad (1.4)$$

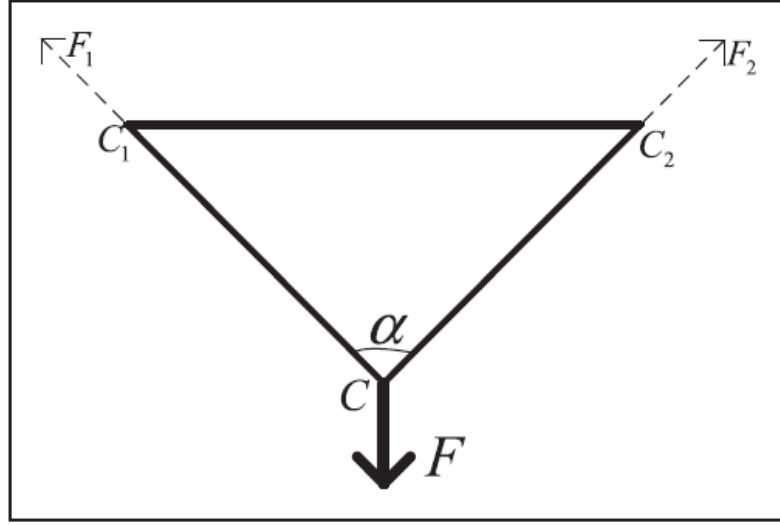
formülleri elde edilmektedir.

Literatür incelendiğinde bazı araştırmacılar Emmanuel ve Plate (1982) tarafından ileri sürülen ve iki fitil iplikçiliği geometrisini matematiksel olarak ifade eden denklemlerin çözülemeyeceğini ve bu durumun sadece statik durumlarda geçerli olduğunun söylendiği görülmektedir. Araştırmacılar iplik üretimi sırasında meydana gelen eğirme üçgeni yapısını, iplik oluşum bölgesi konumunu farklı prensiplere dayandırarak açıklamışlardır. He ve Zhang (2008) iki fitil iplikçiliğinde oluşan iplik oluşum noktasının konumuna bağlı olarak, her bir fitil üzerine etki eden kuvvetin sadece iplik oluşum açısına bağlı olmadığını belirtmiştir. Liu ve diğer. (2015) siro-spin iplikçilikte oluşan ve statik olarak kabul edilen simetrik bir eğirme üçgeni yapısında fitiller üzerine gelen kuvvetin eşit oranda dağıldığını ve eğirme geriliminin her bir fitil üzerindeki dağılımının eşit olduğunu belirtilmişlerdir (Şekil 1.18). Eşitlik 1.5 ve 1.6' da F eğirme gerginliğini, F_1 ve F_2 eğirme üçgeni içerisindeki fitiller üzerine gelen gerginliği, α fitillerin iplik oluşum noktasında birbiriyle yaptığı açığı göstermektedir ve eğirme geriliminin fitiller üzerindeki dağılımı

$$F_1 \cos(\alpha/2) + F_2 \cos(\alpha/2) = F \quad (1.5)$$

$$F_1 \sin(\alpha/2) = F_2 \sin(\alpha/2) \quad (1.6)$$

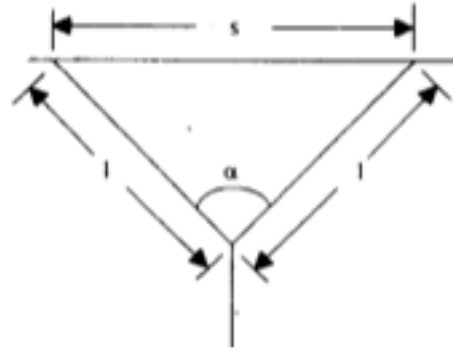
formülleriyle ifade edilmektedir.



Şekil 1.18 Siro-spun eğirme üçgenin geometrik gösterimi (Liu ve diğer., 2015)

Liu ve diğer. (2017) çalışmalarında iki fitil iplikçiliğinde iplik oluşum noktasının da hareketli olduğunu ve fitiller üzerindeki gerginlik kontrolünün iplik özelliklerini iyileştirdiğini belirtmektedirler.

Cheng ve Sun (1998) çalışmalarında fitiller arası mesafenin, büküm miktarının ve eğirme hızının eğirme üçgeni üzerine etkilerini incelenmişlerdir. Bu amaçla 36,9 tex, 28,1 tex ve 18,5 tex pamuk iplikleri üretilmiştir. Siro-spun iplikçilikte oluşan iplik oluşum noktası Şekil 1.19’da verilmektedir.



Şekil 1.19 Siro-spun iplikçilikte iplik oluşum noktası (Cheng ve Sun, 1998)

Yapılan çalışmada fitillerin birleşme noktasında oluşturduğu açı (α) her bir fitiller arası mesafede hesaplanmıştır. Fitiller arası mesafenin 3 mm olarak ayarlandığı durumda α açısı çok küçük olduğundan hesaplanamamıştır. 9 ve 11 mm fitiller arası mesafede açı (α) değerleri birbirine yakındır. En küçük açı (α) değerine sahip fitiller arası mesafe 5 mm ile en yüksek açı değeri arasında 18° lik bir fark bulunmaktadır. Fitiller arası mesafenin artması, iplik oluşum noktasında fitiller arasındaki açının artmasına, aynı zamanda eğirme üçgeni içindeki fitillerin uzunluğunun artmasına sebep olmaktadır. Kısa liflerin kullanıldığı siro-spun eğirme sistemlerinde fitillerin uzunluğu ortalama lif uzunluğundan daha kısa olmalıdır. Bununla birlikte fitiller arası mesafenin ve eğirme hızının yüksek olduğu durumlarda kopma miktarı daha fazla olur ve iplik oluşum noktası değişken olmaktadır. Fitiller üzerindeki gerilmenin fitillerin iplik oluşum noktasında yaptığı açıyla (α) olan ilişkisi Eşitlik 1.1’de verilmektedir. O halde fitiller arasındaki açı arttıkça fitil üzerindeki gerilme de artmaktadır. Ayrıca fitiller arası mesafe arttıkça iplik oluşum noktasının yer değişmesi de artmaktadır. Bu da iplik oluşum noktası üzerindeki fitillerdeki büküm katsayısı değişimini artıracaktır. Öte yandan fitiller arası mesafe ve eğirme hızı sabit tutulup, büküm katsayısının artması iplik oluşum noktasının daha yukarı çıkmasına sebep olmaktadır ve fitiller arası mesafe artmakta ve fitil boyu daha kısa hale gelmektedir. Çalışma kapsamında 36,9 tex, 28,1 tex ve 18,5 tex pamuk iplikleri üretilmiştir. 18,5 tex numaralı ipliklerde fitiller arası mesafe sırasıyla 3, 5, 7, 9, 11, 13 mm olarak ayarlanmış ve üç saat boyunca kopuş miktarları hesaplanmıştır. 13 mm fitiller arası mesafede kopuş miktarı çok fazla olduğundan üretim durdurulmuştur. 36,9 tex numaralı pamuk iplikleri için fitiller arası mesafenin 3 mm’den 12 mm’ye çıkması ipliklerin mukavemet değerlerini artırmıştır. 28,1 ve 18,5 tex numaralı iplikler için maksimum mukavemet değerleri 9 mm fitiller arası mesafede elde edilmiştir. Bununla birlikte fitiller arası mesafe arttıkça üç iplik numarası için de tüylülük değerleri azalmıştır.

Literatürde siro-spun iplik üretimin şartlarının teorik olarak incelendiği çalışmaların yanı sıra farklı üretim parametrelerinde üretilen siro-spun ipliklerinin özelliklerinin karşılaştırıldığı çalışmalar da bulunmaktadır. Ishtiaque ve diğer. (1993) çalışmalarında aynı lif uzunluğuna ve farklı lif inceliğine sahip liflerden ring ve farklı fitiller arası mesafede (6-8-10 mm) siro-spun iplikleri üretmişler ve paketleme

yoğunluklarını hesaplanmışlardır. Paketleme yoğunlukları incelendiğinde siro-spun ipliklerinin ring ipliklerine göre merkezde daha yoğun dışa doğru gittikçe azalan paketleme yoğunluğuna sahip olduğu görülmektedir. Bu durum siro-spun ipliklerinin tek katlı ring ipliklere göre daha iyi mukavemet değerlerine sahip olmasını açıklamaktadır. Ayrıca siro-spun ipliklerin enine kesitleri, geleneksel çift katlı ipliklerle karşılaştırıldığında tek katlı ipliklerinkine daha benzer yapıdadır.

Tyagi ve diğer. (1987) çalışmalarında % 100 viskoz rayon liflerinde üç farklı lif uzunluğu ve üç farklı lif inceliğinden 0, 6 ve 10 mm fitiller arası mesafede siro-spun iplik üretimi yapmışlardır. Sonuçlar incelendiğinde uzun ve ince liflerden üretilen ipliklerin daha mukavim olduğu görülmektedir. Bu durum ince ve uzun liflerin iplik yapısının merkezinde yer almasıyla açıklanabilir. Ayrıca fitiller arası mesafenin artması iplik yapısındaki liflerin birbirine daha iyi kenetlenmesini sağladığından iplik mukavemeti artmaktadır. Fakat optimum seviye üzerinde fitiller arası mesafenin artması lif göçünü zayıflattığından iplik mukavemeti azalmaktadır. Bu durum kopma uzamasında da aynıdır. Optimum mesafeden sonra artan fitiller arası mesafe iplik oluşum noktasının ön silindirden çok aşağıda oluşmasına dolayısıyla da iplik yapısına katılan liflerin azalmasına sebep olmaktadır. İplik düzgünlükleri incelendiğinde fitiller arası mesafenin 0'dan 6 mm ye çıkmasıyla daha iyi düzgünlük değerleri elde edilmektedir. Ancak 10 mm fitiller arası mesafeye çıkılmasında daha zayıf lif göçü olacağından düzgünlük artmaktadır. Benzer şekilde optimum seviyeye kadar artan fitiller arası mesafe daha büyük bir eğirme üçgeni yapısı oluşturacak ve bu yapı içerisinde lifler daha büyük gerilmeye maruz kalarak iplik yapısı içerisinde daha iyi bir yerleşim sağlayacaktır. Optimum mesafeden sonra artan fitiller arası mesafe hem lif kaybına sebep olacak hem de çıkış silindiri ve iplik oluşum noktası arasında iki uçundan tutunmayan lifin iplik yapısı içerisinde düzensiz yerleşimine sebep olacaktır.

Siro-spun ipliklerinde üretim parametrelerinin iplik özelliklerini nasıl etkilediğini inceleyen bir diğer çalışma Gowda ve diğer. (2004) tarafından gerçekleştirilmiştir. Gowda ve diğer. (2004) siro-spun iplik özelliklerine etki eden fitiller arası mesafe, eğime hızı ve kopça ağırlığı etkilerini incelenmişlerdir. Bu amaçla 6, 8 ve 10 mm fitiller arası mesafe 38 mm lif uzunluğu ve 1,5 denye lif inceliğine sahip Modal lifleri

kullanarak iplik üretmişlerdir. Üretilen ipliklerin özellikleri fitiller arası mesafe olmadan üretilen iki fitil iplikçiliği ile kıyaslanmıştır. Tüm eğirme hızlarında kopça ağırlığının ve fitiller arası mesafenin artmasının iplik düzgünsüzlüğünü artırdığı gözlemlenmiştir. Bu durumun artan fitiller arası mesafede iplik oluşum noktasındaki fitil uzunluğu ve açısının artmasıyla lif kaybının meydana gelmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Fitiller arası mesafe sabit tutulduğunda kopça ağırlığı ve eğime hızının artmasının ipliklerin düzgünsüzlük değerlerini artırdığı görülmektedir. Kopça ağırlığı ve eğirme hızının artması fitillere aşağı yönde uygulanan çekim kuvvetinin dolayısıyla iplik oluşum noktasındaki fitil uzunluğunun artmasına sebep olmaktadır. Artan fitil uzunluğu lif kaybına sebep olmaktadır. Bu durum fitiller arası mesafe arttıkça ipliklerin daha fazla düzensiz olduğunu göstermektedir. İnce yer (-% 50/km) değerleri karşılaştırıldığında fitiller arası mesafenin artmasıyla (6mm-8mm) ince yer sayısının azaldığı, ancak daha da artırıldığında (8mm-10 mm) (-% 50/km) ince yer sayısının arttığı görülmektedir. Bu durum ilk artışın yüzey liflerinin daha çok bağlanmasına dolayısıyla lif kaybının azalmasına bağlanabilir. Ayrıca artan fitiller arası mesafe ile neps sayısı azalmıştır. Sabit eğirme hızında fitiller arası mesafenin ve kopça ağırlığının artması iplik tüylülüğünü azaltmaktadır. Kopça ağırlığının artmasının da fitil üzerindeki gerilimi dolayısıyla fitil uzunluğunu da artırarak tüylülüğü azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Mekanik özellikler incelendiğinde ise fitiller arası mesafenin artması lif kaybına sebep olarak iplik mukavemetini ve kopma uzamasını azaltmaktadır. Kopça ağırlığının artması belirli bir seviyeye kadar fitil üzerinde gerilime sebep olmakta dolayısıyla lifler daha iyi yerleşerek daha iyi kopma değerlerine sahip olmaktadır. Belirli bir mesafeden sonra kopça ağırlığının artması ince yer sayısının artmasına dolayısıyla da mukavemet ve uzama değerlerinde azalmaya sebep olmaktadır.

Gokarneshan ve diğer. (2006) çalışmalarında, fitiller arası mesafenin lifler arası kohezyon kuvvetlerine etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla pamuk, poliester ve %50 poliester- %50 pamuk karışımı siro-spun ve iki fitil iplikleri üretilmiştir. İplik içindeki lif kohezyonunu ölçmek için ipliklerin belirli bir yük altında bükümü açılmıştır. % 100 pamuk ipliklerinde 2 mm fitiller arası mesafede lifler arası kohezyon kuvvetinin en yüksek değerde olduğu görülmüştür. Fitiller arası mesafe artırıldığında -8 mm ve

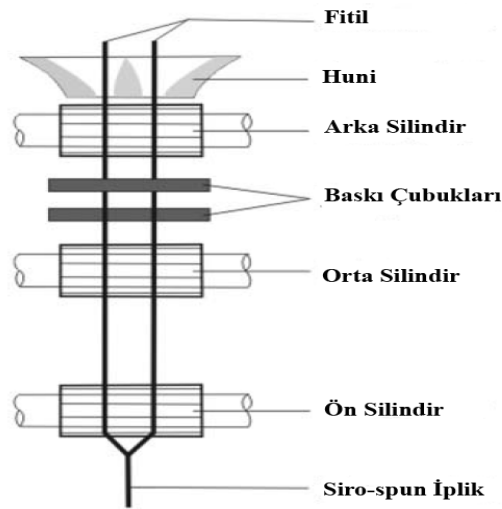
yukarısı- apron bölgesinde fitil hareketinin kontrolü zor olduğundan kohezyon miktarı azalmıştır. Poliester-pamuk karışımı ipliklerde pamuk ipliklerine benzer olarak fitiller arası mesafe arttıkça kohezyon kuvvetinin azaldığı görülmektedir. Ayrıca, poliester liflerinin pamuk liflerine göre daha ince ve düzgün olmasından dolayı lifler arası kohezyon kuvveti değerlerinin %100 pamuk ipliklerine göre daha düşük olduğu görülmektedir. İpliklerin mukavemetlerinin fitiller arası mesafeyle ilişkileri incelendiğinde, 8 mm'ye kadar artan fitiller arası mesafede iplik mukavemetinin arttığı görülmektedir. Fakat 8 mm'den sonra artan fitiller arası mesafe iplik mukavemetini azaltmaktadır. Bu durum optimum seviyeden yüksek fitiller arası mesafede liflerin aksel yerleşmesinin daha kötü olmasıyla açıklanabilir.

Kaushik ve Bhatnagar (1992) yaptıkları çalışma kapsamında akrilik liflerinden 4-8-12 mm mesafede siro-spun iplikleri ve iki katlı iplikler ve bu ipliklerde üretilen örme kumaş özelliklerini karşılaştırmıştır. İplik özellikleri karşılaştırıldığında maksimum gerilme değerinin fitiller arası mesafenin 12 mm olarak ayarlandığı siro-spun ipliklerinde olduğu görülmektedir. Ayrıca siro-spun ipliklerinin mukavemet değerleri iki katlı ipliklere göre daha iyidir ve bu durumun siro-spun ipliklerdeki her bir fitilin iki katlı ipliklere göre daha az büküm almasından ve her bir fitil üzerinde daha iyi yük dağılımından kaynaklandığı düşünülmektedir. İki katlı iplikler siro-spun ipliklere göre daha serttir ve eğilme rijitliliği daha yüksektir. Bu durum iki adet tek katlı ipliğin bir biri üzerine sarılarak liflerin iplik yapısı içerisindeki hareketini kısıtlamasıyla açıklanabilir. Fitiller arası mesafe arttığında siro-spun ipliklerinin kopma uzaması değerlerinde istatistiksel olarak önemsiz bir azalış olduğu görülmektedir. Bu durum fitiller arası mesafe arttığında iplik çapının azalmasıyla ilişkilendirilebilir. Artan fitiller arası mesafede her bir fitil üzerindeki gerilme ve büküm miktarı artmaktadır. Siro-spun ve iki katlı ipliklerden üretilen örme kumaş özellikleri karşılaştırıldığında siro-spun ipliklerinden üretilen örme kumaşların patlama mukavemetlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. 12 mm fitiller arası mesafe ile üretilen siro-spun ipliklerinin hava geçirgenliği iki katlı ipliklere göre daha azdır ve bu durum 12 mm fitiller arası mesafe ile üretilen siro-spun ipliklerinin daha hacimli olmasıyla açıklanabilir.

Subramaniam ve diğer. (1989) çalışmalarında pamuk, pamuk-poliester ve viskoz siro-spun ipliklerinin sürtünme özelliklerini incelemişlerdir. Siro-spun ipliklerin üretiminde 0-8-12-16 mm fitiller arası mesafe kullanılmıştır. Genellikle fitiller arası mesafe ve büküm sayısı arttıkça iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısının arttığı gözlemlenmiştir.

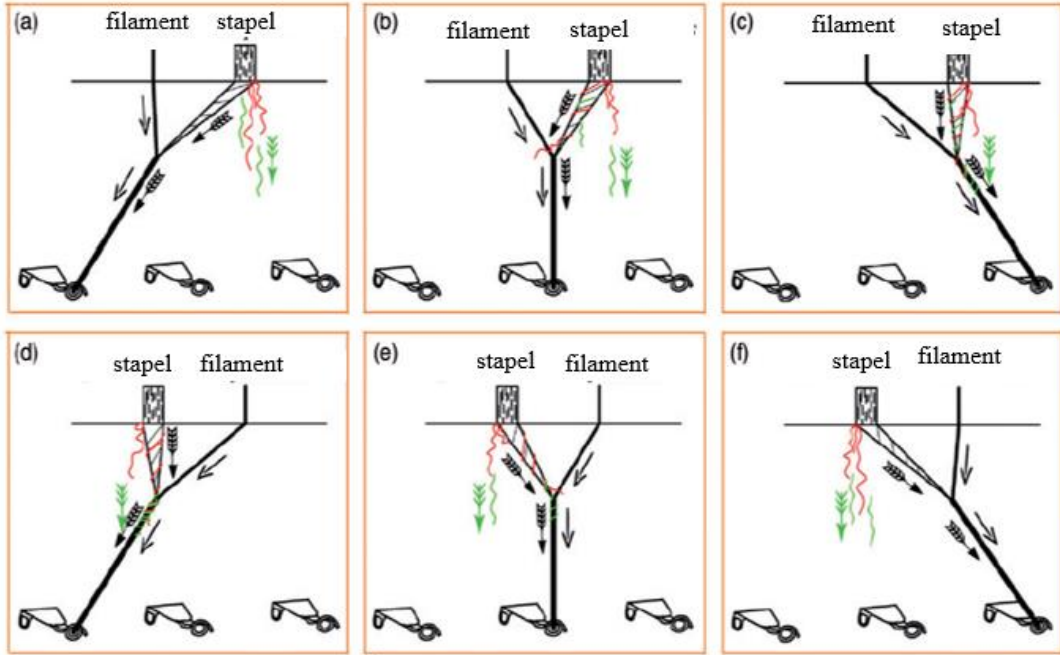
Üte ve Kadoğlu (2009) farklı fitiller arası mesafede üretilen siro-spun ipliklerinin özelliklerini ring iplikleriyle karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak, siro-spun ipliklerinin düzgünlük özelliklerinin ring ipliklerinden daha yüksek olduğu ve artan fitiller arası mesafenin siro-spun ipliklerinin düzgünlük değerlerini iyileştirildiği görülmektedir.

Birden fazla fitil kullanılarak üretilen iplikçilik teknolojilerinde fitillerin çekim bölgesine düzenli olarak iletilmesi ve iplik oluşum noktasındaki fitillerin konumları iplik karakteristiğini belirleyen önemli parametrelerdir. Liu ve diğer. (2012) çalışmalarında pamuk-keten karışımı siro-spun ipliklerinin üretiminde arka çekim bölgesine iki adet baskı çubuğu yerleştirerek iplik düzgünlüğüne olan etkisini incelemişlerdir (Şekil 1.20). Yapılan çalışma içerisinde arka çekim bölgesine yerleştirilen baskı çubukları ile ekstra çekim bölgesi oluşturulduğu ya da liflerin arka çekim bölgesinde toplanması sağlanarak ön çekim bölgesine daha düzenli girmesinin sağlandığı ve böylelikle iplik düzgünlüğünün azaltıldığı görülmüştür.



Şekil 1.20 Baskı çubuklarının eklendiği siro-spun eğirme sisteminin gösterimi (Liu ve diğer., 2012)

Sirofil iplikçilik stapel ve filament liflerin beraber eğilerek iplik üretildiği iplikçilik teknolojisidir. Sirofil iplikçilikte oluşan eğirme üçgeni yapısı siro-spun iplikçilikte oluşan eğirme üçgeni yapısına benzemektedir. Xia ve diğer. (2017) çalışmalarında geleneksel ve diyagonal sirofil iplikçilikteki kısa liflerin filament yapısına katılmalarını incelemişlerdir. Çalışma kapsamında filament ve stapel liflerinin beraber eğilmesinde karşılaşılan lif kaybının azaltılması ve manto liflerinin öz liflerini tamamen kaplamaması gibi durumlara çözüm geliştirmişlerdir. Bu amaçla yapılan üretimlerde filament ve stapel liflerinin iplik oluşum noktasındaki açıları ve fitil uzunlukları değiştirilerek 6 farklı durumda iplik üretimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 1.21).



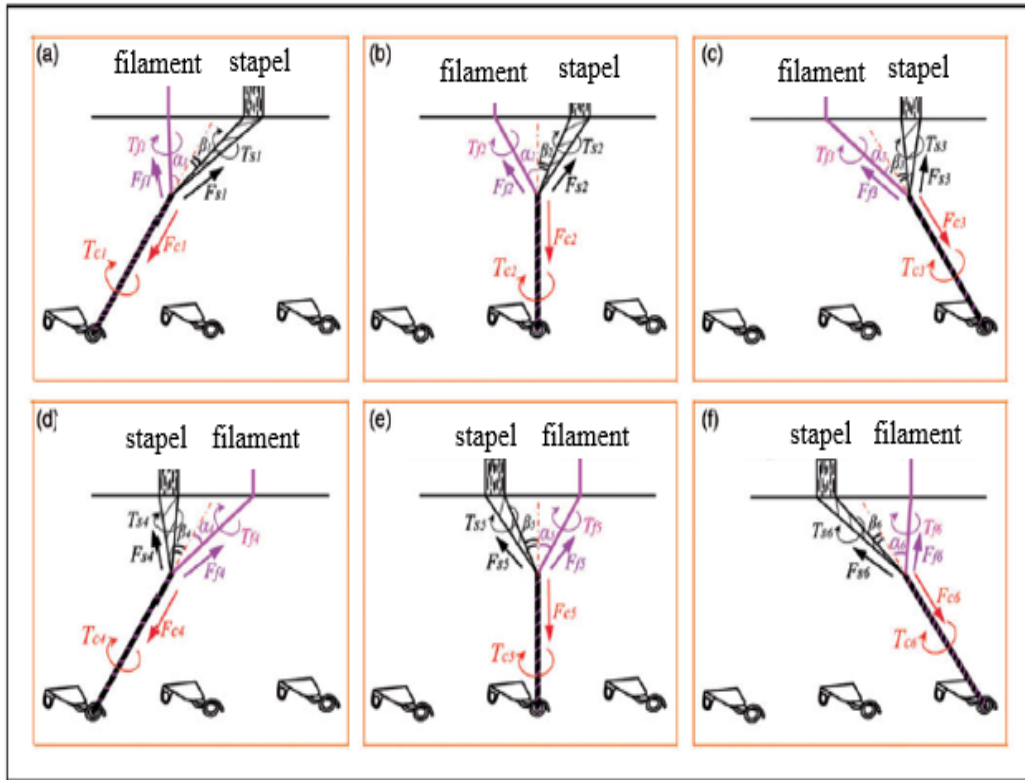
Şekil 1.21 Sirofil iplikçilik eğirme pozisyonları (Xia ve diğer., 2017)

Şekil 1.21c ve 1.21d eğirme pozisyonlarında filamentler kesikli liflerin alt tarafına doğru çekilmektedir. Bu durumlarda çıkıntı yapan lifler iplik yapısına katılmaktadır. Stapel liflerin filamentlerin altına çekildiği durumlarda kesikli liflerde meydana gelen kayıp lifler iplik yapısına katılamazlar. Ayrıca bu durumlarda stapel liflerden oluşan fitillerin iplik yapısına katıldığı mesafe uzayarak kayıp lif miktarını daha da artırabilir (Şekil 1.21 a ve 1.21f).

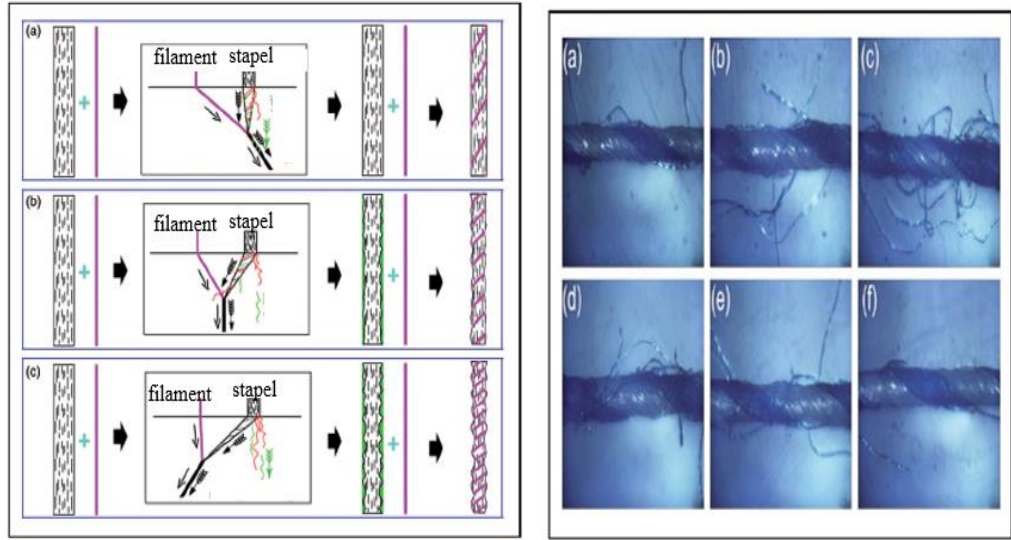
Liflerin iplik yapısına katılırken izlediği yol ve eğirme üçgeninin yapısı iplik özelliklerini etkilemektedir. İplik oluşum noktasındaki fitillerin pozisyonu ve gerilme arasındaki ilişki Eşitlik 1.7 ve 1.8’de verilmektedir. Burada F_f filament gerilmesi, F_s stapel gerilmesi, F_c kompozit iplik gerilmesi, α filament ve kompozit iplik arasındaki açıyı β stapel ve kompozit iplik arasındaki açıyı ifade etmektedir (Xia ve diğer., 2017). Şekil 1.22’de farklı eğirme pozisyonlarındaki fitil ve iplik gerilmeleri verilmektedir. Stapel ve filamentin farklı pozisyonlarda beslenerek üretilen Sirofil ipliklerinin uzunluğuna görünüşleri Şekil 1.23’te verilmektedir.

$$F_f = \frac{\sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \cdot F_c \quad (1.7)$$

$$F_s = \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} \cdot F_c \quad (1.8)$$



Şekil 1.22 Sirofil iplikçilikteki farklı eğirme pozisyonlarında fitil ve iplik gerilmesi (Xia ve diğer., 2017)



Şekil 1.23 Farklı pozisyonlarda üretilen sirofil ipliklerinin uzunluklarına görünüşleri (Xia ve diğer., 2017)

1.4.2 Büküm İplikçiliği ve Diğer Sistemlerde Üretilen İplik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Literatürde siro-spun iplik özelliklerinin farklı eğirme teknolojilerinde üretilen iplik özellikleriyle karşılaştırıldığı çalışmalar da yer almaktadır. Kompakt iplikçilik de ring iplikçilik teknolojisinden türetilen ve eğirme üçgeni yapısını minimize ederek iplik özelliklerini iyileştirmeyi amaçlayan bir iplikçilik teknolojisidir. Örtlek ve diğer. (2011) çalışmalarında siro-spun ve kompakt ipliklerinin özelliklerini karşılaştırmıştır. Çalışma kapsamında 8mm fitiller arası mesafede siro-spun iplikleri, kompakt ve geleneksel ring iplikleri üretilmiştir. Tüylülük değerleri karşılaştırıldığında en düşük tüylülük değerinin siro-spun ipliklerde olduğu ve kompakt ve ring ipliklerinin tüylülük değerlerinin artarak takip ettiği görülmektedir. Ayrıca birçok çalışmada kompakt ipliklerin kopma mukavemetinin ring ipliklerden daha yüksek olduğu gösterilse de bu çalışmada ring ve RoCos kompakt iplikleriyle ring ipliklerinin mukavemet değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Bunun yanında siro-spun iplikleri ring ve RoCos kompakt ipliklere göre daha fazla kopma uzamasına sahiptir.

Aynı anda iki fitilden iplik üretilmesi ve katlama ve büküm makinalarının üretim sürecinden elimine edilmesi siro-spun ipliklerini iki katlı ipliklere göre ekonomik olarak daha cazip hale getirmiştir. Literatürde birçok araştırmacının siro-spun ve iki

katlı iplikleri karşılaştırdığı çalışmaları yer almaktadır. Mansour ve Tawfik (1984), stapel liflerden siro-spun iplikler üretmişlerdir. Fiziksel özellikler karşılaştırıldığında siro-sopun ipliklerin maliyet avantajları ile iki katlı ipliklere göre ikame olacağı belirtilmektedir.

Yıldız ve Kılıç (2017) çalışmalarında doğal, rejenere, sentetik ve mikro elyaf grubundan ürettikleri siro-spun ve iki katlı ipliklerin özelliklerini karşılaştırmıştır. Yapılan değerlendirmede siro-spun ipliklerinin tüylülük değerlerinin iki katlı ipliklere göre daha iyi olduğu görülmektedir. Düzgünsüzlük ve sık rastlanan hatalar karşılaştırıldığında siro-spun ve iki katlı ipliklerinin birbirine yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bununla beraber mekanik özellikler karşılaştırıldığında siro-spun ipliklerinin iki katlı ipliklere göre genelde daha iyi değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Sharma ve diğer. (1986) çalışmalarında poliester-viskoz karışımından üretilen iki katlı iplikler ve siro spun ipliklerinin özelliklerini ve bu ipliklerden üretilen dokuma kumaş özelliklerini karşılaştırmışlardır. Üretilen iplik özellikleri karşılaştırıldığında siro-spun ipliklerinin sık rastlanan hata değerlerinin daha iyi olduğu görülmektedir. Bu durumun liflerin çekim bölgesinde daha iyi çekilmesinden ve iplik yapısına daha iyi katılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte iki katlı ipliklerin aşınma dayanımı siro-spun ipliklere göre daha fazladır. Bu durum iki katlı ipliklerde siro-spun ipliklere göre liflerin birbirini daha iyi kavramasıyla ilişkilendirilebilir. Bu ipliklerden üretilen kumaşların özellikleri karşılaştırıldığında siro-spun ipliklerden üretilen kumaşların kopma uzaması değerleri iki katlı ipliklerden üretilen kumaşlarınkine göre daha fazladır. Ayrıca siro-spun ipliklerinin buruşmazlık (crease recovery) değerleri iki katlı ipliklere göre daha iyidir.

Cheng ve Yuen (1997), pamuk siro-spun ipliklerinin aynı yapısal parametrelerde üretilen tek katlı ipliklere göre daha düzgün yapıda olduğunu belirtmişlerdir. Üte ve Kadoğlu (2013), siro-spun ipliklerin tek katlı ipliklere göre daha az tüylü ve daha düzgün yapıda olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte siro-spun ipliklerinin iki katlı ipliklerle benzer kalite özelliklerine sahip olduğu da belirtilmektedir (Sun ve Cheng,

2000). İçoğlu ve Kireççi (2011), siro-spun ve iki katlı ipliklerden üretilmiş örme kumaşların benzer boyanabilme özellikleri gösterdiği ve bu iki iplik türünün birbirine alternatif olabileceğini belirtmişlerdir. Kireççi ve diğer. (2011) çalışmalarında farklı fitiller arası mesafede ve farklı numaralarda üretilen siro-spun ipliklerinin özelliklerini geleneksel tek katlı ipliklerle karşılaştırmıştır ve siro-spun ipliklerinin daha iyi tüylülük, düzgünlük ve mukavemet değerlerine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Fidan ve Kireççi (2018) çalışmalarında farklı fitiller arası mesafede üretilen siro-spun ipliklerin özelliklerini tek katlı ve iki katlı ipliklerle karşılaştırmıştır. Çalışmada artan fitiller arası mesafenin siro-spun ipliklerinin tüylülük, mukavemet ve uzama değerlerini iyileştirdiği ve genel olarak siro-spun ipliklerin tek katlı ve iki katlı ipliklere göre daha iyi tüylülük, mukavemet ve uzama değerlerine sahip olduğu belirtilmektedir.

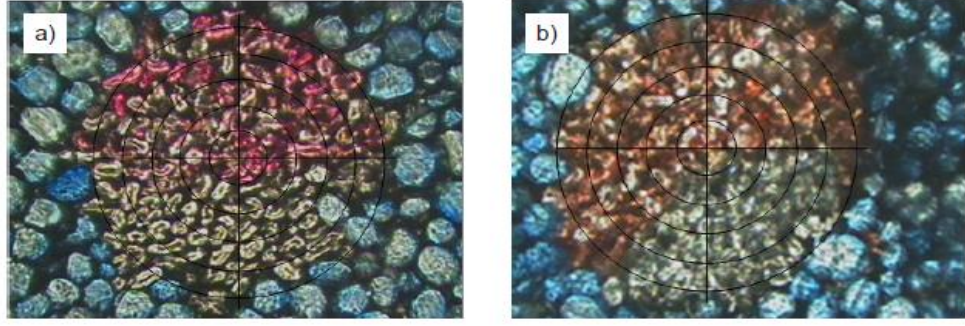
Temel ve Çelik (2010) çalışmalarında %100 poliester ve poliester / pamuk karışımı siro-spun ipliklerde, karışım oranının, iplik numarasının, büküm katsayısının ve fitiller arası mesafenin iplik özelliklerine etkisini incelemiştir. Bu amaçla %100 pamuk, %67 pamuk / %33 poliester, %33 pamuk / %67 poliester ve %100 poliester siro-spun iplikler üretilmiştir. Ayrıca, karşılaştırma amacıyla aynı hammaddeler kullanılarak ring iplikleri de üretilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde fitiller arası mesafenin iplik mukavemeti, iplik canlılığı ve tüylülük üzerinde etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Karışım poliester oranı arttığında ipliklerin düzgünlük değerinin arttığı görülmektedir. Bu durum poliester liflerinin incelik değerlerinin sabit olmasıyla açıklanabilir. Ayrıca, lif göçü, lif uzunluğu, esnekliği, sertliği, lif inceliği ve kıvrım gibi değerlere bağlıdır. Bu yüzden kaba kalın lifler iplik yüzeyinde kalırken daha ince lifler iplik merkezine doğru hareket etmektedir. Karışım iplikleri incelendiğinde poliester lifleri iplik merkezine doğru hareket ederken pamuk lifleri iplik yüzeyinde kalmaktadır. Bu durum karışım ipliklerinde pamuk oranı arttıkça tüylülük değerlerinin artmasını açıklamaktadır. Aynı numaradaki tek katlı ve siro-spun iplikleri karşılaştırıldığında fitiller arası mesafeden bağımsız olarak siro-spun ipliklerinin daha iyi mukavemet ve uzama değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Tüylülük değerleri incelendiğinde ring ipliklerinin siro-spun ipliklerine göre daha tüylü olduğu görülmektedir.

Soltani ve Johari (2012a) çalışmalarında 0-2-4-6-8 ve 12 mm fitiller arası mesafede ve dört farklı büküm seviyesinde üretilen siro-spun iplikleri ile aynı numara ve büküm katsayılarında üretilen solo-spun ve geleneksel ring ipliklerinin özelliklerini karşılaştırmışlardır. Artan büküm katsayısında iplik yapısındaki çengelli lif yapısının geleneksel ring ipliklerinde daha yüksek olduğu ve bunu sırasıyla solo-spun, kompakt ve siro-spun ipliklerinin takip ettiği gözlemlenmiştir. Bu durum artan büküm katsayısının eğirme üçgeni içinde lifler üzerindeki gerilmenin artması ve lifleri düzleştirmesiyle açıklanabilir. Bununla birlikte, artan büküm katsayısı dışardaki liflere daha fazla gerilim yüklemekte ve içerdeki liflere daha fazla baskı uygulayarak lif göçünün artmasına sebep olmaktadır ve artan büküm katsayısı lifleri iplik merkezinden daha uzak bir açığa yerleştirmektedir. Ayrıca eğirme üçgeni içerisindeki daha kısa yol izleyen lifler daha az gerilmeye, daha uzun yol izleyen lifler daha çok gerilmeye maruz kalmaktadır. Minimum potansiyel enerji yasasına göre, lifler üzerindeki bu gerilme değişimi gevşek liflerinin burulma gerilimi etkisinde pozisyonlarının değişmesine ve lif göçünün gerçekleşmesine sebep olmaktadır.

Bir diğer çalışmada Soltani ve Johari (2012b) siro-, solo-, kompakt ve geleneksel yöntemlerle üretilmiş ipliklerin mukavemetlerini lif göçü parametreleri, eğirme esnasında oluşan sürtünme katsayısı, kırılan lifler ve tüylülük değerlerinin göz önüne alarak karşılaştırmıştır. İplik özellikleri karşılaştırıldığında, ring ipliğinin tüylülük değerlerinin beklenildiği gibi diğer ipliklere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Siro-spun ipliklerde çıkıntı yapan lifler iki fitilin bir biri üzerine büküm almasıyla iplik yapısına katılır ve tüylülük değerleri azalır. Ayrıca yine birçok araştırmacı tarafından ortaya konulduğu gibi büküm sayısı arttıkça tüylülük değeri azalmıştır. Diğer iplik eğirme sistemleriyle karşılaştırıldığında siro-spun ipliklerin daha iyi düzgünlük ve sık rastlanan hata değerlerine sahip olduğu görülmektedir. İpliklerin gerilme dayanımı değerleri incelendiğinde siro-spun ipliklerinin en yüksek gerilme dayanım değerlerine sahip olduğu ve bunu kompakt, solo-spun ve geleneksel ring ipliklerinin takip ettiği görülmektedir. Lif göçü iplik mukavemetini etkileyen diğer bir önemli özelliktir. İplikler tek eksenli kuvvete maruz kaldıklarında, uygulanan kuvvet lifler arasında dağılmaktadır. Uygulanan kuvvet zayıf liflerin mukavemet değerini aştığında iplik akma ve kopma işlemi başlamaktadır. Liflerin kayması diğer kopmayan lifler

üzerindeki desteği azaltır ve böylelikle ipliklerin yük dayanımı azalmış olur. Yüksek lif göçüne sahip olan ipliklerde lifler birbirine daha sıkı yapıda dururlar ve liflerin kayması kısıtlanır. Böylelikle ipliklerin mukavemet değerlerinin liflerin birbiri üzerinden kaymasıyla oluşan zayıf yapının mukavemeti değil, daha sıkı yapıdaki ipliklerdeki liflerin kopma mukavemeti belirler. Bu da kopma mukavemetini ve uzamayı artırmaktadır. Siro-spun ipliklerin lif göçü değerleri yüksektir ve sırasıyla kompakt, solo ve geleneksel iplikler tarafından takip edilmektedir. Geleneksel ring ipliklerinin diğer ipliklere göre daha düşük mukavemetli olmasının sebebi düşük lif göçü, liflerin iplik yapısı içerisinde daha az düzgün dağılması, daha az düzgün ve daha fazla tüylü olması ve iplik yapısı içerisinde katlanmış ve karışmış liflerin daha çok olmasıyla ilişkilendirilebilir. Bununla birlikte iplik kalite indeksi ipliklerin kopma ve uzama değerleriyle doğru düzgünsüzlük değerleriyle ters orantılıdır. İplik kalite indeksi hesaplandığında siro-spun ipliklerin tüm büküm seviyelerinde en yüksek kalite indeksine, geleneksel ring ipliklerin ise en düşük kalite indeksine sahip olduğu görülmektedir.

Kompakt iplikçilik teknolojisi, eğirme üçgeni yapısının küçültülmesi sayesinde geleneksel teknolojide üretilen ipliklere göre daha iyi özelliklerde iplik üretilmesini sağlamaktadır (Başal ve Oxenham, 2006; Altaş ve Kadoğlu, 2012; Ganesan ve Ramakrishan, 2006). Bununla birlikte, kompakt eğirme teknolojisinden üretilen kumaşlar da geleneksel ipliklerden üretilen kumaşlara göre daha iyi özelliklere sahiptir (Raja ve diğer., 2015, Akhar ve diğer., 2020, Kim, 2017, Kaynak ve Çelik, 2018). Su ve diğer. (2015) çalışmalarında siro-spun ve kompakt iplikçilik teknolojisini birleştirerek kompakt siro-spun ipliklerini üretmiştir ve siro-spun ipliklerinin özellikleriyle karşılaştırmıştır. Yapısal olarak karşılaştırıldığında kompakt siro-spun ipliklerin kompakt ipliklere göre daha sıkı yapıda ve daha iyi yüzey özelliklerine sahip olduğu ve siro-spun ipliklere göre daha az tüylülük değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun kompakt-siro spun ipliklerinde bulunan yoğunlaştırıcı bölge sayesinde oluşan eğirme üçgeninin azaltılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Enine kesitleri incelendiğinde kompakt siro-spun ipliklerinin siro-spun ipliklere göre daha düzenli lif dağılımına sahip olduğu ve daha çok çift katlı yapıya sahip olduğu görülmektedir (Şekil 1.24).

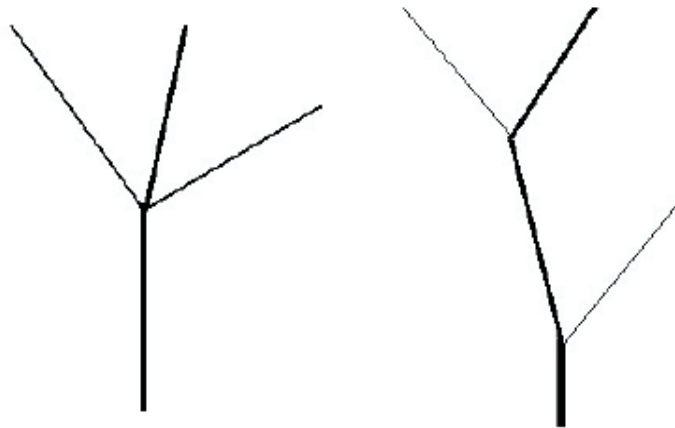


Şekil 1.24 a. Kompakt siro-spun enine kesit görünüşü b. Siro-spun enine kesit görünüşü (Su ve diğer., 2015)

Ünal ve Ömeroğlu (2013) çalışmalarında kompakt teknolojiye üretilen siro-spun ipliklerinin geleneksel siro-spun ipliklerine göre daha iyi patlama mukavemeti ve boncuklanma değerlerine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

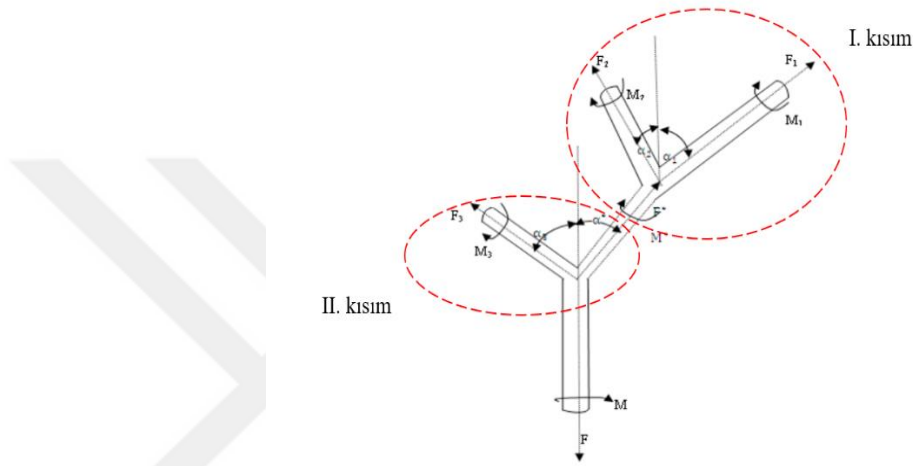
1.4.3 Üç Fitol İplik Üretim Yöntemleri

Literatür incelenmesinde üç fitil kesikli elyafın konu alındığı çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların bir kısmında üç fitil iplikçilikte iplik oluşum noktası matematiksel olarak analiz edilmiştir. He (2007), üç fitil ipliklerinin akıllı ve teknik tekstillerde kullanım alanı bulabileceğini belirtmiştir ve ayrıca aynı anda üç fitilin çekim sistemine beslenerek iplik üretiminin sağlandığı sistemde, birden fazla iplik oluşum noktasının oluşabileceğini de belirtmiştir (Şekil 1.25).



Şekil 1.25 Farklı yapılarda üç fitil iplik oluşumu (He, 2007)

Su ve diğ̇er. (2013), He (2007) tarafından önerilen üç fitil iplikçilikte oluşan asimetrik eğirme üçgeni yapısını incelemişlerdir. Eşitlik 1.11 ve 1.12’de nihai iplik yapısında oluşan gerilme F, elastik dönme momenti M, her bir fitil ve iplik çapı R olarak tanımlanmıştır. Asimetrik eğirme üçgenine sahip üç fitil iplikçilikte iki iplik oluşum noktası bulunmaktadır. Bu nedenle yapılan analizde, eğirme üçgeni yapısı iki ayrı kısımda incelenmiştir (Şekil 1.26).



Şekil 1.25 Üç fitil iplikçilikte oluşan asimetrik eğirme üçgeni yapısındaki parametrelerin gösterimi (Su ve diğ̇er., 2013)

Her iki kısım ayrı ayrı incelendiğinde, I. Kısımda oluşan ön eğirme üçgeninde, her bir bileşen üzerindeki gerilimler Eşitlik 1.9 ve 1.10 ile tanımlanmıştır.

$$F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 = F' \cos \alpha' \quad (1.9)$$

$$F_1 \sin \alpha_1 = F_2 \sin \alpha_2 + F' \sin \alpha' \quad (1.10)$$

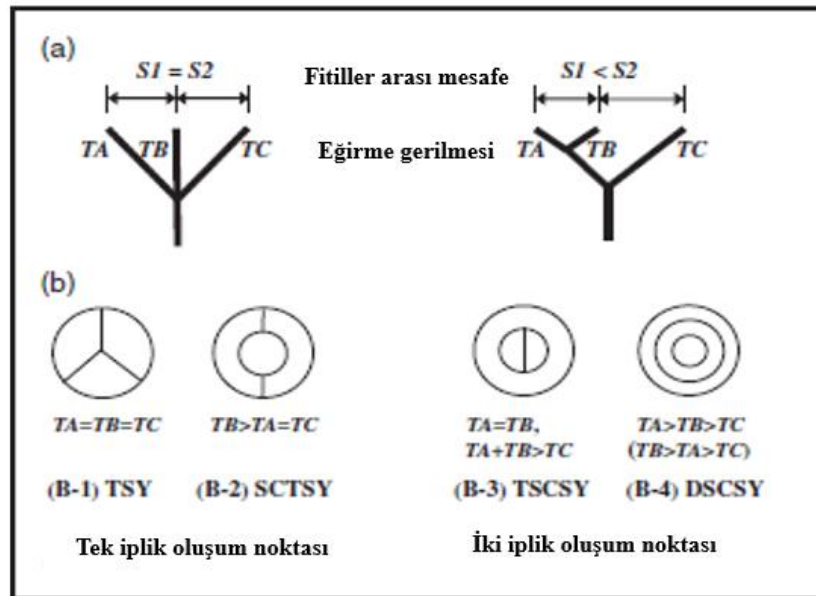
Eşitlik 1.9 ve 1.10’ da verilen F_1 ve F_2 her bir fitil üzerindeki gerilmeyi, α_1 ve α_2 açıları iki fitilin oluşturduğu iplik yapısına etki eden gerilme kuvveti doğrultusuyla yaptığı açıyı göstermektedir. Fitiller üzerine etki eden gerilme kuvvetlerinin uygulanan kuvvet eksenindeki bileşenlerinin toplamı, maruz kaldıkları kuvvetin aynı eksenindeki bileşenine eşittir. Ancak aynı kısımda, yatay yönde etki eden kuvvetler incelendiğinde, büküm yönüne bağlı olarak, I. Kısımda yer alan iplik oluşum noktasına yakın fitil

üzerindeki yatay yönde kuvvet bileşeni ile oluşturdukları yapının aynı yöndeki kuvvet bileşenin toplamı, iplik oluşum noktasına uzak olan fitilin yatay yöndeki kuvvet bileşenine eşittir. Benzer şekilde II. kısımda yer alan ve nihai iplik yapısını oluşturan iplik oluşum noktası da incelendiğinde, her bir bileşen üzerindeki gerilmeler Eşitlik 1.11 ve 1.12 ile ifade edilmektedir.

$$F' \cos \alpha_1 + F_3 \cos \alpha_3 = F \quad (1.11)$$

$$F_3 \sin \alpha_3 = F' \sin \alpha' \quad (1.12)$$

Üç fitilden aynı anda iplik eğrilmesinde farklı geometrik yapıda iplik oluşum noktaları oluşmaktadır. Matsumoto ve diğer. (2014) üç fitil iplik üretiminde oluşan iki farklı iplik oluşum yapısını incelemiştir. İplik oluşum noktası geometrisine göre enine kesiti farklı olan iplikler elde edilmektedir (Şekil 1.27).

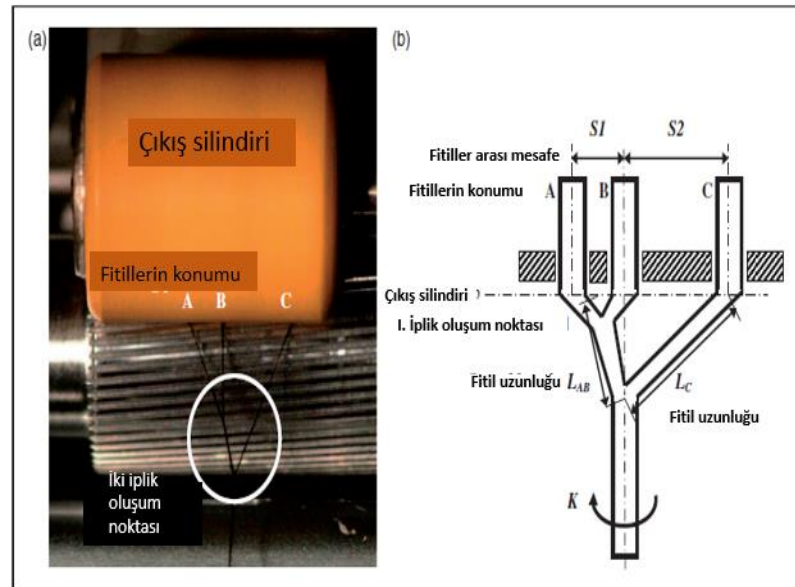


Şekil 1.27 Üç fitil iplikçiliğinde oluşan farklı yapıdaki iplik oluşum geometrisi ve ipliklerin enine kesitleri (Matsumoto ve diğer., 2014)

Üç fitilin aynı anda eğirme sistemine beslendiği eğirme yöntemlerinde eğirme parametreleri iplik özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Fitiller arası mesafe üç fitil iplikçiliğinde üretilen iplik karakteristiğini etkileyen en önemli parametrelerden

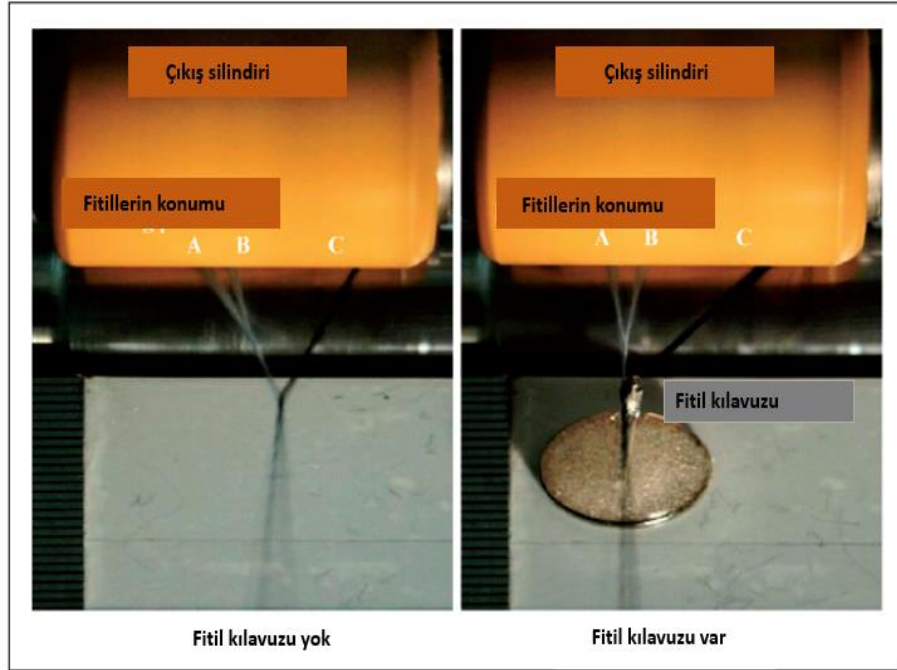
bir tanesidir. Fitiller arası mesafenin eşit olduğu ($S1=S2$) veya fitiller arası mesafenin ($S1<S2$) birbirinden farklı olduğu durumlarda da iplik üretim mümkündür. Fitiller arası mesafenin aynı olmadığı durumlarda iki iplik oluşum noktası oluşmaktadır. İplik yapısını oluşturan fitiller üzerindeki gerilmelerin T_A , T_B ve T_C olduğunu varsayarsak fitiller arası mesafenin eşit olduğu durumlarda $T_A=T_B=T_C$ olmaktadır ve iplik yapısında liflerin oranı birbirine eşit olur (T_{SY}). Fitiller arası mesafenin eşit olmadığı ($S1<S2$) durumda ise $T_A<T_B$ ve $T_B=T_C$ durumu oluşmaktadır ve iki stapel lif demetinin manto yapısını oluşturduğu iplik yapısı oluşmaktadır (SCT_{SY}). Bununla birlikte $S2<S1$ olduğu ve fitil üzerindeki gerilmelerin kontrol ettiği durumlarda $T_A=T_B$ ve $T_A+T_B>T_C$ olduğu durumlarda ise özde iki stapel lif demetinin olduğu iplik yapısı oluşmaktadır (TSC_{SY}). Son olarak her bir fitilin gerilimin ayı ayrı ayarlandığı $T_A>T_B>T_C$ olduğu durumda ise her bir fitilin iplik yapısı etrafında manto görevi gördüğü iplik yapısı oluşmaktadır (DCC_{SY}) (Şekil 1.27).

Çalışma kapsamında fitiller arası mesafenin birbirinden ayrı olduğu TSC_{SY} tip iplik üretimi Şekil 1.28’de gösterilmektedir. İplik üretimi için üç fitil ayrı ayrı çekim sistemine beslenmiş olup, ön silindirden çıkarken ayrı fitiller arası mesafesine sahiptirler. Böylelikle birbirine daha yakın olan iplikler öz yapısını oluştururken daha uzak olan fitil manto yapısını oluşturmaktadır.

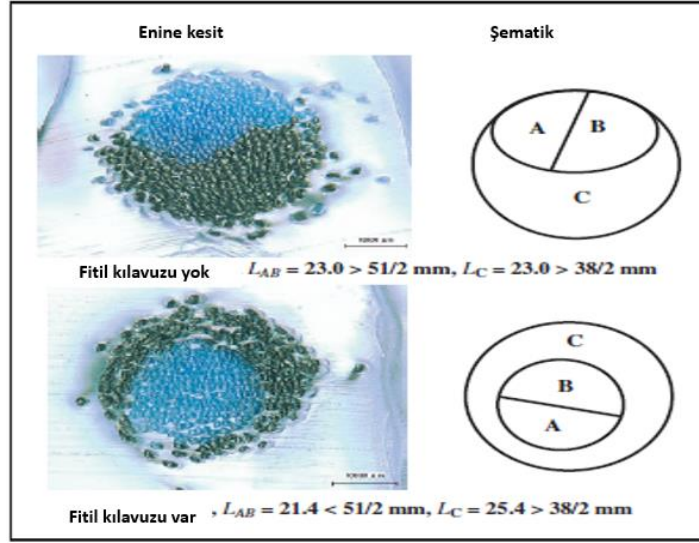


Şekil 1.28 Farklı fitiller arası mesafede üç fitil iplik üretimi (TSC_{SY}) (Matsumoto ve diğer., 2014)

Çok fitilli iplik üretiminde her bir fitil üzerindeki gerilim, eğirme üçgeni içerisindeki fitil uzunluğuna bağlı olduğundan fitillerin iplik oluşum noktasına kadar olan uzunluğu önemlidir. Şekil 1.27’de gösterilen üç fitil iplik oluşumunda yer alan A, B ve C fitillerinin uzunluklarının sırasıyla LA, LB, LC olduğunu ve ilk iplik oluşum noktasının ikinci iplik oluşum noktasına olan uzaklığının LAB olduğu varsayıldığında LAB ve LC arasındaki ilişki iplik yapısı içerisindeki liflerin yerleşimi ve iplik yapısı üzerinde etkilidir (Şekil 1.29). Çok fitilli iplik üretiminde, her bir fitil üzerine etki eden kuvvet, fitillerin eğirme üçgeni içerisindeki uzunluğu ile ilgilidir. Fitillerin eğirme üçgeni içerisindeki uzunluğu ise çekim sistemine beslenen fitillerin arasındaki mesafe ile ilgilidir. Eğirme üçgeni yapısı içerisindeki fitillerin uzunluğunun kontrolü, eğirme üçgeni yapısının kontrol edilmesiyle de sağlanabilir. Matsumoto ve diğer. (2014) çalışmalarının devamında tepe noktası kontrol edilen ve edilmeyen eğirme üçgeni için (Şekil 1.30), farklı kesme uzunluğuna sahip liflerden üretilen iplik enine kesitinde liflerin yerleşimini de göstermektedir (Şekil 1.31). Eğirme üçgeni yapısı kontrol edilerek, lifler üzerindeki gerilim değişimi, dolayısıyla kesikli liflerden öz-manto yapısında iplik üretimi gerçekleştirilebilir.

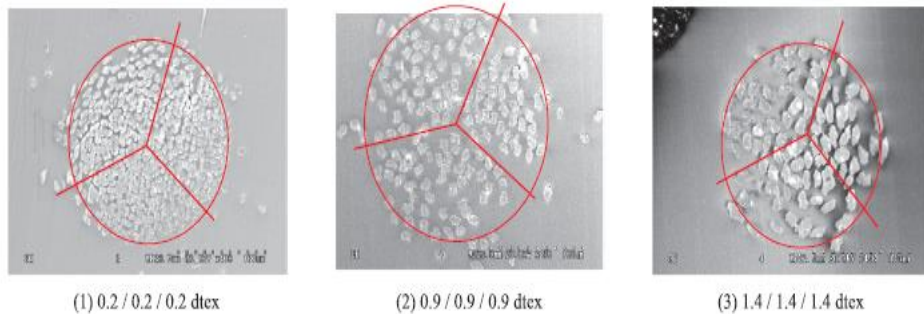


Şekil 1.29 İplik oluşum noktasının kılavuz yardımıyla yerinin değişmesi (Matsumoto ve diğer., 2014)

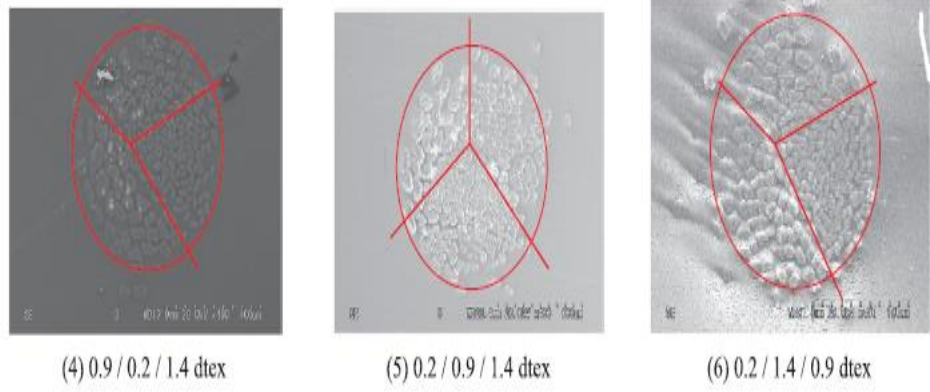


Şekil 1.30 Kılavuz kullanılmadığı ve kullanıldığı üç fitil ipliklerin enine kesitleri (Matsumoto ve diğer., 2014)

Lif uzunluğu ve inceliği iplik yapısı içerisinde liflerin yerleşimini etkileyen önemli parametrelerdendir. Farklı uzunluk ve incelikteki liflerden üretilen üç fitil iplikçiliğinde ince ve uzun lifler iplik merkezine doğru yerleşirken daha kalın ve kısa lifler ipliğin dış katmanında kalmaktadır. Matsumoto ve diğer. (2009) çalışmalarında farklı incelikteki liflerden üç fitil iplik üretimini incelemiştir. Çalışma kapsamında aynı incelikte ve farklı incelikte liflerden üç fitil iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Üç fitilin aynı inceliğe sahip olan liflerden üretildiği üç fitil ipliklerinin enine kesiti Şekil 1.31’de gösterilmektedir. Farklı incelikte liflerden üretilen üç fitil iplikleri sırasıyla (0,9/0,2/1,4), (0,2/0,9/1,4), (0,2/1,4/0,9) dtex inceliklere sahip liflerden üretilmiştir ve enine kesitleri Şekil 1.32’de verilmektedir.



Şekil 1.31 Aynı lineer yoğunlukta liflerden üretilen üç fitil ipliklerinin enine kesitleri (Matsumoto ve diğer., 2009)

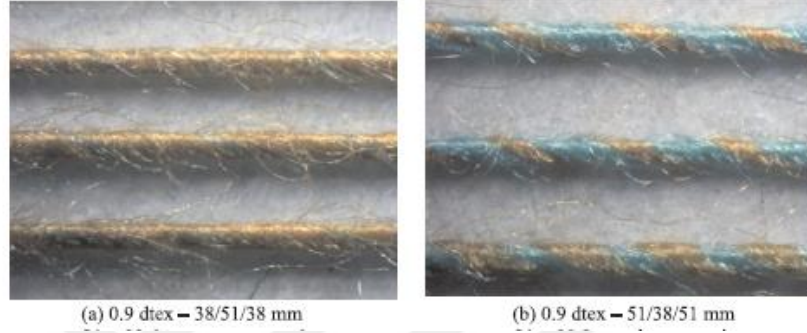


Şekil 1.32 Farklı lineer yoğunlukta liflerden üretilen üç fitil ipliklerinin enine kesitleri (Matsumoto ve diğer., 2009)

Aynı lineer yoğunlukta liflerden üretilen ipliklerde lif çapı arttıkça iplik çapının azaldığı görülmektedir. Bununla birlikte aynı incelikteki liflerden üretilen üç fitil ipliklerinin merkez açısı 120 derecedir. Farklı incelikteki liflerden üretilen üç fitil ipliklerinde ise lif inceliği arttıkça merkez açısı artmaktadır. Üretilen ipliklerin kalınlık değişim değerleri incelendiğinde farklı incelikteki liflerden üretilen üç fitil ipliklerinin kalınlık değişimleri değerlerinin aynı incelikteki liflerden üretilen üç fitil ipliklerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Farklı incelikteki liflerden üretilen iplikler kıyaslandığında ise, 0,2 dtex inceliğe sahip liflerin merkezde olduğu üç fitil ipliklerinin değerlerinin diğer farklı incelikte liflerden üretilen üç fitil ipliklerine göre daha düşük olduğu görülmektedir. Kopma uzaması ve kopma mukavemeti değerleri incelendiğinde üç fitil iplik türlerinin kopma mukavemeti değerlerinin aynı numaradaki tek katlı ipliklere göre daha yüksek olduğu da görülmektedir. 1,4 dtex lineer yoğunlukta liflerin merkezde yer aldığı ipliklerin, merkezde daha düşük lineer yoğunlukta liflerin yer aldığı ipliklere göre daha yüksek kopma mukavemetine sahip olduğu görülmektedir. Kopma uzaması değerleri de incelendiğinde farklı incelikteki liflerden üretilen ipliklerin değerlerinin aynı incelikteki liflerden üretilen ipliklere göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Matsumoto ve diğer. 2009).

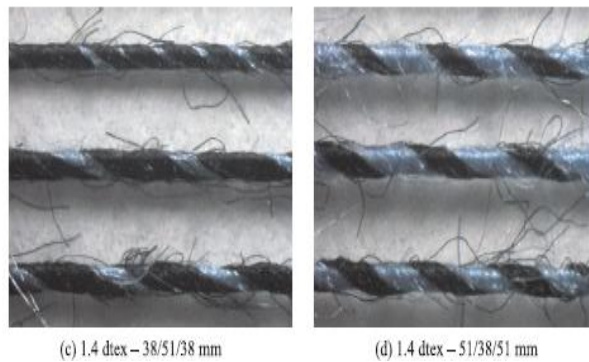
Liflerin inceliğinin ve uzunluğunun etkisinin incelendiği bir diğer çalışmada ise (Matsumoto ve diğer., 2010) aynı incelikte ve farklı uzunluklarda, farklı incelikte ve farklı uzunluklarda liflerden üç fitil iplik üretimi yapmışlardır. 0,9 dtex incelikteki ve sırasıyla 38-51-38 mm kesme uzunluğuna sahip liflerden üretilen üç fitil ipliklerinin

uzunluklarına görünümleri Şekil 1.33'de gösterilmektedir. Bununla beraber 0,9 dtex incelikteki ve sırasıyla 51-38-51 mm kesme uzunluğuna sahip liflerden üretilen üç fitil ipliklerinin boyuna yöndeki görünümleri Şekil 1.33b'de gösterilmektedir. Merkez lifi olarak daha uzun kesme uzunluğuna sahip liflerde daha iyi kaplama olduğu görülmektedir (Şekil 1.33).



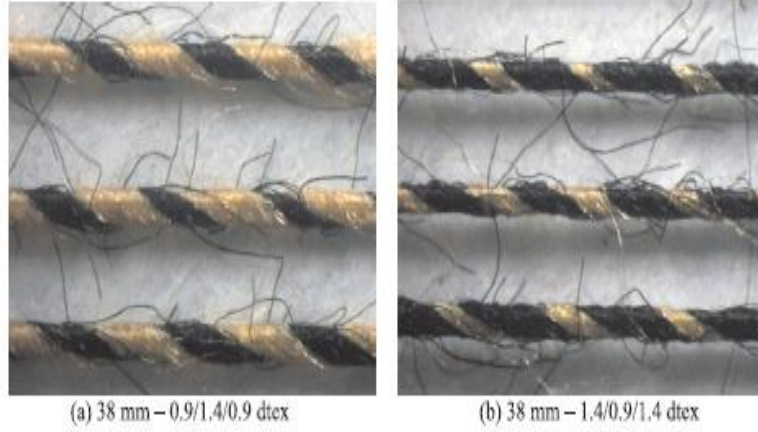
Şekil 1.33 Aynı lineer yoğunlukta (0,9 dtex) ve farklı kesme uzunluğuna sahip liflerden üretilen üç fitil ipliklerinin uzunluklarına görünümleri (Matsumoto ve diğer., 2010)

1,4 dtex lineer yoğunlukta ve sırasıyla 38-51-38 mm kesme uzunluğuna sahip liflerden üretilen üç fitil ipliklerinin uzunluklarına görünümleri Şekil 1.34'te gösterilmektedir. Ayrıca 1,4 dtex incelikteki ve sırasıyla 51-38-51 mm kesme uzunluğuna sahip liflerden üretilen üç fitil ipliklerinin uzunluklarına görünümleri de Şekil 1.34'te gösterilmektedir. Farklı incelikte ve aynı kesme uzunluklarında üretilen ipliklerin uzunluklarına görünümlerinin birbirine benzer olduğu görülmektedir. Buradan lif inceliğinin ipliklerin yapısındaki öz-manto oranına benzer olduğu görülmektedir.

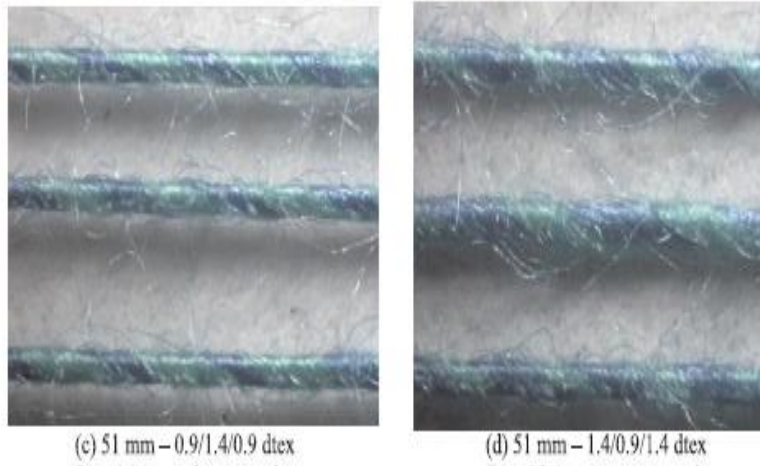


Şekil 1.34 Aynı lineer yoğunlukta (1,4 dtex) ve farklı kesme uzunluğuna sahip liflerden üretilen üç fitil ipliklerinin uzunluklarına görünümleri (Matsumoto ve diğer., 2010)

38 ve 51 mm kesme uzunluğuna sahip ve sırasıyla 0,9/1,4/0,9 dtex ve 1,4/0,9/1,4 dtex lineer yoğunluklarda liflerden üretilen ipliklerin boyuna yöndeki görünüşleri Şekil 1.35 ve Şekil 1.36'da verilmektedir. Uzunluklarına görünüşleri incelendiğinde Şekil 1.35a ve 1.36c' de daha iyi öz manto oranının olduğu düşünülmektedir.



Şekil 1.35 38 mm kesme uzunluğuna ve farklı lineer yoğunluklara sahip liflerden üretilen üç fitil ipliklerinin uzunluklarına görünüşleri



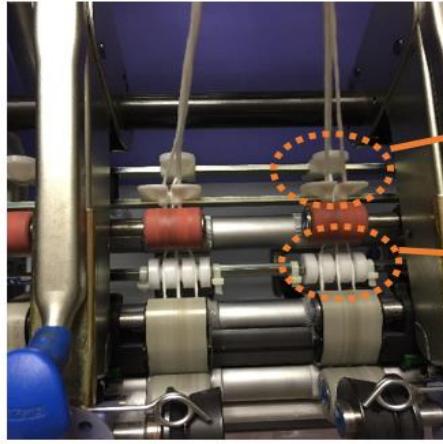
Şekil 1.36 51 mm kesme uzunluğuna ve farklı lineer yoğunluklara sahip liflerden üretilen üç fitil ipliklerinin uzunluklarına görünüşleri

Literatür incelendiğinde üç fitil ipliklerinin iplik oluşum noktasının analizi ve üretilen ipliklere ait çalışmalar olduğu görülse de, iplik üretimi ve üretim parametrelerinin incelendiği çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Demir ve Kılıç (2017) çalışmalarında, üç fitili çekim sistemine fitiller arası mesafe kontrolü yapmadan

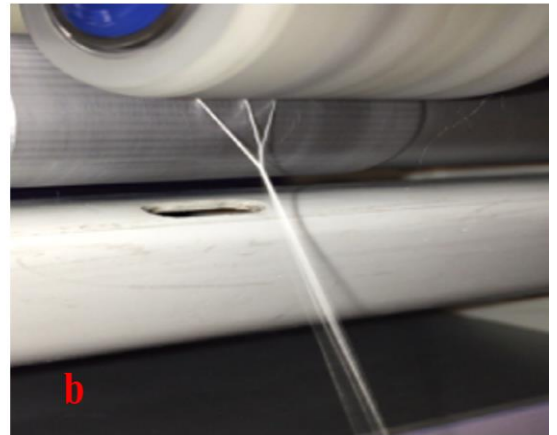
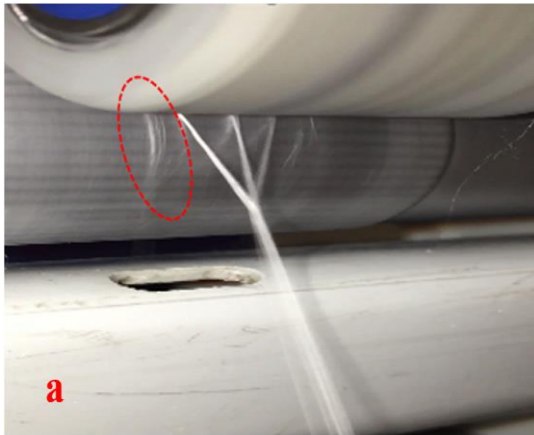
iletmiş ve üç fitil iplik üretimini gerçekleştirmişlerdir. Üretilen ipliklerin özellikleri aynı numara ve büküm seviyesinde üç katlı iplik özellikleriyle karşılaştırmıştır. Sonuçlar üç fitil ipliklerinin üç katlı ipliklere göre tüylülük olarak daha iyi olduğunu ancak düzgünsüzlük özellikleri olarak geliştirilmesi gerektiğini göstermiştir. Daha sonraki çalışmalarında Demir ve Kılıç (2019 ve 2020a), üç fitil ipliği üretim yöntemlerini ve üretim parametrelerinin üç fitil iplik özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Bu kapsamda fitiller arası mesafenin kontrol edilmediği ve edildiği iki farklı üç fitil üretim yöntemi geliştirilmiştir. Birinci yöntemde cağıktan beslenen fitiller sadece üçlü fitil hunisinden geçirilerek çekim sitemine beslenmiştir (Şekil 1.37). İkinci yöntemde ise üçlü fitil hunisiyle beraber üç kanallı iletici silindir üretim sistemine yerleştirilmiştir ve fitiller arası mesafe kontrol edilmiştir (Şekil 1.38). Ayrıca üretilen üç fitil iplikleri aynı numara ve bükümde üretilen üç katlı ipliklerle karşılaştırılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, her iki tip üç fitil ipliğinin tüylülük, çap, dairesellik, pürüzlülük gibi değerlerinin arasında istatistiksel olarak fark olmadığı ve üç katlı ipliklerden üstün olduğu görülmektedir. Bununla birlikte mekanik özellikler karşılaştırıldığında üç fitil ipliklerinin ve üç katlı ipliklerle benzer özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük ve sık rastlanan hatalar bakımından geliştirilmesi gerektiği görülmektedir. Bununla birlikte fitiller arası mesafenin kontrol edildiği ve 6 mm olarak ayarlanan üç fitil iplik üretim yönteminde, simetrik fakat fitiller arası mesafenin kontrol edilmediği yöntemde göre daha büyük eğirme üçgeni yapısı oluştuğu belirtilmektedir (Şekil 1.39). Ayrıca, fitiller arası mesafenin kontrol edilemediği üç fitil iplik üretim yönteminde birden fazla iplik oluşum noktasının oluştuğu da görülmektedir. Daha iyi özelliklerde iplik üretimi gerçekleştirmek için üç fitil ipliğinde oluşan eğirme üçgeni yapısının kontrol edilmesi gerektiği de belirtilmektedir. Üç fitil ipliklerinin gerek üç katlı ipliklere ekonomik bir alternatif olması, gerekse de farklı hammaddeleri aynı iplik yapısında birleştirmesi sebebiyle geniş bir kullanım alanına sahip olabileceği öngörülmektedir (Demir ve diğer., 2018a).



Şekil 1.37 Üç fitil büküm ipliği üretim yöntemi (Demir ve Kılıç, 2020)



Şekil 1.38 İletici silindirli üç fitil büküm ipliği üretim yöntemi (Demir ve Kılıç, 2020)



Şekil 1.39 Üç fitil iplik üretim yönteminde oluşan eğirme üçgeni yapıları a) İletici silindirli üç fitil üretim yöntemi b) iletici silindirsiz üç fitil ipliği üretim yöntemi(Demir ve Kılıç, 2020a)

1.5 Çalışmanın Amacı

Son yıllarda oldukça hızlı değişen son kullanıcı beklentilerini karşılama, farklı yapılarda ve daha kaliteli iplik üretimini gerçekleştirme veya mevcut iplik üretim teknolojilerini daha ekonomik hale getirme amacı alternatif eğirme teknolojilerinin gelişimini hızlandırmıştır. Mevcut olarak kullanılan alternatif eğirme teknolojileri, geleneksel ring eğirme teknolojilerinden geliştirilen ve geleneksel eğirme teknolojisine göre farklı prensipte çalışan eğirme teknolojileri olarak iki ana gruba ayrılabilir.

Geleneksel ring eğirme teknolojisinden geliştirilen alternatif eğirme teknolojileri, mevcut teknolojinin geniş kullanım alanı, mevcut teknoloji üzerinde kolay adapte edilmesi ve geniş bilgi birikimi gibi faydalar sayesinde yaygın bir kullanım alanına sahip olabilmektedir. Siro-spun (büküm iplikçiliği) ve kompakt eğirme teknolojisi, geleneksel ring eğirme teknolojisi üzerinde bir takım iyileştirmeler yaparak elde edilen ve daha kaliteli veya daha ekonomik iplik üretimini sağlayan iki ana alternatif eğirme teknolojisi olarak sayılabilir.

Aynı anda üç fitilin çekim sistemine beslenerek iplik üretiminin gerçekleştirildiği üç fitil büküm iplikçiliği hakkındaki çalışmalar oldukça sınırlıdır. Üç fitil iplikleri hem yapı olarak benzer üç katlı ipliklere göre katlama ve büküm işlemlerinin üretim sürecinden elimine edilmesini sağlayarak ekonomik bir alternatif, hem de aynı anda üç farklı hammaddeyi yapısında barındırmasını sağlayan kompozit yapısı sebebiyle spesifik amaçlar için kullanılacak alternatif bir iplikçilik türü olabilecektir.

Bu çalışma kapsamında, üç fitil ipliklerini daha iyi kalite özelliklerinde üretmek amacıyla siro-spun ve kompakt eğirme teknolojisinden esinlenilerek kompakt üç fitil iplik eğirme teknolojisi geliştirilmiştir. Aynı anda üç fitilin çekim sistemine beslenerek iplik üretmeyi amaçlayan kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde, fitillerin çekim sistemine düzgün beslenmesini sağlamak ve fitiller arası mesafeyi kontrol etmek için siro-spun iplikçiliğine benzer olarak üçlü fitil hunisi ve üç kanallı iletici silindir tasarlanmıştır. Her bir fitil için kompaktlaştırma bölgesi oluşturmak için de yine delikli

silindirli pnömatik kompakt iplikçilikte yer alan hava emiş parçası ve hava emiş kılavuzu üç fitil için yeniden tasarlanmıştır. Tüm parçaların tasarımı bilgisayar destekli tasarım programı olan SolidWorks programı ile yapılmıştır.

Delikli silindirli pnömatik kompakt eğirme teknolojisinde kompaktlaştırma bölgesi, silindirle üzerinde bulunan deliklerin genişliği ile sınırlıdır. Bu sınırlı alanda üç fitil için ayrı ayrı kompaktlaştırma bölgesi oluşturabilmek adına farklı yapıda üç adet hava emiş kılavuzu ve iki adet hava emiş parçası tasarlanmıştır. Tasarlanan yardımcı parçaların kompaktlaştırma bölgesindeki etkinliği için farklı yapılarda tasarlanan hava emiş kılavuzu (hava emiş kılavuzu-1, hava emiş kılavuzu-2, hava emiş kılavuzu - 3) ve hava emiş parçasının (hava emiş parçası-1, hava emiş parçası-2) birlikte kullanıldığı sistemler tasarlanmıştır. Tasarlanan ilk üç sistemde (sistem-1, sistem-2, sistem-3) farklı yapıda hava emiş kılavuzunun kompaktlaştırma bölgesindeki etkisini incelemek için hava emiş kılavuz-1, hava emiş kılavuzu-2 ve hava emiş kılavuzu-3, hava emiş parçası-1 ile beraber kullanılmıştır. Tasarlanan ilk üç sistemde daha iyi kompaktlaştırma sonucu veren hava emiş kılavuzu (hava emiş kılavuzu-3), hava emiş parçası-2 ile beraber kullanılarak (sistem-4), hava emiş parçasının kompaktlaştırma bölgesindeki etkisi de incelenmiştir. Tasarlanan yardımcı parçaların kompaktlaştırma bölgesindeki etkinliği SolidWorks akış simülasyonu paket programı kullanılarak hesaplamalı akışkanlar dinamiği ile analiz edilmiştir. Yeni geliştirilen bu teknolojiye kompaktlaştırma efekti mevcut olarak kullanılan Rieter K45 kompakt iplik teknolojisinin kompaktlaştırma efekti referans alınarak incelenmiştir. Bu amaçla Rieter K45 kompakt eğirme teknolojisinin kompaktlaştırma alanı da SolidWorks bilgisayar destekli tasarım programı ile tasarlanmıştır ve yine SolidWorks akış simülasyonu paketi kullanılarak hesaplamalı akışkanlar dinamiği analizleriyle incelenmiştir. Hesaplamalı akışkanlar dinamiğine göre daha iyi kompaktlaştırma sağlayan yardımcı parçalar (hava emiş kılavuzu-3 ve hava emiş parçası-2) üç boyutlu yazıcılar kullanılarak üretilmiştir.

Yeni geliştirilen kompakt üç fitil iplik eğirme teknolojisinde üretilen ipliklerin özellikleri hem uzun yıllardan beri ticari olarak kullanılan ipliklerle hem de benzer yapıda olan kompakt üç katlı ipliklerle karşılaştırılmıştır. Ayrıca, tasarlanan kompakt

üç fitil eğirme teknolojisindeki kompaktlaştırma efektinin üç fitil iplik özellikleri üzerine etkilerini incelemek için ring üç fitil ve kompakt üç fitil iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Son olarak üç fitil ipliklerinde fitiller arası mesafenin iplik özellikleri üzerine etkilerini incelemek için farklı fitiller arası mesafede ring üç fitil iplik üretimi gerçekleştirilmiştir.

Kompakt üç fitil ipliklerinin ticari olarak kullanılan ipliklerle karşılaştırılması için, Ne 150/3 numaralı kompakt üç fitil, Ne 100/2 kompakt siro-spun ve Ne 50/1 kompakt tek katlı iplik üretimi gerçekleştirilmiştir ve üretilen ipliklerin fiziksel, yapısal ve mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır. İplik üretiminde doğal hammaddelerden pamuk, rejenere ham maddelerden Modal ve sentetik hammaddelerden poliester kullanılmıştır. Bu ipliklerden ayrıca dokuma kumaşlar üretilerek kumaş özellikleri de karşılaştırılmıştır.

Üç fitil ipliklerinin üretiminde her bir fitil için oluşturulan kompaktlaştırma bölgesinin iplik özellikleri üzerindeki etkisini inceleyebilmek için iki farklı numarada kompakt üç fitil ve ring üç fitil iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin üretiminde pamuk, Modal ve poliester lifleri, Ne 90/3 numaralı kompakt ve ring üç fitil ipliklerinin üretiminde sadece Modal lifleri kullanılmıştır. Her iki iplik türünde meydana gelen eğirme üçgeni yapısı da teorik olarak incelenmiştir.

Yapı olarak benzer ve üretim yöntemi sebebiyle üç katlı ipliklere ekonomik bir alternatif olabilecek kompakt üç fitil ipliklerinin özellikleri, kompakt üç katlı iplikler ile de karşılaştırılmıştır. Bu amaçla Ne 90/3 ve Ne 60/3 numaralarda doğal hammaddelerden pamuk, rejenere ham maddelerden Modal ve sentetik hammaddelerden Poliester kullanılarak kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı iplik üretimi gerçekleştirilmiştir.

İplik üretiminin son aşamasında farklı fitiller arası mesafede ring üç fitil iplik üretimi gerçekleştirilmiştir ve üç fitil ipliklerinde fitiller arası mesafenin iplik özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Üretilen ipliklerin fiziksel ve yapısal özelliklerinin ölçülmesinde Uster Tester 6 test cihazı, mekanik özelliklerinin ölçülmesinde Uster Tensorapid test cihazı ve sürtünme özelliklerinin ölçülmesinde Lawson Hemphill CTT cihazı kullanılmıştır. Ayrıca nihai numarası Ne 50 olan ve Modal liflerinden üretilen kompakt üç fitil, ring üç fitil, kompakt siro-spun ve kompakt tek katlı iplilerin ve pamuk, poliester ve Modal liflerinden üretilen Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerin enine kesit görüntüleri de Rotary Mikrotom yardımıyla alınarak incelenmiştir.



BÖLÜM İKİ

MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

Tez kapsamında üretilen iplikler için doğal elyaf grubundan pamuk, sentetik elyaf grubundan poliester ve rejenere elyaf grubundan Modal lifleri kullanılmıştır.

2.1.1 İplik Üretiminde Kullanılan Liflerin Özellikleri

Tez kapsamında farklı hammadde gruplarından kullanılan liflere ait incelik (dtex) ve uzunluk (mm) değerleri Tablo 2.1’de verilmektedir.

Tablo 2.1 Deneysel çalışmada kullanılan liflerin özellikleri

Hammadde	Lif İnceliği (dtex)	Lif Uzunluğu (mm)
Pamuk	1,57	37,4
Modal	1,3	38
Poliester	1,3	38

2.1.1.1 Pamuk

Tez çalışması kapsamında Pima cinsi pamuk lifleri kullanılmıştır ve bu life ait HVI sonuçları Tablo 2.2’de yer almaktadır.

Tablo 2.2 Pamuk liflerinin özellikleri (HVI sonuçları)

Lif Özelliği	Ortalama Değer
İncelik (mikroner indeks)	4
Uzunluk (mm)	37,4
Mukavemet (cN/tex)	45,5
Uzama (%)	5,7
SCI	214
Üniformite (%)	86,7
Olgunluk	4,6
SFI (%)	8,6

2.1.1.2 Poliester

Çalışma kapsamında 1,3 dtex incelik ve 38 mm kesme uzunluğuna sahip poliester lifleri kullanılmıştır. Poliester lifinin mekanik özellikleri Tablo 2.3'te verilmiştir.

Tablo 2.3 Poliester lifinin mekanik özellikleri

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

2.1.1.3 Modal

Çalışma kapsamında 1,3 dtex incelik ve 38 mm kesme uzunluğuna sahip Modal lifleri kullanılmıştır. Modal lif çeşitleri Tablo 2.4'de verilmektedir.

Tablo 2.4 Modal lifi çeşitleri

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

2.1.2 İpliklerin Üretimi

Tez çalışması kapsamında geliştirilen üç fitil kompakt eğirme teknolojisinden üretilen iplikler, kompakt siro-spun, kompakt tek katlı, ring üç fitil ve kompakt üç katlı iplik özellikleriyle karşılaştırılmıştır. Bununla birlikte farklı fitiller arası mesafelerde üç fitil ipliklerinin üretimi de gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında üretilen iplikler

için tüm hammaddelerden farklı numaralarda fitiller üretilerek iplik üretiminde kullanılmıştır.

2.1.2.1 Harman Hallaç ve Tarak Makinaları

Çalışma kapsamında kullanılan tüm bantlar için Rieter B34 balya açıcı ve Rieter A79 Unistore esas temizleme makinası kullanılmıştır. Tarak makinası için Rieter C70 kullanılmıştır. Tarak makinasının üretim hızı 85 m/dk ve teorik üretimi 25 kg/s'dir. Üretilen tarak şeridi numarası Ne 0,100'dür.

2.1.2.2 Cer Makinası

Tüm hammadde grubunda üretilen fitiller için iki pasaj cer uygulanmıştır. Rieter SBD-22 birinci pasaj cer, Rieter SBD-24 ikinci pasaj cer olarak kullanılmıştır. Ne 1,2 fitil üretimi için, tüm hammadde gruplarında birinci pasaj cerde 5 dublaj ve 6 çekim, ikinci pasaj cerde 6 dublaj ve 6 çekim işlemi uygulanmıştır. Ne 2,4 ve Ne 3,6 fitil üretimi için tüm hammadde gruplarında birinci pasaj cerde 5 dublaj ve 7 çekim, ikinci pasaj cerde 6 dublaj ve 8,5 çekim uygulanmıştır.

2.1.2.3 Fitol Makinası

Tüm fitil numunelerinin üretiminde Marzoli fitil makinası kullanılmıştır. Ne 1,2 fitil üretimi için toplam çekim 10, Ne 2,4 fitil üretimi için toplam çekim 12 ve Ne 3,6 fitil üretimi için toplam çekim 18'dir. Tüm fitil üretimi için ortalama iğ devri 1050 dev/dk'dır.

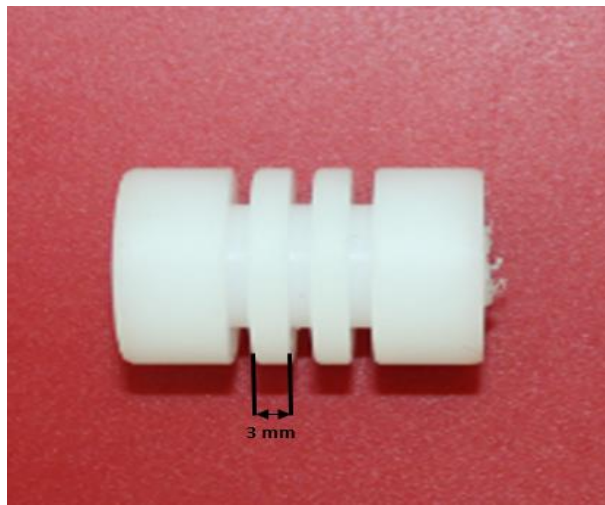
2.1.2.4 Kompakt Üç Fitol Eğirme Teknolojisi

Tez kapsamında geliştirilen ve iplik üretiminde kullanılan kompakt üç fitil eğirme teknolojisini hakkında detaylı bilgi "2.2.2 Kompakt Üç Fitol İplik Üretim Teknolojisinin Geliştirilmesi" başlığı altında anlatılmaktadır.

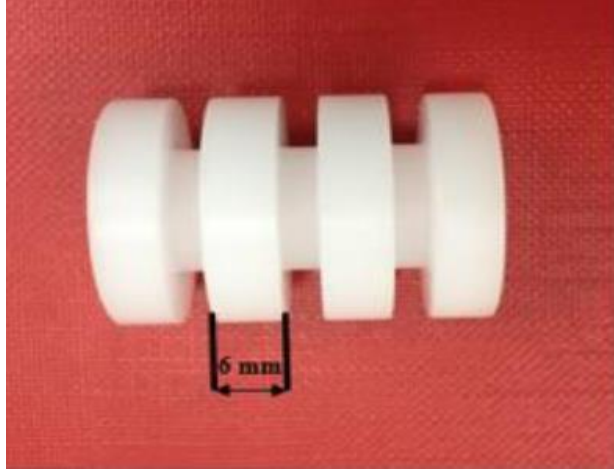
2.1.2.5 Ring Üç Fitol İplik Üretim Teknolojisi

Tez kapsamında, üç fitil kompakt eğirme teknolojisinde kullanılan kompaktlaştırma işleminin üç fitil iplik özellikleri üzerindeki etkisini incelemek için ring üç fitil iplik üretimi de gerçekleştirilmiştir. Ring üç fitil iplik üretim teknolojisinde de fitillerin çekim sistemine düzgün beslenmesini sağlamak için üçlü fitil hunisi ve çekim sisteminde fitillerin hareketlerini ve fitiller arası mesafeyi kontrol etmek için üç kanallı iletici silindir kullanılmıştır.

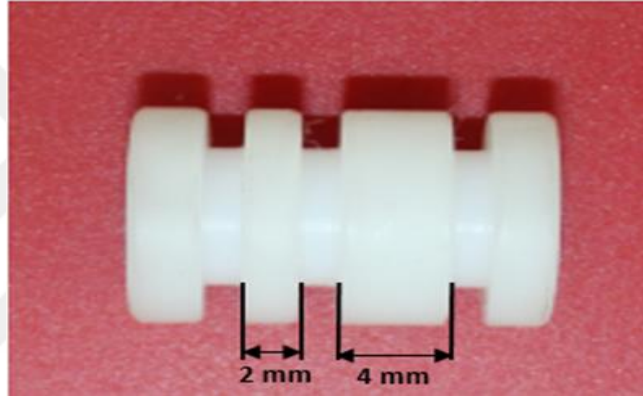
Birden fazla fitilin çekim sistemine aynı anda beslenerek iplik üretiminin gerçekleştirildiği teknolojilerde fitiller arası mesafe iplik özelliklerini etkileyen en önemli parametrelerden biridir. Tez çalışması kapsamında fitiller arası mesafenin üç fitil iplik özelliklerine etkisini incelemek için farklı yapılarda iletici silindirler tasarlanmıştır. Birinci tasarım, kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde de kullanılan ve fitiller arası mesafeyi 3 mm olarak ayarlayan iletici silindir (Şekil 2.1). İkinci tasarımda daha geniş aralıklarda iletici silindir tasarlanmıştır ve fitiller arası mesafe 6 mm olarak ayarlanmıştır (Şekil 2.2). Üçüncü tasarımda ise asimetrik yapıda iletici silindir tasarlanmıştır ve fitiller arası mesafe 2 mm - 4 mm olarak ayarlanmıştır (Şekil 2.3). Tasarlanan iletici silindirler Pinter Merlin laboratuvar tipi iplik makinasına monte edilerek üç fitil iplik üretimleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.4-2.6).



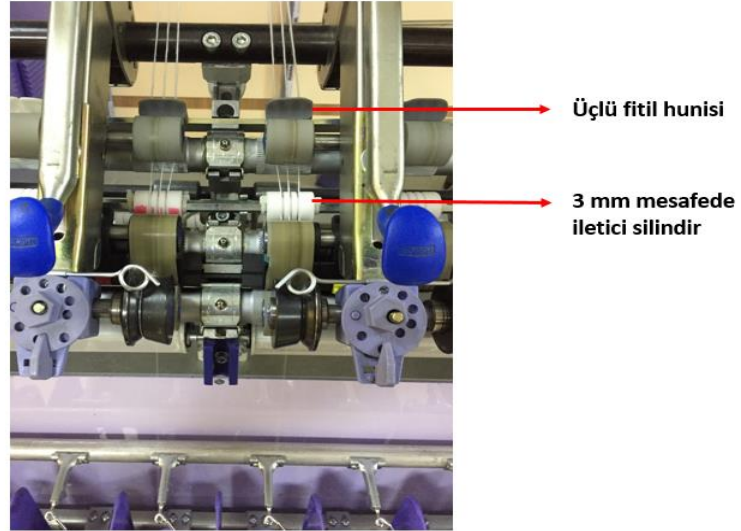
Şekil 2.1 3 mm mesafede iletici silindir (Kişisel arşiv, 2021)



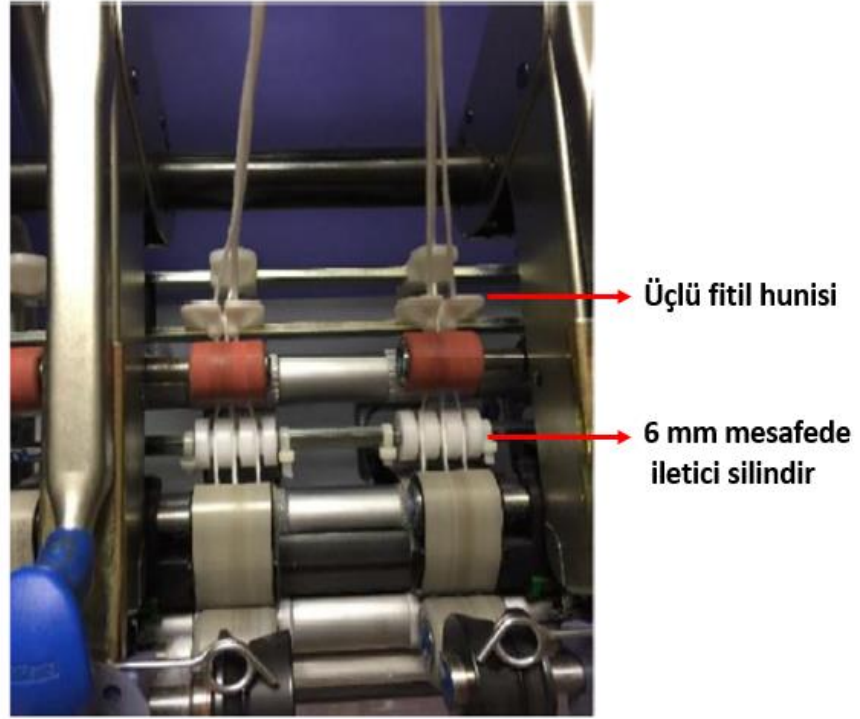
Şekil 2.2 6 mm mesafede iletici silindir (Kişisel arşiv, 2021)



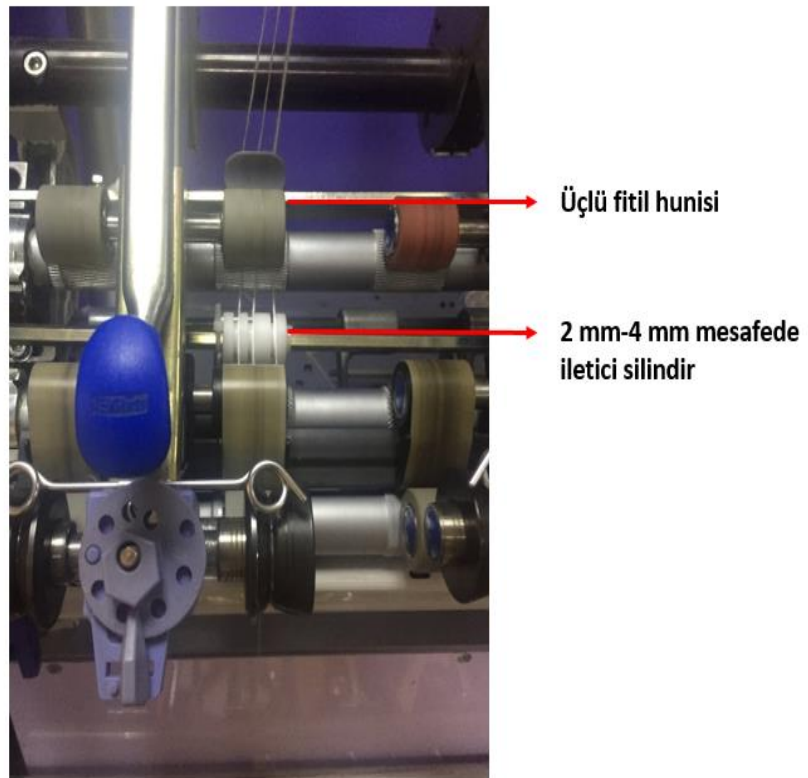
Şekil 2.3 2 mm-4 mm mesafede iletici silindir (Kişisel arşiv, 2021)



Şekil 2.4 3 mm mesafede iletici silindirin kullanıldığı ring üç fitil üretim teknolojisi (Kişisel arşiv, 2021)



Şekil 2.5 6 mm mesafede iletici silindirin kullanıldığı ring üç fitil üretim teknolojisi (Kişisel arşiv, 2021)



Şekil 2.6 2 mm-4 mm mesafede iletici silindirin kullanıldığı ring üç fitil üretim teknolojisi (Kişisel arşiv, 2021)

2.1.2.6 Kompakt Tek Katlı İplik Üretim Teknolojisi

Çalışma kapsamında üretilen kompakt tek katlı iplikleri Rieter K45 kompakt iplik makinası kullanılarak üretilmiştir.

2.1.2.7 Kompakt Siro-Spun İplik Üretim Teknolojisi

Kompakt siro-spun ipliklerinin üretiminde Rieter K45 kompakt iplik makinası kullanılmıştır. Kompakt siro-spun iplik üretiminde fitillerin çekim sistemine düzgün olarak beslenmesini sağlayan ikili fitil hunisi ve fitillerin çekim sisteminde hareketini kontrol eden ve fitiller arası mesafeyi ayarlayan iki kanallı iletici silindir kullanılmıştır.

2.1.2.8 Kompakt Üç Katlı İplik Üretimi Teknolojisi

Kompakt üç katlı iplik üretiminde öncelikle kompakt tek katlı iplikler Rieter K 45 kompakt iplik makinasında üretilmiştir. Daha sonra katlama işlemi Schärer Schweiter Mettler (SSM) katlama makinasında ve büküm işlemi Saurer Volkmann makinasında yapılmıştır.

2.1.3 Çalışmanın Deney Planı

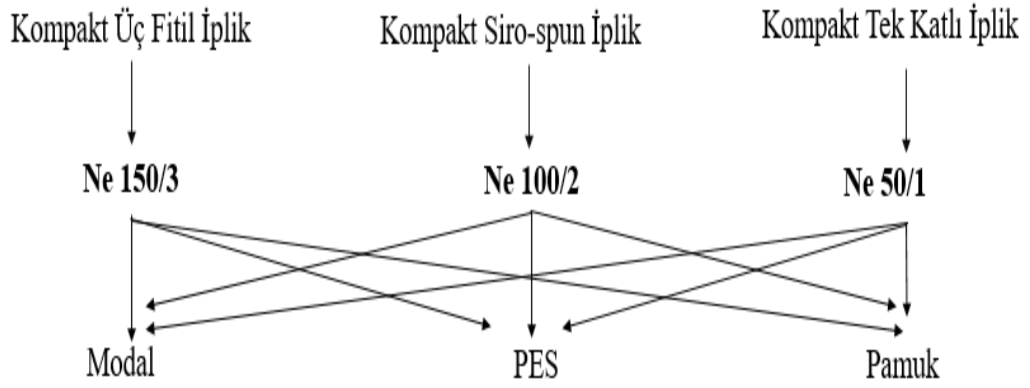
Tez çalışması kapsamında geliştirilen ve yeni bir eğirme teknolojisi olarak sunulan kompakt üç fitil iplik eğirme teknolojisinde üretilen ipliklerin özellikleri farklı eğirme teknolojilerinde üretilen ipliklerin özellikleriyle karşılaştırılmıştır. Birinci grup iplik üretiminde kompakt üç fitil iplik özellikleri uzun yıllardan beri kullanılan kompakt tek katlı ve kompakt siro-spun iplik özellikleriyle karşılaştırılmıştır. İkinci grup iplik üretiminde kompakt üç fitil iplik özellikleri ring üç fitil iplik özellikleriyle karşılaştırılmıştır. Üçüncü grup iplik üretiminde kompakt üç fitil iplik özellikleri kompakt üç katlı iplik özellikleriyle karşılaştırılmıştır. Dördüncü grup iplik üretiminde fitiller arası mesafenin ring üç fitil iplik özellikleri üzerinde etkisini incelemek için farklı fitiller arası mesafede ring üç fitil iplikleri üretilmiştir.

2.1.3.1 Kompakt Tek Katlı, Kompakt Siro-Spun ve Kompakt Üç Fitol İplik Üretimi

Çalışma kapsamında geliştirilen kompakt üç fitil iplik üretim teknolojisinde üretilen ipliklerin özellikleri kompakt tek katlı ve kompakt siro-spin iplikleriyle karşılaştırılmıştır. Böylelikle yeni bir eğirme teknolojisi olarak sunulan kompakt üç fitil ipliklerinin özelliklerinin ticari olarak kullanılan iplik özellikleriyle karşılaştırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla doğal elyaf grubundan pamuk, rejenere elyaf grubundan Modal ve sentetik elyaf grubundan PES kullanılarak Ne 50/1 kompakt tek katlı, Ne 100/2 kompakt siro-spin ve Ne 150/3 kompakt üç fitil iplikleri üretilmiştir. Üretilen ipliklerin büküm katsayısı $\alpha_e=4,13$ 'tür. Üretilen ipliklere ait yapısal parametreler Tablo 2.5'te ve deney planı Şekil 2.7'de verilmektedir. Ayrıca, bu grupta üretilen iplikler atkı yönünde kullanılarak dokuma kumaş üretimi de gerçekleştirilmiştir. Üretilen kumaşlara ait yapısal parametreler Tablo 2.6'da verilmektedir.

Tablo 2.5 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spin ve kompakt üç fitil ipliklerine ait yapısal parametreler

İplik Üretim Teknolojisi	Hammadde	Fitol Numarası (Ne)	İplik Numarası (Ne)	Büküm (T/m)
Kompakt Tek Katlı	Modal	1,2	50/1	1150
	PES	1,2	50/1	1150
	Pamuk	1,2	50/1	1150
Kompakt Siro-spin	Modal	2,4	100/2	1150
	PES	2,4	100/2	1150
	Pamuk	2,4	100/2	1150
Kompakt Üç Fitol	Modal	3,6	150/3	1150
	PES	3,6	150/3	1150
	Pamuk	3,6	150/3	1150



Şekil 2.7 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerine ait deney planı

Tablo 2.6 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil iplikleri kullanılarak üretilen dokuma kumaşlara ait yapısal parametreler

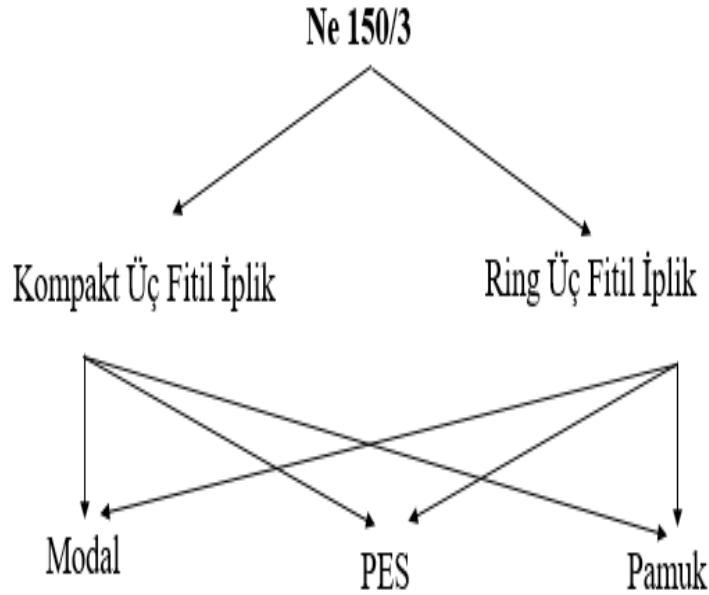
İplik Üretim Teknolojisi	Atkı Hammadde	İplik Numarası (Ne)	Atkı Sıklığı (cm ⁻¹)	Çözümlü Sıklığı (cm ⁻¹)
Kompakt Tek Katlı	Modal	50/1	32	56
	PES	50/1	32	56
	Pamuk	50/1	32	56
Kompakt Siro-spun	Modal	100/2	32	56
	PES	100/2	32	56
	Pamuk	100/2	32	56
Kompakt Üç Fitol	Modal	150/3	32	56
	PES	150/3	32	56
	Pamuk	150/3	32	56

2.1.3.2 Kompakt Üç Fitol ve Ring Üç fitil İplik Üretimi

İkinci grup iplik üretiminde üç fitil iplik üretiminde kompaktlaştırma etkisinin incelenebilmesi için kompakt üç fitil iplik üretim ve ring üç fitil iplik üretim teknolojileri karşılaştırılmıştır. Bu amaçla Ne 150/3 ve Ne 90/3 numaralarda ve $\alpha_e=4.13$ büküm katsayısı ile kompakt üç fitil ve ring üç fitil iplikleri üretilmiştir ve özellikleri karşılaştırılmıştır. Üretilen ipliklere ait yapısal parametreler Tablo 2.7 ve 2.8'de, deney planları ise Şekil 2.8 ve 2.9'da verilmektedir.

Tablo 2.7 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklere ait yapısal parametreler

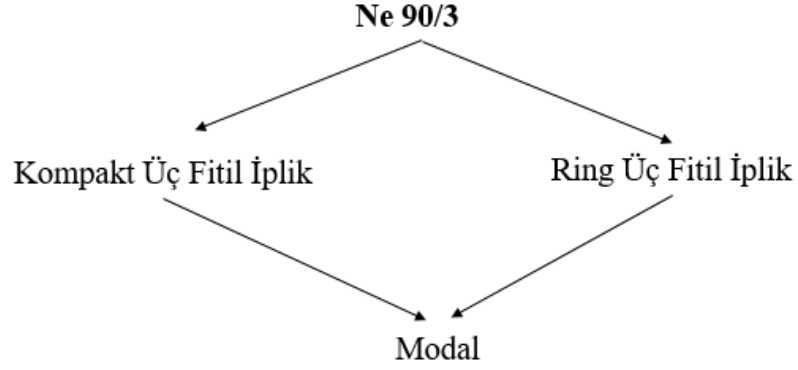
İplik Üretim Teknolojisi	Hammadde	Fitil Numarası (Ne)	İplik Numarası (Ne)	Büküm (T/m)
Kompakt Üç Fitil	Modal	3,6	150/3	1150
	PES	3,6	150/3	1150
	Pamuk	3,6	150/3	1150
Ring Üç Fitil	Modal	3,6	150/3	1150
	PES	3,6	150/3	1150
	Pamuk	3,6	150/3	1150



Şekil 2.8 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil iplik üretimine ait deney planı

Tablo 2.8 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklere ait yapısal parametreler

İplik Üretim Teknolojisi	Hammadde	Fitil Numarası (Ne)	İplik Numarası (Ne)	Büküm (T/m)
Kompakt Üç Fitil	Modal	3,6	90/3	890
Ring Üç Fitil	Modal	3,6	90/3	890



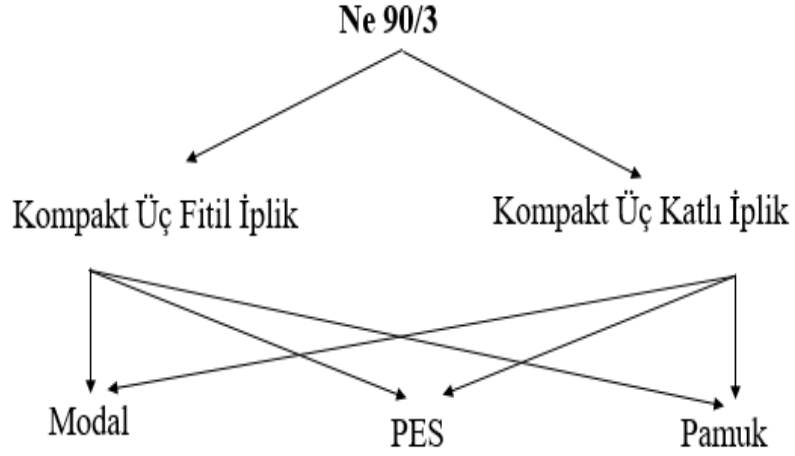
Şekil 2.9 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil iplik üretimine ait deney planı

2.1.3.3 Kompakt Üç Fitol ve Kompakt Üç Katlı İplik Üretimi

Üçüncü grup iplik üretiminde kompakt üç fitil ipliklerin özelliklerinin benzer yapıda olan ve geleneksel olarak üretilen kompakt üç katlı iplik özellikleriyle karşılaştırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla Ne 90/3 ve Ne 60/3 olmak üzere iki farklı numarada ve $\alpha_e=4.13$ büküm katsayısı ile kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen ipliklere ait yapısal parametreler Tablo 2.9 ve 2.10'da, deney planları ise Şekil 2.10 ve 2.11'de verilmektedir.

Tablo 2.9 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklere ait yapısal parametreler

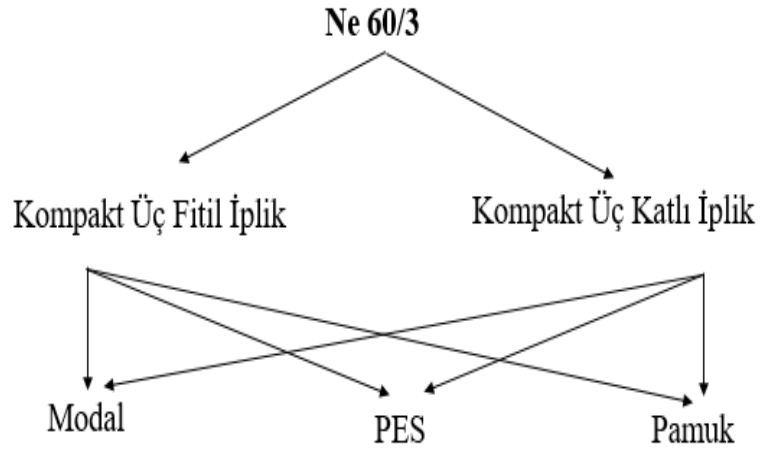
İplik Üretim Teknolojisi	Hammadde	Fitol Numarası (Ne)	İplik Numarası (Ne)	Tek Katlı İpliğin Bükümü (T/m)	Büküm (T/m)
Kompakt Üç Fitol	Modal	3,6	90/3	890 Z	890 Z
	PES				
	Pamuk				
Kompakt Üç Katlı	Modal	3,6	90/3	<i>Katlamadan önce</i> 1780 Z <i>Katlamadan sonra</i> 890 Z	890 S
	PES				
	Pamuk				



Şekil 2.10 Ne 90/3 kompakt üç fıtil ve kompakt üç katlı iplik üretimine ait deney planı

Tablo 2.10 Ne 60/3 kompakt üç fıtil ve kompakt üç katlı ipliklere ait yapısal parametreler

İplik Üretim Teknolojisi	Hammadde	Fıtil Numarası (Ne)	İplik Numarası (Ne)	Tek Katlı İpliğin Bükümü (T/m)	Büküm (T/m)
Kompakt Üç Fıtil	Modal	3,6	60/3	725 Z	725 Z
	PES				
	Pamuk				
Kompakt Üç Katlı	Modal	3,6	60/3	<i>Katlamadan önce</i> 1450 Z	725 S
	PES			<i>Katlamadan sonra</i> 725 Z	
	Pamuk				



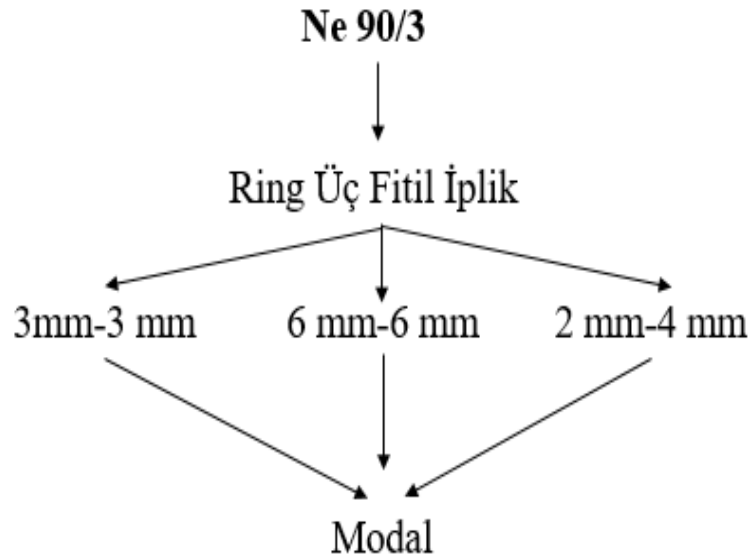
Şekil 2.11 Ne 60/3 kompakt üç fıtil ve kompakt üç katlı iplik üretimine ait deney planı

2.1.3.4 Fitiller Arası Mesafenin Üç fitil İplik Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi

Fitiller arası mesafe birden fazla fitille aynı anda iplik üretiminin gerçekleştirildiği teknolojilerde iplik özelliklerinin etkileyen en önemli parametredir. Çalışmanın bu bölümünde, fitiller arası mesafenin ring üç fitil iplik özelliklerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Ne 90/3 ve $\alpha_e=4,13$ büküm katsayısında farklı fitiller arası mesafeler kullanılarak ring üç fitil iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen ipliklere ait yapısal parametreler Tablo 2.11’de ve deney planı ise Şekil 2.12’de verilmektedir.

Tablo 2.11 Farklı fitiller arası mesafede üretilen ring üç fitil ipliklere ait yapısal parametreler

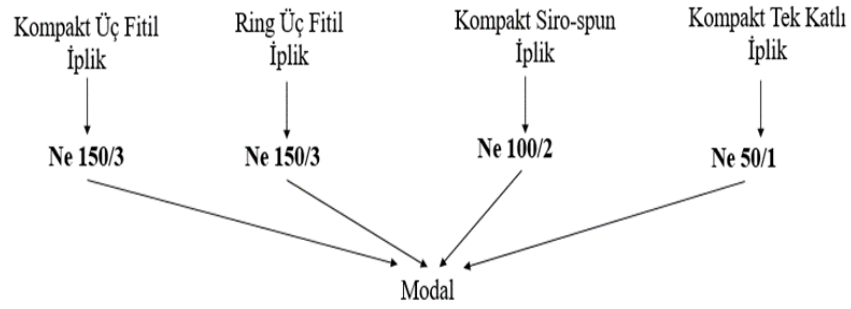
Fitiller Arası Mesafe	Hammadde	Fitil Numarası (Ne)	İplik Numarası (Ne)	Büküm (T/m)
3 mm-3 mm	Modal	3,6	90/3	890
6 mm-6 mm	Modal	3,6	90/3	890
2 mm-4 mm	Modal	3,6	90/3	890



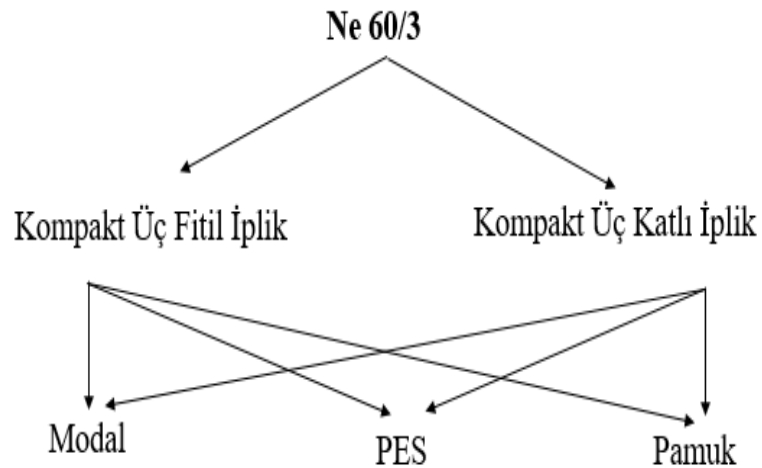
Şekil 2.12 Farklı fitiller arası mesafede üretilen ring üç fitil iplik üretimine ait deney planı

2.1.4 İpliklerin Enine Kesit Görüntüleri

Tez kapsamında geliştirilen kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde üretilen ipliklerin enine kesit görüntüleri aynı numarada üretilen kompakt siro-spun, kompakt tek katlı ve ring üç fitil ipliklerinin enine kesit görüntüleriyle karşılaştırılmıştır. Bu kısma ait ipliklerin üretim parametreleri Tablo 2.5 ve 2.7’de ve deney planı Şekil 2.13’te verilmektedir. Ayrıca, kompakt üç fitil ipliklerinin enine kesit görüntüleri yine aynı numarada üretilen kompakt üç katlı ipliklerin enine kesit görüntüleriyle karşılaştırılmıştır. Kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerin üretim parametreleri Tablo 2.10’da ve enine kesit görüntülerinin alınmasına ait deney planı da Şekil 2.14’te verilmektedir.



Şekil 2.13 Kompakt tek kat, kompakt siro-spun, kompakt üç fitil ve ring üç fitil iplik eğirme teknolojilerinde üretilen ve enine kesit görüntüleri alınan ipliklere ait deney planı



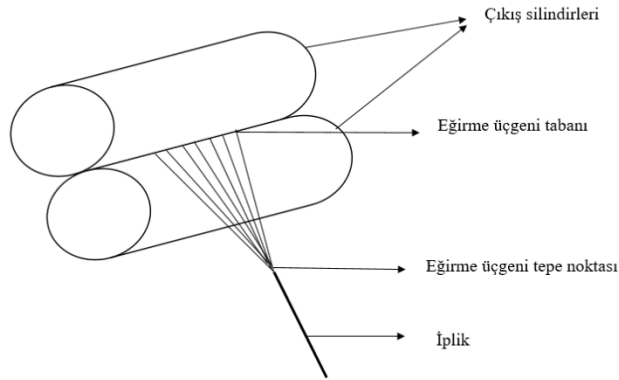
Şekil 2.14 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı iplik üretimine ait deney planı

2.2 Metot

Tez çalışmasının bu kısmında, öncelikle geliştirilen kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde meydana gelen eğirme üçgeni yapısı geometrik olarak incelenecektir. Sonraki kısımda kompakt üç fitil eğirme teknolojisi için tasarlanan yardımcı parçaların tasarım ve üretim çalışmaları tanıtılacaktır. Geliştirilen yardımcı parçaların kompaktlaştırma bölgesindeki etkinliğini incelemek için yapılan sayısal akış simülasyonları da incelenecektir. Son olarak üretimi gerçekleştirilen ipliklerin ve kumaşların fiziksel, yapısal ve mekanik özelliklerini incelemek amacıyla yapılan test yöntemlerinden söz edilecektir.

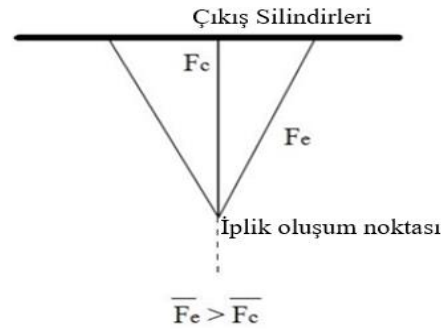
2.2.1 Kompakt Üç Fitil ve Ring Üç Fitil İplikçilikte Oluşan Eğirme Üçgeni Yapısının İncelenmesi

Geleneksel ring eğirme teknolojisinde ve bu teknoloji üzerinden geliştirilen diğer eğirme teknolojilerinde, lifler çekim sisteminden çıkıp iğ-bilezik-kopça üçlüsüyle büküm olarak iplik yapısını oluşturmaya başladığında, ön silindir ve iplik oluşum noktası arasında, eğirme üçgeni adı verilen bir üçgen yapı oluşmaktadır (Şekil 2.15). Ön silindirlerden çıkan paralel haldeki liflerin üçgenin taban kısmını ve iplik oluşum noktasında büküm olarak bir araya gelen lifler ise üçgenin tepe noktasını oluşturmaktadır.



Şekil 2.15 Geleneksel ring eğirme teknolojisinde gerçekleşen üçgeninin şematik olarak gösterimi

Eğirme üçgeni yapısı içerisinde yer alan liflerin konumu, eğirme gerilmesinin lifler üzerindeki dağılımını etkilemektedir. Eğirme üçgeninin sabit ve eşkenar bir yapıda olduğu varsayıldığında, kenarda yer alan lifler üzerindeki gerilmeler birbirine eşit ve merkezdeki liflerden daha büyük olmaktadır (Li, 2010). Ayrıca, üçgenin kenarları üzerinde gerilimi fazla olan lifler, merkezde bulunan ve gerilimi daha az olan lifler üzerine baskılayıcı bir kuvvet uygulamaktadır. Haleem (2017), genişliği ve yüksekliği 3 mm olan bir eğirme üçgeni içerisinde, kenardaki liflere uygulanan kuvvetin, merkezdeki liflerden %11.6 daha fazla olacağını belirtmiştir (Şekil 2.16). Bununla birlikte, eğirme üçgeninin her iki kenarında yer alan liflerin maruz kaldığı gerilim, bir potansiyel enerji birikmesine sebep olmaktadır ve iplik üzerindeki kuvvetler kaldırıldığında ise bu kuvvetler etkisiyle iplik canlılığı meydana gelmektedir. İplik üzerinde oluşan bu canlılık, kumaş formunda istenmeyen şekil almalarına sebep olabilmektedir. Bu bakımdan, iplik oluşumu sırasında eğirme üçgeninin kontrol edilmesi, iplik özelliklerini dolayısıyla da kumaş özelliklerini etkilemektedir.

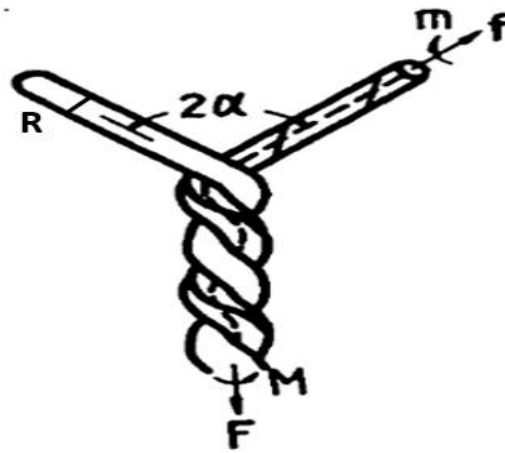


Şekil 2.16 Eğirme üçgeni yapısındaki kuvvetlerin gösterimi (Haleem, 2017)

Su ve Liu (2019) çalışmalarında solo-spun teknolojisinde meydana gelen eğirme üçgeni yapılarını incelemiştir (Şekil 2.17). Solo-spun eğirme teknolojisi, ring eğirme sisteminde çıkış silindirlerinin hemen sonrasında yerleştirilen kanallı bir silindir yapısının, çekim sisteminden çıkan paralel lif demetini bölümlere ayrılmasıyla elde edilir. Solo-spun teknolojisinde demetler haline bölünen lifler, her bir lif demetinin kendi içinde bir ön eğirme üçgenini, daha sonra ise tüm lif demetlerinin birleşerek büyük bir eğirme üçgeni yapısını oluşturmaktadır. Oluşan üçgen yapısının kendi

Bununla birlikte, geleneksel ring eğirme teknolojisinde, ön silindirden çıkan lifler arasında oluşan mesafe ve liflerin birbiriyle yaptığı açı da lifler üzerine gelen eğirme kuvvetinin dağılımını etkilemektedir. İki komşu lif arasında, iplik eğirme süresinde meydana gelen mesafe ve açı arasındaki değişim, lifler üzerine gelen kuvveti değiştirmekte, nihai iplik yapısında lif göçü hareketiyle tüylülüğe sebep olmaktadır (Liu ve diğer., 2015). Ring eğirme teknolojisinde oluşan eğirme üçgeni yapısının genişliği ve yüksekliği de iplik tüylülüğünü (S3) etkilemektedir. Mukavemet değerleri açısından en yüksek değer genişliği ve yüksekliği daha az olan eğirme üçgeni yapılarında elde edilmiştir (Haleem ve diğer., 2019).

Ring eğirme teknolojisinden geliştirilen ve aynı anda iki fitilin iplik yapısını oluşturduğu siro-spun eğirme teknolojisinde her biri fitil büküm olarak tek katlı iplik yapısını, daha sonra tek katlı iplikler büküm olarak iki katlı iplik yapısını oluşturmaktadır. Bu durumda tek katlı iplikler büküm alırken iki ayrı küçük eğirme üçgeni, tek katlı iplikler iki katlı iplik yapısını oluştururken ise büyük bir eğime üçgeni yapısı oluşmaktadır (Liu ve diğer., 2017; Hua ve diğer., 2010). Siro-spun iplikçilikte yer alan ve ayrı ayrı olarak çekim sistemine beslenen fitiller arasındaki mesafe, tek katlı ipliklerin iki katlı iplik yapısını oluştururken aralarında meydana gelen açığı, dolayısıyla da her biri fitil üzerinde meydana gelen gerilimi değiştirmektedir (Emmanuel ve Plate, 1982) (Şekil 2.19).



Şekil 2.19 Siro-spun iplik oluşumu (Emmanuel ve Plate, 1982)

Şekil 2.19’da F aşağı yöndeki gerilmeyi, M elastik dönme momentini, f iplik oluşum noktasının yukarısındaki fitillerde oluşan gerilmeyi, m dönme momentini, 2α iplik oluşum noktası üzerindeki fitillerin iplik oluşum açısını, R fitil çapını ifade etmektedir.

Fitillerin kendi içinde aldığı büküm ihmal edildiğinde Eşitlik 2.4 ve Eşitlik 2.5 elde edilmektedir.

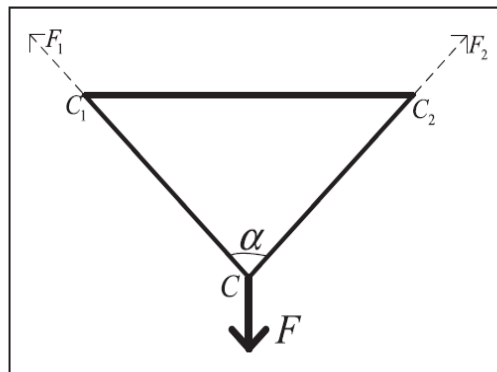
$$f=F/(2\cos \alpha) \quad (2.4)$$

$$m=(M-F.R\tan \alpha)/(2\cos \alpha) \quad (2.5)$$

Bir başka çalışmada ise statik olarak varsayılan simetrik bir eğirme üçgenine sahip siro-spun iplikçilikte fitiller üzerine gelen kuvvetin eşit oranda dağıldığı ve eğirme geriliminin her bir fitil üzerindeki dağılımının eşit olduğu belirtilmiştir (Liu ve diğer., 2015) (Şekil 2.20). Burada F eğirme gerginliğini, F_1 ve F_2 eğirme üçgeni içerisindeki fitiller üzerindeki gerginliği, α fitillerin iplik oluşum noktasında birbiriyle yaptığı açığı göstermektedir ve eğirme geriliminin fitiller üzerindeki dağılımı Eşitlik 2.6 ve Eşitlik 2.7 ile ifade edilmektedir.

$$F_1\cos(\alpha/2) + F_2\cos(\alpha/2)= F \quad (2.6)$$

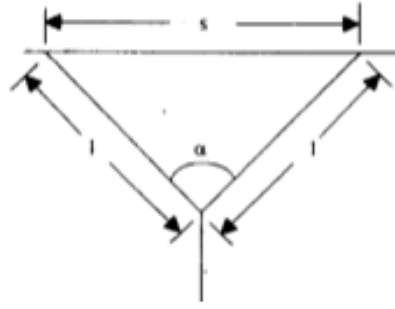
$$F_1\sin(\alpha/2) = F_2\sin(\alpha/2) \quad (2.7)$$



Şekil 2.20 Siro-spun eğirme üçgenin geometrik gösterimi (Liu ve diğer., 2015)

Aynı anda iki fitilin çekim sistemine beslenerek iplik üretiminin gerçekleştirildiği siro-spun iplikçilikteki üretim parametrelerinin iplik özelliklerine etkilerinin incelendiği bir başka çalışmada, fitiller arası mesafenin iplik oluşum noktasında her bir katın birbiriyle yaptığı açığı, dolayısıyla da gerilimi değiştirdiği belirtilmiştir. Cheng ve Sun (1998) çalışmalarında fitiller arası mesafenin eğirme üçgeni üzerine etkilerini incelenmiştir. Çalışmada, siro-spun iplik oluşumu Şekil 2.21’de modellenmiştir ve fitiller arası mesafe s , eğirme üçgenindeki her bir katın uzunluğu l , ve her bir katın birbiriyle yaptığı açı α olarak tanımlanmıştır. Buradan yola çıkarak fitiller arası mesafe ve eğirme üçgeni içindeki her bir katın uzunluğu Eşitlik 2.8 ile tanımlanmıştır.

$$l = \frac{s}{2 \sin(\alpha/2)} \quad (2.8)$$



Şekil 2.21 Siro-spun eğirme üçgeninde yer alan parametrelerin gösterimi (Cheng ve Sun, 1998)

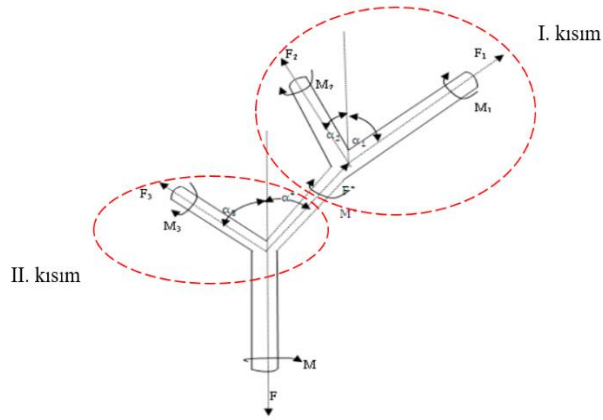
Bununla birlikte, siro-spun iplikçilikte lifler üzerinde meydana gelen gerilimin iplik oluşum noktasında meydana gelen açıyla ilişkilendirilmesi sadece statik pozisyonda geçerlidir (He ve Zhang, 2008).

Aynı anda üç fitilin çekim sistemine beslenerek iplik oluşumunun gerçekleştirildiği üç fitil eğirme teknolojisinde oluşan eğirme üçgeni yapısı ve bu yapının iplik özelliklerine etkisini inceleyen çalışmalar oldukça sınırlıdır. He (2007) çalışmasında üç fitil iplikçilikte oluşabilecek eğirme üçgeni yapısını şematik olarak göstermiştir (Şekil 2.22).



Şekil 2.22 Üç fitil iplikçilikte oluşabilecek asimmetrik eğirme üçgeni yapıları (He,2007)

Su ve diğer. (2013), He (2007) tarafından önerilen üç fitil iplikçilikte oluşan asimmetrik eğirme üçgeni yapısını incelemişlerdir. Nihai iplik yapısında oluşan gerilme F , elastik dönme momenti M , her bir fitil bileşeni ve iplik bileşeni çapı R olarak tanımlanmıştır. Asimmetrik eğirme üçgenine sahip üç fitil iplikçilikte iki iplik oluşum noktası bulunmaktadır. Bu nedenle yapılan analizde, eğirme üçgeni yapısı iki ayrı kısımda incelenmiştir (Şekil 2.23).



Şekil 2.23 Üç fitil iplikçilikte oluşan asimmetrik eğirme üçgeni yapısındaki parametrelerin gösterimi (Su ve ark. 2013).

Her iki kısım ayrı ayrı incelendiğinde, I. Kısımda oluşan ön eğirme üçgeninde, her bir bileşen üzerindeki gerilimler Eşitlik 2.9 ve Eşitlik 2.10 ile ifade edilmektedir.

$$F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 = F' \cos \alpha' \quad (2.9)$$

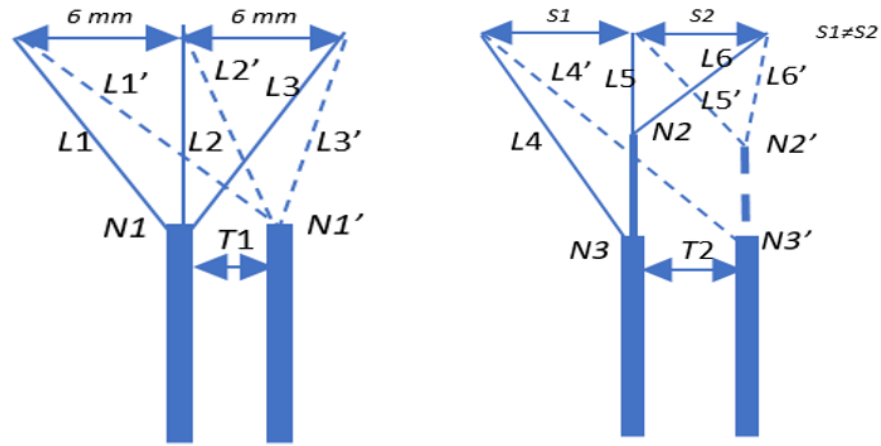
$$F_1 \sin \alpha_1 = F_2 \sin \alpha_2 + F' \sin \alpha' \quad (2.10)$$

Eşitlik 2.9 ve eşitlik 2.10' da yer alan F_1 ve F_2 her bir fitil üzerindeki gerilmeyi, α_1 ve α_2 açıları iki fitilin oluşturduğu iplik yapısına etki eden gerilme kuvveti doğrultusuyla yaptığı açığı göstermektedir. Fitiller üzerine etki eden gerilme kuvvetlerinin uygulanan kuvvet eksenindeki bileşenlerinin toplamı, maruz kaldıkları kuvvetin aynı eksenindeki bileşenine eşittir. Ancak aynı kısımda, yatay yönde etki eden kuvvetler incelendiğinde, büküm yönüne bağlı olarak, I. Kısımda yer alan iplik oluşum noktasına yakın fitil üzerindeki yatay yönde kuvvet bileşeni ile oluşturdukları yapının aynı yöndeki kuvvet bileşeninin toplamı, iplik oluşum noktasına uzak olan fitilin yatay yöndeki kuvvet bileşenine eşittir. Benzer şekilde II. kısımda yer alan ve nihai iplik yapısını oluşturan iplik oluşum noktası da incelendiğinde, her bir bileşen üzerindeki gerilmeler de Eşitlik 2.11 ve Eşitlik 2.12 ile tanımlanmaktadır.

$$F' \cos \alpha_1 + F_3 \cos \alpha_3 = F \quad (2.11)$$

$$F_3 \sin \alpha_3 = F' \sin \alpha' \quad (2.12)$$

Üç fitil iplikçiliğinde oluşan eğirme üçgenin yapısı, iplik özelliklerini etkilemektedir. Demir ve Kılıç (2020) çalışmalarında, fitiller arası mesafesi sabit olarak ayarlanan ve fitiller arası mesafesi kontrol edilmeyen iki tip üç fitil ipliğinin özelliklerini karşılaştırmıştır. Yapılan çalışmada, fitiller arası mesafenin kontrol edilmediği üç fitil iplik üretim yönteminde birden fazla iplik oluşum noktasının oluşabileceği ve bunun iplik özelliklerini etkileyeceği belirtilmiştir. Ayrıca fitiller arası mesafenin üç fitil iplikçilik için eğirme üçgeni yapısını, dolayısıyla da iplik özelliklerini etkilediği, optimum şartlardan büyük fitiller arası mesafenin lif kaybına sebep olacağı belirtilmiştir (Şekil 2.24).



Şekil 2.24 Fitiller arası mesafe kontrol edilen ve edilmeyen üç fitil iplikçilikte oluşabilecek eğirme üçgeni yapıları (N= iplik oluşum noktası, L= fitil uzunluğu, S= fitiller arası mesafe, T= iplik oluşum noktasındaki yer değiştirme) (Demir ve Kılıç, 2020)

Eğirme üçgeni yapısının araştırıldığı çalışmalarda, ön silindirlere çıkan lif demetinin genişliği, her bir lifin bir diğeriyle yaptığı açı, eğirme üçgeninin genişliği ve yüksekliği, çok fitilli iplik üretim teknolojilerinde fitiller arası mesafe ve her bir fitilin bir diğeriyle yaptığı açının eğirme üçgeni yapısını, dolayısıyla da iplik özelliklerini etkilediği görülmektedir. Yapılan tez çalışması kapsamında fitiller arası mesafesi sabit tutulan üç fitil ring ve kompakt iplik için oluşabilecek simetrik eğirme üçgeni yapısı incelenmiştir. Üç fitil iplikçilikte, her bir fitil ayrı ayrı çekim bölgesini terk etmekte ve önce her bir fitil büküm olarak tek katlı iplik yapısını oluşturmakta, sonra her bir kat iplik büküm olarak üç katlı iplik yapısını oluşturmaktadır. Bu sebeple, üç fitil eğirme teknolojisinde üç adet küçük ve bir adet büyük olarak, toplam dört adet eğirme üçgeni yapısı oluşmaktadır. Üç fitil kompakt ve ring iplik eğirme teknolojilerinde oluşan simetrik eğirme üçgenin yapısı Şekil 2.25'te gösterilmektedir. Şekil 2.25'te gösterilen parametreler aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

l_k ; Kompakt iplikçilikte çekim sistemine beslenen fitillerin genişliği ve fitiller arası mesafenin toplam genişliği,

l_k' ; Kompakt iplikçilikte çekim sisteminden çıkan fitillerin ve fitiller arası mesafenin toplam genişliği,

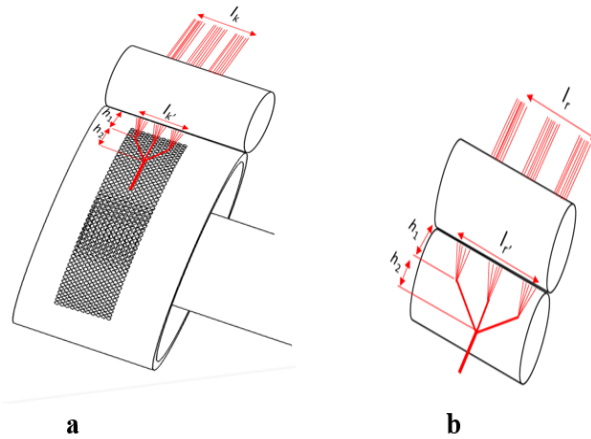
l_r ; Ring iplikçilikte çekim sistemine beslenen fitillerin ve fitiller arası mesafenin toplam genişliği,

l_k ; Ring iplikçilikte çekim sistemden çıkan fitillerin ve fitiller arası mesafenin toplam genişliği,

h_1 ; ön silindirlerden çıkan liflerin oluşturduğu eğirme üçgeninin yüksekliği,

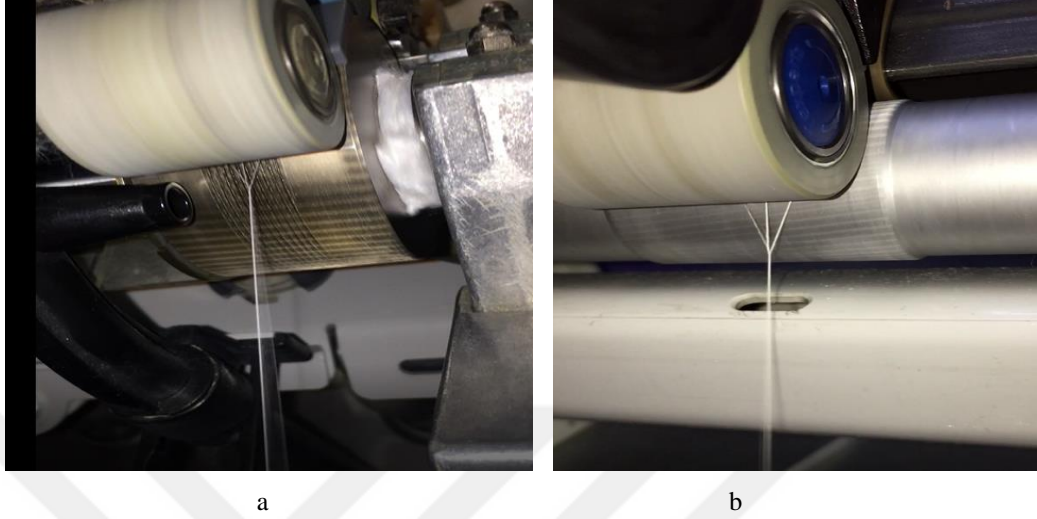
h_2 ; üç fitilin iplik oluşumu esnasında meydana gelen eğirme üçgeninin yüksekliğini tanımlamaktadır.

Genel olarak bir karşılaştırma yapıldığında aynı fitiller arası mesafede ve aynı lineer yoğunluktaki fitillerin çekim sistemine beslendiği durumda fitillerin eğirme sistemine girerken toplam genişliği eşit olmaktadır ($l_k = l_r$). Ancak kompakt iplikçilikte yer alan yoğunlaştırma bölgesinin etkisiyle her bir fitil ayrı ayrı kompaktlaştırılır. Bu kompaktlaştırma işleminin etkisiyle her bir fitilin çıkış çekim sisteminden çıkış genişliği, dolayısıyla da üç fitilin oluşturduğu toplam genişlik ring iplikçiliğe göre azalır ($l_k < l_r$). Fitillerin ve fitiller arası mesafenin oluşturduğu toplam genişliğin azalmasına bağlı olarak oluşan eğirme üçgenin yapısı da küçülür. Kompakt eğirme üçgeninde elde edilen küçük ve büyük eğirme üçgenlerinin yükseklikleri de azalır ($h_{1\text{kompakt}} < h_{1\text{ring}}$; $h_{2\text{kompakt}} < h_{2\text{ring}}$).



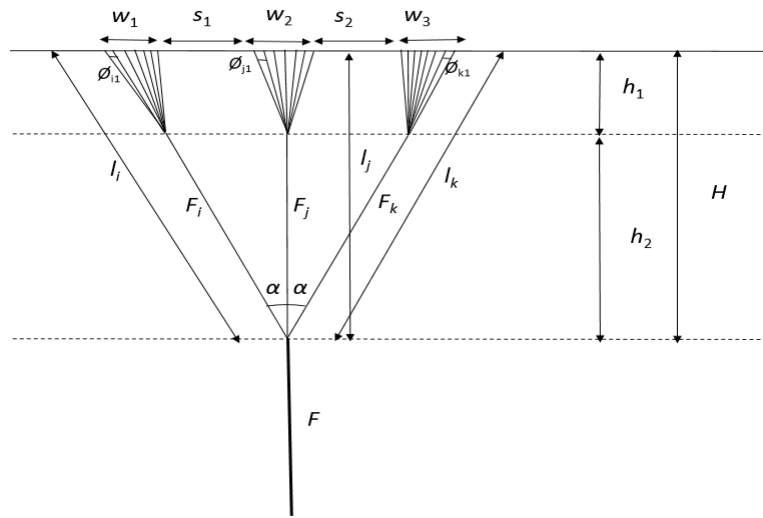
Şekil 2.25 Üç fitil iplikçilikte oluşan eğirme üçgeni yapısının şematik olarak gösterimi a) kompakt iplikçilik b) ring iplikçilik

Kompakt ve ring üç fitil iplik üretimi esnasında meydana gelen eğirme üçgeni yapıları Şekil 2.26'da gösterilmektedir.

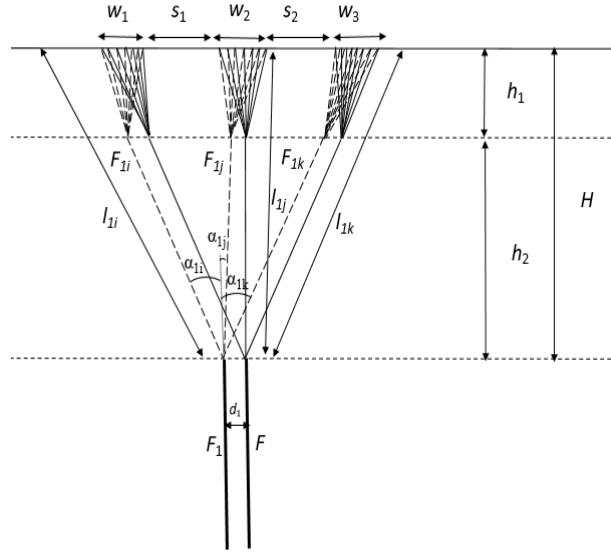


Şekil 2.26 Üç fitil iplik üretiminde meydana gelen eğirme üçgeni yapıları a) kompakt üç fitil b) ring üç fitil (Kişisel arşiv, 2021)

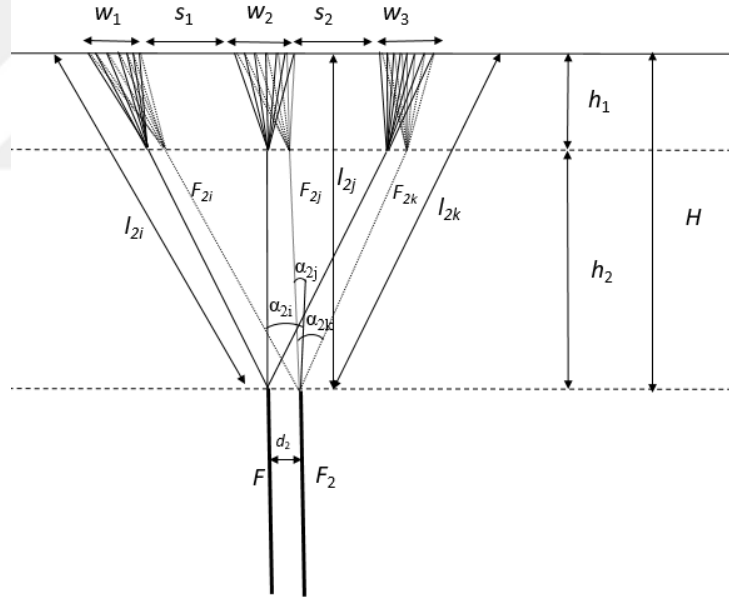
Üç fitil iplik üretiminde meydana gelen bulunan eğirme üçgeni yapısını ve iplik özelliklerini etkileyen parametreler Şekil 2.27'de verilmektedir. Ayrıca, iğ-bilezik-kopça üçlüsünün hareketi sebebiyle tepe noktası ve yapısı değişen eğirme üçgeni de Şekil 2.28 ve Şekil 2.29'da gösterilmektedir.



Şekil 2.27 Statik pozisyondaki üç fitil iplik eğirme teknolojisine ait simetrik eğirme üçgeni ve parametrelerin gösterimi



Şekil 2.28 Üç fitil iplik eğirme teknolojisine ait tepe noktası sol tarafa kaymış eğirme üçgeni ve parametrelerin gösterimi



Şekil 2.29 Üç fitil iplik eğirme teknolojisine ait tepe noktası sağ tarafa kaymış eğirme üçgeni ve parametrelerin gösterimi

Şekil 2.27-Şekil 2.29'da yer alan parametrelere ait açıklamalar aşağıdaki gibidir,

θ_{i1} ; 1 numaralı fitil içinde yer alan i sırasındaki lif ile i+1 sırasındaki iki komşu lif arasındaki açıyı,

\varnothing_{j1} ; 2 numaralı fitil içinde yer alan j sırasındaki lif ile $j+1$ sırasındaki iki komşu lif arasındaki açıyı,

\varnothing_{k1} ; 3 numaralı fitil içinde yer alan k sırasındaki lif ile $k+1$ sırasındaki iki komşu lif arasındaki açıyı,

w_1 ; ön silindirlerden çıkan bir numaralı fitilin genişliğini,

w_2 ; ön silindirlerden çıkan iki numaralı fitilin genişliğini,

w_3 ; ön silindirlerden çıkan üç numaralı fitilin genişliğini,

s_1 ; bir ve iki numaralı fitil arasındaki mesafeyi,

s_2 ; iki ve üç numaralı fitil arasındaki mesafeyi,

h_1 ; ön silindirlerden çıkan liflerin oluşturduğu eğirme üçgeninin yüksekliğini,

h_2 ; üç fitilin iplik oluşumu esnasında meydana gelen eğirme üçgeninin yüksekliğini,

H ; eğirme üçgeninin toplam yüksekliğini,

l_i, l_j ve l_k ; eğirme üçgeni içerisindeki fitillerin uzunluğunu,

l_{i1}, l_{j1} ve l_{k1} ; tepe noktası sol tarafa yer değiştiren eğirme üçgeni içerisindeki fitillerin uzunluğunu,

l_{i2}, l_{j2} ve l_{k2} ; tepe noktası sağ tarafa yer değiştiren eğirme üçgeni içerisindeki fitillerin uzunluğunu,

F, F_1 ve F_2 ; eğirme gerginliğini,

F_{1i} , F_{1j} ve F_{1k} ; tepe noktası sol tarafa yer değiştiren eğirme üçgeni içerisindeki fitillerin üzerinde oluşan gerilimi,

F_{2i} , F_{2j} ve F_{2k} ; tepe noktası sağ tarafa yer değiştiren eğirme üçgeni içerisindeki fitillerin üzerinde oluşan gerilimi,

d_1 ve d_2 ; eğirme üçgeninin tepe noktasındaki değişimi,

α ; eğkenar eğirme üçgeni kenarındaki fitillerin iplik üzerindeki gerilim kuvveti ekseni ile arasındaki açıyı,

α_{i1} ; tepe noktası sola kaymış eğirme üçgeninde bir numaralı fitil ile iplik üzerindeki gerilim kuvveti ekseni ile arasındaki açıyı,

α_{j1} ; tepe noktası sola kaymış eğirme üçgeninde iki numaralı fitil ile iplik üzerindeki gerilim kuvveti ekseni ile arasındaki açıyı,

α_{k1} ; tepe noktası sola kaymış eğirme üçgeninde üç numaralı fitil ile iplik üzerindeki gerilim kuvveti ekseni ile arasındaki açıyı,

α_{i2} ; tepe noktası sağa kaymış eğirme üçgeninde bir numaralı fitil ile iplik üzerindeki gerilim kuvveti ekseni ile arasındaki açıyı,

α_{j2} ; tepe noktası sağa kaymış eğirme üçgeninde iki numaralı fitil ile iplik üzerindeki gerilim kuvveti ekseni ile arasındaki açıyı,

α_{k2} ; tepe noktası sağa kaymış eğirme üçgeninde iki numaralı fitil ile iplik üzerindeki gerilim kuvveti ekseni ile arasındaki açıyı göstermektedir.

Statik pozisyonda oluşan eę kenar eğirme üçgeninde yer alan fitiller üzerindeki gerilmeler (şekil 2.25), Eşitlik 2.13 ile ifade edilebilir.

$$F_i \cos \alpha + F_j + F_k \cos \alpha = F \quad (2.13)$$

Benzer şekilde tepe noktası sola ve sağa kaymış eğirme üçgeni yapısı içerisindeki fitiller üzerindeki gerilmeler de (Şekil 2.26 ve Şekil 2.27), Eşitlik 2.14-2.17 ile ifade edilebilir.

$$F_{1i} \cos \alpha_{1i} + F_{1j} \cos \alpha_{1j} + F_{1k} \cos \alpha_{1k} = F \quad (2.14)$$

$$F_{1i} \sin \alpha_{1i} + F_{1j} \sin \alpha_{1j} = + F_{1k} \sin \alpha_{1k} \quad (2.15)$$

$$F_{2i} \cos \alpha_{2i} + F_{2j} \cos \alpha_{2j} + F_{2k} \cos \alpha_{2k} = F \quad (2.16)$$

$$F_{2i} \sin \alpha_{2i} = F_{2j} \sin \alpha_{2j} + F_{2k} \sin \alpha_{2k} \quad (2.17)$$

Tez çalışması kapsamında geliştirilen kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde her bir fitilin iplik oluşum noktasından önce kompaktlaştırılması, oluşan eğirme üçgeni yapısını ve dolayısıyla iplik özelliklerini etkilemektedir. Geleneksel ring üç fitil eğirme teknolojisi ile kompakt üç fitil eğirme teknolojisi karşılaştırıldığında, yukarıda tanımlanan eğirme üçgeni parametrelerinin de değiştiği düşünülmektedir.

Her bir fitilin, çıkış silindirlerinden önce negatif hava basıncı yardımıyla kompaktlaştırılması, ön silindirlere çıkan fitillerin taban genişliğini azaltacaktır. Şekil 2.25-2.27' de gösterilen değerlerden $w_{1kompakt}$, $w_{2kompakt}$, $w_{3kompakt}$ değerleri w_{1ring} , w_{2ring} , w_{3ring} değerlerinden daha küçük olacaktır. Bununla ilgili olarak da $h_{1kompakt}$ değeri de h_{1ring} değerinden daha düşük olacaktır. Üç fitil iplikçilikte oluşan eğirme üçgenini yapısı daha küçük olacak ve iplik özelliklerini olumlu etkileyecektir (Soltani ve Johari, 2012, Cheng ve Yu, 2013, Hua ve diğer., 2010). Ayrıca fitillerin iplik oluşumu için kompaktlaştırılması, çıkış silindirlerinden hemen sonra oluşan eğirme üçgeni yapıları içerisindeki liflerin birbiri ile arasında oluşan açı değerini ve büküm işleminin etkisiyle bu açı değerleri arasındaki değişimi de azaltacaktır. Diğer bir deyişle $\theta_{i1kompakt}$, $\theta_{j1kompakt}$, $\theta_{k1kompakt}$ değerleri ve bu değerler arasındaki değişim θ_{i1ring} , θ_{j1ring} , θ_{k1ring} değerlerinden daha küçük olacaktır. Oluşan eğirme üçgeni yapısı

içerisindeki lifler üzerine etki eden gerilme kuvvetinin lif konumu ile değiştiği göz önüne alındığında, oluşacak değişimlerin küçük olması hem lif üzerine etki eden kuvvetlerin aynı oranda olmasını hem de kuvvet değişiminden kaynaklanan ve sonrasında iplik canlılığına sebep olan potansiyel enerji birikmesini engelleyecektir (Haleem, 2017).

Fitillerin iplik oluşum noktasından önce kompaktlaştırılması, her bir fitilin taban genişliğini azaltmakla beraber, oluşan büyük üçgen yapısının genişliğini de azaltmaktadır. Verilen şekillerde, üç fitil iplikçilik için oluşan büyük eğirme üçgeninin genişliği, çıkış silindirlerinden çıkan fitillerin toplam genişliği ve fitiller arası mesafe ile ifade edilmektedir. Ring ve kompakt eğirme teknolojilerinde sabit fitiller arası mesafe için, $W1_{kompakt}$, $W2_{kompakt}$, $W3_{kompakt}$ değerlerinin $W1_{ring}$, $W2_{ring}$, $W3_{ring}$ değerlerinden daha küçük olması, kompakt üç fitilde oluşan eğirme üçgeninin toplam genişliğinin ring üç fitile göre daha düşük olmasıyla sonuçlanacaktır. Buradan yola çıkarak oluşan eğirme üçgeninde yer alan fitillerin uzunluğu da daha düşük olacaktır. Diğer bir deyişle $l_{ikompakt}$, $l_{jkompakt}$, $l_{kkompakt}$ değerleri l_{iring} , l_{jring} , l_{kring} değerlerinden daha küçük olacaktır. Eğirme üçgeni içerisinde yer alan fitillerin üzerinde oluşan gerilmelerin de fitillerin uzunluğu ile alakalı olduğu göz önüne alındığında $F_{ikompakt}$, $F_{jkompakt}$, $F_{kkompakt}$ değerleri F_{iring} , F_{jring} , F_{kring} değerlerinden daha düşük olacaktır. Ayrıca daha küçük eğirme üçgeni yapısında eğirme üçgenin tepe noktasının dönme hareketiyle yer değişimi de daha küçük olacaktır ($d_{1kompakt}$, $d_{2kompakt} < d_{1ring}$, d_{2ring}). Bu yer değişimine bağlı olarak da fitillerin gerilim eksenini ile yaptığı açı ve bu açı değişimine bağlı olarak fitiller üzerinde meydana gelen gerilim değişimleri de daha düşük olacaktır. Başka bir ifadeyle $\alpha_{i1kompakt}$, $\alpha_{j1kompakt}$, $\alpha_{k1kompakt}$ değerleri α_{i1ring} , α_{j1ring} , α_{k1ring} değerlerinden daha düşük olacaktır. Bu açı değişimine de bağlı olarak fitiller üzerindeki gerilim değişiminin mutlak değerleri $|F_i - F_{1ikompakt}|$, $|F_j - F_{1jkompakt}|$, $|F_k - F_{1kkompakt}|$, $|F_i - F_{1iring}|$, $|F_j - F_{1jring}|$, $|F_k - F_{1kring}|$ değerlerinden daha düşük olacaktır. İplik oluşum süresince fitiller üzerindeki gerilim farkının daha düşük olmasının daha iyi iplik özellikleri sağlayacağı düşünülmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, üç fitil iplik üretim teknolojisinde meydana gelen eğrime üçgeni yapısı iplik özellikleri üzerinde oldukça etkilidir. Bu yapının kontrol edilerek daha stabil hale gelmesi iplik özelliklerini iyileştirecektir.

2.2.2 Kompakt Üç Fitil İplik Üretim Teknolojisinin Geliştirilmesi

Tez çalışması kapsamında geliştirilen kompakt üç fitil iplik eğirme teknolojisinde aynı anda üç fitilin çekim sistemine beslenmesi ve her bir fitilin büküm olarak tek bir iplik yapısını oluşturması hedeflenmiştir. Üç fitilin aynı anda çekim sistemine beslenmesi ve üç fitilin kompaktlaştırılması için bir takım yardımcı parçalar dizayn edilmiştir (Demir ve diğer., 2020). Parçaların tasarımında SolidWorks bilgisayar destekli tasarım programı kullanılmıştır. Dizayn edilen yardımcı parçalar aşağıdaki gibidir;

- Fitil Hunisi
- İletici Silindirler
- Hava Emiş Kılavuzu
- Hava Emiş Parçası

Delikli silindirin kullanıldığı pnömatrik kompakt eğirme teknolojisinde, kompaktlaştırma bölgesinde yer alan hava emiş kılavuzu ve hava emiş parçası kompaktlaştırma işlemini etkileyen en önemli yardımcı parçalardır. Yapılan tez çalışması kapsamında farklı yapılarda hava emiş kılavuzları ve hava emiş parçaları tasarlanmıştır. Tasarlanan parçaların kompaktlaştırma bölgesindeki performansını karşılaştırmak için farklı hava emiş kılavuzları ve hava emiş parçalarının beraber kullanıldığı sistemler oluşturulmuştur ve bu sistemlerin kompaktlaştırma bölgesindeki hava akış analizi hesaplamalı akışkanlar dinamiğine göre SolidWorks hava akışı simülasyonu ile hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde kullanılacak yardımcı parçalara karar verilmiştir.

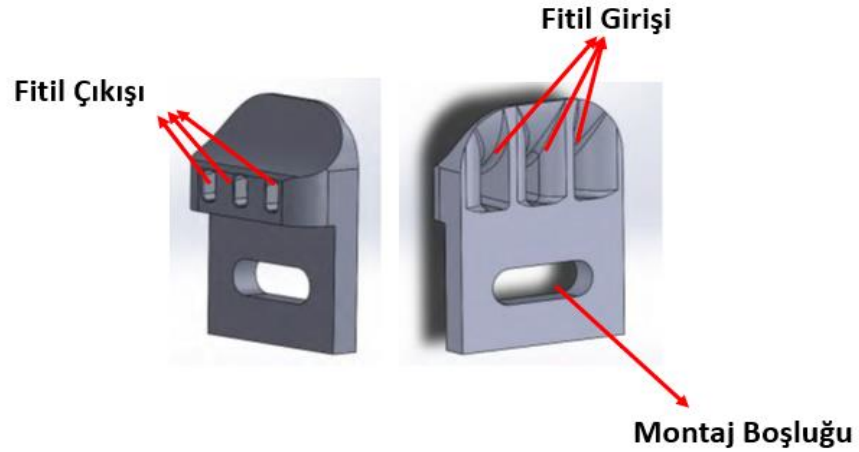
2.2.2.1 Fitol Hunisi

Fitil hunisi, cağlıktan beslenen fitillerin çekim sistemi içine düzgün olarak beslenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Tek katlı iplik üretiminde tek bir fitil hunisi kullanılırken aynı anda iki fitilin çekim sistemine beslendiği siro-spun iplikçilik teknolojisinde ise ikili fitil hunisi kullanılmaktadır (Şekil 2.30)



Şekil 2.30 a) Rieter tek fitil hunisi b) Rieter ikili fitil hunisi (Kişisel arşiv, 2021)

Tasarlanan üç fitil kompakt iplik üretim teknolojisinde aynı anda üç fitilin çekim sistemine düzgün bir şekilde beslenebilmesi için üçlü fitil hunisi tasarlanmıştır (Şekil 2.31) ve üç boyutlu yazıcıda üretimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.32).



Şekil 2.31 Üçlü fitil hunisi

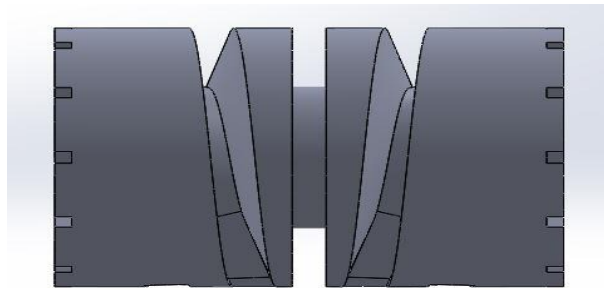


Şekil 2.32 Üç boyutlu yazıcıda üretilen üçlü fitil hunisi (Kişisel arşiv, 2021)

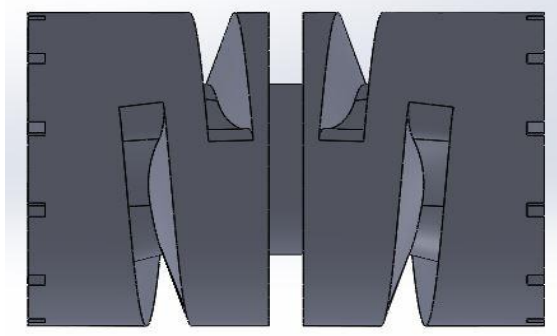
2.2.2.2 İletici Silindirler

İletici silindir çekim bölgesinden önce yer alan ve fitil hunisinden gelen fitillerin çekim sistemine düzgün olarak iletilmesini sağlayan ve fitiller arası mesafeyi ayarlayan yardımcı parçadır. Fitiller arası mesafe, aynı anda birden fazla fitilin çekim sistemine beslendiği sistemlerde fitillerin çekim sistemine düzgün beslenmesi ve iplik kalite özellikleri açısından oldukça önemlidir. Üç fitil iplik üretiminin gerçekleştirildiği bu yeni sistemde farklı geometrilerde üç kanallı iletici silindirler tasarlanmıştır.

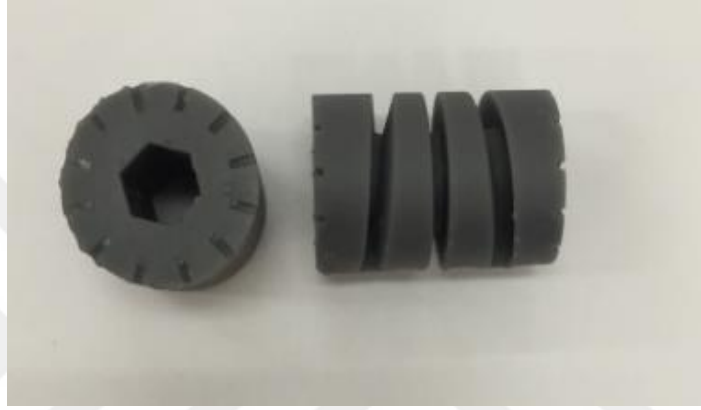
2.2.2.2.1 *V Kanallı İletici Silindir.* V kanallı iletici silindirin tasarımında, helisel kanallar kullanılarak fitiller arası mesafenin değiştirebilmesi amaçlanmıştır (Şekil 2.33-2.35). Ayrıca birden fazla iğ üzerinde üretim yapılırken fitiller arası mesafenin aynı olmasının ayarlanması amacıyla parça kenarlarına çentikler yerleştirilmiştir (Şekil 2.33-2.35).



Şekil 2.33 V kanallı iletici silindir önden görünüm

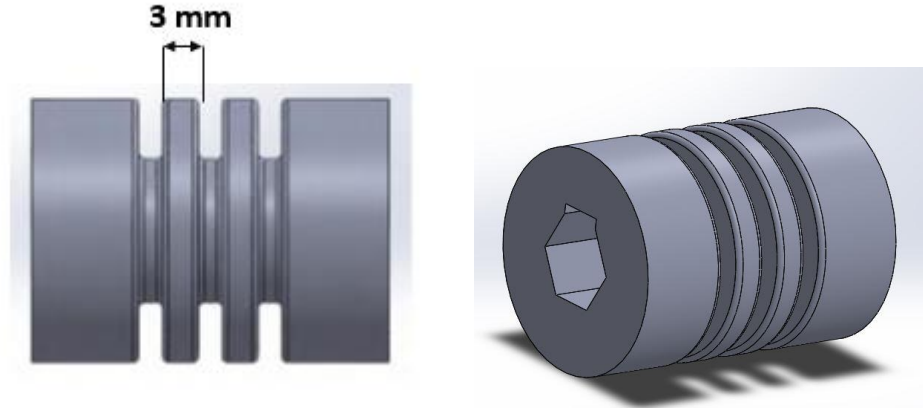


Şekil 2.34 V kanallı iletici silindir arkadan görünüm



Şekil 2.35 Üç boyutlu yazıcıda üretilen V kanallı iletici silindir (Kişisel arşiv, 2021)

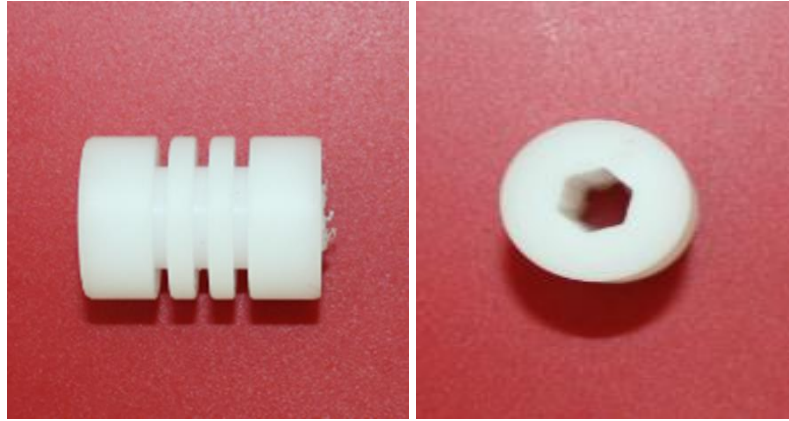
2.2.2.2.2 *Simetrik İletici Silindir.* Üç fitil kompakt eğirme teknolojisi, Rieter K45 pnömatik kompakt eğirme teknolojisi üzerinde geliştirilmiştir. Rieter K45 teknolojisinde bulunan delikli silindir üzerindeki deliklerin genişliği (12 mm) yeni tasarlanan parçaların geometrik sınırlarını belirlemektedir. Rieter K45 teknolojisinde üç fitil kompakt ipliği üretmek için fitilleri kompaktlaştırma bölgesi içerisinde sabit mesafede tutacak simetrik iletici silindir tasarımı yapılmıştır. Üç fitil kompakt eğirme teknolojisi için tasarlanacak simetrik iletici silindir için fitiller arası mesafe 3 mm olarak ayarlanmıştır (Şekil 2.36). Tasarlanan simetrik iletici silindirin prototip modeli 3 boyutlu yazıcıda üretilmiştir (Şekil 2.37). Ancak üç fitil kompakt ipliği üretiminde fitillerin temas ettiği iletici silindirler, daha iyi yüzey özellikleri elde edebilmek için torna tezgahında üretilmiştir (Şekil 2.38).



Şekil 2.36 Simetrik iletici silindir tasarımı



Şekil 2.37 Üç boyutlu yazıcıda üretilmiş simetrik iletici silindir (Kişisel arşiv, 2021)

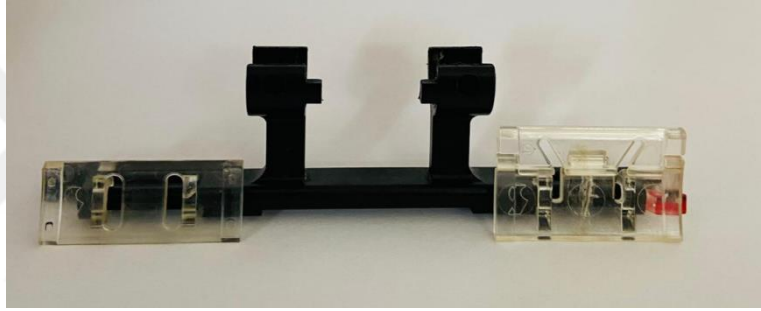


Şekil 2.38 Torna tezgahında üretilmiş simetrik iletici silindir (Kişisel arşiv, 2021)

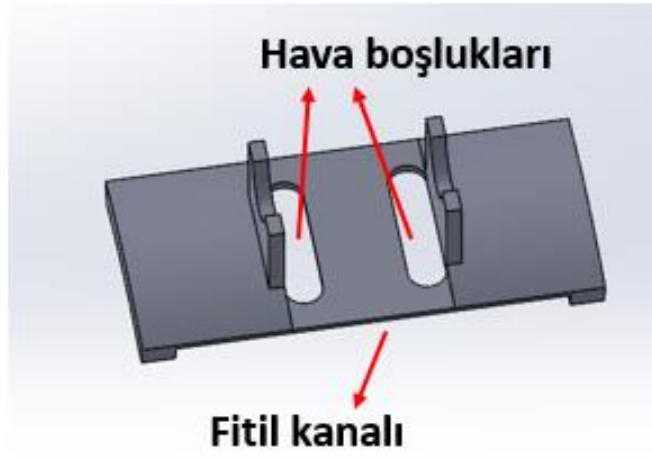
2.2.2.3 Hava Emiş Kılavuzu

Pnömatik kompakt eğirme teknolojisinde delikli silindirin üstüne yerleşen ve negatif hava basıncını yönlendiren hava emiş kılavuzu kompaktlaştırma işlemini

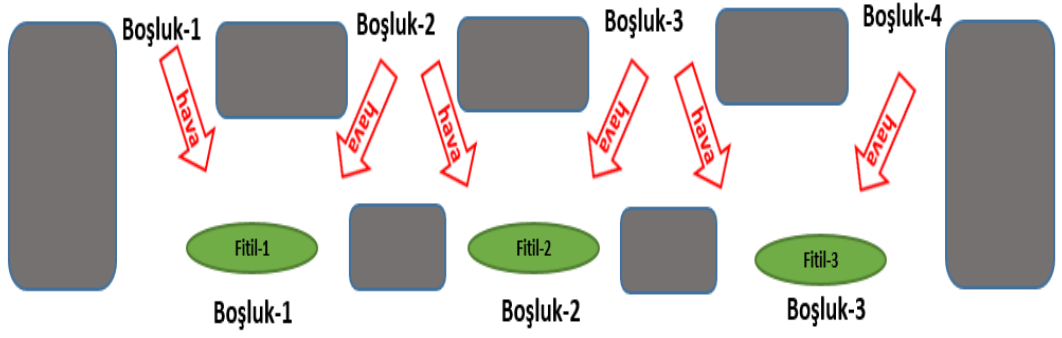
etkileyen en önemli yardımcı bileşenlerden biridir (Han ve diğer., 2015). Mevcut eğirme teknolojisinde kompakt tek katlı ve kompakt siro-spun iplikleri için üzerinde iki adet hava yarığı bulunan hava emiş kılavuzu kullanılmaktadır (Şekil 2.39). Kullanılan hava emiş kılavuzunun modeli Şekil 2.40'da verilmektedir. Üç fitilin aynı anda kompaktlaştırılarak iplik üretiminin amaçlandığı üç fitil pnömatik kompakt eğirme teknolojisi için yeni hava emiş kılavuzları tasarımları yapılmıştır. Yeni yapılan tasarımlarda temel prensip her bir fitil için ayrı ayrı yoğunlaştırma bölgesi oluşturmaktır. Bu amaçla, yeni hava emiş kılavuzları tasarımlarında, kılavuzların hava giriş yüzeylerinde dört adet hava giriş boşluğu, delikli silindire temas eden yüzeylerinde ise üç adet hava giriş boşluğu tasarlanarak her bir fitilin kenarlarına doğru diyagonal hava kanalları oluşturulmuştur (Şekil 2.41).



Şekil 2.39 Rieter hava emiş kılavuzu (Kişisel arşiv, 2021)



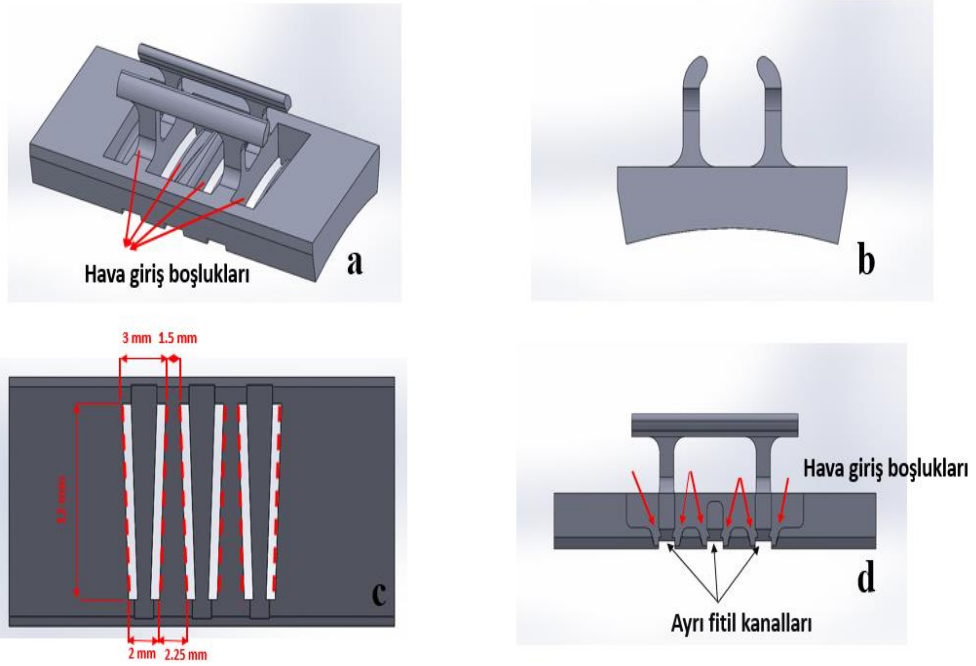
Şekil 2.40 Rieter hava emiş kılavuzu modeli



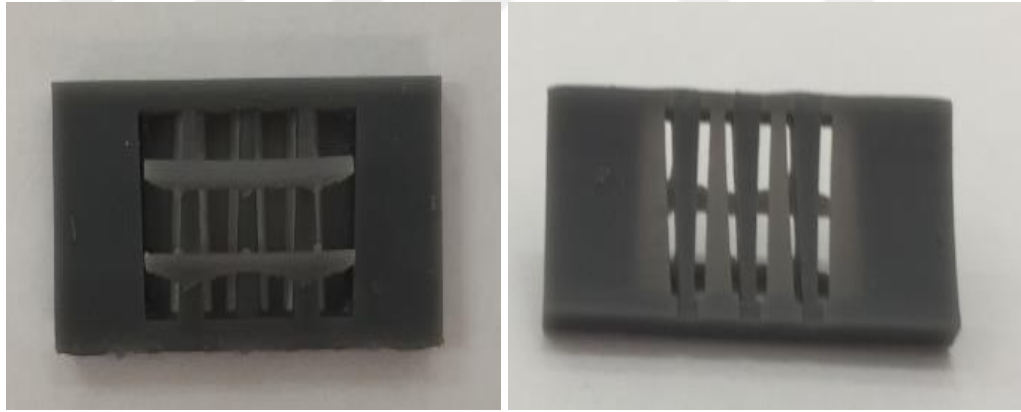
Şekil 2.41 Yeni hava emiş kılavuzu tasarım prensibi

Tasarlanan yeni parçalar Rieter K45 kompakt iplik teknolojisinde yer alan delikli silindir üzerine monte edileceğinden, yapılan tüm tasarımlarda delikli silindir üzerinde yer alan hava deliklerinin maksimum genişliği olan 12 mm geometrik sınır olarak göz önünde bulundurulmuştur. Yapılan tez çalışması kapsamında farklı yapılarda üç adet hava emiş kılavuzu tasarlanmıştır ve hava emiş kılavuzu-1, hava emiş kılavuzu-2 ve hava emiş kılavuzu-3 olarak isimlendirilmiştir.

2.2.2.3.1 Hava Emiş Kılavuzu-1. Tasarlanan hava emiş kılavuzu-1'in farklı açılardan görünümü Şekil 2.42'de verilmektedir. Hava emiş kılavuzu-1'de genel hava kılavuzu tasarımlarına uygun olarak, kılavuzun hava giriş yüzeyinde 4 adet hava boşluğu ve kılavuzun delikli silindire temas eden yüzeyinde ise üç adet hava boşluğu bulunmaktadır (Şekil 2.42a-2.42d). Ayrıca, delikli silindire temas eden yüzey ile delikli silindir arasındaki bölgede üç adet fitil ayrı ayrı ilerleyeceğinden bu bölgede ayrı fitil kanalları oluşturulmuştur (Şekil 2.42d). Oluşturulan fitil kanallarının genişliği fitillerin giriş yönünde 3 mm, fitillerin çıkış yönünde 2 mm olarak tasarlanmıştır (Şekil 2.42c). Fitillerin hareket yönündeki hava boşluklarının uzunlukları 12 mm olarak tasarlanmıştır. Tüm hava kanalları, delikli silindir üzerinde yer alan hava deliklerinin maksimum eni olan 12 mm içerisinde tasarlanmıştır. Ayrıca hava emiş kılavuzunun alt yüzeyi ile delikli silindirin üst yüzeyi aynı yarıçapta (59 mm) tasarlanmıştır (Şekil 2.42b). Tasarımlar üç boyutlu yazıcıda üretilmeye uygun olarak gerçekleştirilmiştir ve üç boyutlu yazıcıda üretilmiştir (Şekil 2.43).



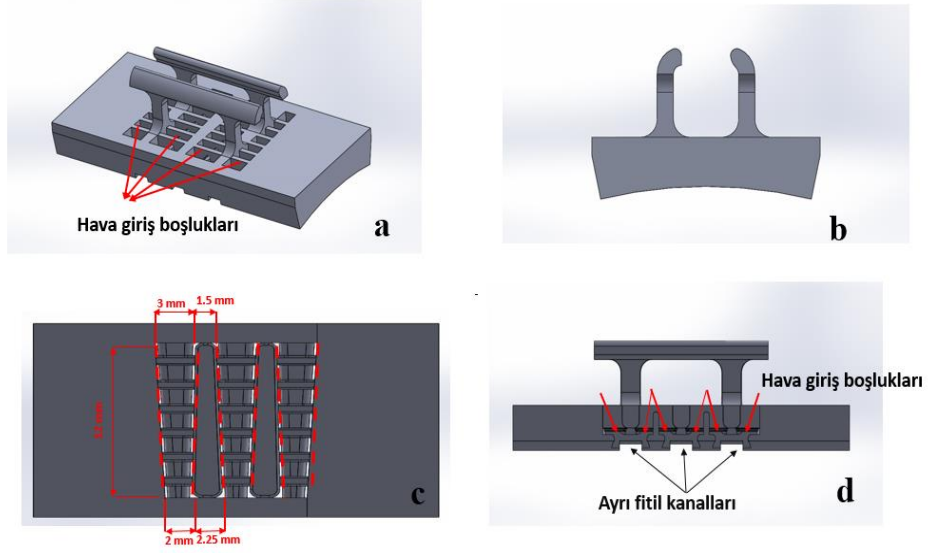
Şekil 2.42 Hava emiş kılavuzu -1'in farklı açılardan görünüşleri a) önden görünüm b) yandan görünüm c) arkadan görünüm d) kesit görünümü



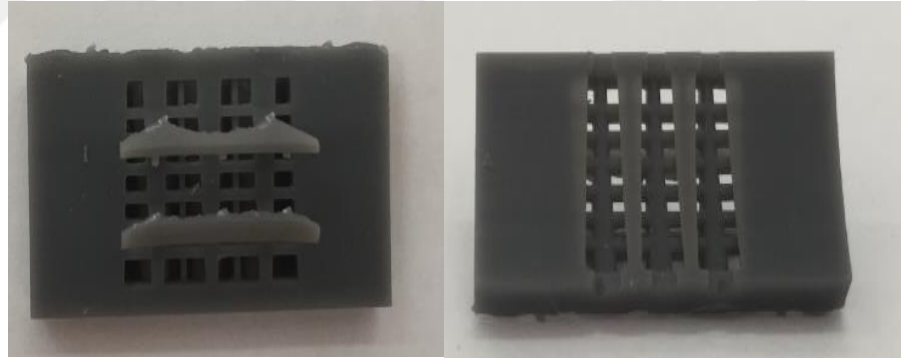
Şekil 2.43 Üç boyutlu yazıcıda üretilen hava emiş kılavuzu-1'in üstten ve alttan görünümü (Kişisel arşiv, 2021)

2.2.2.3.2 *Hava Emiş Kılavuzu-2*. Tasarlanan hava emiş kılavuzu-2'nin farklı açılardan görünümü Şekil 2.44'te verilmektedir. Hava emiş kılavuzu 2'nin tasarımında tüm tasarım prensipleri ve tasarım geometrileri hava emiş kılavuzu-1 ile aynıdır. Hava emiş kılavuzu-1'den farklı olarak, hava giriş kılavuzu-2'nin üst yüzeyinde bulunan hava giriş boşlukları odacıklara bölünmüştür. Böylelikle kompaktlaşma bölgesinde oluşacak ani hava akış hızları değişiminin dengelenmesi amaçlanmıştır. Tasarımlar üç

boyutlu yazıcıda üretilmeye uygun olarak tgerçekleştirilmiştir ve üç boyutlu yazıcıda üretilmiştir (Şekil 2.45).



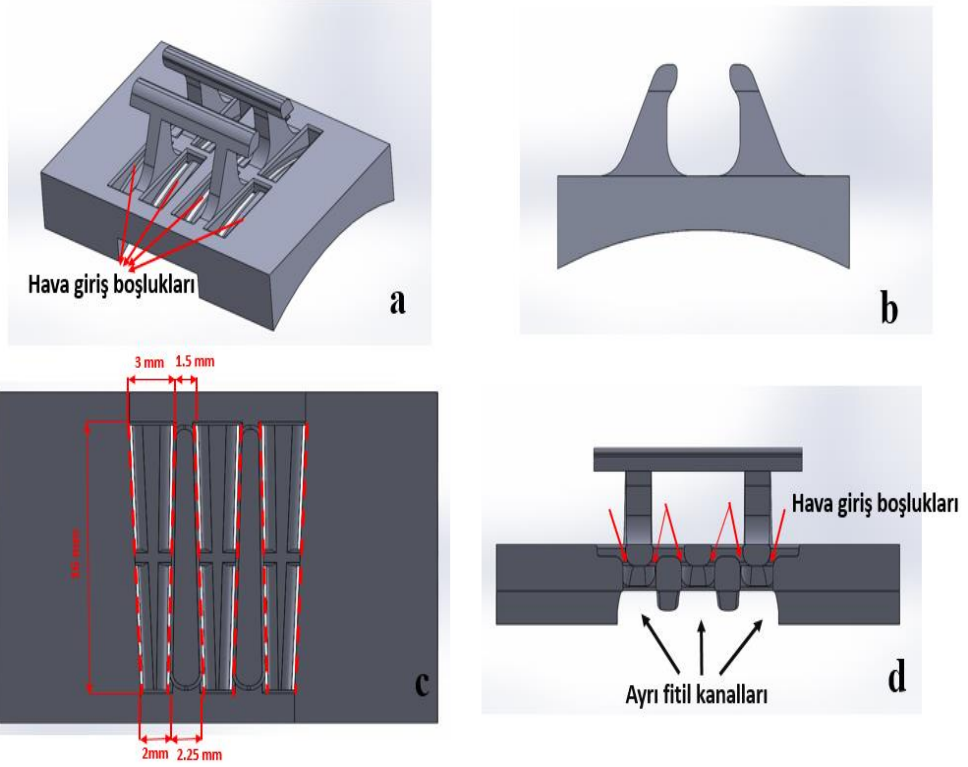
Şekil 2.44 Hava emiş kılavuzu-2'nin farklı açılardan görünüşleri a) önden görünüm b) yandan görünüm c) arkadan görünüm d) kesit görünümü



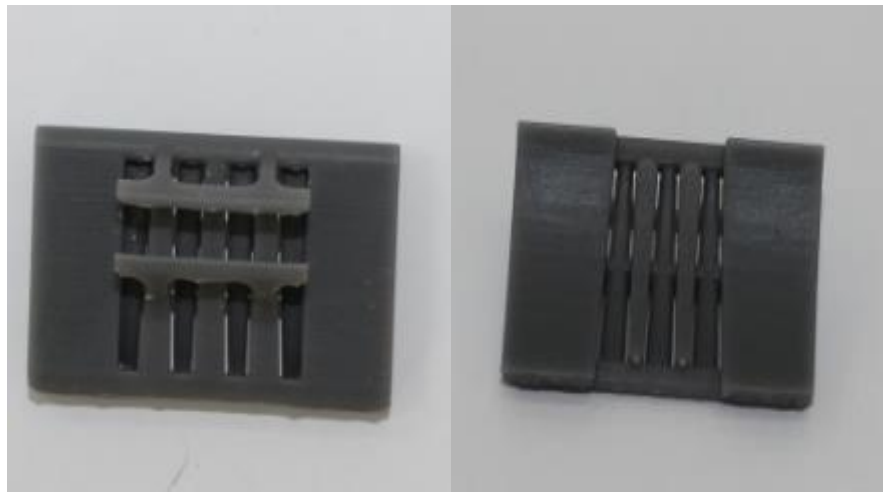
Şekil 2.45 Üç boyutlu yazıcıda üretilen hava emiş kılavuzu-2'nin üstten ve alttan görünümü (Kişisel arşiv, 2021)

2.2.2.3.3 Hava Emiş Kılavuzu-3. Tasarlanan hava emiş kılavuzu-3'ün farklı açılardan görünümü Şekil 2.46'da verilmektedir. Hava emiş kılavuzu-3'ün tasarımında temel tasarım prensipleri ve hava giriş boşluklarının enine yöndeki genişlikleri aynı kalmıştır. Diğer hava emiş kılavuzlarından farklı olarak, fitillerin hareket yönündeki hava boşluklarının uzunlukları 16 mm olarak ayarlanmıştır. Böylelikle delikli silindir üzerinde hareket eden fitillerin daha uzun yoğunlaşma

bölgesinde kalması ve kompaktlaştırma etkisinin artırılması amaçlanmıştır. Tasarımlar üç boyutlu yazıcıda üretilmeye uygun olarak gerçekleştirilmiştir ve üç boyutlu yazıcıda üretilmiştir (Şekil 2.47).



Şekil 2.46 Hava emiş kılavuzu -3'ün farklı açılardan görünümü a) önden görünüm b) yandan görünüm c) arkadan görünüm d) Kesit görünümü



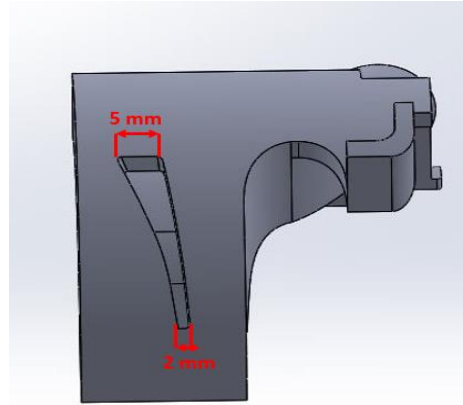
Şekil 2.47 Üç boyutlu yazıcıda üretilen hava emiş kılavuzu-3'ün üstten ve alttan görünümü (Kişisel arşiv, 2021)

2.2.2.4 Hava Emiş Parçası

Hava emiş parçası delikli silindirin iç yüzeyine yerleştirilen ve hava emiş kılavuzuyla beraber fitillerin etrafında oluşturulan yoğunlaşma bölgesini etkileyen en önemli yardımcı parçalardandır. Mevcut delikli silindirli pnömatik kompakt eğirme teknolojisinde kompakt tek katlı ve kompakt siro-spun ipliklerini üretebilmek için kullanılan hava emiş parçaları bulunmaktadır (Şekil 2.48). Kompakt tek katlı ipliklerinin üretilmesi için kullanılan hava emiş parçasının modeli Şekil 2.49’da verilmektedir. Hava emiş parçası üzerinde bulunan hava yarıklarının geometrisi, kompaktlaştırma bölgesindeki hava akış hızının büyüklüğünü ve yönünü etkileyen en önemli tasarım parametresidir. Bu sebeple, tez çalışması kapsamında geliştirilen üç fitil kompakt eğirme teknolojisi için iki farklı yapıda hava emiş parçası geliştirilmiştir. Geliştirilen parçalar hava emiş parçası-1 ve hava emiş parçası-2 olarak isimlendirilmiştir.

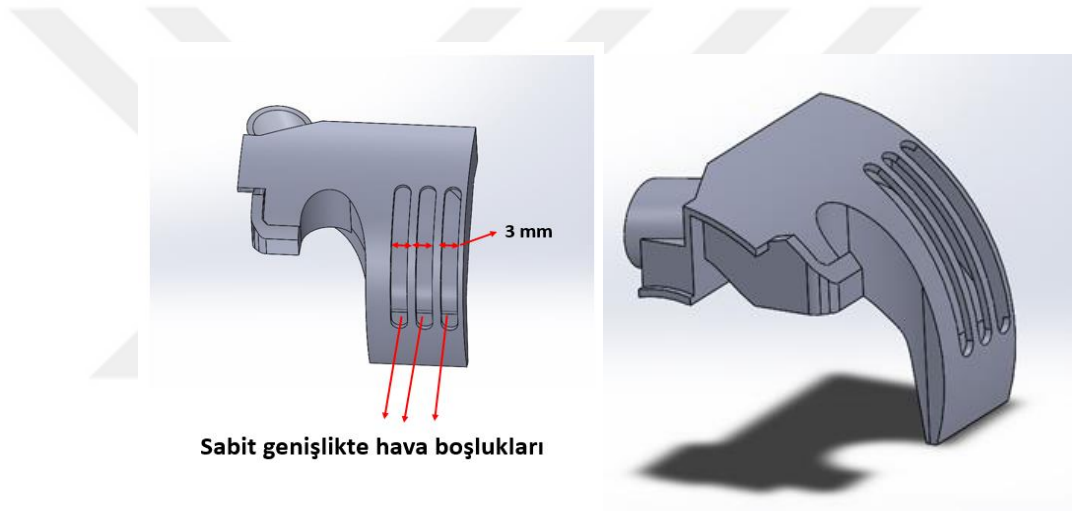


Şekil 2.48 Rieter kompakt tek katlı ve kompakt siro-spun iplikleri için kullanılan hava emiş parçaları (Kişisel arşiv, 2021)

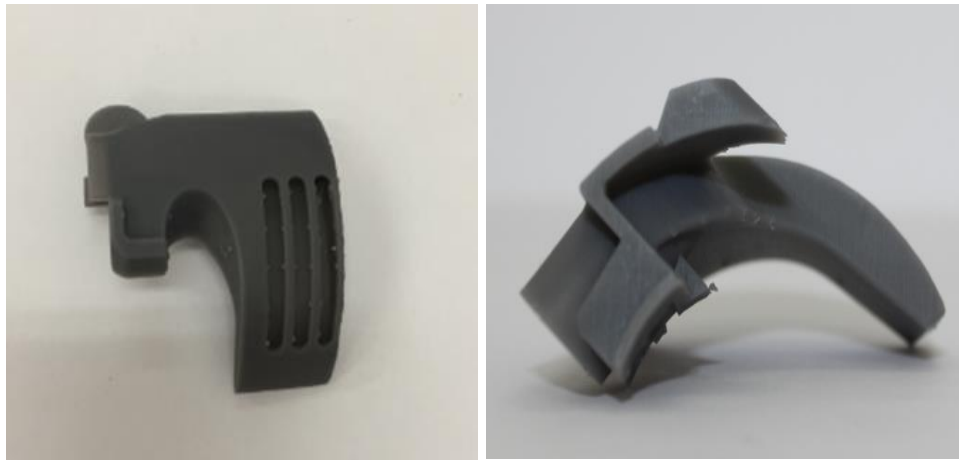


Şekil 2.49 Rieter kompakt tek katlı iplikleri için kullanılan hava emiş parçasının modeli

2.2.2.4.1 Hava Emiş Parçası-1. Tez çalışması kapsamında geliştirilen hava emiş parçası-1'in farklı açılardan görünümü Şekil 2.50'de verilmektedir. Yapılan ilk tasarımda, hava emiş yarıklarının sayısı 3 çıkarılmıştır. Böylece tasarlanan yeni hava emiş kılavuzlarıyla beraber her bir fitil için ayrı bir yoğunlaşma bölgesi oluşturulması amaçlanmıştır. Ayrıca, yeni hava emiş parçası tasarımındaki hava yarıklarının genişliği 3 mm olarak ayarlanmıştır ve tüm hava yarıkları delikli silindir üzerindeki hava deliklerinin maksimum genişliği olan 12 mm içerisinde olacak şekilde tasarlanmıştır. Tasarlanan parçaların diğeri önemli geometrik ölçüleri Rieter hava emiş parçaları ile aynı kalmıştır. Yapılan tasarım üç boyutlu yazıcıda üretilmeye uygun olarak tasarlanmıştır ve üç boyutlu yazıcıda üretilmiştir (Şekil 2.51).

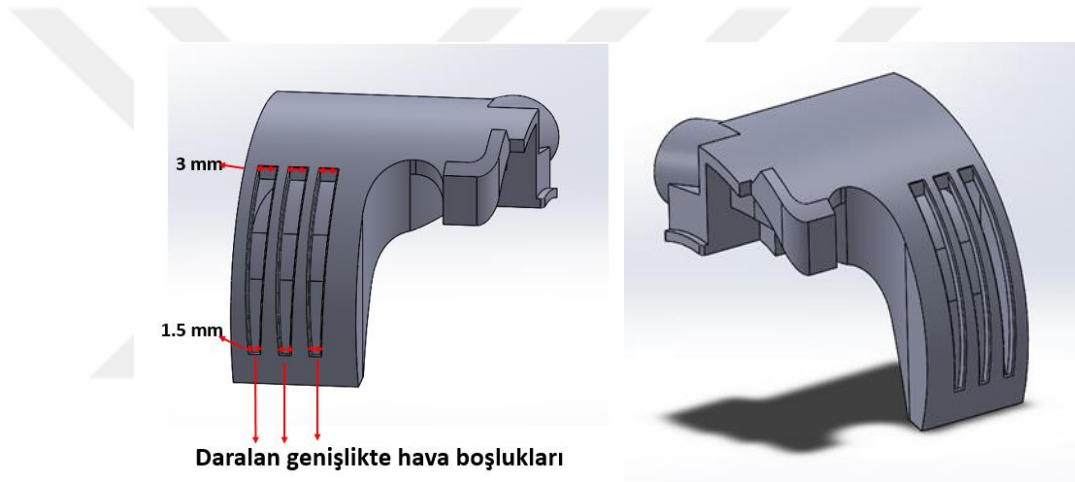


Şekil 2.50 Hava emiş parçası-1



Şekil 2.51 Üç boyutlu yazıcıda üretilen hava emiş parçası-1 (Kişisel arşiv, 2021)

2.2.2.4.2 Hava Emiş Parçası-2. Tez çalışması kapsamında geliştirilen hava emiş parçası-2'nin farklı açılardan görünümü Şekil 2.52'de verilmektedir. İlk tasarımdan farklı olarak ikinci tarımda hava emiş parçası üzerinde bulun hava yarıklarının geometrisi fitillerin hareket yönünde daraltılmıştır. Hava emiş kılavuzu-2'de yer alan hava yarıklarının genişliği fitillerin giriş yönünde 3 mm çıkış yönünde 1.5 mm olarak tasarlanmıştır (Şekil 2.52). Böylece, hava emiş parçası üzerinde yer alan hava yarıklarının geometrisinin kompaktlaştırma bölgesi üzerinde etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Tasarlanan parçaların diğer önemli geometrik ölçüleri Rieter hava emiş parçaları ile aynı kalmıştır. Yapılan tasarım üç boyutlu yazıcıda üretilmeye uygun olarak tasarlanmıştır ve üç boyutlu yazıcıda üretilmiştir (Şekil 2.53)



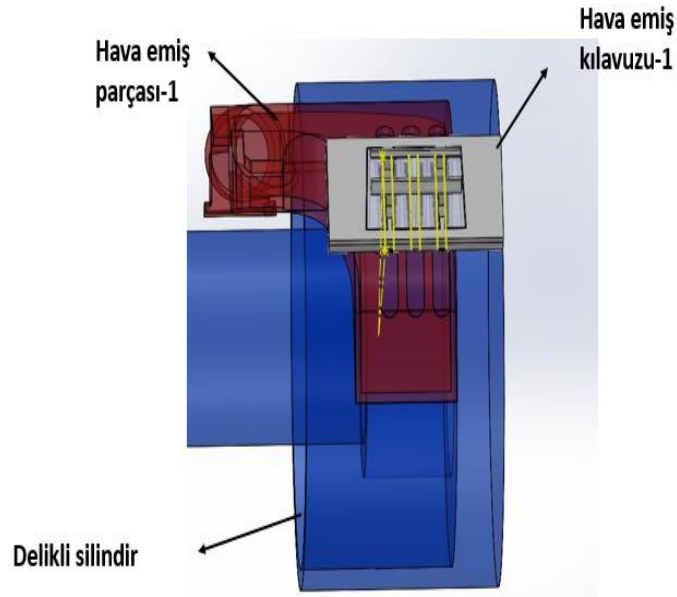
Şekil 2.52 Hava emiş parçası-2



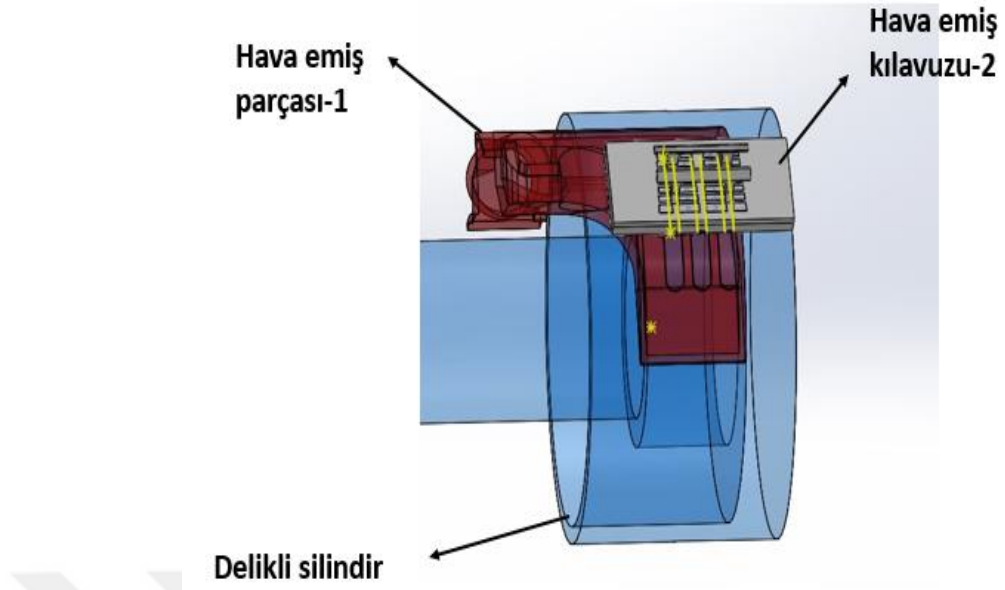
Şekil 2.53 Üç boyutlu yazıcıda üretilen hava emiş parçası-2 (Kişisel arşiv, 2021)

2.2.2.5 Farklı yapılarda hava emiş kılavuzu ve hava emiş parçalarının birlikte kullanıldığı üç fitil kompakt eğirme teknolojileri

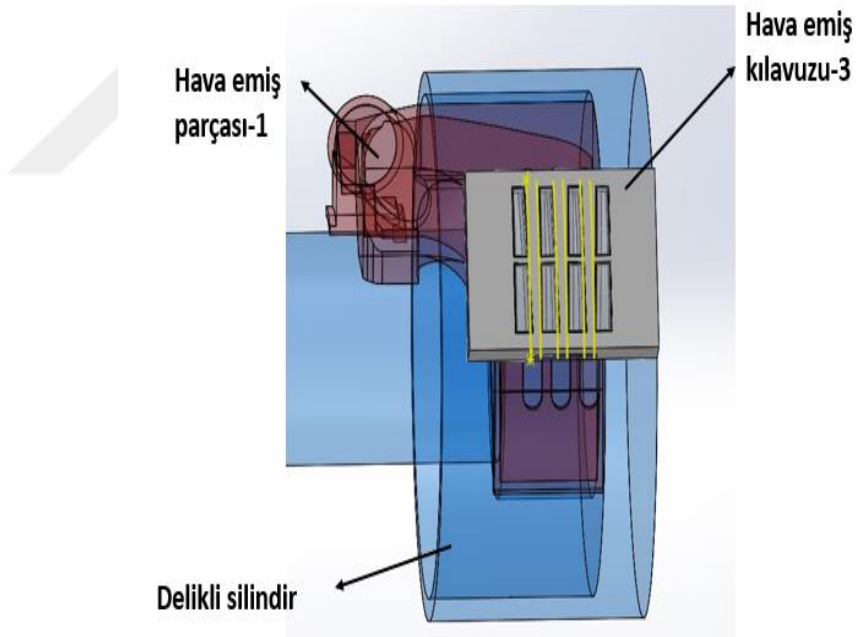
Tez çalışması kapsamında farklı geometrik yapılarda hava emiş kılavuzu ve hava emiş parçaları tasarlanmıştır. Tasarlanan parçaların kompaktlaştırma bölgesindeki etkilerini incelemek amacıyla farklı yapılardaki parçaların birlikte kullanıldığı kompakt üç fitil sistemleri tasarlanmıştır. Tasarlanan birinci sistemde hava emiş kılavuzu-1 ile hava emiş parçası-1 beraber kullanılmıştır ve Sistem-1 olarak isimlendirilmiştir (Şekil 2.54). Sistem-2 ve Sistem-3 olarak isimlendirilen ikinci ve üçüncü sistemlerde ise hava emiş kılavuzunun kompaktlaştırma bölgesindeki etkisini incelemek amacıyla sırasıyla hava emiş kılavuzu-2 ve hava emiş kılavuzu-3, hava emiş parçası-1 ile beraber kullanılmıştır (Şekil 2.55-2.56). Son tasarım olan Sistem-4’te ise hava emiş parçasının kompaktlaştırma bölgesindeki etkisini incelemek amacıyla hava emiş parçası-2 hava emiş kılavuzu-3 ile beraber kullanılmıştır (Şekil 2.57). Bununla birlikte, tüm tasarımlara ilham veren kompakt üç fitil eğirme teknolojisinin geliştirildiği kompakt tek katlı eğirme teknolojisinin kompaktlaştırma bölgesi tasarlanmıştır ve Şekil 2.58’de verilmiştir.



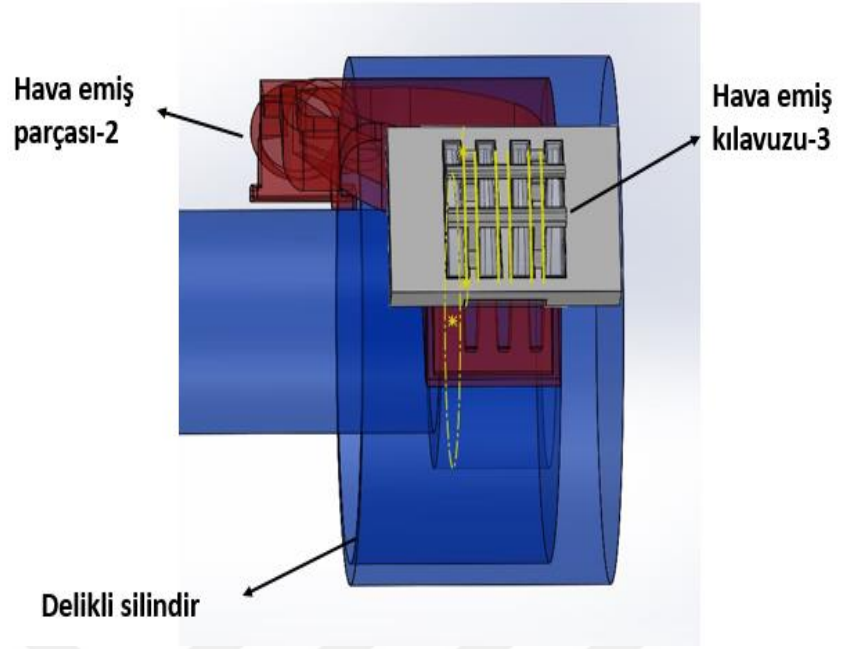
Şekil 2.54 Hava emiş kılavuzu-1 ve hava emiş parçası-1'in delikli silindir üzerine monte edilerek oluşturulan Sistem-1'e ait model görüntüsü



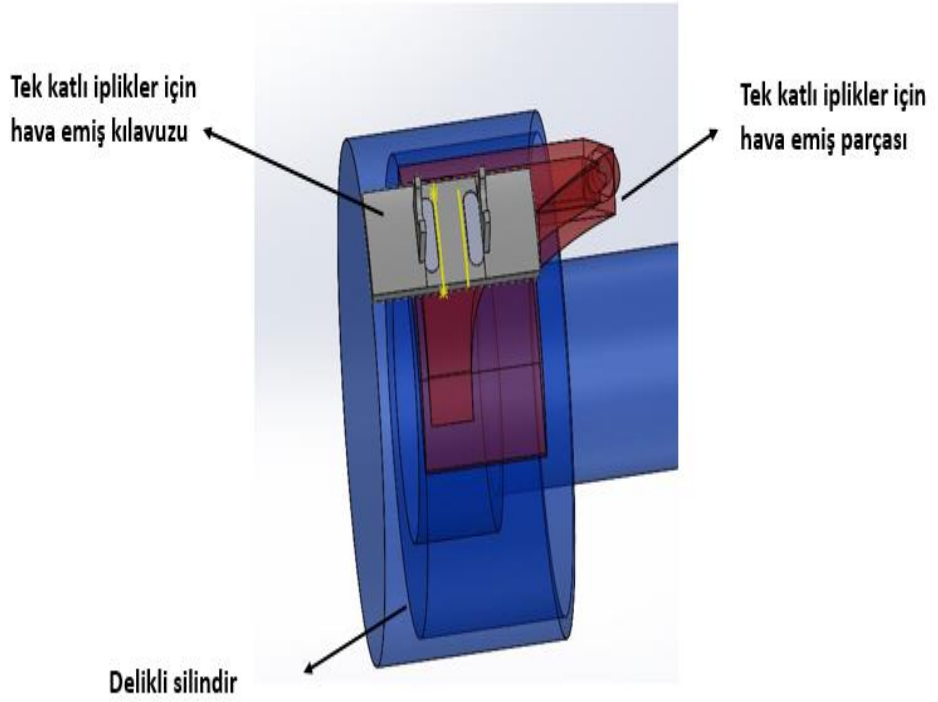
Şekil 2.55 Hava emiş kılavuzu-2 ve hava emiş parçası-1'nin delikli silindir üzerine monte edilerek oluşturulan Sistem-2'ye ait model görüntüsü



Şekil 2.56 Hava emiş kılavuzu-3 ve hava emiş parçası-1'nin delikli silindir üzerine monte edilerek oluşturulan Sistem-3'e ait model görüntüsü



Şekil 2.57 Hava emiş kılavuzu-3 ve hava emiş parçası-2'nin delikli silindir üzerine monte edilerek oluşturulan Sistem-4'e ait model görüntüsü



Şekil 2.58 Kompakt tek katlı eğirme teknolojisine ait model görüntüsü

2.2.2.6 Üç fitil kompakt eğirme teknolojisi kompaktlaştırma bölgesinin hava akış modelleri ve Sayısal Simülasyonları

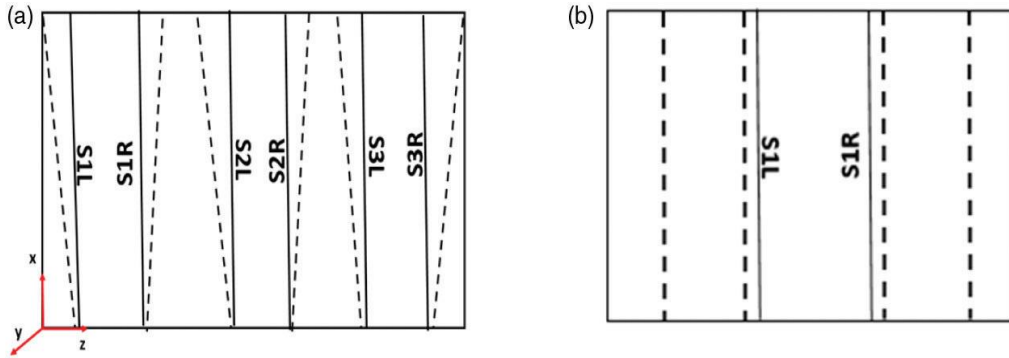
Çalışmanın bu kısmında farklı yapılarda hava emiş kılavuzu ve hava emiş parçalarının kompaktlaştırma bölgesi üzerinde etkilerini incelemek için oluşturulan sistemlerin kompaktlaştırma bölgesindeki hava akış modelleri incelenmiştir. İlk olarak, yeni geliştirilen sistemlerin etkisini daha iyi inceleyebilmek için kompakt tek katlı sistemin hava akış alanlarının sayısal simülasyonları incelenmiştir. Daha sonra farklı yapılardaki hava emiş kılavuzu ve hava emiş parçalarının kompaktlaştırma bölgesindeki etkilerini incelemek için modellenen kompakt üç fitil sistemleri incelenmiştir.

Delikli silindirik pnömatik kompakt eğirme teknolojilerine hava akışı negatif hava basıncı ile oluşturulur. Kompaktlaştırma bölgesindeki hava öncelikle hava emiş kılavuzu dış yüzeyindeki boşluklardan geçer, sonra delikli silindir üzerindeki deliklerden geçerek hava emiş parçasına iletilir ve buradan dışarıya gider. Hava emiş kılavuzu üzerindeki hava boşlukları basınç giriş sınırı olarak adlandırılır ve bu noktadaki basınç standart atmosfer basıncına eşittir. Basınç çıkış sınırı, hava emiş parçasındaki basıncın çıkış yüzeyi olarak tanımlanır ve bu çalışmada değeri 30000 Pascal olarak alınmıştır.

Kompakt eğirme teknolojisinde fitillerin yoğunlaşma işlemi üç tür kuvvet ile sağlanabilir. İlk olarak fitillere enine yönde etki eden ve fitillerin genişliğini azaltan kuvvetler, ikinci olarak fitillerin hareket yönüyle aynı yönde olan ve fitil içerisindeki lif demetinin düzleşmesini sağlayarak kompaktlaştırmaya yardımcı olan kuvvetler ve son olarak da fitil yüzeyine etki eden ve fitillerin delikli silindirin dış yüzeyine tutunduran yardımcı kuvvetlerdir (Su ve diğer., 2016; Yinghui ve diğer., 2017 ; Su ve ark. 2013; Su ve diğer., 2018). Yapılan çalışma kapsamında kullanılan koordinat sistemi Şekil 2.59'da verilmektedir. Kullanılan koordinat sistemine göre pozitif Z etkisini yönündeki kuvvetler fitillerin genişliğini azaltan ve esas yoğunlaşma etkisini sağlayan kuvvetler, negatif X eksenini yönündeki kuvvetler fitil içerisindeki lifleri

düzleştiren yardımcı kuvvetler ve pozitif Y eksenini yönündeki kuvvetler ise lifleri delikli silindir dış yüzeyine tutandıran yardımcı kuvvetlerdir.

Delikli silindirik pnömatik kompakt eğirme teknolojilerinde yoğunlaştırma işlemi delikli silindirin dış yüzeyi ile hava emiş kılavuzunun alt yüzeyi arasındaki alanda gerçekleştirilir. Çalışma kapsamında tasarlanan üç fitil kompakt eğirme sistemlerinin üç ekseninde yoğunlaştırma etkisini karşılaştırmak için hava akış modellerinde her bir fitil kanalı için referans çizgileri tanımlanmıştır. Tanımlanan referans çizgileri her bir fitil kanalının sağ ve sol sınırında olacak şekilde tanımlanmıştır. Birinci fitil kanalındaki referans çizgileri S1L ve S1R, ikinci fitil kanalındaki referans çizgileri S2L ve S2R, üçüncü fitil kanalındaki referans çizgileri S3L ve S3R olarak tanımlanmıştır (Şekil 2.59). Bununla birlikte yeni tasarlanan sistemlerin etkisinin karşılaştırılmasında kompakt tek katlı sistem referans sistem olarak kullanılmıştır ve hava emiş kılavuzunda yer alan hava boşluklarının sol ve sağ kenarına S1L ve S2R referans çizgileri tanımlanmıştır. Hava akış modeline kullanılan koordinat eksenini her sistem için S1L referans çizgisinin başlangıç noktasında yer almaktadır. Referans çizgileri koordinat sistemine göre $y=-2$ mm'de çizilmiştir. Yoğunlaşma bölgesinin genişliği 12 mm ($z=12$ mm), uzunluğu ise hava emiş kılavuzunun geometrisine göre 12 ve 16 mm olarak alınmıştır ($x=12$ mm, $x=16$ mm).



Şekil 2.59 Hava akış modelleri için referans çizgilerinin belirlenmesi a) üç fitil kompakt eğirme teknolojisi b) kompakt tek katlı eğirme teknolojisi

Çalışma kapsamında hava akış analizleri SolidWorks kullanılarak yapılmıştır. Akış analizlerini yapmak için, katı ve montaj modelleri akış simülasyon modülüne aktarılmıştır. SolidWorks Akış Simülasyonu paketi, sırasıyla kütle, momentum ve

enerji tasarrufu yasalarının formülleri olan Navier-Stokes denklemlerini (Sobachkin ve Dumnov, 2013) kullanır (Eşitlik 2.18-2.20).

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i)}{\partial x_i} = 0 \quad (2.18)$$

$$\frac{\partial(\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_i u_j) + \frac{\partial p}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_j}(\tau_{ij} + \tau_{ij}^R) + S_i \quad (2.19)$$

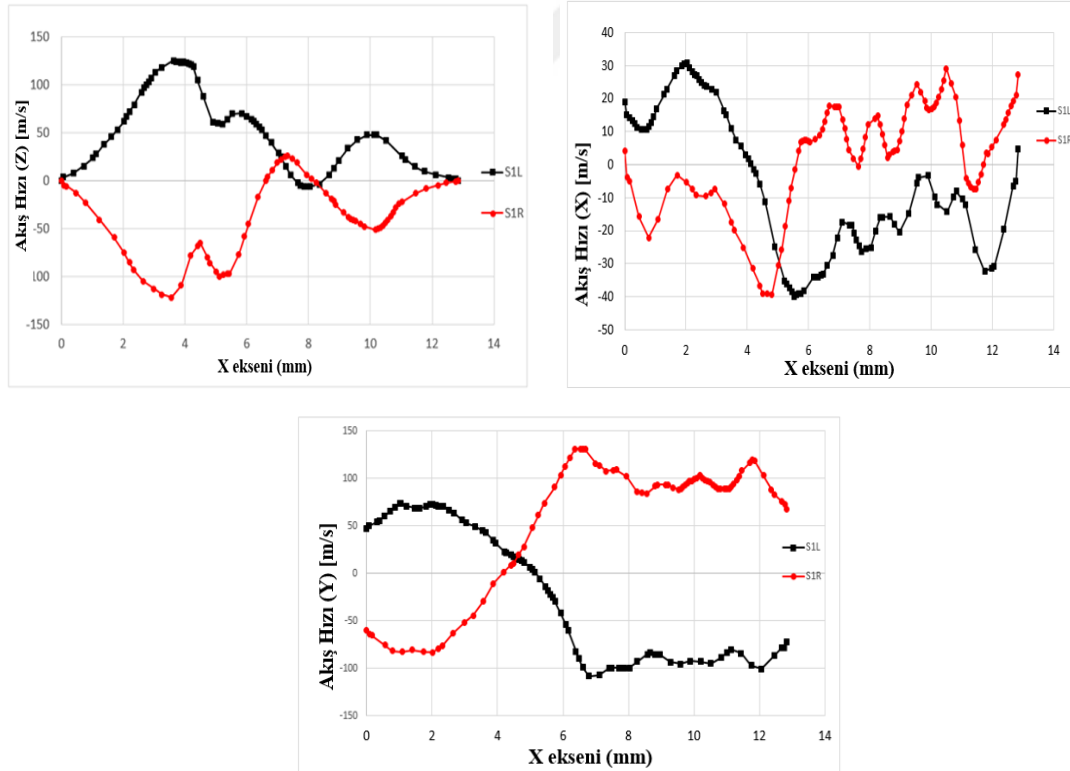
$$\frac{\partial \rho H}{\partial t} + \frac{\partial \rho u_i H}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} (u_j (\tau_{ij} + \tau_{ij}^R) + q_i) + \frac{\partial p}{\partial t} - \tau_{ij}^R \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \rho \varepsilon + S_i u_i + Q_H ;$$

$$H = h + \frac{u^2}{2} \quad (2.20)$$

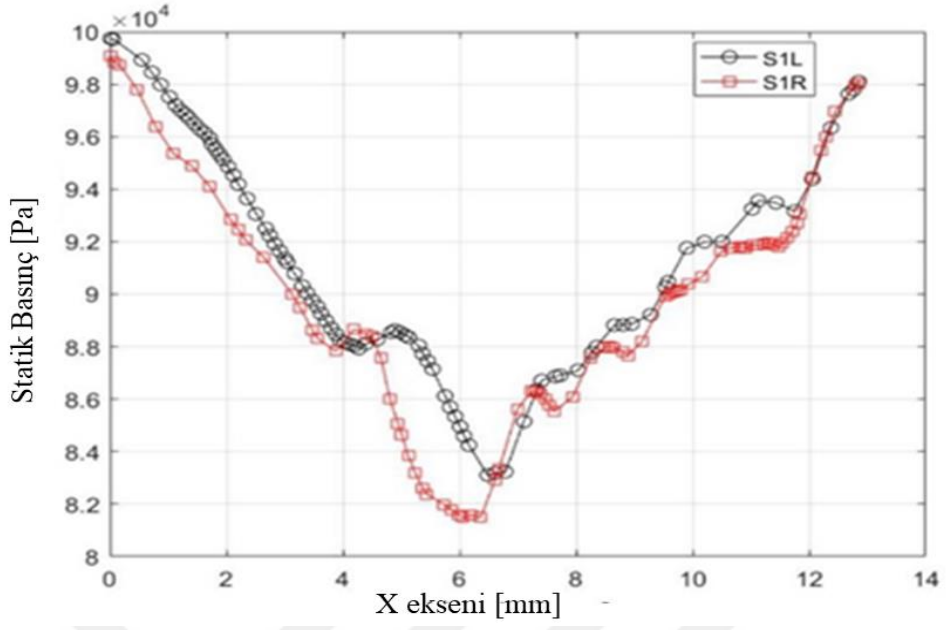
Eşitlik 2.18-2.20' de yer alan x ve t sırasıyla koordinat ve zamanı temsil eder. Ortam ve akış alanının parametreleri ρ yoğunluk, u hız ve p basıncı gösterirler. τ viskoz stres, S kuvveti, q ısı akışı, Q hacimsel enerji kaynağı, h entalpi, H toplam entalpi ve ε dağılım oranıdır.

2.2.2.6.1 Kompakt tek katlı sistemin akış alanındaki hız bileşenlerinin sayısal simülasyonu. Kompakt tek katlı sistemin kompaktlaştırma bölgesinde liflerin hareket yönündeki (X eksen) akış hızı bileşenleri Şekil 2.60'da verilmektedir. Fitillere enine yönde etki eden Z eksen doğrultusundaki akış bileşenlerinin S1L referans çizgileri üzerinde pozitif yönde, S1R referans çizgisi üzerinde negatif yönde olduğu görülmektedir (Şekil 2.60). Bu durum fitil içerisindeki liflerin fitil merkezine doğru itildiğini ve kompaktlaştırma işleminin gerçekleştiğini göstermektedir (Su ve ark. 2016; Yinghui ve diğer., 2017; Su ve diğer., 2013; Su ve diğer., 2018). Z eksen yönündeki akış hızı bileşenlerinin belirli bir noktadan sonra yön değiştirdiği ancak her iki referans çizgisi üzerindeki akış hızı bileşenlerinin zıt yönde kalarak kompaktlaştırma işlemini gerçekleştirdiği görülmektedir. Bu durum kompakt tek katlı sistemlerde kullanılan hava emiş parçasının asimetrik hava boşluğu yapısı ile açıklanabilir. Hava akış alanının modellenmesinde tanımlanan referans çizgileri hava emiş kılavuzu üzerinde çizilmiştir ve konumu tüm analiz boyunca sabittir. Ancak, hava

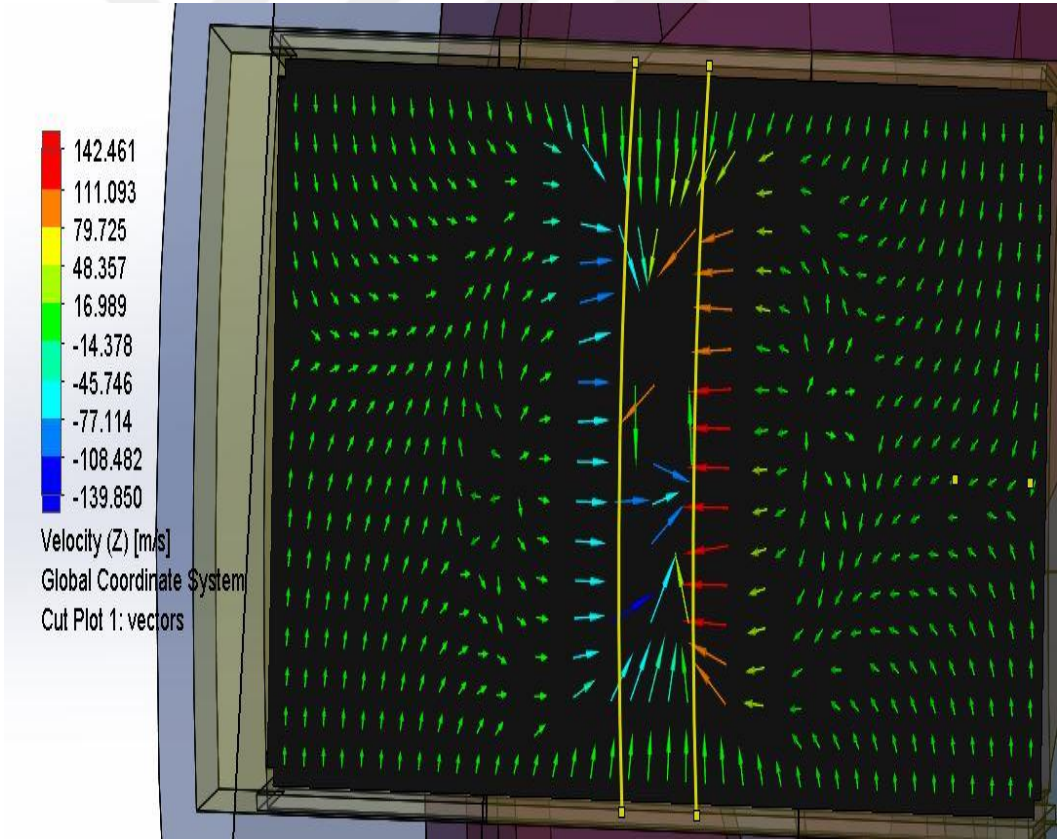
emiş parçasının asimetrik yapısında hava boşluğu kanalının başlangıç ve bitiş noktaları aynı doğru üzerinde değildir. Bu sebeple kompakt tek katlı ipliklerin akış hızı bileşenlerinin yön değiştirmesi göz ardı edilebilir. Benzer sebeple, X ve Y ekseninde yer alan akış hızı bileşenleri de belirli bir noktadan sonra yön değiştirmiştir. Ancak her iki referans çizgisi üzerinde yer alan akış hızı bileşenleri arasındaki mutlak fark benzer değişim göstermiştir. Referans çizgileri üzerinde oluşan statik basınçlara ait grafik Şekil 2.61’de verilmektedir ve statik basınç değerlerinin pozitif ve standart atmosferik basınçtan daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, lifler üzerine etki eden pozitif basınç olduğunu ve lifleri delikli silindir üzerinde tuttuğunu gösterir. Son olarak, X-Z kesitinde oluşan akış hızı diyagramı Şekil 2.62’de verilmektedir ve akış hızı bileşenleri büyüklüklerine göre renklendirilmiştir. Şekil 2.62’den akış hızı bileşenlerinin tüm kompaktlaştırma bölgesini kapladığı ve lifleri fitil merkezine doğru yönlendirdiği görülmektedir. Demir ve diğer. (2018b) çalışmalarında tek katlı kompakt eğirme teknolojisinin yoğunlaştırma bölgesini incelemiştir.



Şekil 2.60 Tek katlı kompakt sistemde pozitif X ekseninde oluşan akış hızı bileşenleri



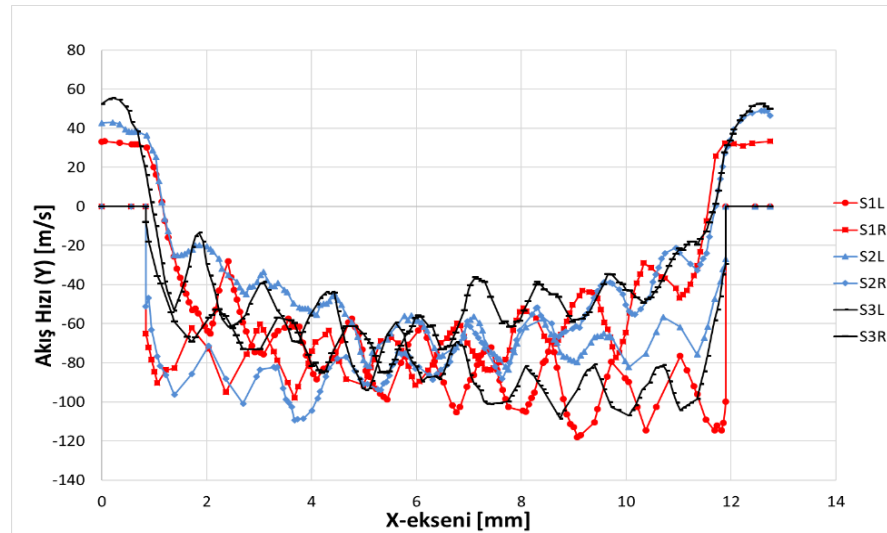
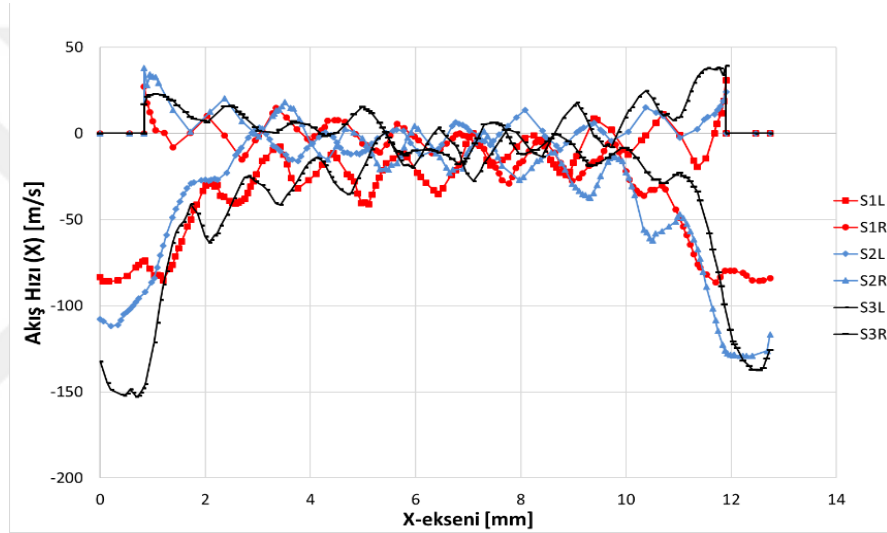
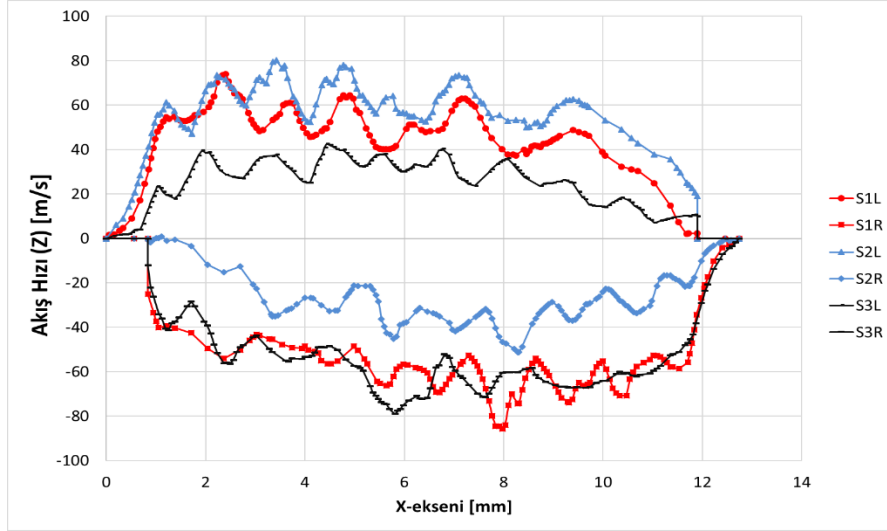
Şekil 2.61 Tek katlı kompakt sistemde referans çizgileri üzerinde oluşan statik basınç değerleri



Şekil 2.62 Tek katlı kompakt sistemin X-Z eksenindeki akış hızı bileşenleri ve büyüklüklerine göre renklendirilmesi

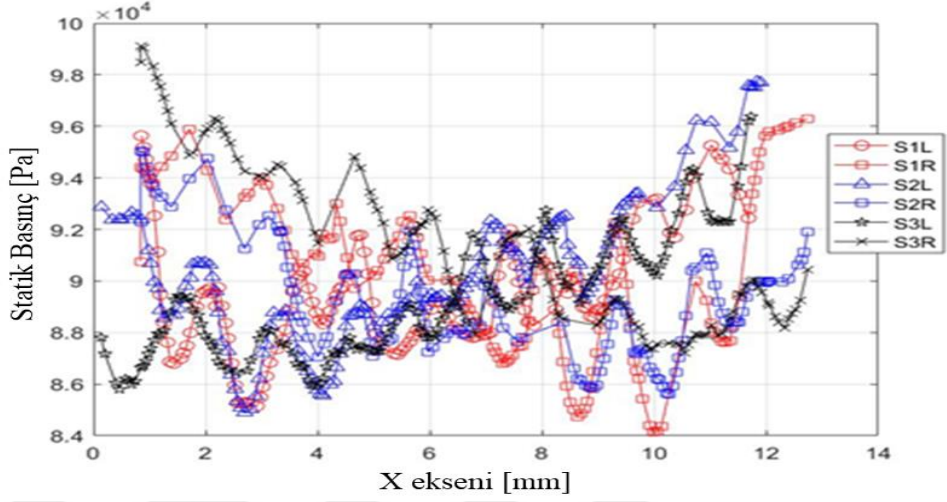
2.2.2.6.2 Sistem-1'in akış alanındaki hız bileşenlerinin sayısal simülasyonu.

Sistem-1'in akış alanında pozitif X eksenini boyunca yer alan akış hızı bileşenleri Şekil 2.63'te verilmektedir. Akış alanındaki hız bileşenlerinin sayısal simülasyonu için her bir fitil kanallarının her iki kenarına S1L, S1R, S2L, S2R, S3L, S3R referans çizgileri yerleştirilmiştir. Şekil 2.63'te her bir fitil için Z eksenini yönündeki akış hızı bileşenlerinin fitil merkezine doğru olduğu görülmektedir. Bu durum, tasarlanan yeni parçalar ile her bir fitil için ayrı ayrı kompaktlaştırma bölgesi oluşturulduğunu göstermektedir (Su ve diğer., 2016; Yinghui ve diğer., 2017; Su ve diğer., 2013; Su ve diğer., 2018). Liflerin hareket yönüne etki eden akış hızı bileşenlerinin liflerle aynı yönde olması ve kompaktlaştırma işlemine pozitif olarak katkı sağlaması beklenir (Su ve diğer., 2016). Ancak, Sistem-1 için X eksenini yönündeki akış hızı bileşenlerinin yönlerinde ve büyüklüklerinde dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Y-eksenini yönündeki akış hızı bileşenlerinin tüm kompaktlaştırma alanında negatif olduğu ve lifleri delikli silindir üzerine doğru yönlendirerek kompaktlaştırma etkisinin artmasına yardımcı olduğu görülmektedir.



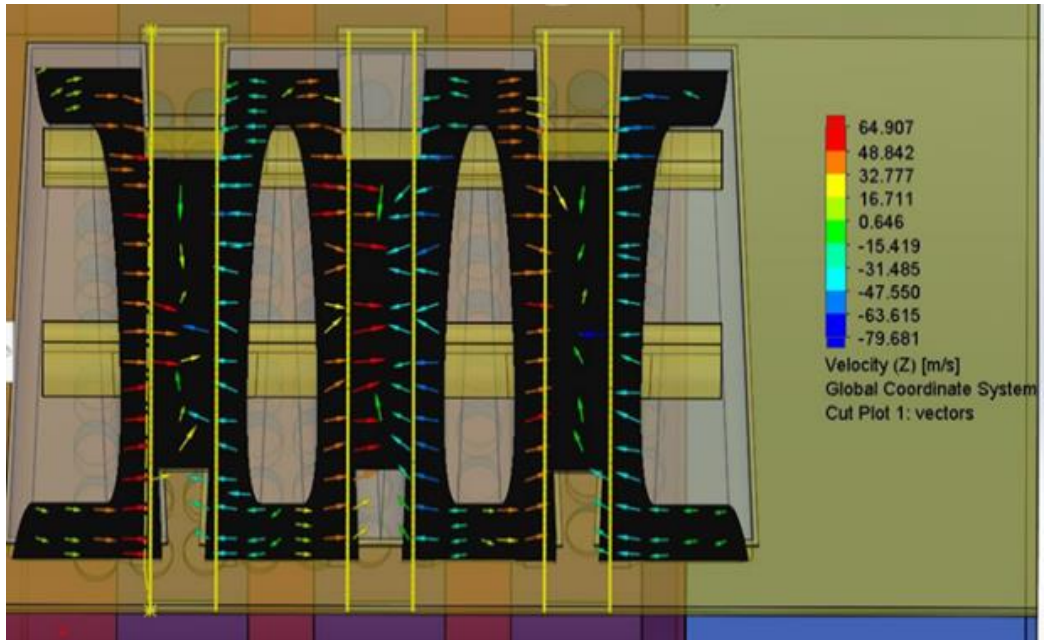
Şekil 2.63 Sistem-1'in pozitif X eksenine boyunca oluşan akış hızı bileşenleri

Sistem-1'e ait statik basınç diyagramı Şekil 2.64'te verilmektedir. Sistem-1'de oluşan statik basınç değerlerinde kompaktlaştırma bölgesinde dalgalanmalar olduğu görülmektedir.



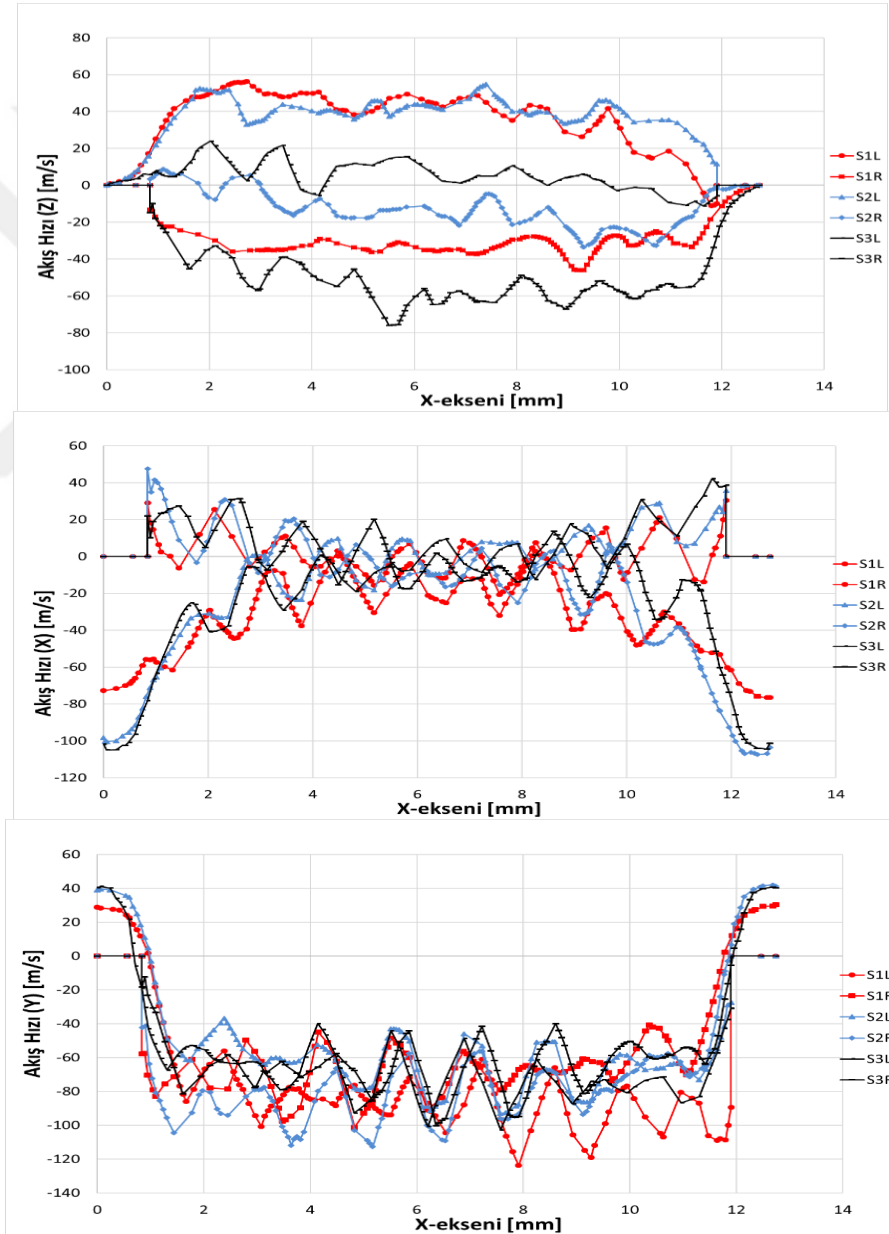
Şekil 2.64 Sistem-1'e ait statik basınç değerleri

Sistem-1'in kompaktlaştırma bölgesinin X-Z kesitinde oluşan akış hızı diyagramı Şekil 2.65'te verilmektedir ve akış hızı bileşenleri büyüklüklerine göre renklendirilmiştir. Şekil 2.65'ten akış hızı bileşenlerinin tüm kompaktlaştırma bölgesini kapladığını ve lifleri fitil merkezine doğru yönlendirdiği görülmektedir.



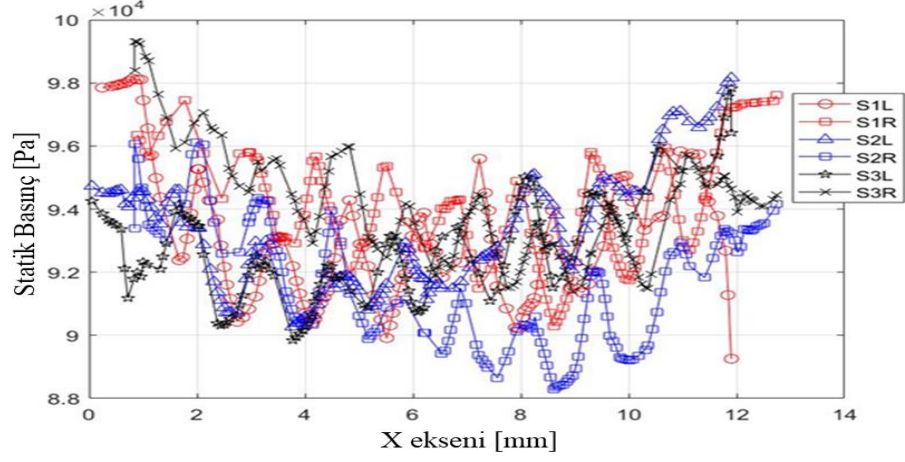
Şekil 2.65 Sistem-1'in X-Z eksenindeki akış hızı bileşenleri ve büyüklüklerine göre renklendirilmesi

2.2.2.6.3 Sistem-2'in akış alanındaki hız bileşenlerinin sayısal simülasyonu. Sistem-2'nin kompaktlaştırma bölgesinde X eksenini boyunca oluşan akış hızı bileşenleri Şekil 2.66'da verilmektedir. Benzer şekilde akış hızı bileşenlerinin sayısal simülasyonu için her bir fitil kanalının kenarlarına referans çizgileri yerleştirilmiştir. Şekil 2.66'dan her üç yöndeki akış hızı bileşenlerinin Sistem-1 ile benzer özellikler gösterdiği görülmektedir. Ancak, Sistem-2'de kullanılan hava emiş kılavuzunda yer alan hava giriş boşluklarının odacıklara ayrılmasının akış hızı bileşenlerinin büyüklüklerini düşürdüğü gözlemlenmiştir.



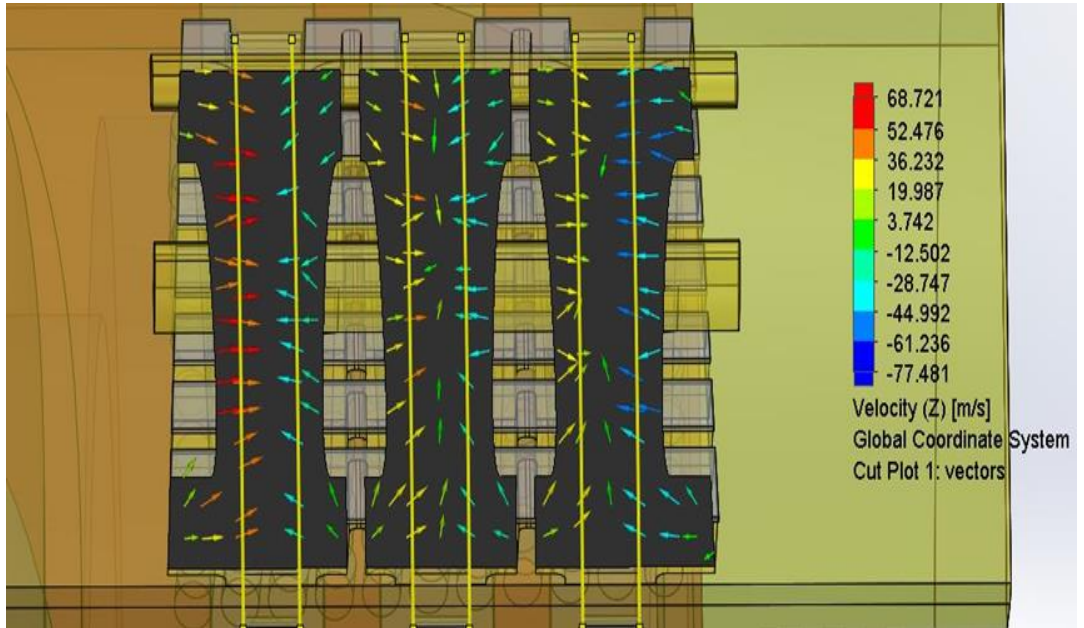
Şekil 2.66 Sistem-2'nin pozitif X eksenini boyunca oluşan akış hızı bileşenleri

Sistem-2'ye ait statik basınç diyagramı Şekil 2.67'de verilmektedir. Sistem-2'de oluşan statik basınç değerleri de standart atmosferik basınç değerinden düşüktür. Ancak statik basınç değerlerinin Sistem-1 ile benzer dalgalanmalar gösterdiği gözlemlenmektedir.



Şekil 2.67 Sistem-2'ye ait statik basınç değerleri

Kompaktlaştırma bölgesinde X-Z ekseninde oluşan akış hızı bileşenleri ve büyüklüklerine göre renklendirilmiş gösterimi Şekil 2.68'de gösterilmektedir. Şekil 2.68'den akış hızı bileşenlerinin ayrı fitil kanallarına doğru olduğu görülmektedir.

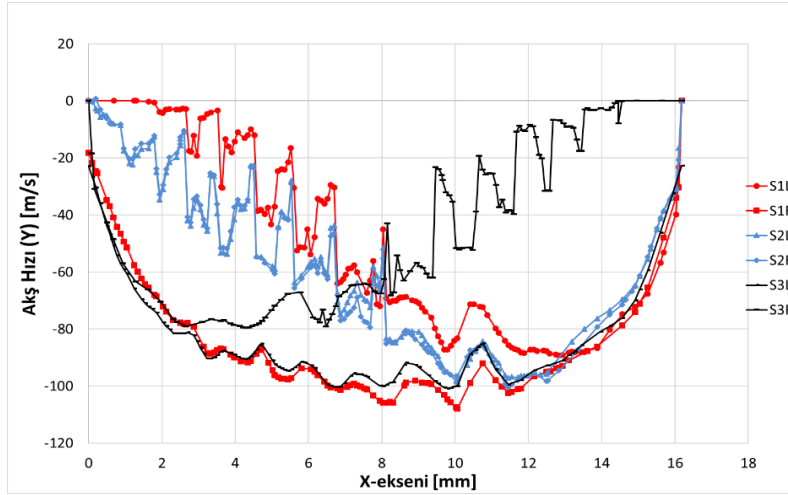
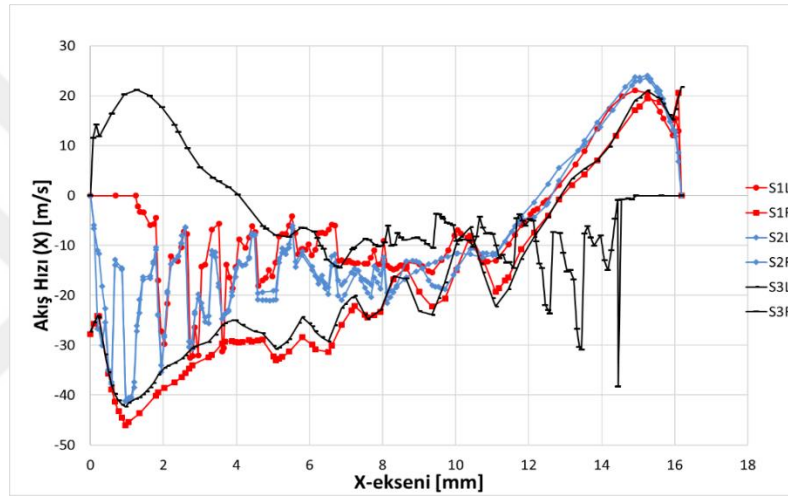
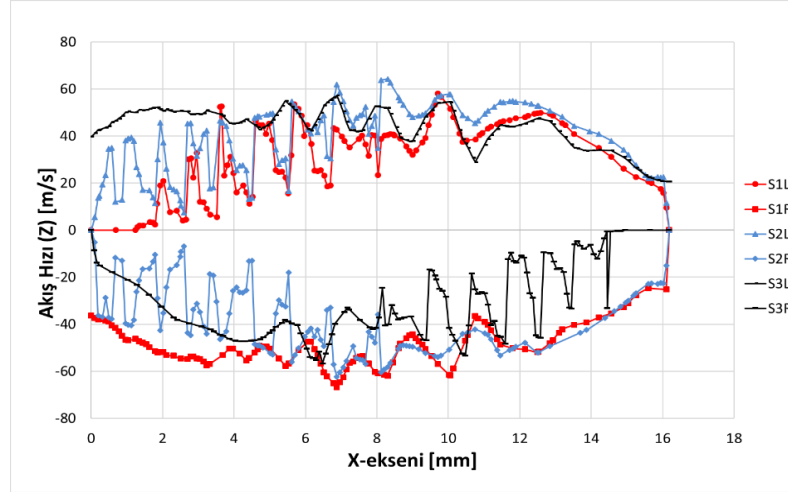


Şekil 2.68 Sistem-1'in X-Z eksenindeki akış hızı bileşenleri ve büyüklüklerine göre renklendirilmesi

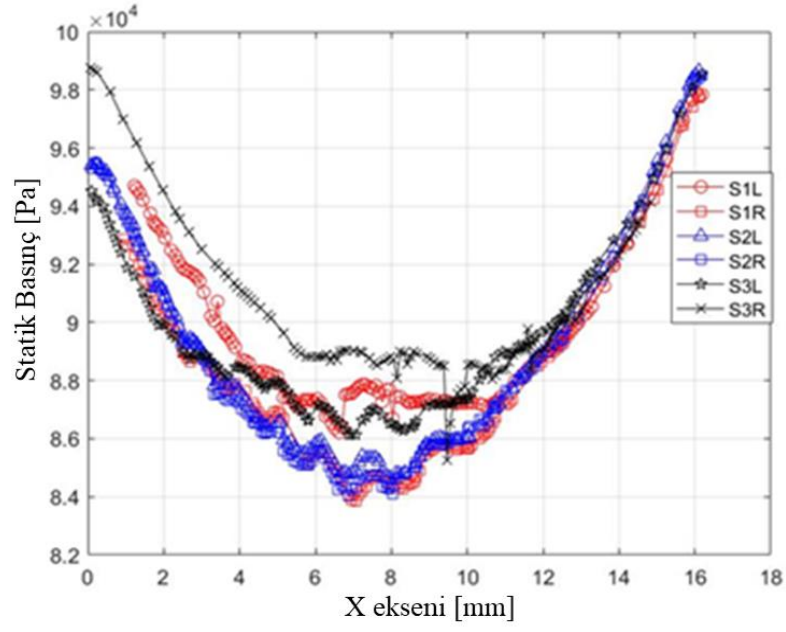
2.2.2.6.4 Sistem-3'ün akış alanındaki hız bileşenlerinin sayısal simülasyonu. Hava emiş kılavuzunun kompaktlaştırma bölgesindeki etkisinin incelenmesi için tasarlanan son sistem olan Sistem-3'e ait X eksenini boyunca oluşan akış hızı bileşenleri Şekil 2.69'da verilmektedir. Şekil 2.69'dan akış simülasyonu için yerleştirilen referans çizgileri üzerinde oluşan akış hızı bileşenlerinin Z eksenini yönünde ve birbirilerine göre negatif büyüklükte olduğu görülmektedir. Bu durum hava emiş kılavuzu üzerinde tasarlanan ayrı fitil kanallarında esas kompaktlaştırma işleminin gerçekleştirdiğini göstermektedir (Su ve diğer., 2016; Yinghui ve diğer., 2017; Su ve diğer., 2013; Su ve diğer., 2018). Ayrıca, X ve Y eksenini yönündeki akış hızı bileşenlerinin de kompaktlaştırma etkisini artıracak yönde olduğu görülmektedir. Y eksenini doğrultusunda oluşan akış hızı bileşenleri tüm kompaktlaştırma bölgesi için negatiftir ve bu yöndeki bileşenler liflerin delikli silindiri üzerinde kalmasını sağlamaktadır. Bu durum, hava emiş kılavuzunda yer alan hava boşluğu uzunluklarının X eksenini yönünde artırılmasının kompaktlaştırma üzerinde pozitif etki yarattığını göstermektedir. Bununla birlikte X eksenini yönünde oluşan akış hızı bileşenlerinin, kompaktlaştırma bölgesinin sonuna doğru yön değiştirdiği görülmektedir (Şekil 2.69). Ancak bu bölgede liflerin birbirine yakın olması sebebiyle oluşan yön değiştirmenin kompaktlaştırma üzerine etkisi oldukça sınırlıdır (Su ve ark. 2013).

Sistem-3'te oluşan statik basınç değerleri de incelendiğine, statik basınç değerlerinin atmosferik basınçtan daha düşük değerlere sahip olduğu ve tüm referans çizgilerinde oluşan statik basınç değerlerinin benzer değişiklikler gösterdiği görülmektedir (Şekil 2.70).

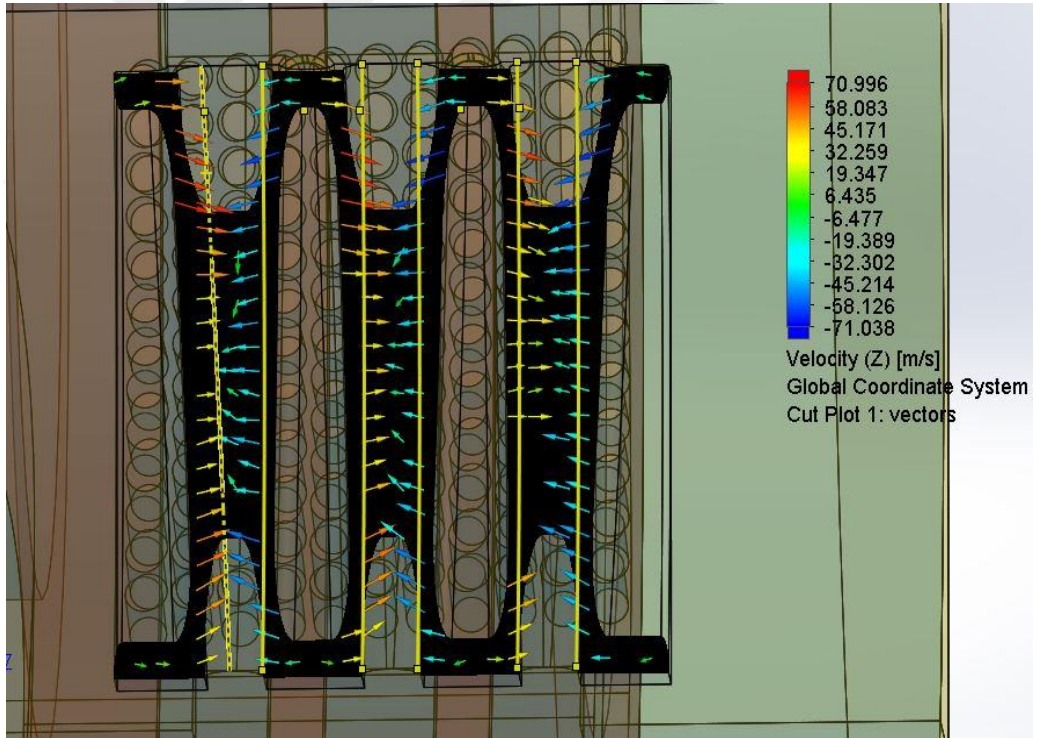
Son olarak, Sistem-3'ün kompaktlaştırma bölgesinde X-Z ekseninde oluşan akış hızı bileşenleri ve büyüklüklerine göre renklendirilmesi Şekil 2.71'de verilmektedir. Şekil 2.71'den akış hızı bileşenlerinin fitil kanalı merkezine doğru benzer büyüklüklerde olduğu söylenebilir. İlk iki sistemle karşılaştırıldığında, Sistem-2'de kullanılan ve X eksenini boyunca daha uzun hava yarıkları olan hava kılavuzu-3'ün esas kompaktlaştırma yönünde olan (Z) akış hızı bileşenlerinin büyüklüklerini düşürdüğü, ancak daha iyi kompaktlaştırma efektinin yardımcı kompaktlaştırma bileşenlerinin (X ve Y eksenini) büyüklüğünün artmasıyla sağlandığı söylenebilir.



Şekil 2.69 Sistem-3'ün pozitif X eksenine boyunca oluşan akış hızı bileşenleri



Şekil 2.70 Sistem-3'e ait statik basınç değerleri



Şekil 2.71 Sistem-3'ün X-Z eksenindeki akış hızı bileşenleri ve büyüklüklerine göre renklendirilmesi

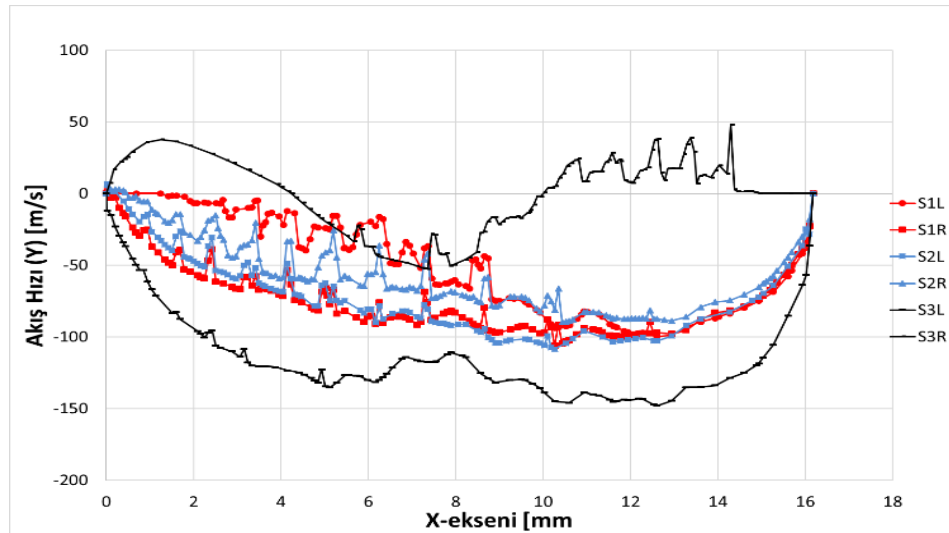
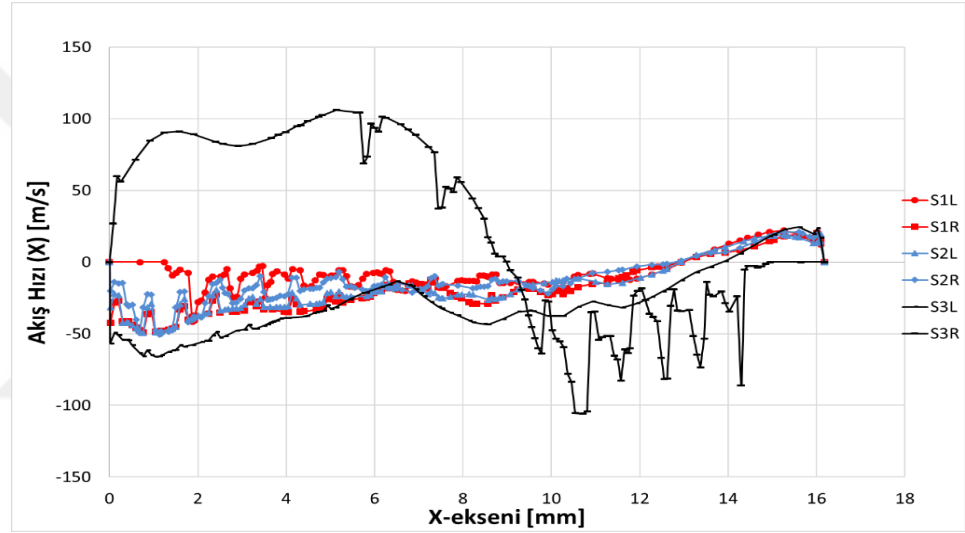
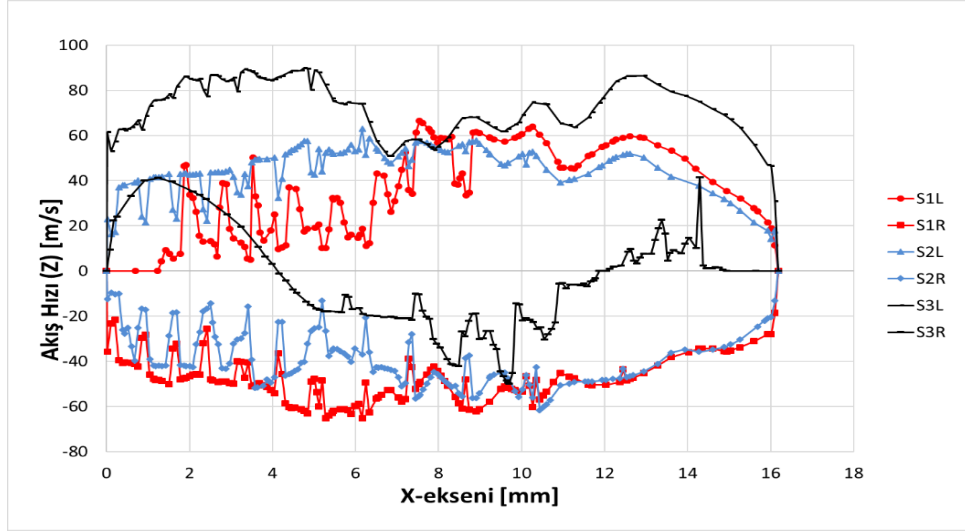
Hava emiş kılavuzu geometrisinin kompaktlaştırma bölgesine olan etkisini incelemek amacıyla tasarlanan sistemlerin (Sistem-1, Sistem-2 ve Sistem-3) akış alanının sayısal simülasyonu sonuçlarına göre, hava emiş kılavuzu geometrisinin

kompaktlaştırma bölgesindeki akış hızı bileşenlerinin büyüklüğü ve yönü üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca, üç sistem arasında en iyi kompaktlaştırma etkisinin hava emiş kılavuzu-3 ile hava emiş parçası-1'in beraber kullanıldığı Sistem'3'te elde edildiği görülmektedir.

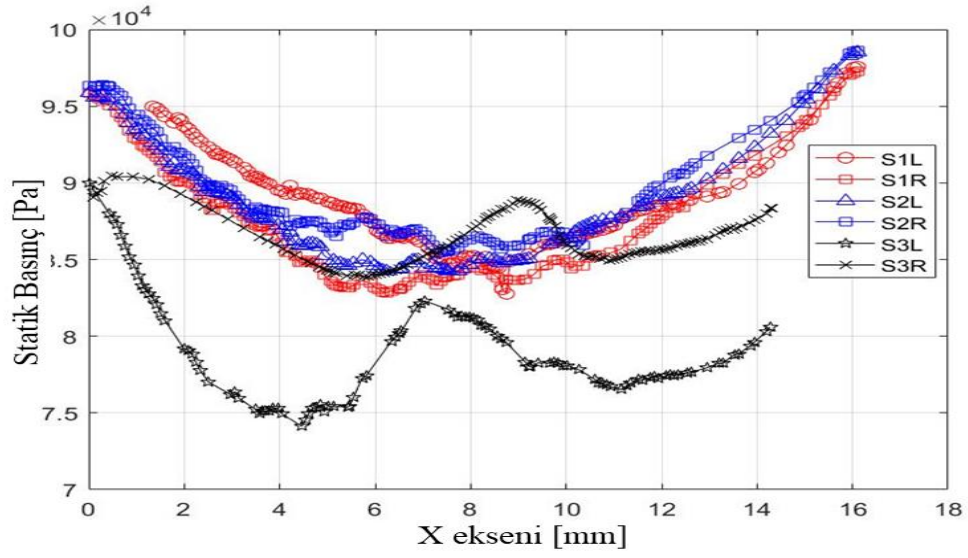
2.2.2.6.5 Sistem-4'ün akış alanındaki hız bileşenlerinin sayısal simülasyonu. Hava emiş parçasının kompaktlaştırma işlemi üzerinde etkisini incelemek için tasarlanan ve hava emiş parçası-2 ile hava emiş kılavuzu-3'ün beraber kullanıldığı Sistem-4'ün akış alanında X-ekseni boyunca oluşan akış hızı bileşenleri Şekil 2.72'de verilmektedir. Oluşturulan ayrı fitil kanallarının her iki tarafına referans çizgileri yerleştirilmiştir. Şekil 2.72'den akış hızı bileşenlerinin Sistem-3 ile benzer yönlerde olduğu görülmektedir. Ancak, hava emiş parçası üzerinde yer alan hava kanallarının daralan yapısı ile daha büyük akış hızları elde edilmiştir.

Sistem-4'e ait statik basınç değerleri incelendiğinde hava emiş parçası üzerindeki daralan kanal yapısı ile daha düşük statik basınç değerleri elde edildiği görülmektedir. Böylelikle, fitillere etki eden pozitif kuvvetin daha büyük olduğu söylenebilir (Şekil 2.73).

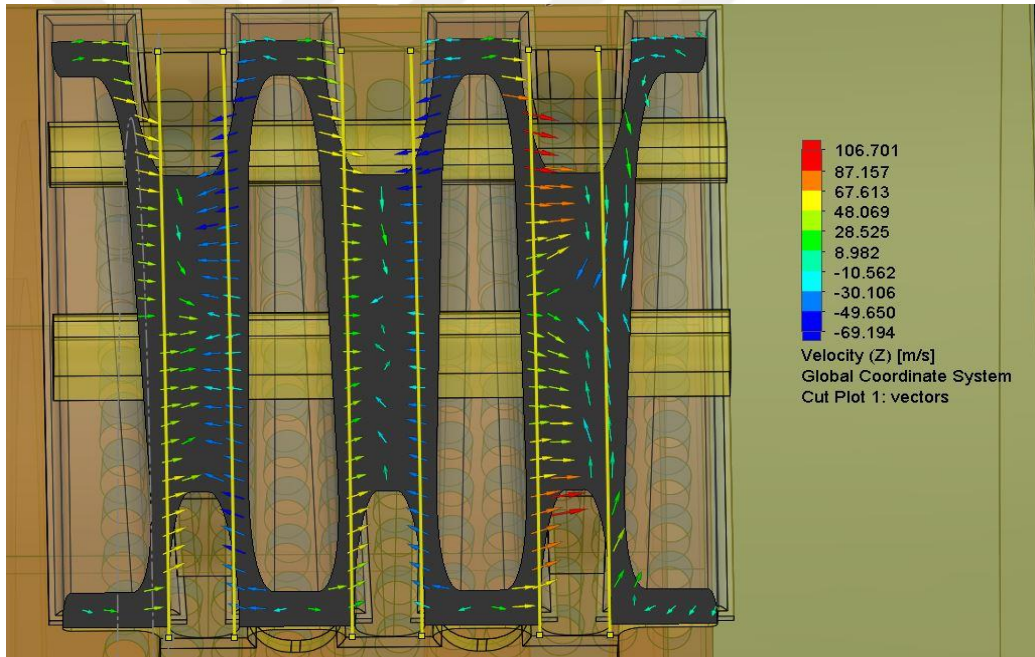
Son olarak Sistem-4'ün akış alanının X-Z eksenindeki akış hızı bileşenleri ve büyüklüklerine göre renklendirilmesi incelendiğinde akış hızı bileşenlerinin ayrı fitil kanalları merkezine doğru olduğu ve Sistem-3'e göre daha büyük akış hızı bileşenlerinin olduğu görülmektedir (Şekil 2.74).



Şekil 2.72 Sistem-4'ün pozitif X eksenine boyunca oluşan akış hızı bileşenleri



Şekil 2.73 Sistem-4'e ait statik basınç değerleri

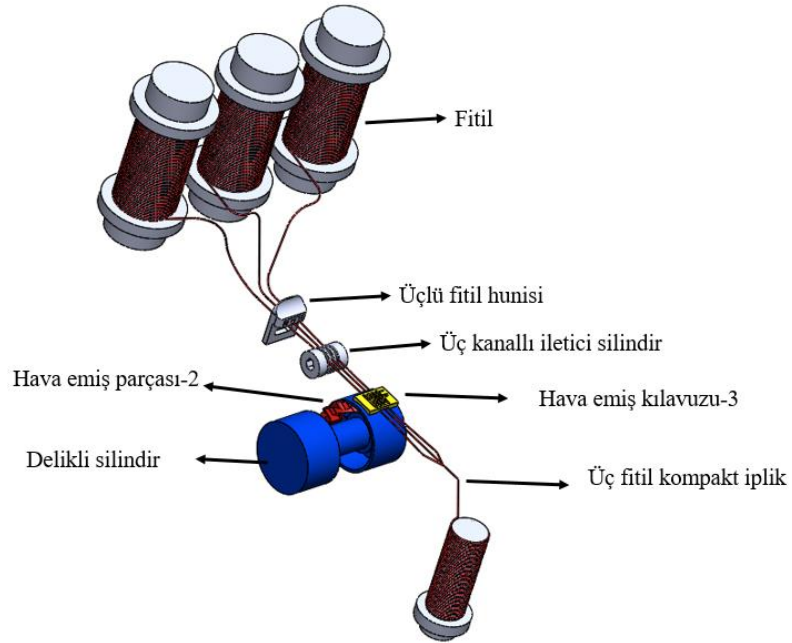


Şekil 2.74 Sistem-4'ün X-Z eksenindeki akış hızı bileşenleri ve büyüklüklerine göre renklendirilmesi

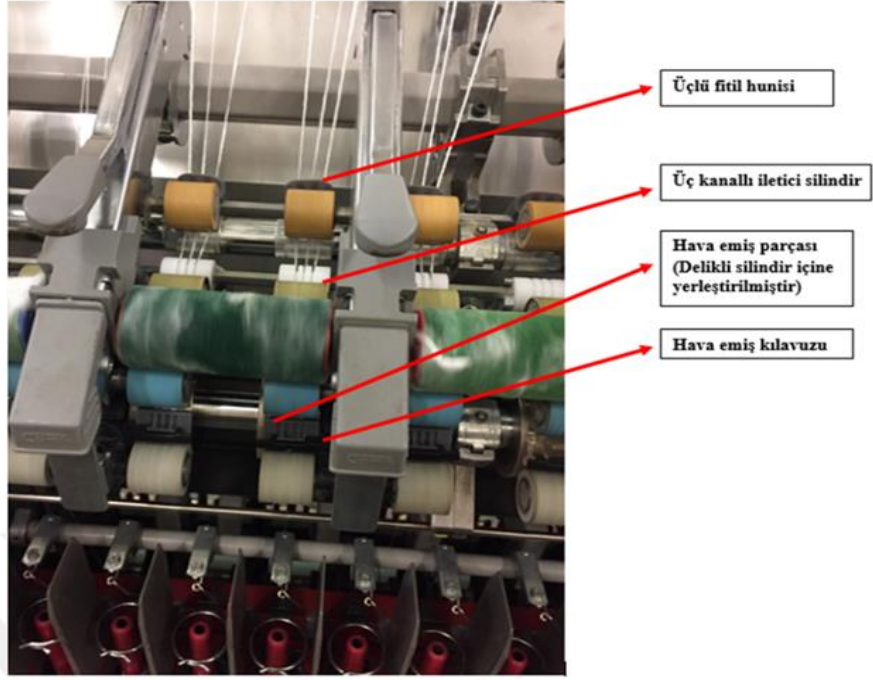
Hava emiş parçasının kompaktlaştırma bölgesine etkisini karşılaştıran Sistem-3 ve Sistem-4'ün akış hızı bileşenleri incelendiğinde, akış hızı bileşenlerinin kompaktlaştırma bölgesinde benzer yönlü olduğu ancak daralan kanallı hava emiş parçasının kullanıldığı Sistem-4'te daha büyük akış hızı bileşenlerinin elde edildiği görülmektedir. Bu nedenle Sistem-4 için yapılan akış simülasyonlarında kullanılan

yardımcı parçalar (Hava emiş kılavuzu-3 ve hava emiş parçası-2) kompakt üç fitil iplik üretiminde kullanılmıştır.

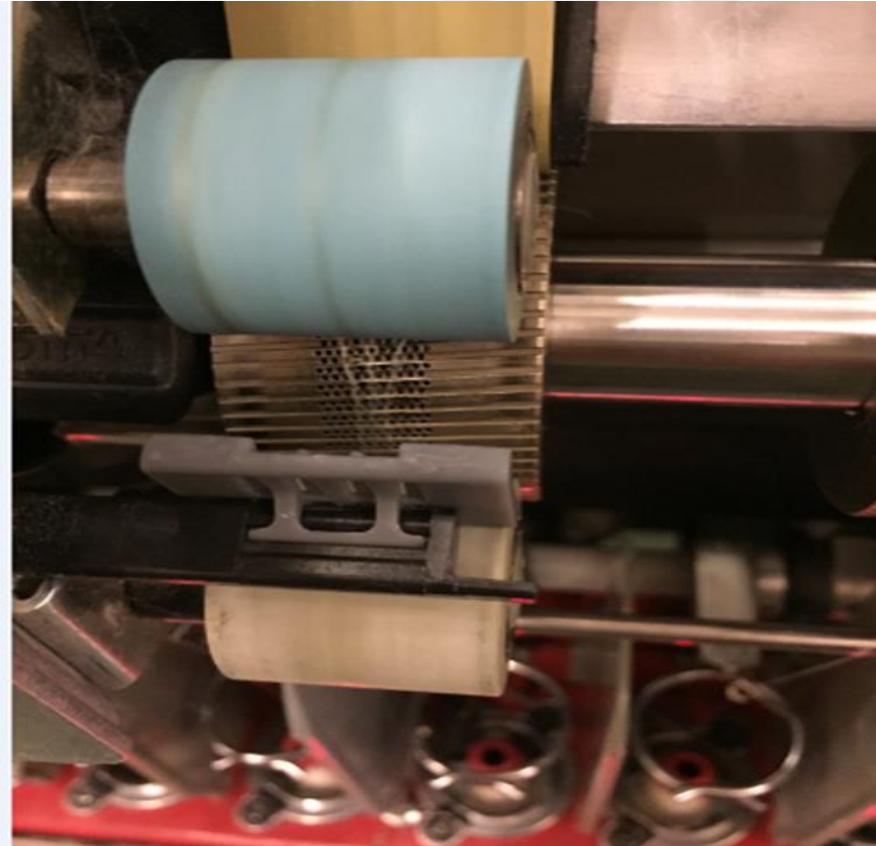
Geliştirilen kompakt üç fitil eğirme teknolojisinin modeli Şekil 2.75'te verilmektedir. Kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde aynı anda üç fitil, üçlü fitil hunisi kullanılarak çekim sistemine beslenmektedir. Esas çekim bölgesinden önce yerleştirilen iletici silindirler yardımıyla hem fitillerin çekim bölgesinde hareketi kontrol edilmekte hem de çok fitilli iplik üretiminde önemli parametrelerden biri olan fitiller arası mesafe kontrol edilmektedir. Üç fitil kompakt eğirme teknolojisinde, kompaktlaştırma alanının geometrik sınırlarından dolayı fitiller arası mesafeyi 3 mm olarak ayarlayacak simetrik iletici silindirler kullanılmaktadır. Kompaktlaştırma işlemi delikli silindirin üst ve iç yüzeyine yerleştirilen hava emiş kılavuzu ve hava emiş parçası ile sağlanmaktadır. Çalışma kapsamında geliştirilen farklı yapılarıdaki hava emiş kılavuzu ve hava emiş parçalarının kompaktlaştırma bölgesindeki etkilerini inceleyen analizler sonucunda, daha iyi kompaktlaştırma sağlayan hava emiş kılavuzu-3 ve hava emiş parçası-2 üç fitil kompakt eğirme teknolojisi için kullanılmıştır (Şekil 2.75-2.76). Yapılan çalışmalarda üç fitilin aynı anda kompaktlaştırılarak iplik üretiminin gerçekleştirildiği görülmüştür (Şekil 2.77).



Şekil 2.75 Üç fitil kompakt eğirme teknolojisi modeli (Demir ve diğer., 2021)



Şekil 2.76 Üç fitil kompakt eğirme teknolojisi (Kişisel arşiv, 2021)



Şekil 2.77 Üç fitil kompakt eğirme teknolojisinde oluşturulan kompaktlaştırma bölgesinde fitillerin hareketi (Kişisel arşiv, 2021)

2.2.3 İplik Özelliklerinin Ölçümü

2.2.3.1 Tüylülük, Sık Rastlanan Hatalar, Düzgünsüzlük ve Diğer Yapısal Özelliklerin Ölçümü

Tez kapsamında üretilen ipliklerin tüylülük, sık rastlanan hatalar, düzgünsüzlük ve diğer yapısal parametreleri Uster Tester 6 cihazı ile ölçülmüştür (UT 6) (Şekil 2.78). Her test 400 m/dk test hızında ve 2,5 dk süre ile gerçekleştirilmiştir. Tablo 2.12’de test edilen iplik parametreleri ve açıklamaları özetlenmiştir.



Şekil 2.78 Uster Tester-6 test cihazı (UT6, 2020)

Tablo 2.12 Test edilen iplik parametreleri ve açıklamaları

Test Edilen İplik Parametresi	Açıklaması
H	1 cm uzunluğunda çıkıntı yapan liflerin toplam uzunluğu
sh	Ölçüm uzunluğundaki tüylülüğün standart sapması
S3	100 m boyunca tüylülüğe neden olan 3 mm ve daha uzun liflerin adedi
S1+2	100 m boyunca tüylülüğe neden olan 3m'den kısa lifler
CVm (%)	Kapasitif düzgünsüzlük (Kütle düzgünsüzlüğü)
İnce yer (-%50 /km), Kalın yer (+%50 /km) Neps (+%200 /km, +%280 /km)	Sık rastlanan hatalar
2DØ (mm)	İki boyutlu çap
CV2D 8 mm (%)	Optik düzgünsüzlük (Ölçüm uzunluğu: 8 mm)
CV2D 0.3 mm (%)	Optik düzgünsüzlük (Ölçüm uzunluğu: 0,3 mm)
CV FS (%)	İplik pürüzlülüğü ile ilgili terim
Dairesellik (Şekil) (Birimsiz)	1: dairesel - 0,5: elips
Yoğunluk (D) (g/cm ³)	İplik yoğunluğu

2.2.3.2 Kopma Mukavemeti ve Kopma Uzaması Değerlerinin Ölçümü

İpliklerin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri Uster Tensorapid 5 ile ölçülmüştür (UTR 5) (Şekil 2.79). Her bir tip iplik için 5000 mm/dk hız ile 500 mm ölçüm uzunluğunda ölçümler gerçekleştirilmiştir.

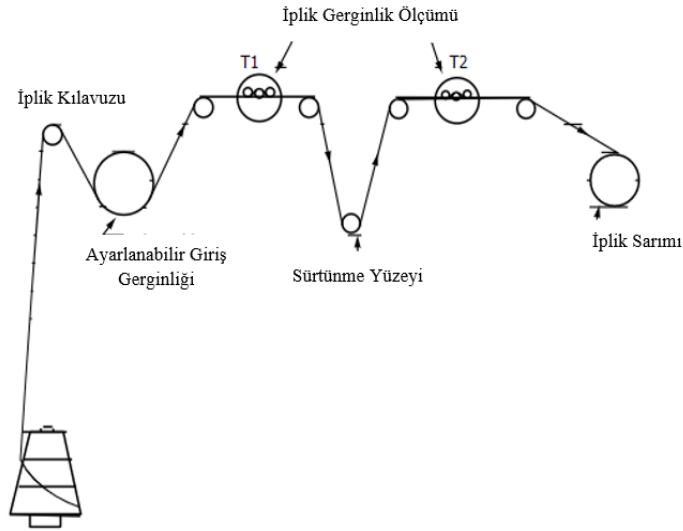


Şekil 2.79 Uster Tensorapid test cihazı (UTR5,2020)

2.2.3.3 İplik Sürtünme Özelliklerinin Ölçümü

Çalışma kapsamında üretilen ipliklerin sürtünme testleri Lawson Hemphill CTT (Constant Tension Transport) İplik Sürtünme Test Cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir iplik tipi iplik-metal ve iplik seramik olmak üzere iki farklı yüzeyde test edilmiştir.

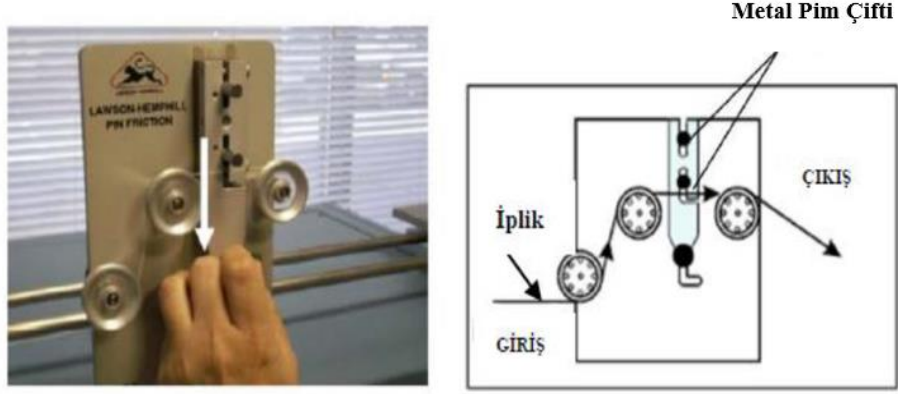
2.2.3.3.1 İplik-Metal Sürtünmesi. Çalışma kapsamında üretilen ipliklerin iplik-metal sürtünme testleri ASTM D 3108 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Standartta göre iplik-metal sürtünmesi ölçümünün temel prensibi, ipliğin sürtünme pimi etrafından temas ederek geçişi esnasında sürtünme pimi girişinde ve çıkışında iplik üzerinde meydana gelen gerginlik değişimine dayanmaktadır (Şekil 2.80).



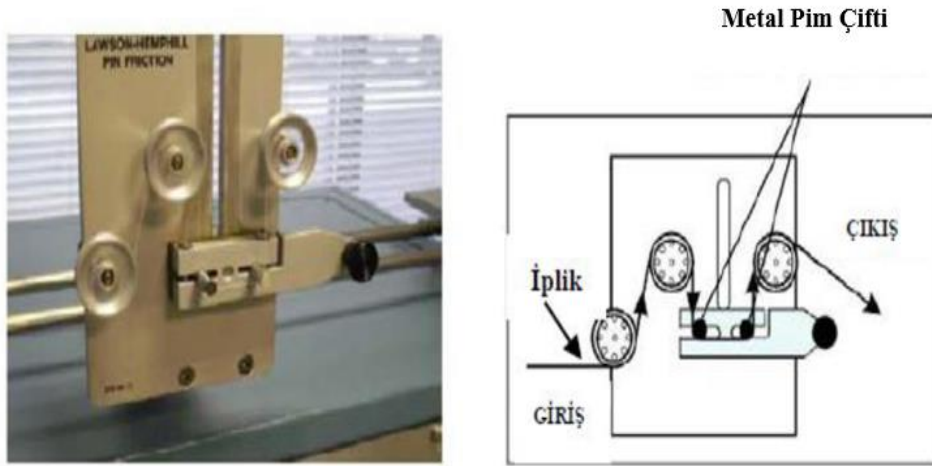
Şekil 2 80 İplik-metal sürtünmesi ölçümü (ASTM D 3108)

İplik-metal sürtünmesi ölçümü yapılırken, ipliklerin giriş gerginliği mN/tex cinsinden ayarlanır. Bu sebeple çalışma kapsamında üretilen ipliklerin iplik-metal sürtünmesi testlerinde giriş gerginliği Ne 150/3 numaralı iplikler için 120 mN, Ne 90/3 numaralı iplikler için 200 mN ve Ne 60/3 numaralı iplikler için 300 mN olarak ayarlanmıştır. Tüm iplik-metal sürtünme testlerinde her bir iplik tipine ait 5 adet bobin test edilmiş ve test hızı 100 m/dk, test süresi 1 dk. ve ölçüm aralığı 5 m olarak ayarlanmıştır.

İplik-metal sürtünmesinin ölçüldüğü Lawson Hemphill CTT cihazında ipliğin test öncesi ve test sırasında izlediği yol Şekil 2.81 ve 2.82’de verilmektedir.

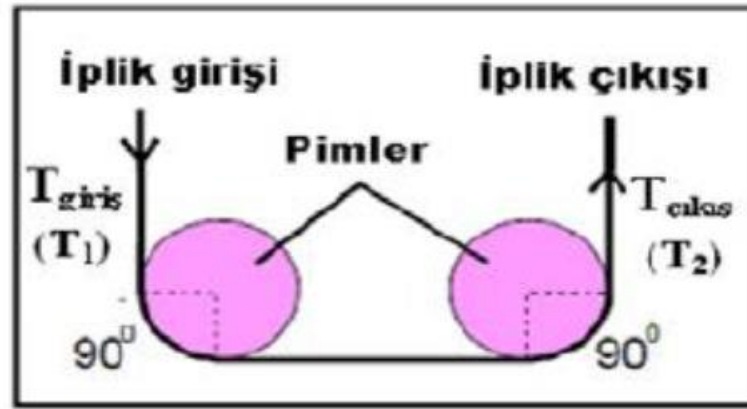


Şekil 2.81 İplik-metal sürtünmesi testi öncesi ipliğin konumu (Lawson Hemphill CTT, 2008)



Şekil 2.82 İplik-metal sürtünmesi testi sırasında ipliğin konumu (Lawson Hemphill CTT, 2008)

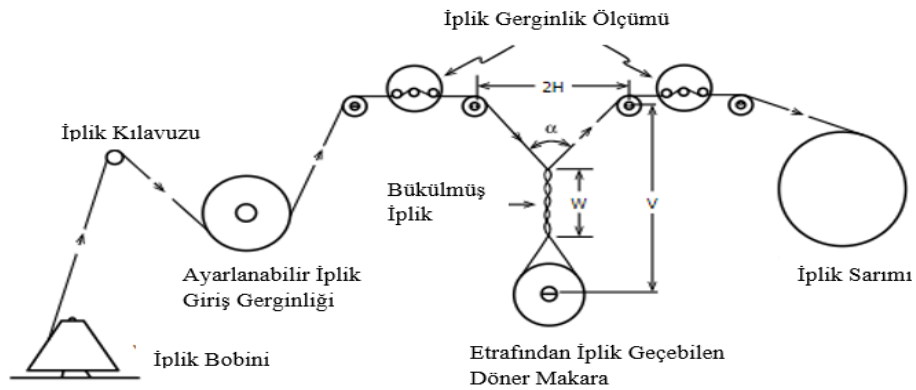
Sürtünme testlerinin ölçüldüğü cihaz ipliklerin giriş ve çıkış gerginliklerini ve toplam sarım açısını dikkate alarak sürtünme katsayısını hesaplar. İplik-metal sürtünmesinde toplam açının şematik gösterimi Şekil 2.83’te verilmektedir. Ölçülen iplik-metal sürtünme değerleri Capstan formülüne (Eşitlik 2.21) göre hesaplanmaktadır. Bu formülde T_2 (mN, cN, gf) çıkış gerginliğini, T_1 (mN, cN, gf) giriş gerginliğini, θ sarım açısını ve μ sürtünme katsayısını ifade etmektedir.



Şekil 2.83 İplik-metal sürtünmesinde toplam sarım açısı (Lawson Hemphill CTT,2008).

$$T_2 = T_1 \cdot e^{\mu \theta} \quad (2.21)$$

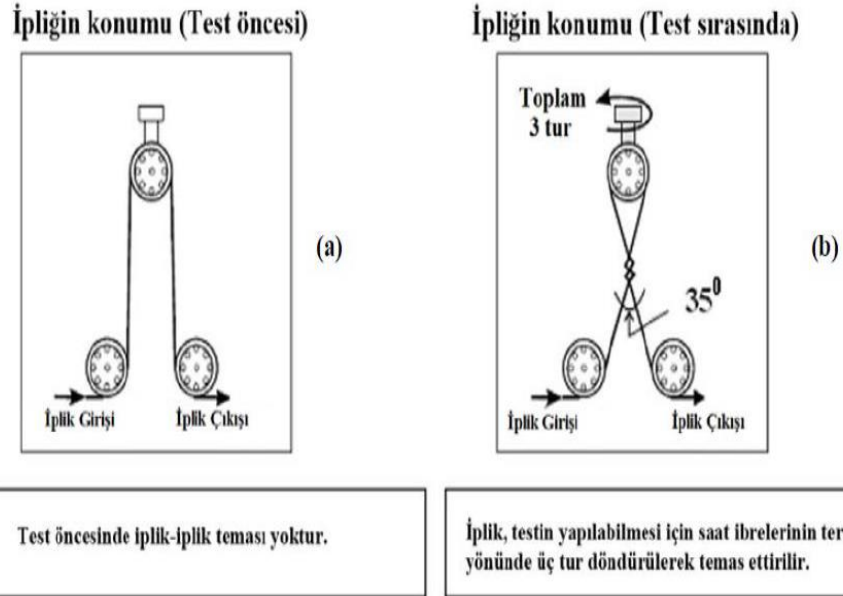
2.2.3.3.2 *İplik-İplik Sürtünmesi*. Çalışma kapsamında üretilen ipliklerin iplik-iplik sürtünme testleri ASTM D 3412 standardında belirtilen bükülmüş iplik yöntemine göre yapılmıştır (Şekil 2.84). Bükülmüş iplik yöntemine göre iplik-iplik sürtünmesi ölçümünün temel prensibi birbiri etrafına 900° açı oluşturacak şekilde sarılan ipliklerin sarım bölgesinden önce ve sonra oluşan gerginliklerin ölçülmesi prensibine dayanmaktadır. İpliklerin 900° açı oluşturması, birbirine paralel halde duran ipliklerin saat yönün tersi yönde 3 defa birbiri üzerine sarılması ile sağlanır. Ölçüm cihazında bulunan dikey ve yatay ayarlamalar yapan vidalar sayesinde ipliklerin bütün testlerde aynı nokta üzerinde birbirine temas etmesi ve tepe noktası açısının 35° olması sağlanır.



Şekil 2.84 Bükülmüş iplik yöntemine göre iplik-iplik sürtünmesinin ölçümü (ASTM D 3412)

İplik-iplik sürtünmesi ölçümü yapılırken, ipliklerin giriş gerginliği mN/tex cinsinden ayarlanır. Çalışma kapsamında üretilen ipliklerin iplik-iplik sürtünmesi testlerinde giriş gerginliği Ne 150/3 numaralı iplikler için 120 mN, Ne 90/3 numaralı iplikler için 200 mN ve Ne 60/3 numaralı iplikler için 300 mN olarak ayarlanmıştır. Tüm iplik-iplik sürtünme testlerinde her bir iplik tipine ait 5 adet bobin test edilmiş ve test hızı 20 m/dk, test süresi 5 dk. ve ölçüm aralığı 2 m olarak ayarlanmıştır.

İplik-iplik sürtünmesinin ölçüldüğü Lawson Hemphill CTT cihazında ipliğin test öncesi ve test sırasında izlediği yol Şekil 2.85'te verilmektedir.



Şekil 2.85 İplik-iplik sürtünme testlerinde ipliğin konumu a) test öncesi b) test sırasında (Lawson Hemphill CTT, 2008)

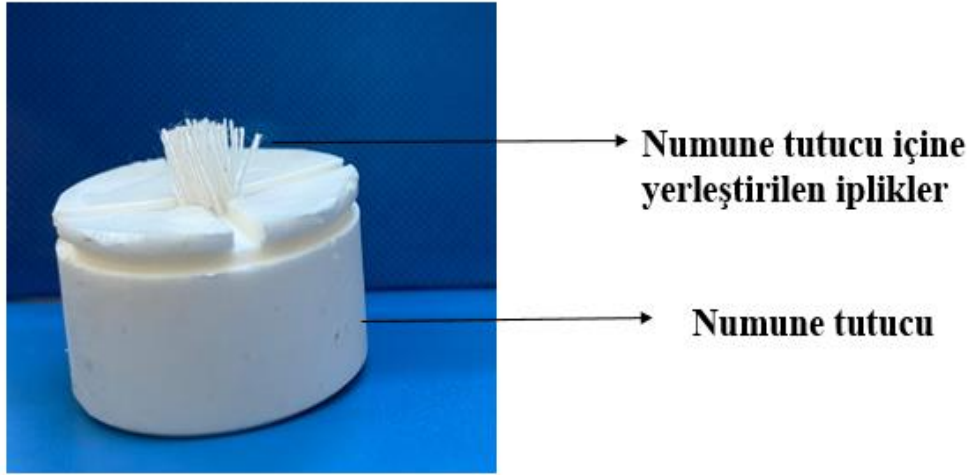
İplik-iplik sürtünme katsayısı Eşitlik 2.22'ye göre hesaplanmaktadır. Burada T_2 çıkış gerginliğini, T_1 giriş gerginliğini, β iplikler arasındaki açıyı (radyan), n ise ipliğin kendi üzerinde attığı tur sayısını ($n=3$) göstermektedir.

$$\mu = \frac{\ln(T_2/T_1)}{4\pi(n-0.5)\sin\beta/2} \quad (2.22)$$

2.2.3.4 İpliklerin Enine Kesit Görüntüsünün Alınması

Çalışma kapsamında ipliklerin enine kesit görüntüleri alınması için preparatlar “hard section” yöntemi kullanılarak hazırlanmış ve görüntüler elde edilmiştir.

2.2.3.4.1 Numune Hazırlama. İpliklerden kesit alma işlemi için öncelikle numune tutucu içerisine hazırlanan 15-20 adet tek kat iplik, iplik ucu histomolda dik olacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 2.86). Histomold olarak 13x19 mm reçine haznesine sahip histomold türü kullanılmıştır (Şekil 2.87). İplik enine kesit görüntüsünü “hard section” yöntemine göre alınabilmesi için preparatlar hazırlanmıştır. Preparat hazırlanmasında 50 ml reçine (2-Hidroksietil metakrilat) içerisine 1 paket (0,5 gr) aktivatör (benzoil peroksit) eklenip magnetik karıştırıcı yardımı ile tamamen çözülene kadar karıştırılmıştır. Hazırlanan karışımın her 15 ml’si için 1 ml sertleştirici (dimetil sülfoksit) eklenmiştir. Numune tutucu içerisine hazırlanan ipliklerin uç kısımları histomold yatay eksenine dik olacak şekilde yerleştirilmiş ve 24 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir ve hazırlanan numuneler enine kesit görüntüsü almak için hazır hale gelmiştir (Şekil 2.88).



Şekil 2.86 Numune tutucu ve numune tutucu içine yerleştirilen ipliklerin görüntüsü (Kişisel arşiv, 2021)



Şekil 2.87 13x19 mm reçine haznesine sahip histomold (Kişisel arşiv, 2021)



Şekil 2.88 Enine kesit almak için hazırlanan numuneler (Kişisel arşiv, 2021)

2.2.3.4.2 Enine Kesitlerinin Alınması. Hazırlanan numunelerin enine kesitleri Leica Rotary microtome (RM2125RT) (Şekil 2.89) yardımıyla 3µm inceliğinde alınmıştır.



Şekil 2.89 Leica Rotary Microtome (Kişisel arşiv, 2021)

2.2.3.4.3 *Enine Kesit Görüntülerinin Alınması*. Hazırlanan numunelerin enine kesit görüntülerinin alınmasında Olympus BX43 mikroskobu kullanılmıştır ve görüntü alma işleminde 100X büyütme kullanılmıştır (Şekil 2.90).



Şekil 2.90 Olympus BX43 Mikroskobu (Kişisel arşiv, 2021)

2.2.4 *Kumaş Özelliklerinin Ölçümü*

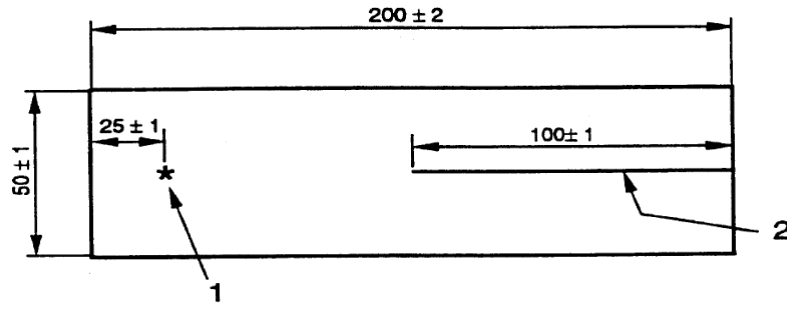
Tez kapsamında üretilen kumaşların kopma yükü (N) ve kopma uzaması (%), yırtılma mukavemeti (N), dikiş mukavemeti (N), aşınma ve boncuklanma değerleri ölçülmüştür.

2.2.4.1 *Kopma Yükü ve Kopma Uzaması Değerlerinin Ölçümü*

Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin atkı ipliği olarak kullanıldığı dokuma kumaşlarda atkı yönünde kopma mukavemeti testi TS EN ISO 13934-1 standardında belirtilen sökülmüş şerit yöntemine göre yapılmıştır. Kopma yükü (N) ve kopma uzaması (%) değerlerinin ölçümü için her bir kumaş tipinden 5 adet 60 mm x 200 mm numuneler hazırlanarak kumaş kenarlarında saçak oluşturulmuş ve kopma mukavemeti testleri gerçekleştirilmiştir.

2.2.4.2 Yırtılma Mukavemeti Değerlerinin Ölçümü

Çalışma kapsamında üretilen dokuma kumaşların atkı yönündeki yırtılma mukavemeti testleri TS EN ISO 13937-2 standardına göre yapılmıştır. Ölçümü yapılacak kumaş için standarda uygun şekilde 50 mm X 200 mm deney numuneleri hazırlanmıştır (Şekil 2.91). Şekil 2.91’de 1, yırtığın ulaşacağı son noktayı, 2 ise test öncesinde kumaşta oluşturulan kesigi gösterir. Yırtılma mukavemeti testi için kumaş üzerinde açılan kesik alt ve üst çenelere tutturulur. Test hızı 100 m/dk olacak şekilde ayarlanır. Tez kapsamında üretilen her bir tip kumaş için atı yönünde 5 adet numune hazırlanmıştır ve test edilmiştir.



Şekil 2.91 Yırtılma mukavemeti testi için deney numunelerinin hazırlanması (TS EN ISO 13937-2)

2.2.4.3 Dikiş Mukavemeti Değerlerinin Ölçümü

Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin atkı ipliği olarak kullanıldığı dokuma kumaşlarda, ipliklerin kaymaya karşı mukavemetinin tayini- TS EN ISO 13936-1 standardına göre dikiş metodu yöntemi ile yapılmıştır. Her bir kumaş tipinde 3 adet numune hazırlanmıştır. Test hızı 50 mm/dk olarak ayarlanmıştır.

2.2.4.4 Aşınma Direnci Ölçümü

Tez kapsamında üretilen kumaşların aşınma direncini değerlendirmek için TS EN 12947-2 standardına göre testler gerçekleştirilmiştir. Standarda göre dokuma kumaşlarda numune kopması, test edilen kumaşta iki veya daha fazla ipliğin kopması

ile tanımlanmaktadır. Kumaşların aşınma direncini belirlemek için numune kopmasının oluştuğu andaki tur sayısı kaydedilmiştir.

2.2.4.5 Boncuklanma Değerlerinin Ölçümü

Kumaşlara ait boncuklanma testleri TS EN ISO 12945-2 standardına göre yapılmıştır. Boncuklanma testi sonuçları ışıklı kabinde görsel subjektif olarak değerlendirilmiştir (Tablo 2.13).

Tablo 2.13 Boncuklanma derecesi (TS EN ISO 12945-2)

Derece	Tanım
5	Değişme yok
4	Hafif bir tüylenme ve/veya kısmen oluşmuş boncuklanma
3	Orta düzeyde tüylenme ve/veya orta düzeyde boncuklanma. Deney numunesi yüzeyini kaplayan farklı büyüklükte ve yoğunlukta boncuklanma
2	Belirgin bir tüylenme ve/veya belirgin bir boncuklanma. Deney numunesi yüzeyinin büyük bir kısmını farklı büyüklükte ve yoğunlukta kaplayan boncuklanma
1	Yoğun yüzey tüylenmesi ve/veya etkin boncuklanma. Deney numunesinin bütün yüzeyini farklı büyüklükte ve yoğunlukta kaplayan tüylenme ve boncuklanma

2.2.5 Sonuçların İstatiksel Değerlendirilmesi

Tez kapsamında üretilen ipliklerin ve kumaşların, ölçülen fiziksel, yapısal ve mekanik özellikleri açısından farklılık gösterip göstermediğini anlamak için $\alpha = 0.05$ seviyesinde varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Bununla birlikte ölçülen değerlere ait %95 güven seviyesinde çizilen güven aralığı grafikleri de verilmiştir. Tüm istatistiksel analizler için SPSS paket programı kullanılmıştır.

BÖLÜM ÜÇ

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Tez çalışması kapsamında üç fitil kompakt eğirme teknolojisi geliştirilmiştir ve doğal elyaf grubundan pamuk, rejenere elyaf grubundan Modal ve sentetik elyaf grubundan PES lifleri kullanılarak iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Yeni üretilen ipliklerin özellikleri farklı yapılarda üretilen iplik özellikleriyle karşılaştırılmıştır. Çalışma deney planının birinci kısımda kompakt üç fitil iplikleri, uzun yıllardan beri ticari olarak kullanılan kompakt tek katlı, kompakt siro-spun iplikleriyle karşılaştırılmıştır. Ayrıca üretilen ipliklerin enine kesit görüntüleri de verilmektedir. Bu kısımda üretilen iplikler atkı yönünde kullanılarak dokuma kumaş üretimi gerçekleştirilmiştir ve kumaş sonuçları karşılaştırılmıştır. İkinci kısımda yeni geliştirilen eğirme teknolojisinde kullanılan kompaktlaştırma işleminin üç fitil iplikleri üzerine etkisini incelemek amacıyla kompakt üç fitil ve ring üç fitil iplik özellikleri karşılaştırılmıştır. Üçüncü kısımda, kompakt üç fitil iplikleri kompakt üç katlı ipliklerle karşılaştırılmıştır. Bu kısımda yapı olarak üç katlı ipliklere benzer ancak üretim yöntemi olarak daha ekonomik üretilen kompakt üç fitil ipliklerinin üç katlı ipliklere göre özellikleri değerlendirilmiştir. Ayrıca kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerin enine kesit görüntüleri de bu kısımda verilmektedir. Dördüncü kısımda, birden çok fitil kullanılarak iplik üretiminin gerçekleştirildiği eğirme teknolojilerinde iplik özelliklerini etkileyen en önemli parametrelerden biri olan fitiller arası mesafenin üç fitil iplik özelliklerine etkisini araştırmak amacıyla farklı fitiller arası mesafede ring üç fitil iplik üretimi gerçekleştirilmiştir.

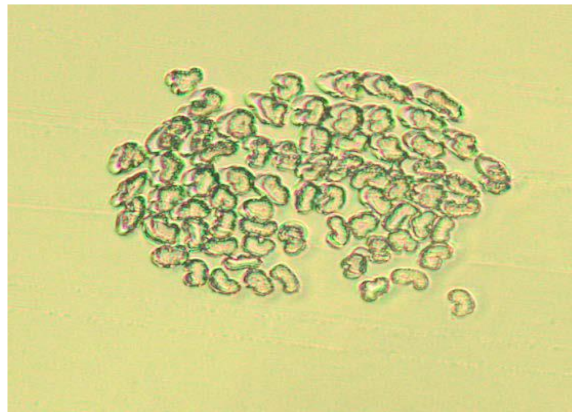
Üretilen iplikler tüylülük, kopma mukavemeti, kopma uzaması, düzgünsüzlük, sık rastlanan hatalar, çap, yoğunluk, iplik-iplik ve iplik metal sürtünme katsayıları değerleri göz önünde bulundurularak karşılaştırılmıştır. Yeni geliştirilen eğirme teknolojisinde üretilen iplikler için eğirme sisteminin incelenen özellikler üzerindeki etkisini analiz etmek amacıyla $\alpha = 0,05$ için varyans analizleri yapılmıştır ve %95 güven aralığı grafiklerinden yararlanılmıştır. Bununla beraber birinci kısımda üretilen ipliklerden dokunan kumaşlar için ise mekanik özelliklerini değerlendirmek için kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti ve dikiş kayması testleri yapılmıştır. Bu

testlere ait sonuçlar $\alpha = 0,05$ önem seviyesi için ANOVA ve güven aralığı grafikleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Kumaş aşınması ve boncuklanma testleri ise ilgili standartlarda belirlenen yöntemler ışığında değerlendirilmiştir.

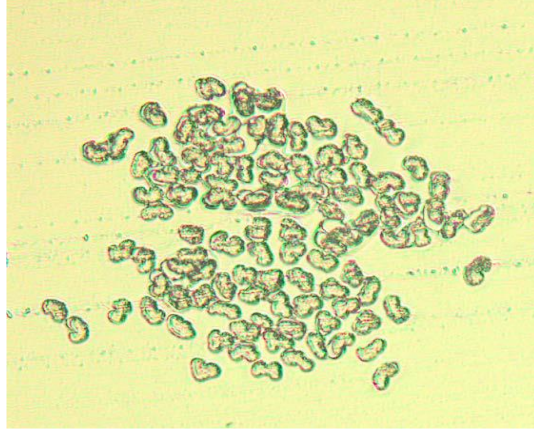
3.1 Kompakt Tek Katlı, Kompakt Siro-spun ve Kompakt Üç Fitol İplik ve Kumaş Özelliklerinin İncelenmesi

Tez çalışmasının bu kısmında doğal elyaf grubundan pamuk, rejenere elyaf grubundan Modal ve sentetik elyaf grubundan PES lifleri kullanılarak Ne 50/1 kompakt tek katlı, Ne 100/2 kompakt siro-spun ve Ne 150/3 kompakt üç fitil iplikleri üretilmiştir ve özellikleri karşılaştırılmıştır. Testlere ait sonuçlar $\alpha = 0,05$ önem seviyesi için ANOVA ve güven aralığı grafikleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte üretilen iplikler atkı yönünde kullanılarak dokuma kumaş üretilmiştir ve kumaş özellikleri karşılaştırılmıştır.

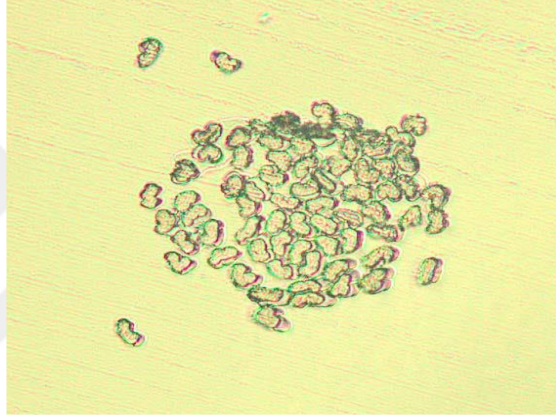
Tez çalışması kapsamında geliştirilen kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde üretilen Ne 150/3 Modal kompakt üç fitil ipliklerinin ve uzun yıllardan beri ticari olarak kullanılan kompakt siro-spun ve kompakt tek katlı eğirme teknolojisinde üretilen Ne 100/2 kompakt siro-spun ve Ne 50/1 kompakt tek katlı ipliklerin enine kesit görüntüleri sırasıyla Şekil 3.1 - Şekil 3.3'te verilmektedir.



Şekil 3.1 Ne 150/3 Modal kompakt üç fitil iplik enine kesit görüntüsü (Kişisel arşiv, 2021)



Şekil 3.2 Ne 100/2 Modal kompakt siro-spun iplik enine kesit görüntüsü (Kişisel arşiv, 2021)



Şekil 3.3 Ne 50/1 Modal kompakt tek katlı iplik enine kesit görüntüsü (Kişisel arşiv, 2021)

Enine kesit görüntüleri incelendiğinde yeni üretilen kompakt üç fitil ipliklerinin enine kesit görüntülerinin dairesel yapıya yakın ve kompakt siro-spun ve kompakt tek katlı ipliklere benzer yapıda olduğu görülmektedir (Regar ve diğer., 2018) (Şekil 3.1-Şekil 3.3).

3.1.1 Kompakt Tek Katlı, Kompakt Siro-spun ve Kompakt Üç Fitil İplik Özelliklerinin Karşılaştırılması

3.1.1.1 Tüylülük

Üretimi gerçekleştirilen kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin tüylülük değerleri (H, S3 ve S1+2) ve tüylülük değişimi (sh) değerleri

Tablo 3.1’de ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları ve ikili karşılaştırmalar tablosu Tablo 3.2-3.5’te verilmektedir. Ayrıca tüylülük ve tüylülük değişimi değerleri için % 95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.4-3.7’de verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde Modal ve poliester liflerinden üretilen kompakt tek katlı ipliklerinin tüylülük (H, S3 ve S 1+2) ve tüylülük değişimi (sh) değerlerinin kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Tek katlı ve siro-spun iplik özelliklerini karşılaştıran benzer çalışmalarda da siro-spun ipliklerinin tek katlı ipliklere göre daha iyi tüylülük değerlerine sahip olduğu belirtilmektedir (Örtlek ve diğer., 2011; Soltani ve Johari, 2012a). Bununla birlikte kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin tüylülük değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı görülmektedir (Tablo 3.2-3.5; Şekil 3.4-3.7). Büküm iplikçiliği teknolojisinde üretilen ipliklerin daha iyi tüylülük değerlerine sahip olması, bu teknolojiye her bir kat iplik üzerinde oluşan lif çıkıntılarının, katlı iplik için büküm alırken elimine edilmesiyle açıklanabilir. Bu durum “lif yakalama modu” olarak isimlendirilmektedir (Soltani ve Johari, 2012a). Ayrıca, büküm iplikçiliği teknolojisinde oluşan ve tek katlı iplik teknolojisine göre daha büyük yapıda olan eğirme üçgeni içerisindeki fitiller daha fazla gerilime maruz kalmaktadır ve dolayısıyla lifler iplik yapısı içerisinde daha iyi yerleşmektedir. Ancak, eğirme üçgeni büyüklüğü ve iplik özellikleri üzerindeki olumlu etkisi belirli bir büyüklükle sınırlıdır. Optimum büyüklükten sonraki eğirme üçgeni yapıları, iplik özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir (Cheng ve Sun, 1998; Gowda ve diğer., 2004). Pamuk liflerinden üretilen üç iplik türü için ise genel olarak tüylülük (H, S3 ve S 1+2) ve tüylülük değişimi (sh) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı görülmektedir (Tablo 3.2-3.5; Şekil 3.4-3.7). Bu durumun doğal elyaf grubundan olan pamuk liflerinin farklı uzunluklarda olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 3.1 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin tüylülük (H, sh, S3 ve S1+2) değerleri

Eğirme Teknolojisi	Hammadde	H	sh	S3	S 1+2
Kompakt Tek Katlı	Modal	4,28	1,11	5167,40	14817,00
	PES	4,39	1,03	3986,60	13895,80
	Pamuk	3,35	0,73	2544,20	12899,20
Kompakt Siro-spun	Modal	3,16	0,74	2217,40	7464,80
	PES	3,09	0,73	2224,20	7696,20
	Pamuk	3,21	0,66	1774,00	10773,60
Kompakt Üç Fitol	Modal	3,10	0,72	1858,40	7339,20
	PES	3,03	0,63	1280,00	5942,60
	Pamuk	3,22	0,69	2270,80	11781,00

Tablo 3.2 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin tüylülük değerleri (H, sh, S3 ve S1+2) için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	H	4,394	2	2,197	26,306	0,000
	sh	0,473	2	0,236	89,525	0,000
	S 1+2	183313521,733	2	91656760,867	36,700	0,000
	S3	32968103,333	2	16484051,667	25,843	0,000
PES	H	5,898	2	2,949	277,788	0,000
	sh	0,431	2	0,216	66,707	0,000
	S 1+2	174605905,600	2	87302952,800	170,165	0,000
	S3	18872084,933	2	9436042,467	214,574	0,000
Pamuk	H	0,060	2	0,030	1,409	0,282
	sh	0,014	2	0,007	7,379	0,008
	S 1+2	11305668,933	2	5652834,467	2,202	0,153
	S3	1524609,733	2	762304,867	9,080	0,004

Tablo 3.3 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin tüylülük değerleri (H, sh, S3 ve S1+2) için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Modal)

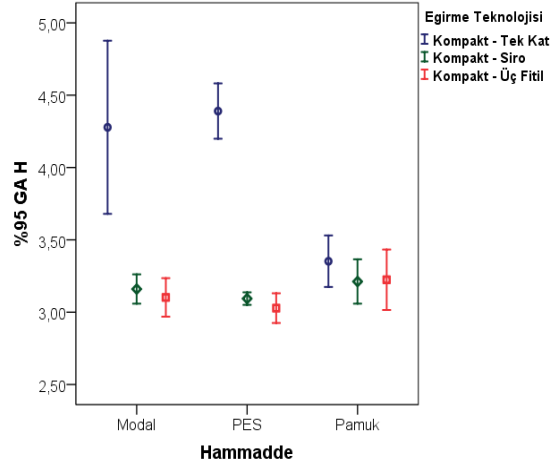
Hammadde	Bağımlı Değişken	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
Modal	H	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	1,1180	0,18277	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	1,1760	0,18277	0,000
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-1,1180	0,18277	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	0,0580	0,18277	0,756
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-1,1760	0,18277	0,000
			Kompakt - Siro	-,0580	0,18277	0,756
	sh	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	0,3640	0,03250	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	0,3880	0,03250	0,000
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-0,3640	0,03250	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	0,0240	0,03250	0,474
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-0,3880	0,03250	0,000
			Kompakt - Siro	-0,0240	0,03250	0,474
	S 1+2	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	7352,20	999,487	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	7477,80	999,487	0,000
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-7352,20	999,487	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	125,60	999,487	0,902
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-7477,80	999,487	0,000
			Kompakt - Siro	-125,60	999,487	0,902
	S3	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	2950,00	505,117	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	3309,00	505,117	0,000
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-2950,00	505,117	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	359,00	505,117	0,491
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-3309,00	505,117	0,000
			Kompakt - Siro	-359,00	505,117	0,491

Tablo 3.4 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin tüylülük değerleri (H, sh, S3 ve S1+2) için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (PES)

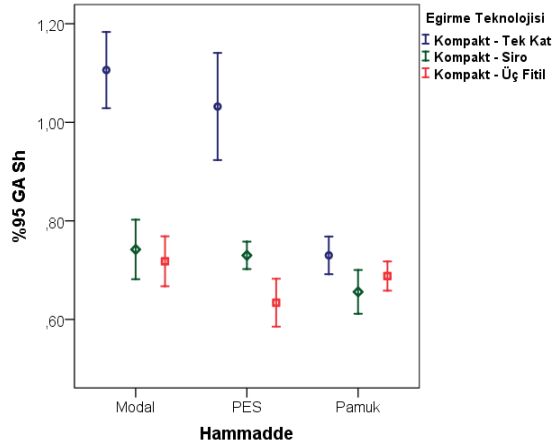
Hammadde	Bağımlı Değişken	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
PES	H	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	1,2960	0,06517	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	1,3620	0,06517	0,000
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-1,2960	0,06517	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	0,0660	0,06517	0,331
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-1,3620	0,06517	0,000
			Kompakt - Siro	-0,0660	0,06517	0,331
	sh	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	0,3020	0,03596	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	0,3980	0,03596	0,000
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-0,3020	0,03596	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	0,0960	0,03596	0,020
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-0,3980	0,03596	0,000
			Kompakt - Siro	-0,0960	0,03596	0,020
	S 1+2	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	6199,60	453,012	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	7953,20	453,012	0,000
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-6199,60	453,012	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	1753,60	453,012	0,002
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-7953,20	453,012	0,000
			Kompakt - Siro	-1753,60	453,012	0,002
	S3	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	1762,40	132,628	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	2706,60	132,628	0,000
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-1762,40	132,628	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	944,20	132,628	0,000
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-2706,60	132,628	0,000
			Kompakt - Siro	-944,20	132,628	0,000

Tablo 3.5 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin tüylülük değerleri (H, sh, S3 ve S1+2) için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Pamuk)

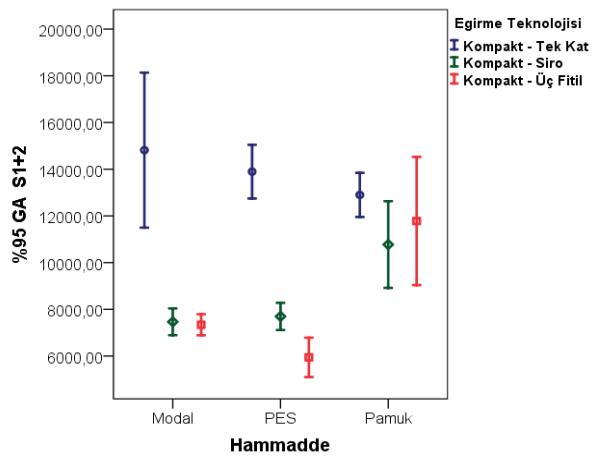
Hammadde	Bağımlı Değişken	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
Pamuk	H	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	0,1400	0,09246	0,156
			Kompakt - Üç Fitil	0,1280	0,09246	0,191
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-0,1400	0,09246	0,156
			Kompakt - Üç Fitil	-0,0120	0,09246	0,899
		Kompakt - Üç Fitil	Kompakt - Tek Kat	-0,1280	0,09246	0,191
			Kompakt - Siro	0,0120	0,09246	0,899
	sh	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	0,0740	0,01932	0,002
			Kompakt - Üç Fitil	0,0420	0,01932	0,050
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-0,0740	0,01932	0,002
			Kompakt - Üç Fitil	-0,0320	0,01932	0,124
		Kompakt - Üç Fitil	Kompakt - Tek Kat	-0,0420	0,01932	0,050
			Kompakt - Siro	0,0320	0,01932	0,124
	S 1+2	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	2125,60	1013,411	0,058
			Kompakt - Üç Fitil	1118,20	1013,411	0,291
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-2125,60	1013,411	0,058
			Kompakt - Üç Fitil	-1007,40	1013,411	0,340
		Kompakt - Üç Fitil	Kompakt - Tek Kat	-1118,20	1013,411	0,291
			Kompakt - Siro	1007,40	1013,411	0,340
	S 3	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	770,20	183,253	0,001
			Kompakt - Üç Fitil	273,40	183,253	0,162
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-770,20	183,253	0,001
			Kompakt - Üç Fitil	-496,80	183,253	0,019
		Kompakt - Üç Fitil	Kompakt - Tek Kat	-273,40	183,253	0,162
			Kompakt - Siro	496,80	183,253	0,019



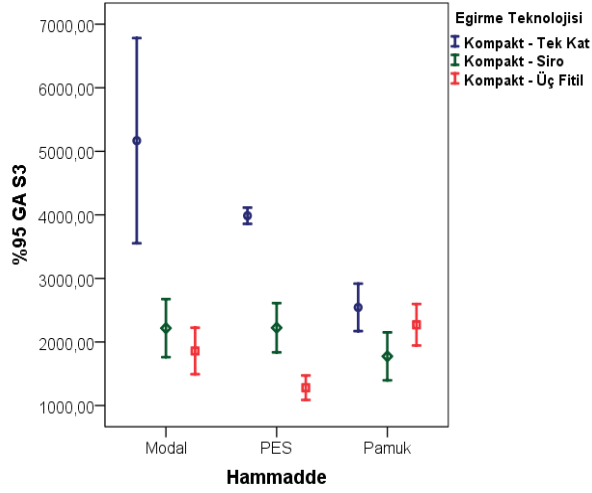
Şekil 3.4 Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinin tüylülük (H) değerleri için % 95 güven aralıkları



Şekil 3.5 Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinin tüylülük değişimi (sh) değerleri için % 95 güven aralıkları



Şekil 3.6 Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinin tüylülük (S1+2) değerleri için % 95 güven aralıkları



Şekil 3.7 Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinin tüylülük (S3) değerleri için % 95 güven aralıkları

3.1.1.2 Mekanik Özellikler

Modal, poliester ve pamuk lifleri kullanılarak üretilen kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin kopma yükü (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri Tablo 3.6'da, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları ve ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu Tablo 3.7-3.10'da verilmektedir. Ayrıca kopma yükü (cN) ve kopma uzaması (%) değerlerine ait %95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.8-3.9'da verilmektedir. Modal lifleri için üretilen üç farklı iplik türünün kopma yükü (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri incelendiğinde kompakt tek katlı ipliklere göre kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin daha yüksek değerlere sahip olduğu ve bu iki iplik türünün kopma yükü (cN) değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve kopma uzaması (%) değerleri arasında ise genel olarak istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı görülmektedir. Pamuk lifleri için üretilen üç iplik türünün kopma yükü (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı görülmektedir. Aynı numara ve büküm katsayısında üretilen üç iplik türünde benzer kopma mukavemeti sonuçları beklenmektedir. Ayrıca kopma mukavemeti için iplik enine kesitindeki lif sayısı da göz önüne alındığında, kompakt üç fitil iplik üretim teknolojisinin ipliklerin mekanik özellikleri bakımından başarılı olduğu söylenebilir.

Tablo 3.6 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri

Eğirme Teknolojisi	Hammadde	Kopma Mukavemeti (cN)	Kopma Uzaması (%)
Kompakt Tek Katlı	Modal	234,96	8,13
	PES	354,36	10,22
	Pamuk	344,14	5,49
Kompakt Siro-spun	Modal	270,54	9,42
	PES	363,30	9,34
	Pamuk	334,14	5,22
Kompakt Üç Fitil	Modal	258,16	9,23
	PES	378,12	10,01
	Pamuk	327,78	4,98

Tablo 3.7 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	Kopma Mukavemeti (cN)	3277,361	2	1638,681	36,356	0,000
	Kopma Uzaması (%)	4,793	2	2,396	13,891	0,001
PES	Kopma Mukavemeti (cN)	1140,156	2	720,078	3,250	0,074
	Kopma Uzaması (%)	2,120	2	1,060	8,500	0,005
Pamuk	Kopma Mukavemeti (cN)	680,165	2	340,083	5,025	0,026
	Kopma Uzaması (%)	0,661	2	0,331	20,970	0,000

Tablo3.8 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Modal)

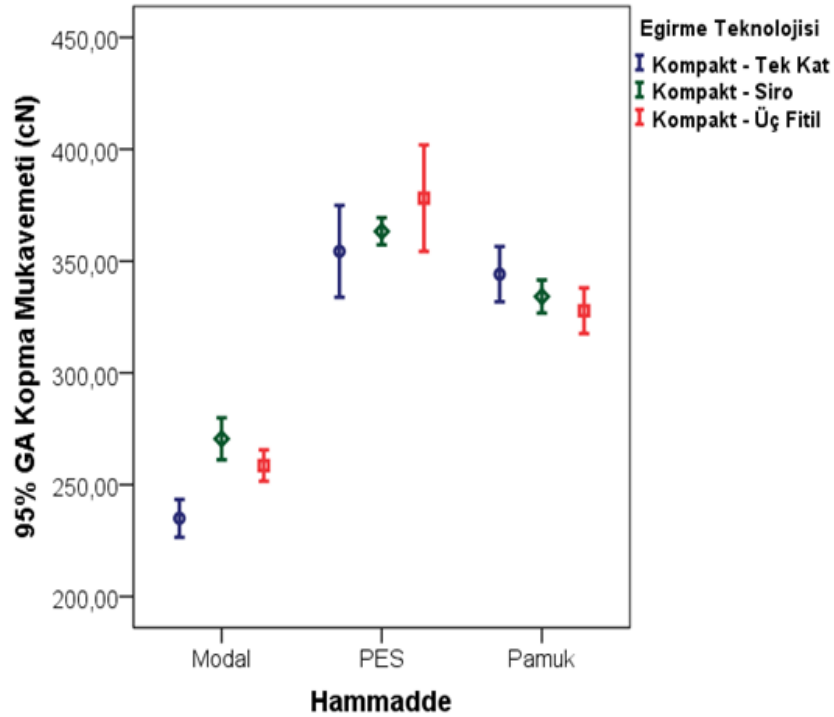
Hammadde	Bağımlı Değişken	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
Modal	Kopma Yüğü (cN)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	-35,580	4,2461	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	-23,600	4,2461	0,000
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	35,580	4,2461	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	11,980	4,2461	0,015
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	23,600	4,2461	0,000
			Kompakt - Siro	-11,980	4,2461	0,015
	Kopma Uzaması (%)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	-1,2820	0,26269	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	-1,0940	0,26269	0,001
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	1,2820	0,26269	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	0,1880	0,26269	0,488
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	1,0940	0,26269	0,001
			Kompakt - Siro	-0,1880	0,26269	0,488

Tablo 3.9 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (PES)

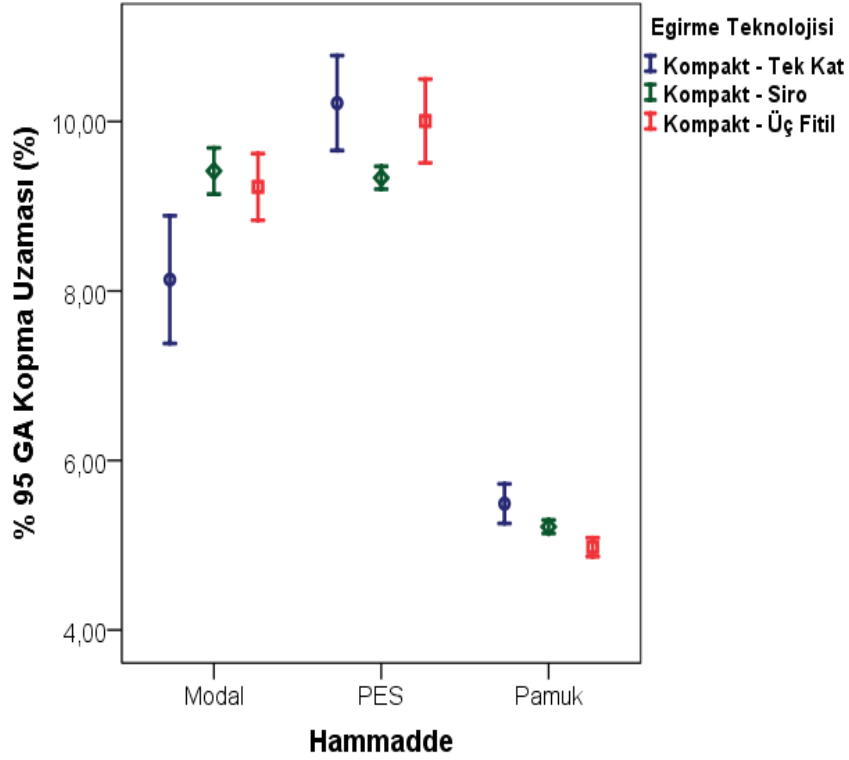
Hammadde	Bağımlı Değişken	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
PES	Kopma Yüğü (cN)	Kompakt Tek Kat	Kompakt - Siro	-8,940	9,4142	0,361
			Kompakt - Üç Fitol	-23,760	9,4142	0,027
		Kompakt Siro	Kompakt - Tek Kat	8,940	9,4142	0,361
			Kompakt - Üç Fitol	-14,820	9,4142	0,141
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	23,760	9,4142	0,027
			Kompakt - Siro	14,820	9,4142	0,141
	Kopma Uzaması (%)	Kompakt Tek Kat	Kompakt - Siro	0,8820	0,22332	0,002
			Kompakt - Üç Fitol	0,2120	0,22332	0,361
		Kompakt Siro	Kompakt - Tek Kat	-0,8820	0,22332	0,002
			Kompakt - Üç Fitol	-0,6700	0,22332	0,011
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-0,2120	0,22332	0,361
			Kompakt - Siro	0,6700	0,22332	0,011

Tablo 3.10 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Pamuk)

Hammadde	Bağımlı Değişken	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
Pamuk	Kopma Yüğü (cN)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	10,000	5,2031	0,079
			Kompakt - Üç Fitol	16,360	5,2031	0,008
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-10,000	5,2031	0,079
			Kompakt - Üç Fitol	6,360	5,2031	0,245
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-16,360	5,2031	0,008
			Kompakt - Siro	-6,360	5,2031	0,245
	Kopma Uzaması (%)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	0,2720	0,07941	0,005
			Kompakt - Üç Fitol	0,5140	0,07941	0,000
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-0,2720	0,07941	0,005
			Kompakt - Üç Fitol	0,2420	0,07941	0,010
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-0,5140	0,07941	0,000
			Kompakt - Siro	-0,2420	0,07941	0,010



Şekil 3.8 Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinin kopma yüğü (cN) değerleri için % 95 güven aralıkları



Şekil 3.9 Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinin kopma uzaması (%) değerleri için % 95 güven aralıkları

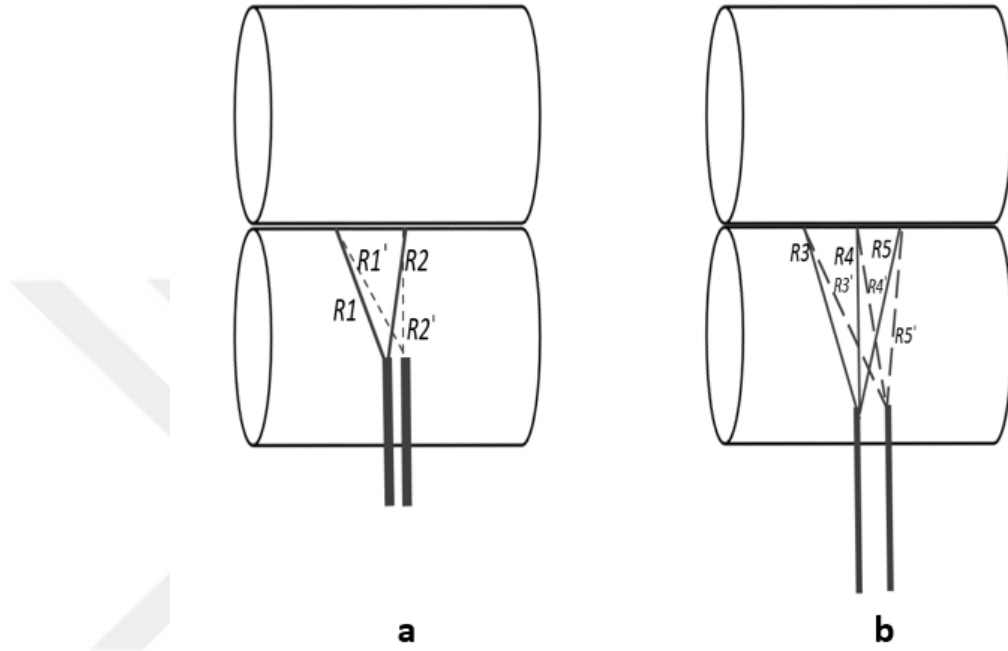
3.1.1.3 Düzgünsüzlük

Kompakt-tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerine ait kütle düzgünsüzlüğü (%CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D8mm) sonuçları Tablo 3.11’de ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları ve ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu Tablo 3.12-3.15’te verilmektedir. Ayrıca, kütle düzgünsüzlüğü (%CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D8mm) sonuçlarına ait %95 güven aralığı grafiği Şekil 3.11-3.12’de verilmektedir. Sonuçlar değerlendirildiğinde genel olarak kompakt tek katlı ve kompakt üç fitil ipliklerinin kütle düzgünsüzlüğü (%CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D8mm) değerleri arasında genel anlamda istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı ve kompakt siro-spun ipliklerinin %CVm ve %CV2D 8mm değerlerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Siro-spun ipliklerinin tek kat ve üç fitil ipliklere göre daha iyi düzgünsüzlük değerlerine sahip olması, nihai iplik yapısına katılan fitil sayısı ve her bir iplikçilik türü için oluşan eğirme üçgeni yapısı ile ilişkilendirilebilir. İplik yapısına katılan fitil sayısı, Poisson dağılımına göre dublaj efekti gösterebilir. Tez kapsamında üretilen iplikler için hazırlanan fitiller aynı üretim

prosesinde geçirilmiştir. Siro-spun iplikçilikte kullanılan iki ayrı fitil, nihai iplik yapısında birbiri üzerine büküm aldığı anda tek bir fitil üzerindeki kütle sapmalarını elimine edebilir. Diğer bir deyişle, birinci fitilde yer alan ince yer ikinci fitilde yer alan kalın yerle denk gelerek iplikte meydana gelebilecek hataları ortadan kaldırabilir. Ancak, tek sayıda fitilin kullanıldığı kompakt tek katlı ve kompakt üç fitil iplikçilikte bu etkiyi görmek mümkün değildir.

İplik düzgünsüzlüğü enine kesitte yer alan lif sayısı ile ilişkilendirilmesine rağmen (Martindale, 1945; Grosberg ve Iype, 1999), bazı araştırmacılar iplik düzgünsüzlüğünü liflerin iplik yapısı içerisindeki pozisyonuyla da ilişkilendirmiştir (Dyson, 1974; Hearle ve diğer., 1972). Aynı anda birden fazla fitilin çekim sistemine beslenerek iplik yapısını oluşturduğu kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil iplikçilikte oluşan eğirme üçgeni yapılarının incelenmesi üretilen iplik özelliklerinin açıklanmasında yardımcı olacaktır. Aynı üretim parametrelerinde oluşan eğirme üçgeni yapısı çekim sistemine beslenen fitillerin genişliğine ve fitiller arası mesafeye bağlıdır (Cheng ve Sun, 1998; Hua ve diğer., 2010). Bununla birlikte, eğirme üçgeni yapısı içerisindeki fitiller üzerindeki gerilim, fitillerin eğirme üçgeni içerisindeki uzunluğuyla da ilgilidir. Eğirme üçgeninde daha uzun olan lif demeti daha çok gerilme kuvvetine maruz kalırken, daha kısa olan lif demeti daha az gerilme kuvvetine maruz kalacaktır (Soltani ve Johari, 2012a). İğ-bilezik-kopça üçlüsünün hareketiyle büküm alan ipliklerde, kopçanın hareketiyle eğirme üçgeni yapısının tepe noktası periyodik olarak değişecektir. Eğirme üçgeninin tepe noktasının değişmesi, bu yapı içerisindeki fitillerin uzunluğunu, dolayısıyla da fitiller üzerindeki gerilimi değiştirecektir. Siro-spun iplikçilikte oluşan eğirme üçgeni yapısında her bir fitilin uzunluğunu sırasıyla R1 ve R2, eğirme üçgeninin tepe noktasının değiştiği durumda fitillerin uzunluğuna sırasıyla R1' ve R2' olarak adlandırdığımızda, eğirme üçgeninin tepe noktasının değişiminde fitillerin uzunluk değişimi de (R1-R1' ve R2-R2') olacaktır. Her iki fitilin aynı iplik yapısına katıldığı göz önüne alındığında, fitiller üzerinde uzunluğa bağlı gerilim değişiminin bir birini elimine edebileceği söylenebilir ($|R1-R1'| \approx |R2-R2'|$) (Şekil 3.10a). Ancak üç fitil iplikçilikte, kenardaki fitiller üzerindeki değişim aynı olmayacaktır. Tepe noktasının sağa veya sola hareketinde, ortadaki fitile uzak olan fitil daha çok uzarken, yakın olan fitil aynı oranda kısalmayacaktır. Bu nedenle, kenardaki

fitil üzerindeki gerilim değişimleri birbirini elimine edemeyecektir ($|R3-R3'| \neq |R4-R4'| \neq |R5-R5'|$) (Şekil 3.10b). Ayrıca ortadaki fitil de değişen bir gerilime maruz kalacaktır.



Şekil 3.10 Eğirme üçgeni yapıları ve geometrik değişimi a) siro-spun b) kompakt üç fitil

Tablo 3.11 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (% CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri

Eğirme Teknolojisi	Hammadde	Düğünsüzlük (%CVm)	Optik Düğünsüzlük (%CV2D 8mm)
Kompakt Tek Katlı	Modal	12,26	9,13
	PES	14,47	10,34
	Pamuk	11,03	8,17
Kompakt Siro-spun	Modal	11,15	7,65
	PES	11,10	7,52
	Pamuk	10,68	7,83
Kompakt Üç Fitol	Modal	12,02	8,44
	PES	13,62	9,21
	Pamuk	11,38	8,37

Tablo 3.12 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin düzgünlük (% CVm) ve optik düzgünlük (%CV2D 8mm) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	Düğünlük (%CVm)	3,420	2	1,710	13,679	0,001
	Optik Düğünlük (%CV2D 8mm)	5,441	2	2,721	17,988	0,000
PES	Düğünlük (%CVm)	30,778	2	15,389	54,837	0,000
	Optik Düğünlük (%CV2D 8mm)	20,203	2	10,101	41,583	0,000
Pamuk	Düğünlük (%CVm)	1,204	2	0,602	7,069	0,009
	Optik Düğünlük (%CV2D 8mm)	0,745	2	0,373	7,510	0,008

Tablo 3.13 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin düzgünlük (% CVm) ve optik düzgünlük (%CV2D 8mm) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Modal)

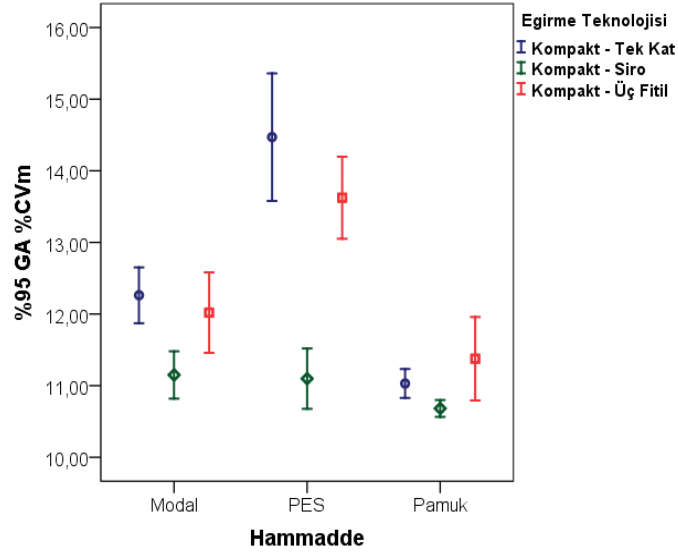
Hammadde	Bağımlı Değişken	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
Modal	Düğünlük (%CVm)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	1,1120	0,22361	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	0,2420	0,22361	0,300
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-1,1120	0,22361	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	-0,8700	0,22361	0,002
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-0,2420	0,22361	0,300
			Kompakt - Siro	0,8700	0,22361	0,002
	Optik Düğünlük (%CV2D 8mm)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	1,4740	0,24596	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	0,6840	0,24596	0,017
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-1,4740	0,24596	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	-0,7900	0,24596	0,007
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-0,6840	0,24596	0,017
			Kompakt - Siro	0,7900	0,24596	0,007

Tablo 3.14 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin düzgünlük (% CVm) ve optik düzgünlük (%CV2D 8mm) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (PES)

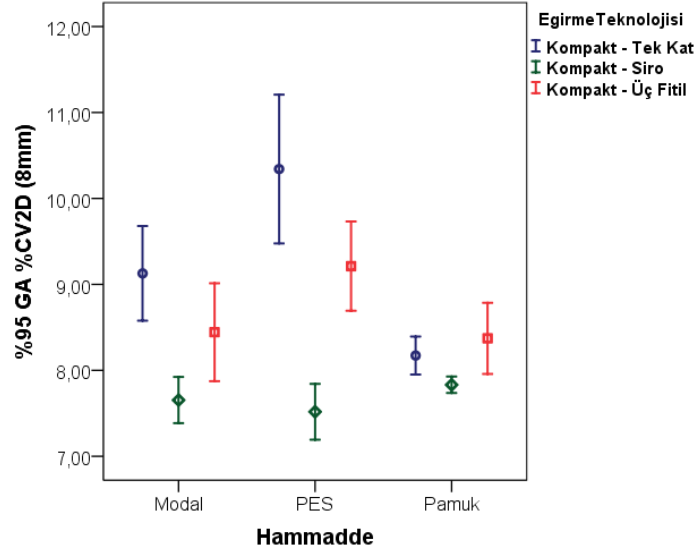
Hammadde	Bağımlı Değişken	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
PES	Düzgünlük (%CVm)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt – Siro	3,3720	0,33504	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	0,8460	0,33504	0,027
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-3,3720	0,33504	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	-2,5260	0,33504	0,000
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-0,8460	0,33504	0,027
			Kompakt - Siro	2,5260	0,33504	0,000
	Optik Düzgünlük (%CV2D 8mm)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	2,8240	0,31172	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	1,1300	0,31172	0,003
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-2,8240	0,31172	0,000
			Kompakt - Üç Fitol	-1,6940	0,31172	0,000
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-1,1300	0,31172	0,003
			Kompakt - Siro	1,6940	0,31172	0,000

Tablo 3.15 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin düzgünlük (% CVm) ve optik düzgünlük (%CV2D 8mm) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Pamuk)

Hammadde	Bağımlı Değişken	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
Pamuk	Düzgünlük (%CVm)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt – Siro	0,3480	0,18457	0,084
			Kompakt - Üç Fitol	-0,3460	0,18457	0,085
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-0,3480	0,18457	0,084
			Kompakt - Üç Fitol	-0,6940	0,18457	0,003
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	0,3460	0,18457	0,085
			Kompakt - Siro	0,6940	0,18457	0,003
	Optik Düzgünlük (%CV2D 8mm)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	0,3400	0,14088	0,033
			Kompakt - Üç Fitol	-0,2000	0,14088	0,181
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-0,3400	0,14088	0,033
			Kompakt - Üç Fitol	-0,5400	0,14088	0,002
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	0,2000	0,14088	0,181
			Kompakt - Siro	0,5400	0,14088	0,002



Şekil 3.11 Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spin ve üç fitil ipliklerinin kütle düzgünsüzlüğü (% CVm) değerleri için % 95 güven aralıkları



Şekil 3.12 Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spin ve üç fitil ipliklerinin optik düzgünsüzlük (% CV2D 8 mm) değerleri için %95 güven aralıkları

3.1.1.4 Sık Rastlanan Hatalar

Kompakt-tek katlı, kompakt siro-spin ve kompakt üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50 /km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri Tablo 3.16'da ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları ve ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu Tablo 3.17-3.20'de verilmektedir. Ayrıca, bu değerlere ait %95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.13-3.15'te verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, iplik üretiminde kullanılan

hammadde gruplarında ufak değişiklikler gözlenmesine rağmen genel olarak ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı gözlenmiştir. Uzun yıllardan beri kullanılan kompakt tek katlı ve kompakt siro-spun iplikleri ile kıyaslandığında yeni bir iplik üretim yöntemi olarak sunulan kompakt üç fitil iplikçiliğinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri için de başarılı olduğu düşünülmektedir.

Tablo 3.16 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerleri

Eğirme Teknolojisi	Hammadde	İnce Yer (-%50/km)	Kalın Yer (+%50/km)	Neps (+200/km)
Kompakt Tek Katlı	Modal	1,60	10,20	59,60
	PES	16,80	46,80	15,20
	Pamuk	0,00	9,60	41,40
Kompakt Siro-spun	Modal	0,60	5,40	16,40
	PES	0,40	2,60	12,40
	Pamuk	0,00	6,80	46,40
Kompakt Üç Fitil	Modal	2,20	24,20	37,80
	PES	24,40	36,80	21,60
	Pamuk	0,60	14,00	62,20

Tablo 3.17 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	İnce Yer (-%50/km)	6,533	2	3,267	2,579	0,117
	Kalın Yer (+%50/km)	954,133	2	477,067	10,356	0,002
	Neps (+200/km)	4665,733	2	2332,867	7,507	0,008
PES	İnce Yer (-%50/km)	1504,533	2	752,267	5,097	0,025
	Kalın Yer (+%50/km)	5372,133	2	2686,067	5,087	0,025
	Neps (+200/km)	222,400	2	111,200	0,818	0,464
Pamuk	İnce Yer (-%50/km)	1,200	2	0,600	1,000	0,397
	Kalın Yer (+%50/km)	131,733	2	65,867	1,682	0,227
	Neps (+%200/km)	1178,800	2	589,400	8,448	0,005

Tablo 3.18 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Modal)

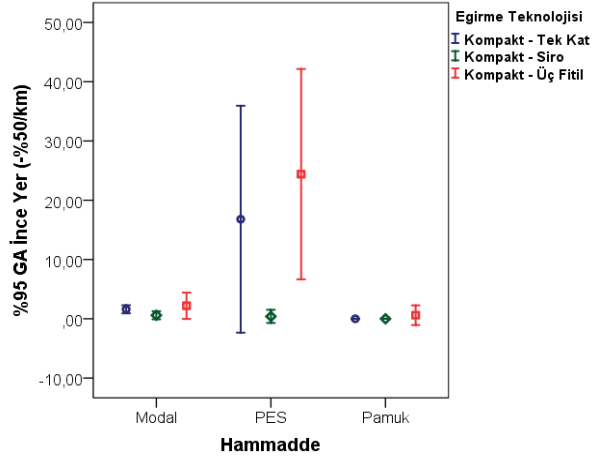
Hammadde	Bağımlı Değişken	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
Modal	İnce Yer (-%50/km)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	1,00	0,712	0,185
			Kompakt - Üç Fitol	-0,60	0,712	0,416
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-1,00	0,712	0,185
			Kompakt - Üç Fitol	-1,60	0,712	0,044
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	0,60	0,712	0,416
			Kompakt - Siro	1,60	0,712	0,044
	Kalın Yer (+%50/km)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	4,80	4,293	0,285
			Kompakt - Üç Fitol	-14,00	4,293	0,007
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-4,80	4,293	0,285
			Kompakt - Üç Fitol	-18,80	4,293	0,001
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	14,00	4,293	0,007
			Kompakt - Siro	18,80	4,293	0,001
	Neps (+%200/km)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	43,20	11,149	0,002
			Kompakt - Üç Fitol	21,80	11,149	0,074
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-43,20	11,149	0,002
			Kompakt - Üç Fitol	-21,40	11,149	0,079
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-21,80	11,149	0,074
			Kompakt - Siro	21,40	11,149	0,079

Tablo 3.19 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (PES)

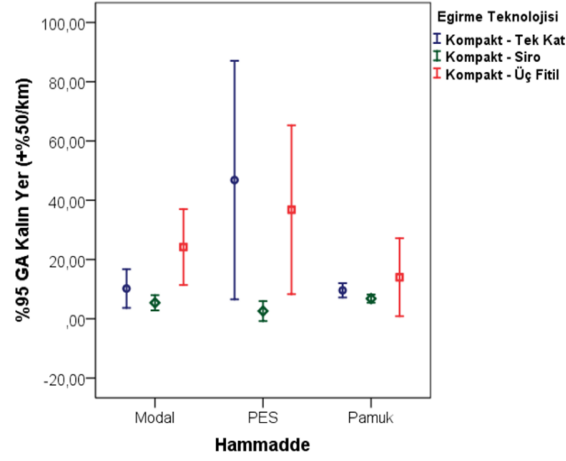
Hammadde	Bağımlı Değişken	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
PES	İnce Yer (-%50/km)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	16,40	7,684	0,054
			Kompakt - Üç Fitol	-7,60	7,684	0,342
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-16,40	7,684	0,054
			Kompakt - Üç Fitol	-24,00	7,684	0,009
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	7,60	7,684	0,342
			Kompakt - Siro	24,00	7,684	0,009
	Kalın Yer (+%50/km)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	44,20	14,534	0,010
			Kompakt - Üç Fitol	10,00	14,534	0,504
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-44,20	14,534	0,010
			Kompakt - Üç Fitol	-34,20	14,534	0,037
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-10,00	14,534	0,504
			Kompakt - Siro	34,20	14,534	0,037
	Neps (+%200/km)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	2,80	7,374	0,711
			Kompakt - Üç Fitol	-6,40	7,374	0,402
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-2,80	7,374	0,711
			Kompakt - Üç Fitol	-9,20	7,374	0,236
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	6,40	7,374	0,402
			Kompakt - Siro	9,20	7,374	0,236

Tablo 3.20 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Pamuk)

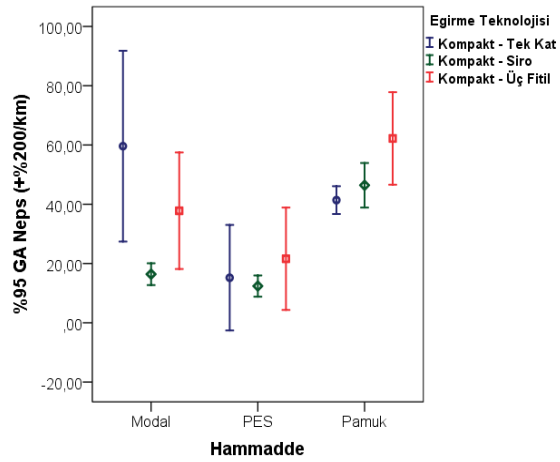
Hammadde	Bağımlı Değişken	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
Pamuk	İnce Yer (-%50/km)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	0,00	0,490	1,000
			Kompakt - Üç Fitol	-0,60	0,490	0,244
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	0,00	0,490	1,000
			Kompakt - Üç Fitol	-0,60	0,490	0,244
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	0,60	0,490	0,244
			Kompakt - Siro	0,60	0,490	0,244
	Kalın Yer (+%50/km)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	2,80	3,958	0,493
			Kompakt - Üç Fitol	-4,40	3,958	0,288
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-2,80	3,958	0,493
			Kompakt - Üç Fitol	-7,20	3,958	0,094
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	4,40	3,958	0,288
			Kompakt - Siro	7,20	3,958	0,094
	Neps (+%200/km)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	-5,00	5,283	0,363
			Kompakt - Üç Fitol	-20,80	5,283	0,002
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	5,00	5,283	0,363
			Kompakt - Üç Fitol	-15,80	5,283	0,011
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	20,80	5,283	0,002
			Kompakt - Siro	15,80	5,283	0,011



Şekil 3.13 Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km) değerleri için % 95 güven aralıkları



Şekil 3.14 Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinin kalın yer (+%50/km) değerleri için % 95 güven aralıkları



Şekil 3.15 Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinin neps (+%200/km) değerleri için % 95 güven aralıkları

3.1.1.5 Yapısal Özellikler

Kompakt iplik makinasında üretimi gerçekleştirilen tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinin çap (2DØ mm), yoğunluk (D g/cm³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri Tablo 3.21’de ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları ve ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu Tablo 3.22-3.25’te verilmektedir. Ayrıca çap (2DØ mm), yoğunluk (D g/cm³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerlerine göre çizilen % 95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.16-3.19’da verilmektedir. Çap (2DØ mm) ve yoğunluk (D g/cm³) değerlerine ait sonuçlar incelendiğinde üç hammadde grubunda üretilen kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil iplikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı görülmektedir (Şekil 3.16-3.19, Tablo 3.22-3.25). Dairesellik (shape) değerleri bakımından bir karşılaştırma yapıldığında ise kullanılan hammadde çeşidine göre bir takım farklılıklar görülse de genel olarak üç iplik türünde istatistiksel olarak anlamlı farklar yoktur (Tablo 3.22-3.25, Şekil 3.18). Pürüzlülük (%CV FS) değerleri için bir karşılaştırma yapıldığında ise Modal ve PES liflerinden üretilen ipliklerde, kompakt tek katlı ipliklerin pürüzlülük değerlerinin yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ise pürüzlülük değerleri için aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı görülmektedir (Tablo 3.22-3.25, Şekil 3.19).

Tablo 3.21 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri

Eğirme Teknolojisi	Hammadde	2D Çap (mm)	Pürüzlülük (CV FS%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Dairesellik
Kompakt Tek Katlı	Modal	0,140	0,760	9,21	0,844
	PES	0,141	0,752	8,79	0,866
	Pamuk	0,147	0,698	7,84	0,854
Kompakt Siro-spun	Modal	0,140	0,766	6,93	0,848
	PES	0,141	0,760	6,74	0,846
	Pamuk	0,149	0,682	7,97	0,840
Kompakt Üç Fitil	Modal	0,139	0,776	6,89	0,850
	PES	0,140	0,750	6,55	0,874
	Pamuk	0,147	0,696	7,92	0,844

Tablo 3.22 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	2D Çap (mm)	4,133E-6	2	2,067E-6	1,676	0,228
	Yoğunluk (g/cm ³)	0,001	2	,000	1,922	0,189
	CVFS (%)	17,531	2	8,765	31,157	0,000
	Dairesellik	9,333E-5	2	4,667E-5	2,800	0,100
PES	2D Çap (mm)	1,600E-6	2	8,000E-7	0,358	0,706
	Yoğunluk (g/cm ³)	0,000	2	0,000	0,737	0,499
	CVFS (%)	15,395	2	7,697	59,626	0,000
	Dairesellik	0,002	2	0,001	22,286	0,000
Pamuk	2D Çap (mm)	9,733E-6	2	4,867E-6	2,086	0,167
	Yoğunluk (g/cm ³)	0,001	2	0,000	1,481	0,266
	CVFS (%)	0,041	2	0,020	0,495	0,621
	Dairesellik	0,001	2	0,000	13,000	0,001

Tablo 3.23 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Modal)

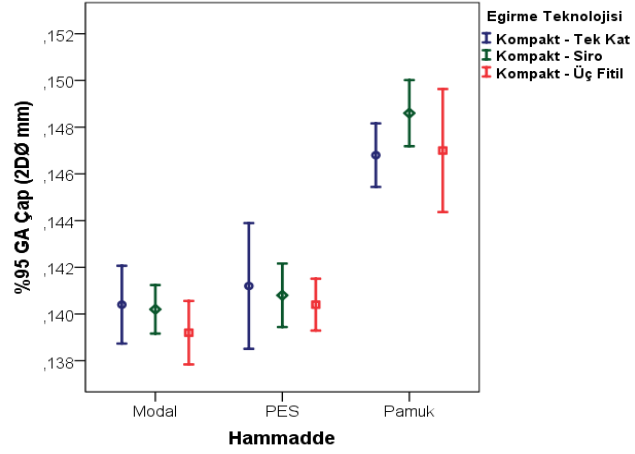
Hammadde	Bağımlı Değişken	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
Modal	2D Çap (mm)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	0,00020	0,000702	0,781
			Kompakt - Üç Fitil	0,00120	0,000702	0,113
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-0,00020	0,000702	0,781
			Kompakt - Üç Fitil	0,00100	0,000702	0,180
		Kompakt - Üç Fitil	Kompakt - Tek Kat	-0,00120	0,000702	0,113
			Kompakt - Siro	-0,00100	0,000702	0,180
	CVFS (%)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	2,2720	0,33546	0,000
			Kompakt - Üç Fitil	2,3140	0,33546	0,000
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-2,2720	0,33546	0,000
			Kompakt - Üç Fitil	0,0420	0,33546	0,902
		Kompakt - Üç Fitil	Kompakt - Tek Kat	-2,3140	0,33546	0,000
			Kompakt - Siro	-0,0420	0,33546	0,902
	Yoğunluk (g/cm ³)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	-0,0060	0,00825	0,481
			Kompakt - Üç Fitil	-0,0160	0,00825	0,076
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	0,0060	0,00825	0,481
			Kompakt - Üç Fitil	-0,0100	0,00825	0,249
		Kompakt - Üç Fitil	Kompakt - Tek Kat	0,0160	0,00825	0,076
			Kompakt - Siro	0,0100	0,00825	0,249
	Dairesellik	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	-0,0040	0,00258	0,147
			Kompakt - Üç Fitil	-0,0060	0,00258	0,039
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	0,0040	0,00258	0,147
			Kompakt - Üç Fitil	-0,0020	0,00258	0,454
		Kompakt - Üç Fitil	Kompakt - Tek Kat	0,0060	0,00258	0,039
			Kompakt - Siro	0,0020	0,00258	0,454

Tablo 3.24 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (PES)

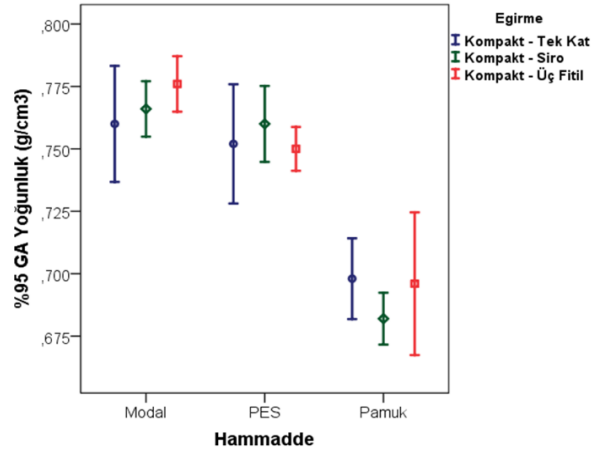
Hammadde	Bağımlı Değişken	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
PES	2D Çap (mm)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	0,00040	0,000945	0,680
			Kompakt - Üç Fitil	0,00080	0,000945	0,414
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-0,00040	0,000945	0,680
			Kompakt - Üç Fitil	0,00040	0,000945	0,680
		Kompakt - Üç Fitil	Kompakt - Tek Kat	-0,00080	0,000945	0,414
			Kompakt - Siro	-0,00040	0,000945	0,680
	CVFS (%)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	2,0500	0,22724	0,000
			Kompakt - Üç Fitil	2,2360	0,22724	0,000
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-2,0500	0,22724	0,000
			Kompakt - Üç Fitil	0,1860	0,22724	0,429
		Kompakt - Üç Fitil	Kompakt - Tek Kat	-2,2360	0,22724	0,000
			Kompakt - Siro	-0,1860	0,22724	0,429
	Yoğunluk (g/cm ³)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	-0,0080	0,00872	0,377
			Kompakt - Üç Fitil	0,0020	0,00872	0,822
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	0,0080	0,00872	0,377
			Kompakt - Üç Fitil	0,0100	0,00872	0,274
		Kompakt - Üç Fitil	Kompakt - Tek Kat	-0,0020	0,00872	0,822
			Kompakt - Siro	-0,0100	0,00872	0,274
	Dairesellik	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	0,0200	0,00432	0,001
			Kompakt - Üç Fitil	-0,0080	0,00432	0,089
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-0,0200	0,00432	0,001
			Kompakt - Üç Fitil	-0,0280	0,00432	0,000
		Kompakt - Üç Fitil	Kompakt - Tek Kat	0,0080	0,00432	0,089
			Kompakt - Siro	0,0280	0,00432	0,000

Tablo 3.25 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Pamuk)

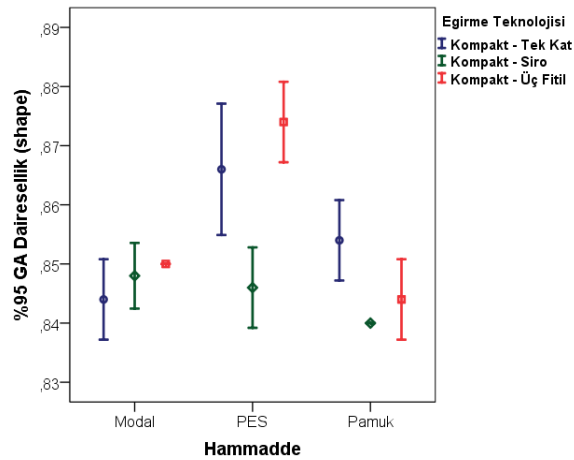
Hammadde	Bağımlı Değişken	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
Pamuk	2D Çap (mm)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt – Siro	-0,00180	0,000966	0,087
			Kompakt - Üç Fitil	-0,00020	0,000966	0,839
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	0,00180	0,000966	0,087
			Kompakt - Üç Fitil	0,00160	0,000966	0,124
		Kompakt - Üç Fitil	Kompakt - Tek Kat	0,00020	0,000966	0,839
			Kompakt - Siro	-0,00160	0,000966	0,124
	CVFS (%)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	-0,1260	0,12849	0,346
			Kompakt - Üç Fitil	-0,0820	0,12849	0,535
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	0,1260	0,12849	0,346
			Kompakt - Üç Fitil	0,0440	0,12849	0,738
		Kompakt - Üç Fitil	Kompakt - Tek Kat	0,0820	0,12849	0,535
			Kompakt - Siro	-0,0440	0,12849	0,738
	Yoğunluk (g/cm ³)	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	0,0160	0,01013	0,140
			Kompakt - Üç Fitil	0,0020	0,01013	0,847
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-0,0160	0,01013	0,140
			Kompakt - Üç Fitil	-0,0140	0,01013	0,192
		Kompakt - Üç Fitil	Kompakt - Tek Kat	-0,0020	0,01013	0,847
			Kompakt - Siro	0,0140	0,01013	0,192
	Dairesellik	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	0,0140	0,00283	0,000
			Kompakt - Üç Fitil	0,0100	0,00283	0,004
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-0,0140	0,00283	0,000
			Kompakt - Üç Fitil	-0,0040	0,00283	0,183
		Kompakt - Üç Fitil	Kompakt - Tek Kat	-0,0100	0,00283	0,004
			Kompakt - Siro	0,0040	0,00283	0,183



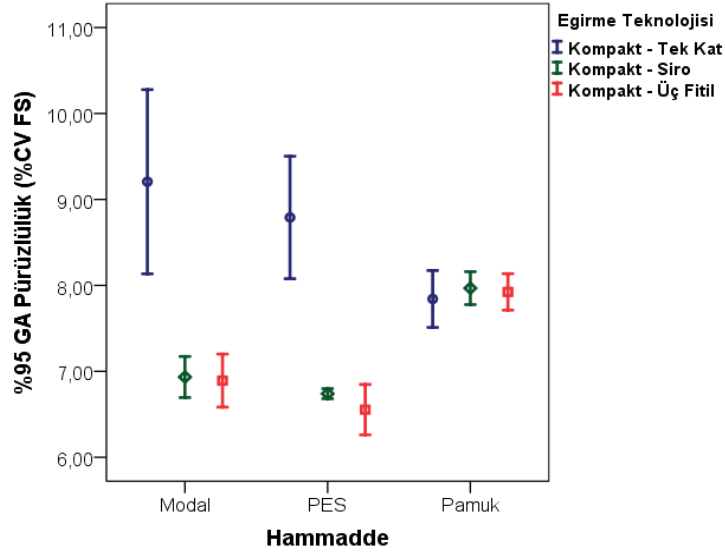
Şekil 3.16 Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinin çap (2DØ mm) değerleri için % 95 güven aralıkları



Şekil 3.17 Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinin yoğunluk (D g/cm³) değerleri için % 95 güven aralıkları



Şekil 3.18 Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinin dairesellik (shape) değerleri için % 95 güven aralıkları



Şekil 3.19 Kompakt iplik makinasında üretilen tek katlı, siro-spin ve üç fitil ipliklerinin pürüzlülük (% CV FS) değerleri için % 95 güven aralıkları

3.1.1.6 Sürtünme Özellikleri

Çalışma kapsamında nihai Ne 50 numaralı ve $\alpha_e = 4.13$ büküm katsayısıyla üretilen kompakt tek katlı, kompakt siro-spin ve kompakt üç fitil ipliklerinin ortalama iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri Tablo 3.26'da, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.27'de ve güven aralığı grafikleri Şekil 3.20-3.21'de verilmektedir. Ayrıca hammaddeye göre sınıflandırılmış ikili karşılaştırma grafikleri Tablo 3.28-3.30'da verilmektedir. Sonuçlar genel olarak karşılaştırıldığında, iplik-metal sürtünme katsayıları için eğirme teknolojileri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı ancak iplik-iplik sürtünme katsayılarında ise eğirme teknolojileri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu görülmektedir (Tablo 3.27, Şekil 3.20-3.21). Üç eğirme teknolojisinde üretilen ipliklerin iplik-iplik sürtünme katsayıları hammadde bazında incelendiğinde Modal ve pamuk liflerinden üretilen kompakt tek katlı ve kompakt siro-spin ipliklerinin iplik-iplik sürtünme katsayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı, ancak kompakt üç fitil ipliklerinin iplik-iplik sürtünme katsayılarının bu iki iplik eğirme teknolojisinde üretilen ipliklere göre daha düşük ve aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (Tablo 3.26, 3.28, 3.30, Şekil 3.20). İplik-iplik sürtünme katsayılarının benzer karşılaştırması PES lifleri için yapıldığında ise, üç eğirme teknolojisi arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görülmektedir (Tablo 3.26, Şekil 3.2). İplik-metal sürtünme katsayıları

açısından eğirme teknolojileri karşılaştırıldığında, üç eğirme teknolojisinde Modal ve pamuk liflerinden üretilen ipliklerin iplik-iplik sürtünme katsayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı görülmektedir (Tablo 3.26, 3.28, 3.30, Şekil 3.20). PES liflerinden üretilen ipliklerin iplik-metal sürtünme katsayıları karşılaştırıldığında ise kompakt tek katlı ve kompakt siro-spun eğirme teknolojilerinde üretilen iplikler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı ancak kompakt siro-spun ile kompakt üç fitil eğirme teknolojisi arasında istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (Tablo 3.26, Şekil 3.21).

İplik sürtünme özellikleri genel olarak değerlendirildiğinde, sürtünme katsayısının ipliğin yüzey özelliklerine ve temas yüzeyle ilgili olduğu belirtilmektedir (Gupta, 2008; Pastore ve Kiekens, 2001; Hong ve Jayanaraman, 2003). Ancak, ipliğin yüzey özellikleri incelenirken tek bir yüzey özelliğiyle sürtünme özelliklerini ilişkilendirmek mümkün değildir. Üretilen ipliklerin sonuçları değerlendirildiğinde iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme özelliklerinin düzgünlük, tüylülük ve pürüzlülük özellikleriyle ilişkili olduğu görülmektedir. Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil eğirme teknolojilerinde üretilen ipliklerin sürtünme özellikleri incelenirken liflerin iplik yapısı içerisindeki yerleşimi de önemlidir. Tek katlı ipliklerde her bir fitil büküm olarak iplik yapısını oluşturmada, siro-spun ve üç fitil iplikçiliğinde her bir fitil büküm olarak tek katlı iplik yapısını, daha sonra birbiri üzerine büküm olarak da katlı iplik yapısını oluşturmaktadır. Bu nedenle, bu üç iplik türünün sürtünme özellikleri karşılaştırılırken, iplik yapılarında bulunan liflerin iplik yapısı içerisindeki yerleşimi de göz önüne alınmalıdır.

Tablo 3.26 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ortalama iplik-iplik ve iplik metal sürtünme katsayısı değerleri

Eğirme Teknolojisi	Hammadde	$\mu_{\text{ iplik-iplik}}$	$\mu_{\text{ iplik-metal}}$
Kompakt Tek Katlı	Modal	0,1480	0,2977
	PES	0,1718	0,2556
	Pamuk	0,1640	0,2578
Kompakt Siro-spun	Modal	0,1456	0,3072
	PES	0,1692	0,2642
	Pamuk	0,1646	0,2588
Kompakt Üç Fitil	Modal	0,1429	0,3001
	PES	0,1698	0,2359
	Pamuk	0,1602	0,2584

Tablo 3.27 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ortalama iplik-iplik ve iplik metal sürtünme katsayısı değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	μ _ iplik-iplik	0,00006357	2	0,00003178	10,519	0,002
	μ _ iplik-metal	0,000	2	0,00008723	2,274	0,145
PES	μ _ iplik-iplik	0,00001935	2	0,000009675	1,733	0,218
	μ _ iplik-metal	0,002	2	0,001	10,009	0,003
Pamuk	μ _ iplik-iplik	0,0000574	2	0,00002870	13,221	0,001
	μ _ iplik-metal	0,000002836	2	0,000001418	0,232	0,796

Tablo 3.28 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ortalama iplik-iplik ve iplik metal sürtünme katsayısı değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Modal)

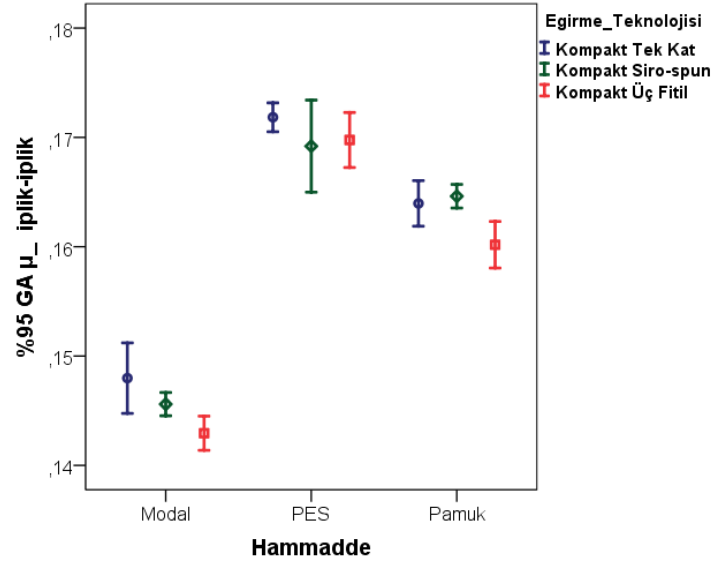
Hammadde	Bağımlı Değişken	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
Modal	μ _ iplik-iplik	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	0,002	0,001	0,051
			Kompakt - Üç Fitol	0,005	0,001	0,001
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-0,002	0,001	0,051
			Kompakt - Üç Fitol	0,003	0,001	0,032
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-0,005	0,001	0,001
			Kompakt - Siro	-0,003	0,001	0,032
	μ _ iplik-metal	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	-0,007	0,004	0,084
			Kompakt - Üç Fitol	0,000	0,004	0,940
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	0,007	0,004	0,084
			Kompakt - Üç Fitol	0,007	0,004	0,096
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	0,000	0,004	0,940
			Kompakt - Siro	-0,007	0,004	0,096

Tablo 3.29 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ortalama iplik-iplik ve iplik metal sürtünme katsayısı değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (PES)

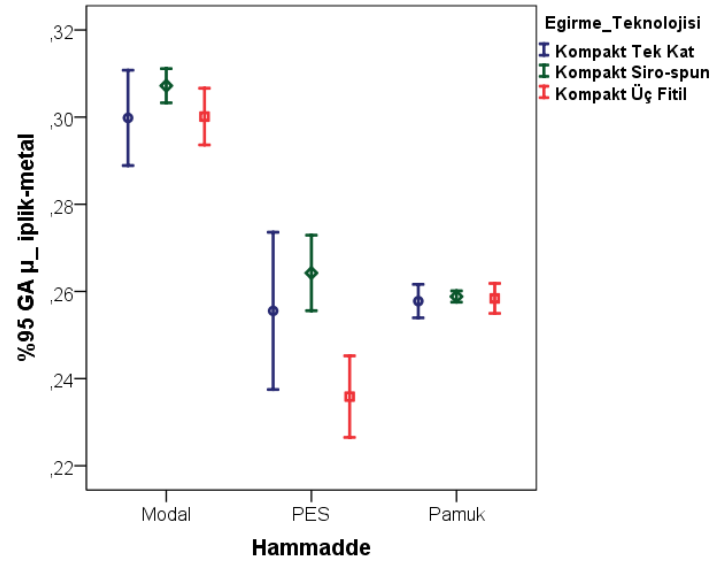
Hammadde	Bağımlı Değişken	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
PES	$\mu_{\text{ iplik-iplik}}$	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	0,003	0,001	0,103
			Kompakt - Üç Fitol	0,002	0,001	0,189
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-0,003	0,001	0,103
			Kompakt - Üç Fitol	-0,001	0,001	0,714
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-0,002	0,001	0,189
			Kompakt - Siro	0,001	0,001	0,714
	$\mu_{\text{ iplik-metal}}$	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	-0,009	0,006	0,206
			Kompakt - Üç Fitol	0,020	0,006	0,011
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	0,009	0,006	0,206
			Kompakt - Üç Fitol	0,028	0,006	0,001
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-0,020	0,006	0,011
			Kompakt - Siro	-0,028	0,006	0,001

Tablo 3.30 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin ortalama iplik-iplik ve iplik metal sürtünme katsayısı değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu (Pamuk)

Hammadde	Bağımlı Değişken	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
Pamuk	$\mu_{\text{ iplik-iplik}}$	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	-0,001	0,001	0,492
			Kompakt - Üç Fitol	0,004	0,001	0,002
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	0,001	0,001	0,492
			Kompakt - Üç Fitol	0,004	0,001	0,000
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-0,004	0,001	0,002
			Kompakt - Siro	-0,004	0,001	0,000
	$\mu_{\text{ iplik-metal}}$	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	-0,001	0,002	0,511
			Kompakt - Üç Fitol	-0,001	0,002	0,699
		Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	0,001	0,002	0,511
			Kompakt - Üç Fitol	0,000	0,002	0,783
		Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	0,001	0,002	0,699
			Kompakt - Siro	0,000	0,002	0,783



Şekil 3.20 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin iplik-iplik sürtünme katsayıları için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.21 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin iplik-metal sürtünme katsayıları için %95 güven aralığı grafikleri

3.1.2 Kompakt Tek Katlı, Kompakt Siro-spun ve Kompakt Üç Fitil İpliklerinden Üretilen Kumaş Özelliklerinin Karşılaştırılması

Çalışma kapsamında üretilen kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil iplikleri atkı ipliği olarak kullanılarak dokuma kumaş üretimi gerçekleştirilmiştir.

Üretilen kumaşlara kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, dikiş kayması, aşınma ve boncuklanma testleri uygulanmıştır ve sonuçları karşılaştırılmıştır.

3.1.2.1 Kopma Mukavemeti

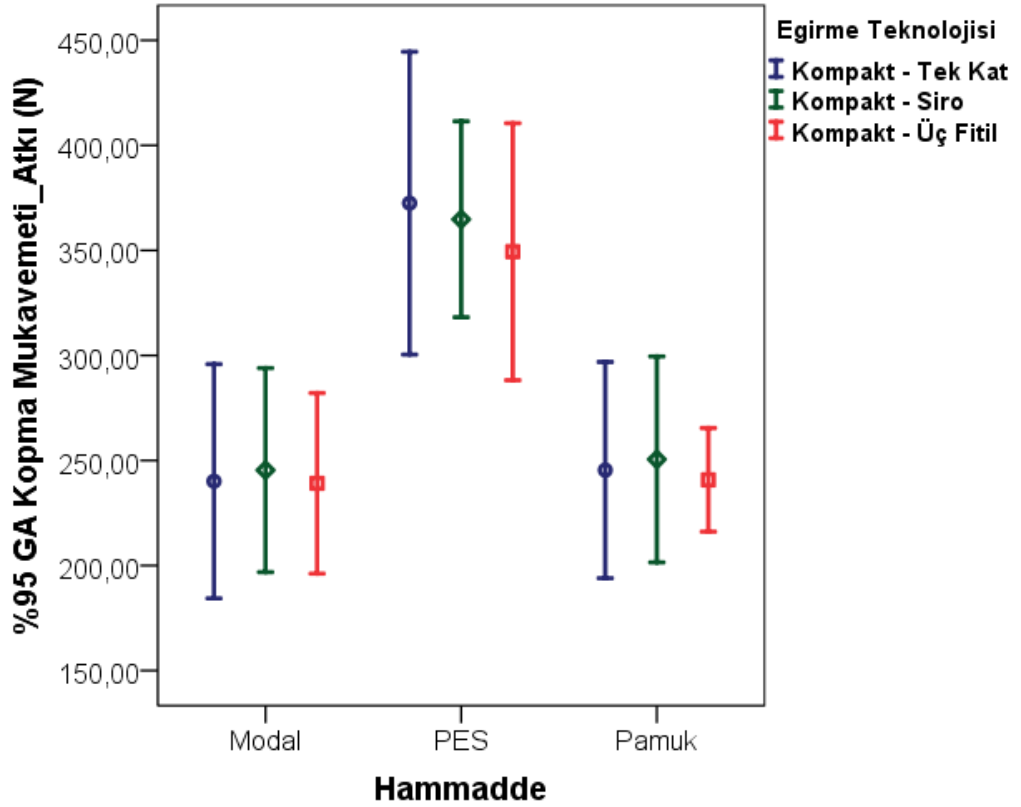
Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin atkı ipliği olarak kullanıldığı dokuma kumaşlarda atkı yönünde kopma mukavemeti testi TS EN ISO 13934-1 standardına göre yapılmıştır. Atkı yönünde ölçülen kopma mukavemeti değerleri Tablo 3.31’de, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları ve ANOVA ikili karşılaştırmalar tabloları sırasıyla Tablo 3.32 ve Tablo 3.33’te verilmektedir. Ayrıca üretilen kumaşların atkı yönündeki kopma mukavemeti değerlerine ait %95 güven aralıkları grafiği Şekil 3.22’de verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde her üç iplik türünün atkı ipliği olarak kullanıldığı dokuma kumaşların atkı yönü kopma mukavemeti değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görülmektedir (Tablo 3.31-3.33; Şekil 3.22). Aynı konstrüksiyondaki kumaşların kopma mukavemeti iplik mukavemeti ile ilişkilendirildiğinden (Kaynak ve diğer., 2017), benzer mukavemet değerlerine sahip ipliklerden üretilmiş kumaşların kopma mukavemeti değerlerinin benzer olması beklenen bir sonuçtur.

Tablo 3.31 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerden üretilen kumaşların kopma yükü (N) değerleri

Eğirme Teknolojisi	Hammadde	Kopma Yükü (N)
Kompakt - Tek Kat	Modal	240,1
	PES	372,5
	Pamuk	245,4
Kompakt - Siro	Modal	245,4
	PES	364,8
	Pamuk	250,5
Kompakt - Üç Fitol	Modal	239,1
	PES	349,4
	Pamuk	240,8

Tablo 3.32 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerden üretilen kumaşların kopma yükü (N) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	Eğirme Teknolojisi	113,705	2	56,852	0,036	0,965
PES	Eğirme Teknolojisi	1387,289	2	693,644	0,289	0,754
Pamuk	Eğirme Teknolojisi	237,709	2	118,854	0,097	0,908



Şekil 3.22 Kompakt tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinden üretilen dokuma kumaşların atkı yönündeki kopma mukavemeti değerleri için % 95 güven aralıkları

Tablo 3.33 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spin ve kompakt üç fitil ipliklerden üretilen kumaşların kopma yükü (N) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu

Hammadde	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
Modal	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	-5,2860	25,14353	0,837
		Kompakt - Üç Fitol	0,9840	25,14353	0,969
	Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	5,2860	25,14353	0,837
		Kompakt - Üç Fitol	6,2700	25,14353	0,807
	Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-0,9840	25,14353	0,969
		Kompakt - Siro	-6,2700	25,14353	0,807
PES	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	7,6800	31,00333	0,809
		Kompakt - Üç Fitol	23,1260	31,00333	0,470
	Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-7,6800	31,00333	0,809
		Kompakt - Üç Fitol	15,4460	31,00333	0,627
	Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-23,1260	31,00333	0,470
		Kompakt - Siro	-15,4460	31,00333	0,627
Pamuk	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	-5,0860	22,12428	0,822
		Kompakt - Üç Fitol	4,6620	22,12428	0,837
	Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	5,0860	22,12428	0,822
		Kompakt - Üç Fitol	9,7480	22,12428	0,667
	Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-4,6620	22,12428	0,837
		Kompakt - Siro	-9,7480	22,12428	0,667

3.1.2.2 Yırtılma Mukavemeti

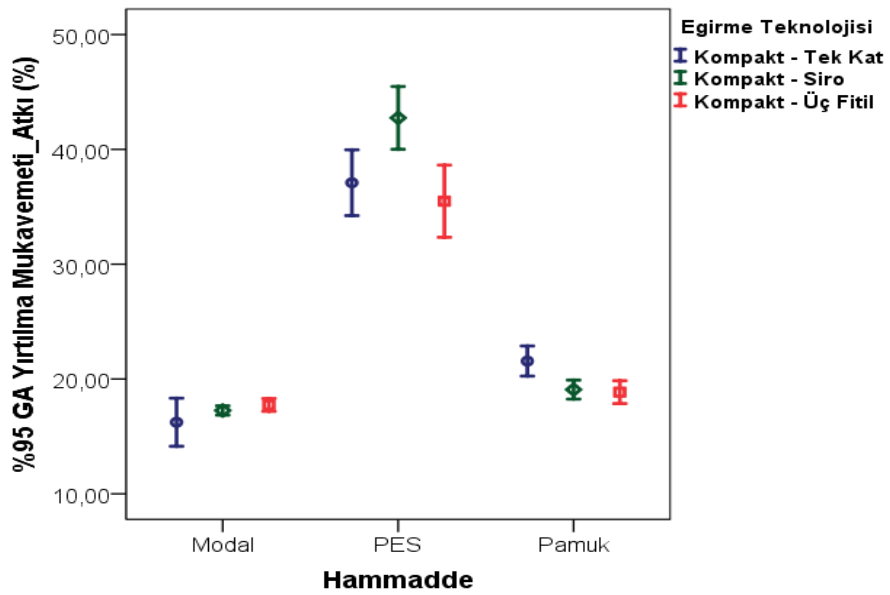
Çalışma kapsamında üretilen dokuma kumaşların atkı yönündeki yırtılma mukavemeti testleri TS EN ISO 13937-2 standartlarına göre yapılmıştır. Kumaşların atkı yönünde yırtılma mukavemeti değerleri Tablo 3.34'te ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları ve ANOVA ikili karşılaştırmalar tabloları sırasıyla Tablo 3.35 ve 3.36'da verilmektedir. Ayrıca bu değerlere ait %95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.23'te verilmektedir. Her üç iplik türünün atkı ipliği olarak kullanıldığı dokuma kumaşların yırtılma mukavemetleri arasında genel anlamda istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı görülmektedir (Tablo 3.35-3.36; Şekil 3.23).

Tablo 3.34 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerden üretilen kumaşların yırtılma mukavemeti (N) değerleri

Eğirme Teknolojisi	Hammadde	Yırtılma Mukavemeti (N)
Kompakt - Tek Kat	Modal	16,2
	PES	37,1
	Pamuk	21,6
Kompakt - Siro	Modal	17,3
	PES	42,7
	Pamuk	19,1
Kompakt - Üç Fitil	Modal	17,7
	PES	35,5
	Pamuk	18,9

Tablo 3.35 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerden üretilen kumaşların yırtılma mukavemeti (N) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	Eğirme Teknolojisi	5,955	2	2,977	2,835	0,098
PES	Eğirme Teknolojisi	145,225	2	72,613	13,133	0,001
Pamuk	Eğirme Teknolojisi	22,624	2	11,312	15,404	0,000



Şekil 3.23 Kompakt tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinden üretilen dokuma kumaşların atkı yönündeki yırtılma mukavemeti değerleri için % 95 güven aralıkları

Tablo 3.36 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spin ve kompakt üç fitil ipliklerden üretilen kumaşların yırtılma mukavemeti (N) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu

Hammadde	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
Modal	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	-1,0240	0,64810	0,140
		Kompakt - Üç Fitol	-1,5120	0,64810	0,038
	Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	1,0240	0,64810	0,140
		Kompakt - Üç Fitol	-0,4880	0,64810	0,466
	Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	1,5120	0,64810	0,038
		Kompakt - Siro	0,4880	0,64810	0,466
PES	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	-5,6480	1,48714	0,003
		Kompakt - Üç Fitol	1,6080	1,48714	0,301
	Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	5,6480	1,48714	0,003
		Kompakt - Üç Fitol	7,2560	1,48714	0,000
	Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-1,6080	1,48714	0,301
		Kompakt - Siro	-7,2560	1,48714	0,000
Pamuk	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	2,4860	0,54198	0,001
		Kompakt - Üç Fitol	2,7100	0,54198	0,000
	Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-2,4860	0,54198	0,001
		Kompakt - Üç Fitol	0,2240	0,54198	0,687
	Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-2,7100	0,54198	0,000
		Kompakt - Siro	-0,2240	0,54198	0,687

3.1.2.3 Dikiş Mukavemeti

Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerinin atkı ipliği olarak kullanıldığı dokuma kumaşların, atkı yönündeki kaymaya karşı mukavemeti tayini-dikiş metodu testi TS EN ISO 13936-1 standardına göre yapılmıştır. Test sonuçları Tablo 3.37’de, bu sonuçlara ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.38’de ve ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu Tablo 3.39’da verilmektedir. Bununla birlikte dikiş kayması sonuçlarına ait %95 güven aralığı grafiği Şekil 3.24’te verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde dikiş kayması değerleri için de her üç iplik türünün atkı ipliği olarak kullanılmasının istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı görülmektedir.

Tablo 3.37 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerden üretilen kumaşların dikiş mukavemeti (N) değerleri

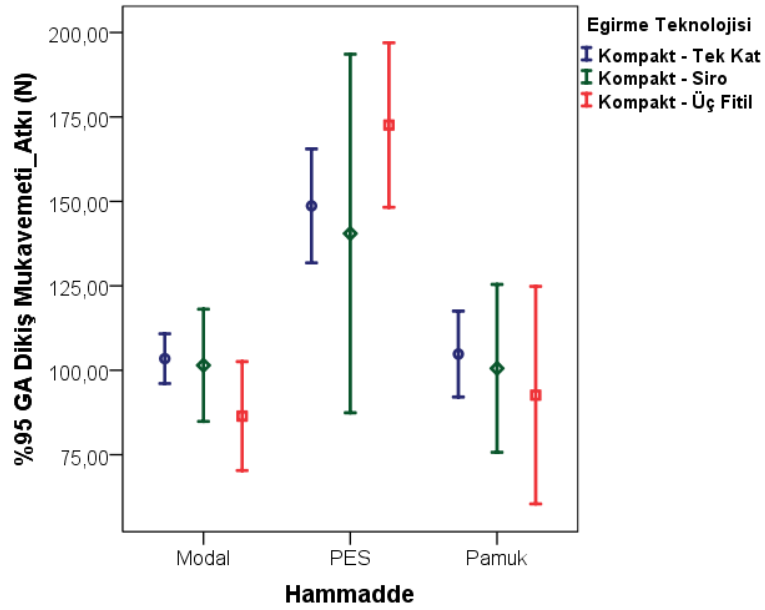
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	Dikiş Mukavemeti (N)
Kompakt - Tek Kat	Modal	103,4
	PES	148,7
	Pamuk	104,8
Kompakt - Siro	Modal	101,5
	PES	140,5
	Pamuk	100,6
Kompakt - Üç Fitol	Modal	86,4
	PES	172,6
	Pamuk	92,6

Tablo 3.38 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerden üretilen kumaşların dikiş mukavemeti (N) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	Eğirme Teknolojisi	518,869	2	259,434	8,135	0,020
PES	Eğirme Teknolojisi	1669,909	2	834,954	4,184	0,073
Pamuk	Eğirme Teknolojisi	228,887	2	114,443	1,166	0,373

Tablo 3.39 Kompakt tek katlı, kompakt siro-spun ve kompakt üç fitil ipliklerden üretilen kumaşların dikiş mukavemeti (N) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Eğirme Teknolojisi	Eğirme Teknolojisi	Ortalama Farkı (I-J)	Standart Hata	P
Modal	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	1,9667	4,61086	0,685
		Kompakt - Üç Fitol	17,0000	4,61086	0,010
	Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-1,9667	4,61086	0,685
		Kompakt - Üç Fitol	15,0333	4,61086	0,017
	Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-17,0000	4,61086	0,010
		Kompakt - Siro	-15,0333	4,61086	0,017
PES	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	8,1667	11,53385	0,505
		Kompakt - Üç Fitol	-23,9333	11,53385	0,083
	Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-8,1667	11,53385	0,505
		Kompakt - Üç Fitol	-32,1000	11,53385	0,032
	Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	23,9333	11,53385	0,083
		Kompakt - Siro	32,1000	11,53385	0,032
Pamuk	Kompakt - Tek Kat	Kompakt - Siro	4,2333	8,08863	0,619
		Kompakt - Üç Fitol	12,1667	8,08863	0,183
	Kompakt - Siro	Kompakt - Tek Kat	-4,2333	8,08863	0,619
		Kompakt - Üç Fitol	7,9333	8,08863	0,365
	Kompakt - Üç Fitol	Kompakt - Tek Kat	-12,1667	8,08863	0,183
		Kompakt - Siro	-7,9333	8,08863	0,365



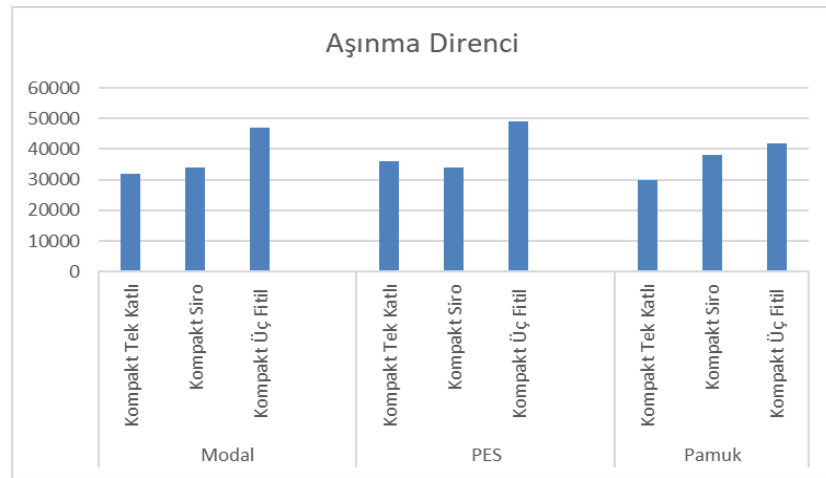
Şekil 3.24 Kompakt tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinden üretilen dokuma kumaşların atkı yönündeki dikiş mukavemeti değerleri için % 95 güven aralıkları

3.1.2.4 Aşınma

Tez kapsamında üretilen kumaşların yüzey özelliklerini değerlendirmek için TS EN 12947 standardına göre aşınma testleri uygulanmıştır. Aşınma test sonuçları Tablo 3.40'da ve bu sonuçlara ait grafik Şekil 3.25'te verilmektedir. Sonuçlar değerlendirildiğinde kompakt üç fitil ipliklerinin atkı yönünde kullanıldığı dokuma kumaşların aşınma dirençlerinin kompakt siro-spun ve kompakt tek katlı ipliklerinin atkı yönünde kullanıldığı kumaşlardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum kompakt üç fitil ipliklerinde önce her bir fitilin büküm olarak tek katlı iplik yapısını oluşturması, daha sonra üç fitilin birbiri üzerine büküm olarak üç katlı iplik yapısını oluşturmasıyla ve düşük tüylülük, iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme değerleriyle açıklanabilir.

Tablo 3.40 Kumaşların numune kopması esasına göre aşınma devir sayıları

Hammadde	Üretim Teknolojisi	Devir
Modal	Kompakt Tek Katlı	32000
	Kompakt Siro-Spun	34000
	Kompakt Üç Fitil	47000
PES	Kompakt Tek Katlı	36000
	Kompakt Siro-Spun	34000
	Kompakt Üç Fitil	49000
Pamuk	Kompakt Tek Katlı	30000
	Kompakt Siro-Spun	38000
	Kompakt Üç Fitil	42000



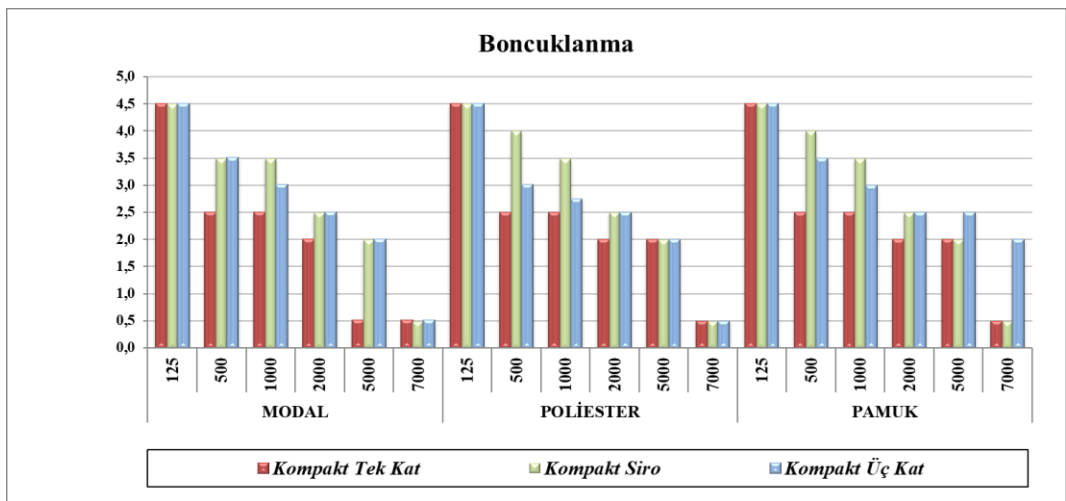
Şekil 3.25 Kompakt tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinden üretilen dokuma kumaşların aşınma direnci değerleri

3.1.2.5 Boncuklanma

Tez kapsamında üretilen ipliklerden dokunan kumaşlara ait boncuklanma testleri TS EN ISO 12945 standardına göre yapılmıştır. Test sonuçlarına ait değerler Tablo 3.41’de ve bu değerlere ait grafik Şekil 3.26’da verilmektedir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, genel olarak kompakt üç fitil ve kompakt tek katlı ipliklerin boncuklanma değerlerinin kompakt tek katlı ipliklere göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 3.41 Kumaşların boncuklanma değerleri

Hammadde	Devir	Kompakt Tek Kat	Kompakt Siro-Spun	Kompakt Üç Fitil
Modal	125	4,5	4,5	4,5
	500	2,5	3,5	3,5
	1000	2,5	3,5	3,0
	2000	2,0	2,5	2,5
	5000	0,5	2,0	2,0
	7000	0,5	0,5	0,5
PES	125	4,5	4,5	4,5
	500	2,5	4,0	3,0
	1000	2,5	3,5	2,8
	2000	2,0	2,5	2,5
	5000	2,0	2,0	2,0
	7000	0,5	0,5	0,5
Pamuk	125	4,5	4,5	4,5
	500	2,5	4,0	3,5
	1000	2,5	3,5	3,0
	2000	2,0	2,5	2,5
	5000	2,0	2,0	2,5
	7000	0,5	0,5	2,0



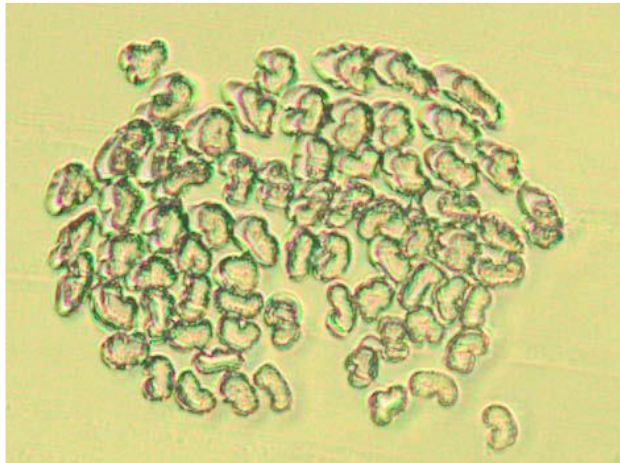
Şekil 3.26 Kompakt tek katlı, siro-spun ve üç fitil ipliklerinden üretilen dokuma kumaşların boncuklanma değerleri

3.2 Kompakt Üç Fitol ve Ring Üç Fitol İplik Özelliklerinin İncelenmesi

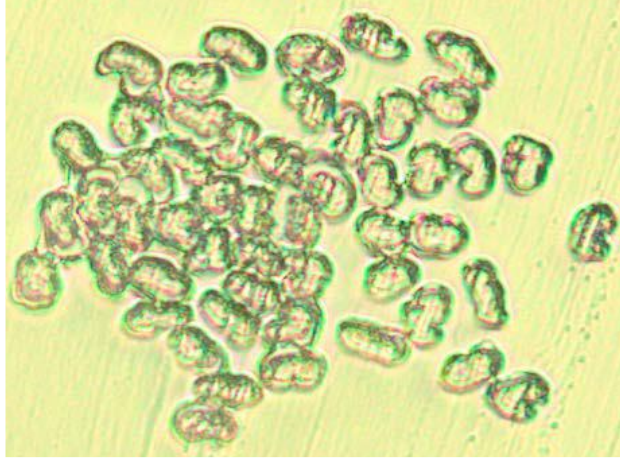
Çalışma kapsamında geliştirilen kompakt üç fitil büküm iplikçiliği teknolojisinde kompaktlaştırma işleminin iplik özelliklerine etkisini incelemek amacıyla, $\alpha_e = 4.13$ büküm seviyesinde ve Ne 150/3 ve Ne 90/3 numaralarında kompakt üç fitil ve ring üç fitil iplik üretimi gerçekleştirilmiştir ve iplik özellikleri karşılaştırılmıştır.

3.2.1 Ne 150/3 Numaralı Kompakt Üç Fitol ve Ring Üç Fitol İpliklerinin Özelliklerinin Karşılaştırılması

Çalışma kapsamında yeni geliştirilen kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde üretilen ipliklerde kompaktlaştırma etkisinin incelenmesi için Ne 150/3 numarada ve $\alpha_e = 4.13$ büküm seviyesinde kompakt üç fitil ve ring üç fitil iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. İplik üretiminde doğal elyaf grubundan pamuk, rejenere elyaf grubundan Modal ve sentetik elyaf grubundan Polyester lifleri kullanılmıştır. İpliklerin fiziksel, yapısal ve mekanik özellikleri $\alpha = 0,05$ için varyans analizleri ve güven aralığı grafiklerinden yararlanılarak karşılaştırılmıştır. Bununla birlikte Modal liflerinden üretilen Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin enine kesit görüntüleri de alınmıştır (Şekil 3.27-3.28). Enine kesit görüntüleri incelendiğinde her iki iplik türünün dairesel yapıya yakın olduğu, ancak kompakt üç katlı ipliklerde liflerin birbirine yakın ve üç katlı iplik yapısını oluşturan her bir kat iplikte daha çok sayıda lifin iplik yapısına katıldığı görülmektedir.



Şekil 3.27 Ne 150/3 Modal kompakt üç fitil iplik enine kesit görüntüsü (Kişisel arşiv, 2021)



Şekil 3.28 Ne 150/3 Modal ring üç fitil iplik enine kesit görüntüsü (Kişisel arşiv, 2021)

3.2.1.1 Tüylülük

Çalışma kapsamında üretilen ipliklerin tüylülük (H, sh, S3, S 1+2) değerleri Uster Tester 6 cihazlarında ölçülmüştür. Ölçülen değerler Tablo 3.42’de ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları ise Tablo 3.43’te verilmektedir. Ayrıca Ne 150/3 numaralı kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H, sh, S3, S 1+2) değerlerine ait güven aralığı grafikleri de Şekil 3.29-3.32’de verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, üç hammadde grubunda ve tüm tüylülük parametrelerinde (H, sh, S3, S 1+2), kompaktlaştırma işleminin ipliklerin tüylülük değerleri üzerinde pozitif etki yaptığı ve tüylülük değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (Tablo 3.42-3.43; Şekil 3.29-3.32). Kompakt eğirme teknolojisinde, çıkış silindirlerinden sonra oluşan eğirme üçgeni yapısının hava emişi yardımıyla yok edilmesi, liflerin iplik yapısına daha iyi katılmasını sağlayarak iplik özelliklerini iyileştirmektedir (Altas ve Kadoglu, 2012; Basal ve Oxenham, 2006; Soltani ve Johari, 2012; Cheng ve Yu, 2003). Benzer şekilde kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde de fitillerin delikli silindirlerin üzerinden geçerken hava yardımıyla kompaktlaştırılması, hem her bir fitilin genişliğini azaltarak oluşan küçük eğirme üçgenlerinin yapısını hem de büyük eğirme üçgeninin yapısını küçültür. Eğirme üçgeni yapısı içerisinde üçgenin dış kenarlarına yakın lifler iplik yapısı içerisinde merkezden uzakta yer almaktadır. Kompaktlaştırma işlemi ile eğirme üçgeni yapısının küçültülmesi liflerin iplik yapısına katılırken ki hareketlerini kısıtlar ve iplik yapısından çıkan lif sayısını azaltır (Haleem

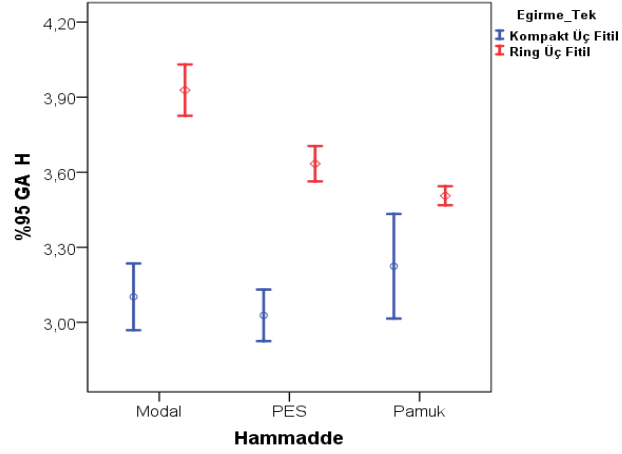
ve diğer., 2019). Böylelikle ipliklerin tüylülük değerleri azalır. Bununla birlikte, büküm iplikçiliği teknolojisinde olan ve her bir fitilin oluşturduğu tek katlı iplik yapısında olan çıkıntı liflerin, tek katlı ipliklerin katlı iplik yapısı için büküm alırken iplik yapısına katılması durumu, her iki iplikçilik türünün aynı prensipte çalışması nedeniyle göz ardı edilebilir.

Tablo 3.42 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H, sh, S3 ve S1+2) değerleri

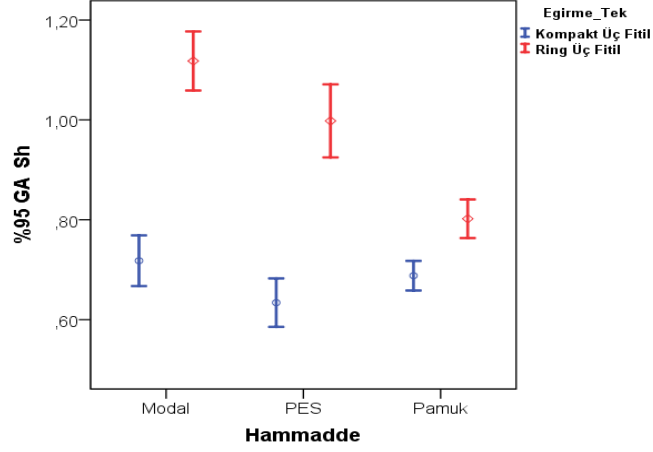
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	H	sh	S3	S1+2
Kompakt Üç Fitil	Modal	3,102	0,718	1858,4	7339,2
	PES	3,028	0,634	1280	5942,6
	Pamuk	3,224	0,688	2270,8	11781
Ring Üç Fitil	Modal	3,928	1,118	4489,4	10478,2
	PES	3,634	0,998	2545,2	8395,8
	Pamuk	3,506	0,802	2287,4	9013,2

Tablo 3.43 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H, Sh, S3 ve S1+2) değerleri için varyans analizi sonuçları

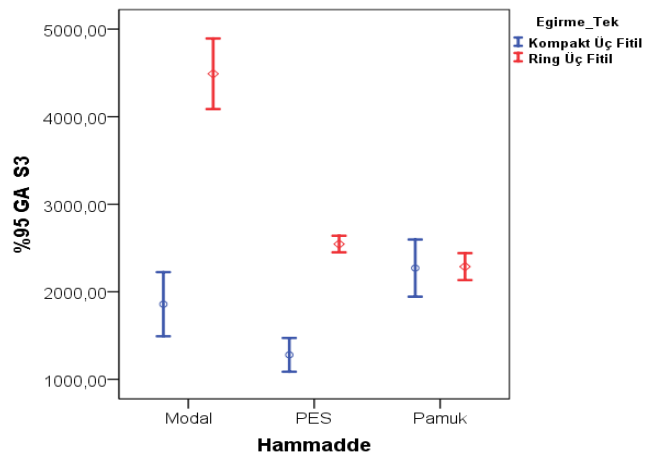
Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	H	1,706	1	1,706	186,008	0,000
	Sh	0,400	1	0,400	203,046	0,000
	S3	0,032	1	0,032	42,195	0,000
	S1+2	24633302,500	1	24633302,500	176,777	0,000
PES	H	0,918	1	0,918	181,800	0,000
	Sh	0,331	1	0,331	132,496	0,000
	S3	4001827,600	1	4001827,600	267,760	0,000
	S1+2	15045475,600	1	15045475,600	55,465	0,000
Pamuk	H	0,199	1	0,199	13,589	0,006
	Sh	0,032	1	0,032	42,195	0,000
	S3	688,900	1	688,900	,016	0,902
	S1+2	19151792,100	1	19151792,100	7,719	0,024



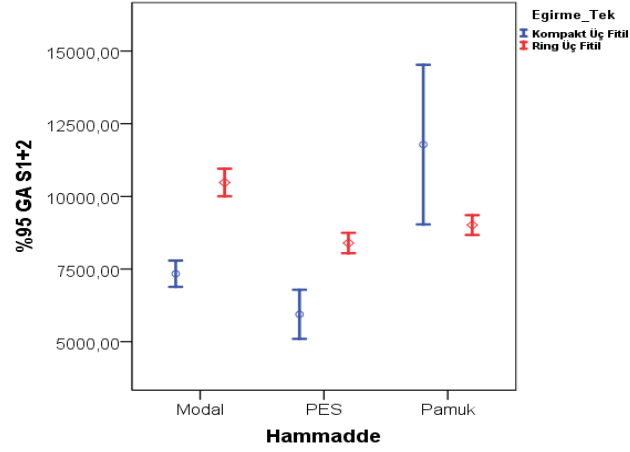
Şekil 3.29 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.30 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük değişimi (sh) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.31 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (S3) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.32 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (S 1+2) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.2.1.2 Mekanik Özellikler

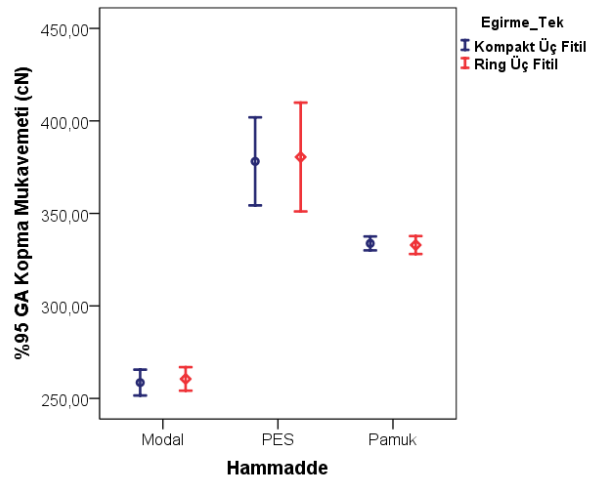
Ne 150/3 numaralı kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri Tablo 3.44'te bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.45'te verilmektedir. Bununla birlikte kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması değerleri Şekil 3.33–3.34'te verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı görülmektedir (Tablo 3.5; Şekil 3.26-3.27). Kopma mukavemeti değerlerinin enine kesitteki lif sayısı ile ilişkili olduğu göz önüne alındığında, aynı numara ve büküm seviyesinde üretilen kompakt ve ring üç fitil ipliklerinin benzer değerlere sahip olması beklenmektedir. Bazı çalışmalarda kompaktlaştırma işleminin liflerin iplik yapısı içerisinde daha iyi yerleşimini ve dolayısıyla da iplik mukavemetini artırdığı belirtilse de (Soltani ve Johari, 2012a), bazı araştırmacılar eğirme üçgeni yapısı ve iplik mukavemeti arasında anlamlı bir ilişki olmadığını belirtmiştir (Haleem, 2019). Üç fitil iplikçilikte oluşan eğirme üçgeni yapısı, üçgen yapısının kenarında yer alan lifler üzerine uygulanan çevresel kuvvetleri ve iplik yapısı içerisindeki lif pozisyonunu değiştirirse de, aynı prensipte ve parametrelerde iplik üretiminin gerçekleştirildiği bu teknolojilerde üretim parametrelerinin iplik mukavemeti üzerine lifler arası kohezyon kuvvetinden daha etkili olduğu söylenebilir.

Tablo 3.44 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri

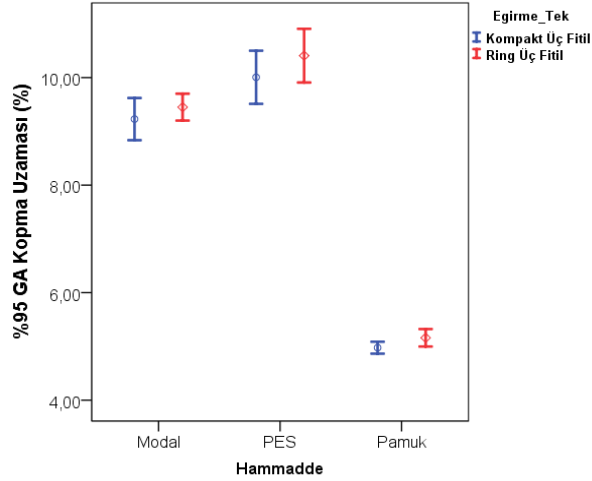
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	Kopma Mukavemeti (cN)	Kopma Uzaması (%)
Kompakt Üç Fitil	Modal	258,56	9,228
	PES	378,12	10,006
	Pamuk	333,78	4,976
Ring Üç Fitil	Modal	260,54	9,45
	PES	380,46	10,408
	Pamuk	332,9	5,16

Tablo 3.45 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	Kopma Mukavemeti (cN)	9,801	1	9,801	0,338	0,577
	Kopma Uzaması (%)	0,123	1	0,123	1,752	0,222
PES	Kopma Mukavemeti (cN)	13,689	1	13,689	0,029	0,868
	Kopma Uzaması (%)	0,404	1	0,404	2,523	0,151
Pamuk	Kopma Mukavemeti (cN)	1,936	1	1,936	0,158	0,701
	Kopma Uzaması (%)	0,085	1	0,085	6,723	0,032



Şekil 3.33 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.34 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma uzaması (%) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.2.1.3 Düzgünsüzlük

Kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (%CVm) ve optik düzgünsüzlük değerleri (%CV2D) Tablo 3.46 'da ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.47'de verilmektedir. Bununla birlikte, düzgünsüzlük (%CVm) ve optik düzgünsüzlük değerleri (%CV2D) değerlerine ait %95 güven aralığı grafikleri sırasıyla Şekil 3.35 ve 3.36'da verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, kompakt üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (%CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D) değerlerinin ring üç fitil ipliklerine göre daha iyi olduğu görülmektedir. Önceki çalışmalarda yeni bir eğirme teknolojisi olarak sunulan ring üç fitil iplik üretim teknolojisinde üretilen ipliklerin düzgünsüzlük değerlerinin iyileştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Demir ve Kılıç, 2020). Kompakt iplik eğirme teknolojisinin üç fitil iplik üretimi için yeniden tasarlanmasıyla ortaya çıkan kompakt üç fitil iplik eğirme teknolojisinde ring üç fitil ipliklerine göre daha düzgün yapıda iplik üretimini mümkün olduğu görülmektedir. Fitiller arası mesafe eğirme üçgeni geometrisini etkileyen en önemli parametrelerden biridir (Wang ve diğer., 2018) ve her iki iplik teknolojisinde de aynı üretim parametreleri kullanılmış ve aynı proseslerden geçerek hazırlanan fitiller eşit mesafede çekim sistemine beslenerek üç fitil iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde lif demetinin çekim sisteminden çıkmadan önce kompaktlaştırılması, çıkış silindirleri ve eğirme üçgeni yapısı içerisinde oluşan eğirme üçgeni yapısını küçültmektedir. Bu sebeple, tek kat ipliklerin eğirme üçgeni yapısı

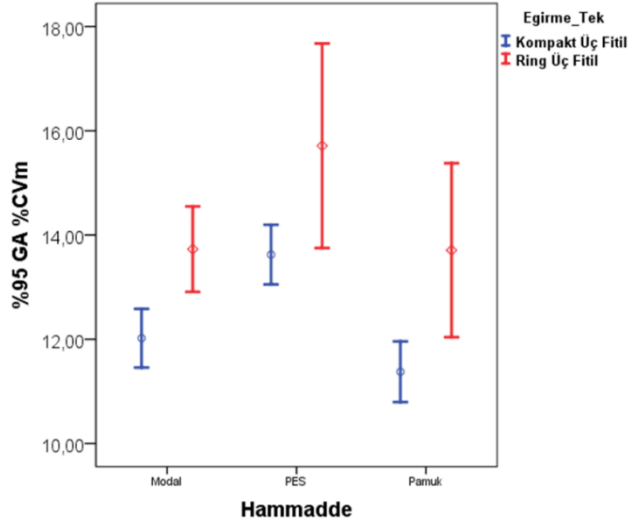
içerisindeki uzunluğu ve üzerlerine etki eden eğirme gerginliği azalmaktadır (Emmanuel ve Plate, 1982; Miao ve diğer., 1993; Cheng ve Sun, 1998). Benzer şekilde siro-spun ve kompakt siro-spun ipliklerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda, kompaktlaştırma işleminin iplik düzgünsüzlük özelliklerini iyileştirdiği görülmektedir (Lu ve diğer., 2019). Bununla birlikte, oluşan eğirme üçgeni yapısı tepe noktasındaki bükümün etkisiyle daha az yer değiştirmekte ve tek kat iplik üzerine etki eden gerilmeler arasındaki fark daha az olmaktadır. Böylelikle daha düzgün yapıda iplik üretimi gerçekleştirilmektedir (Haleem, 2019).

Tablo 3.46 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (% CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri

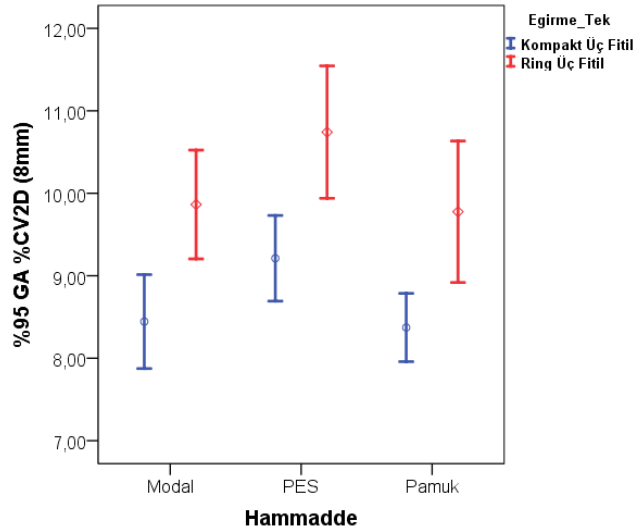
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	Düzgünsüzlük (%CVm)	Optik Düzgünsüzlük (%CV2D 8mm)
Kompakt Üç Fitil	Modal	12,02	8,444
	PES	13,624	9,212
	Pamuk	11,376	8,372
Ring Üç Fitil	Modal	13,728	9,864
	PES	15,712	10,742
	Pamuk	13,708	9,776

Tablo 3.47 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (% CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	%CVm	7,293	1	7,293	22,726	0,001
	%CV2D (8mm)	5,041	1	5,041	20,471	0,002
PES	%CVm	10,899	1	10,899	8,042	0,022
	%CV2D (8mm)	5,852	1	5,852	19,730	0,002
Pamuk	%CVm	13,596	1	13,596	13,420	0,006
	%CV2D (8mm)	4,928	1	4,928	16,758	0,003



Şekil 3.35 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (%CVm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.36 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.2.1.4 Sık Rastlanan Hatalar

Kompakt üç fitil ve ring üç fitil büküm iplikçiliği teknolojilerinde üretilen Ne 150/3 numaralı ipliklere ait ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerleri Tablo 3.48 ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.49'da verilmektedir. Bununla birlikte %95 güven aralıkları Şekil 3.37-3.39'da verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin

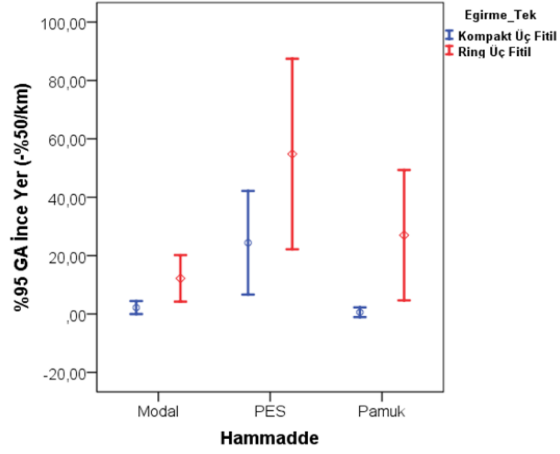
ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu ve kompakt üç fitil ipliklerinin daha iyi değerlere sahip olduğu görülmektedir. Önceki tartışmalara benzer şekilde, kompaktlaştırma işleminin ipliklerin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerlerini de iyileştirdiği görülmektedir.

Tablo 3.48 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri

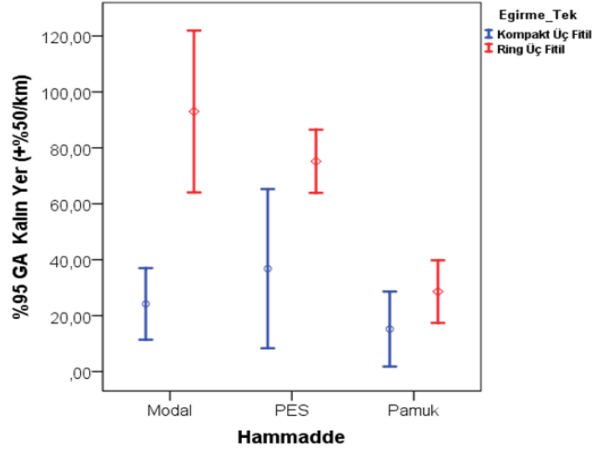
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	İnce Yer (-%50/km)	Kalın Yer (+%50/km)	Neps (+200/km)
Kompakt Üç Fitil	Modal	2,2	24,2	37,8
	PES	24,4	36,8	21,6
	Pamuk	0,6	15,2	62,2
Ring Üç Fitil	Modal	12,2	93	169,2
	PES	74,8	75,2	71,2
	Pamuk	27	28,6	65

Tablo 3.49 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri için varyans analizi sonuçları

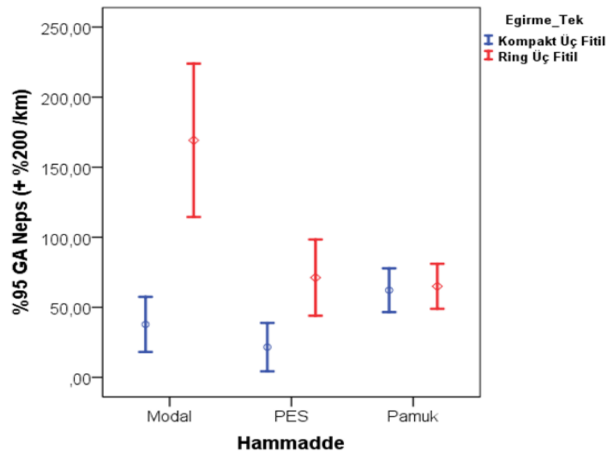
Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	İnce Yer (-%50/km)	250,000	1	250,000	11,261	0,010
	Kalın Yer (+%50/km)	11833,600	1	11833,600	36,428	0,000
	Neps (+200/km)	43164,900	1	43164,900	39,377	0,000
PES	İnce Yer (-%50/km)	2310,400	1	2310,400	5,163	0,053
	Kalın Yer (+%50/km)	3686,400	1	3686,400	12,118	0,008
	Neps (+200/km)	6150,400	1	6150,400	18,264	0,003
Pamuk	İnce Yer (-%50/km)	1742,400	1	1742,400	10,713	0,011
	Kalın Yer (+%50/km)	448,900	1	448,900	4,534	0,066
	Neps (+200/km)	19,600	1	19,600	0,120	0,738



Şekil 3.37 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.38 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kalın yer (+%50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.39 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin neps (+%200/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.2.1.5 Diğer Yapısal Özellikler

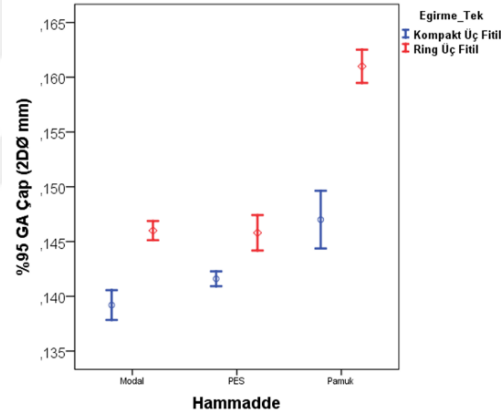
Kompakt üç fitil ve ring üç fitil eğirme sistemlerinde üretilen Ne 150/3 numaralı ipliklerin iki boyutlu çap ($2D\emptyset$ mm), yoğunluk (g/cm^3), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri Tablo 3.50 ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.51’de verilmektedir. Ayrıca %95 güven aralığı grafikleri 3.40-3.43’te verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, kompakt eğirme teknolojisinde üretilen üç fitil ipliklerinin çap ($2D\emptyset$ mm), yoğunluk (g/cm^3), pürüzlülük (%CV FS) değerlerinin ring üç fitil ipliklerine göre daha iyi olduğu görülmektedir (Tablo 3.51, Şekil 3.40-3:42). Kompakt üç fitilde yer alan kompaktlaştırma işlemi negatif hava basıncı yardımıyla lifleri yoğunlaştırmakta ve hem bireysel tek katlı iplikler için hem de katlı iplikler için daha kompakt yapıda iplik üretimi sağlamaktadır. Bu nedenle kompakt üç katlı ipliklerin çap ($2D\emptyset$ mm) değerleri, ring üç fitil ipliklerinden daha düşüktür. Çap ($2D\emptyset$ mm) değerlerine ters orantılı olarak da kompakt üç fitil ipliklerinin yoğunluk (g/cm^3) değerleri ring üç fitil ipliklerinden daha yüksektir. Bununla birlikte, aynı prensipte üretilen ipliklerin dairesellik (shape) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görülmektedir (Tablo 3.51; Şekil 3.43).

Tablo 3.50 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap ($2D\emptyset$ mm), yoğunluk (g/cm^3), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri

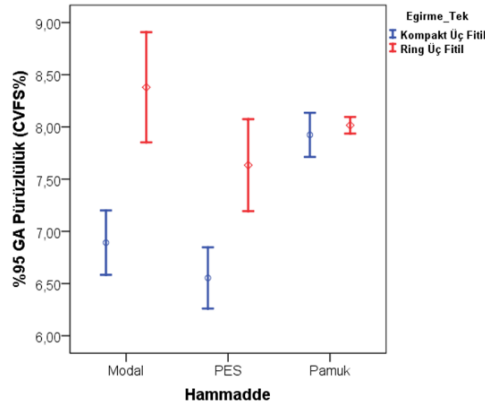
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	2D Çap (mm)	Pürüzlülük (CV FS%)	Yoğunluk (g/cm^3)	Dairesellik
Kompakt Üç Fitil	Modal	0,1392	6,892	0,776	0,85
	PES	0,1416	6,554	0,75	0,874
	Pamuk	0,147	7,924	0,696	0,844
Ring Üç Fitil	Modal	0,146	8,38	0,706	0,848
	PES	0,145	7,634	0,706	0,86
	Pamuk	0,161	8,016	0,582	0,84

Tablo 3.51 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri için varyans analizi sonuçları

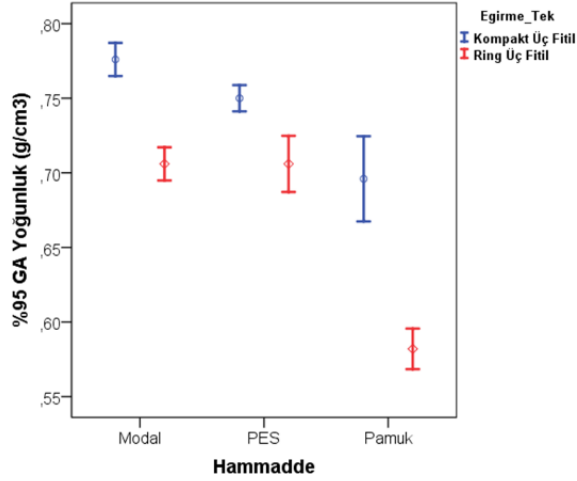
Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	2D Çap (mm)	0,000	1	0,000	136,000	0,000
	Yoğunluk (g/cm ³)	0,012	1	0,012	153,125	0,000
	CVFS (%)	5,535	1	5,535	45,705	0,000
	Şekil	0,00001	1	0,00001	1	0,347
PES	2D Çap (mm)	0,00004	1	0,00004	44,100	0,000
	Yoğunluk (g/cm ³)	0,005	1	0,005	34,571	0,000
	CVFS (%)	2,916	1	2,916	32,122	0,000
	Şekil	0,000	1	0,000	7,538	0,025
Pamuk	2D Çap (mm)	0,000	1	0,000	163,333	0,000
	Yoğunluk (g/cm ³)	0,032	1	0,032	99,969	0,000
	CVFS (%)	0,021	1	0,021	1,278	0,291
	Şekil	0,00004	1	0,00004	2,667	0,141



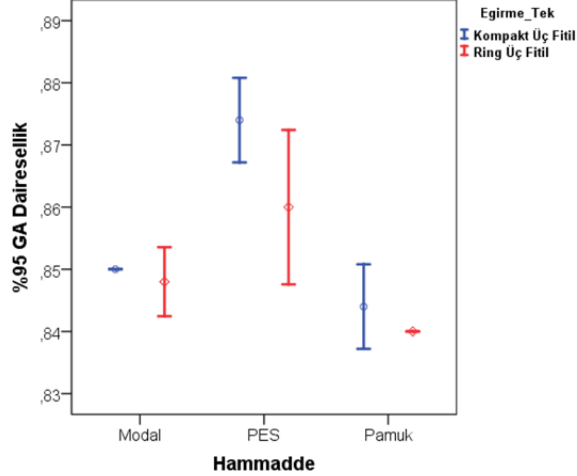
Şekil 3.40 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.41 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin pürüzlülük (%CV FS) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.42 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin yoğunluk değerleri (g/cm³) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.43 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin dairesellik (shape) için %95 güven aralığı grafikleri

3.2.1.6 Sürtünme Özellikleri

Ne 150/3 numarada üretilen kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayıları ortalama değerleri Tablo 3.52’de ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.53’te verilmektedir. Bununla birlikte, iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerlerine ait %95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.44 ve 3.45’te verilmektedir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, genel olarak eğirme teknolojisinin iplik-iplik sürtünme katsayıları açısından istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve kompakt üç fitil ipliklerinde üretilen ipliklerin iplik-iplik sürtünme

katsayılarının daha düşük olduğu görülmektedir (Tablo 3.52-3.53, Şekil 3.44). İplik-metal sürtünme katsayıları açısından bir değerlendirme yapıldığında ise genel olarak eğirme teknolojileri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu görülmektedir (Tablo 3.53, Şekil 3.45).

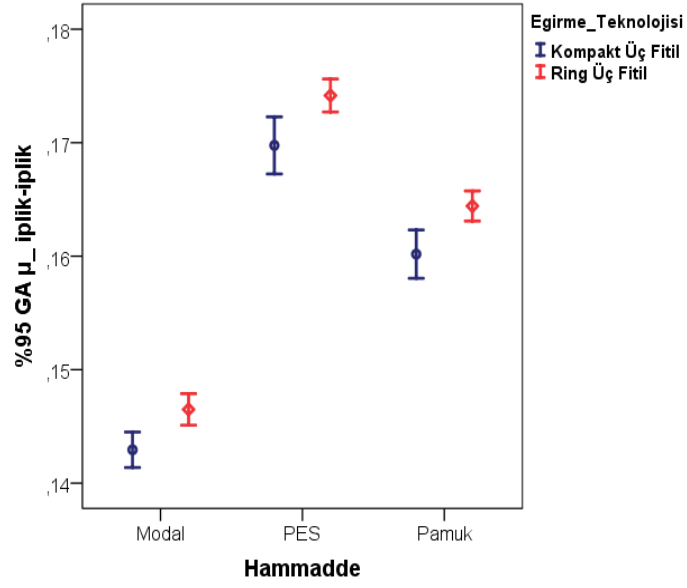
Aynı anda üç fitilin çekim sistemine beslenerek benzer yapıda iplik üretiminin gerçekleştirildiği üç fitil iplikçilik teknolojilerinde, kompaktlaştırma işleminin etkisiyle kompakt üç fitil ipliklerinin daha iyi tüylülük, pürüzlülük, düzgünsüzlük ve dairesellik özelliklerine sahip olduğu görülmektedir. İpliklerin sürtünme özellikleri çoğunlukla yüzey karakteristiğiyle ilgili olduğundan (Gupta, 2008; Pastore ve Kiekens, 2001) kompakt üç fitil ipliklerinin daha düşük iplik-metal ve iplik-iplik sürtünme katsayılarına sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 3.52 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri

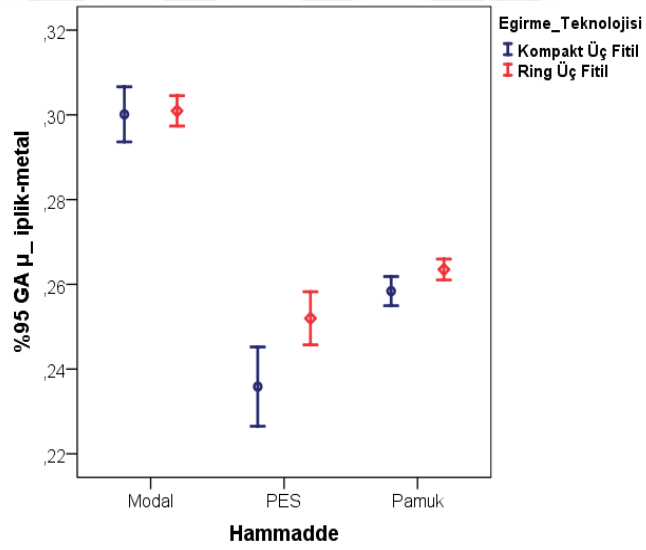
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	$\mu_{\text{ iplik-iplik}}$	$\mu_{\text{ iplik-metal}}$
Kompakt Üç Fitil	Modal	0,1429	0,3001
	PES	0,1698	0,2359
	Pamuk	0,1602	0,2584
Ring Üç Fitil	Modal	0,1466	0,3009
	PES	0,1742	0,2520
	Pamuk	0,1644	0,2635

Tablo 3.53 Ne 150/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	$\mu_{\text{ iplik-iplik}}$	0,0000368	1	0,0000368	22,368	0,001
	$\mu_{\text{ iplik-metal}}$	0,000001681	1	0,000001681	0,094	0,767
PES	$\mu_{\text{ iplik-iplik}}$	0,0000484	1	0,0000484	17,693	0,003
	$\mu_{\text{ iplik-metal}}$	0,001	1	0,001	15,781	0,004
Pamuk	$\mu_{\text{ iplik-iplik}}$	0,00004494	1	0,00004494	22,010	0,002
	$\mu_{\text{ iplik-metal}}$	0,00006503	1	0,00006503	11,202	0,010



Şekil. 3.44 Ne 150/3 Kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iplik-iplik sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.45 Ne 150/3 Kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iplik-metal sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.2.2 Ne 90/3 numaralı Kompakt Üç Fitil ve Ring Üç Fitil İplik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Çalışma kapsamında kompaktlaştırma işleminin üç fitil iplik özellikleri üzerine etkilerini incelemek amacıyla Ne 90/3 numarada ve $\alpha_e = 4.13$ büküm seviyesinde kompakt üç fitil ve ring üç fitil iplik üretimi de gerçekleştirilmiştir. İplik üretiminde

rejenere elyaf grubundan Modal lifleri kullanılmıştır. İplik özellikleri $\alpha= 0,05$ için varyans analizleri ve güven aralığı grafiklerinden yararlanılarak karşılaştırılmıştır.

3.2.2.1 Tüylülük

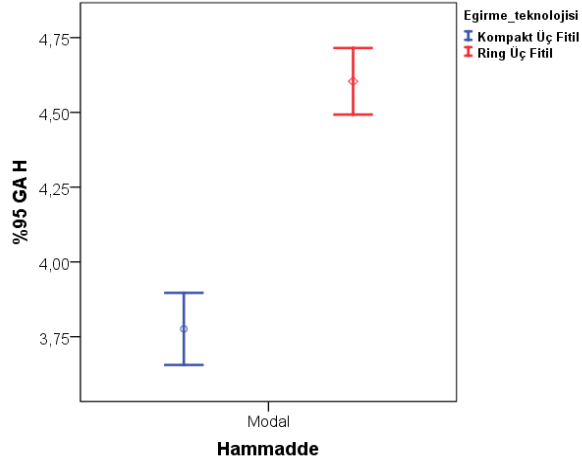
Ne 90/3 numaralı kompakt üç fitil ipliklerinin tüylülük (H, sh, S3, S1+2) değerleri Tablo 3.54'te ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.55'te verilmektedir. Bu değerlere ait %95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.46-3.49'da verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde üretilen ipliklerin tüm tüylülük parametreleri (H, sh, S3, S1+2) açısından ring üç fitil ipliklerine göre daha iyi olduğu ve sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (Tablo 3.54; Şekil 3.46 -3.49). Ne 150/3 ipliklerinin sonuçlarına benzer şekilde kompaktlaştırma işlemi liflerin iplik yapısına daha iyi katılmasını sağlayarak ipliklerin tüylülük değerleri üzerine pozitif bir katkı sağlamaktadır.

Tablo 3.54 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H, sh, S3 ve S1+2) değerleri

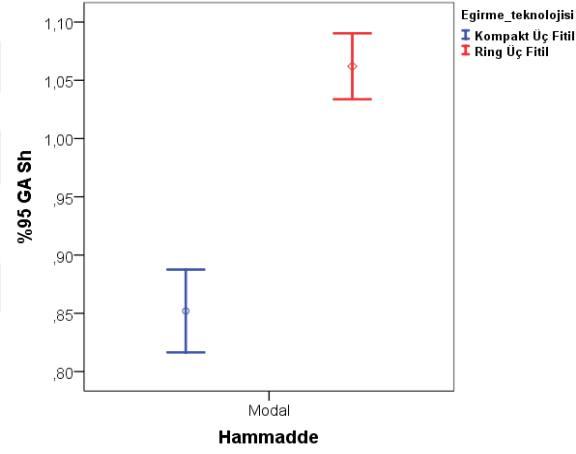
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	H	sh	S3	S1+2
Kompakt Üç Fitil	Modal	3,776	0,852	3056,2	10966,4
Ring Üç Fitil	Modal	4,604	1,062	4823,6	13900

Tablo 3.55 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H, Sh, S3 ve S1+2) değerleri için varyans analizi sonuçları

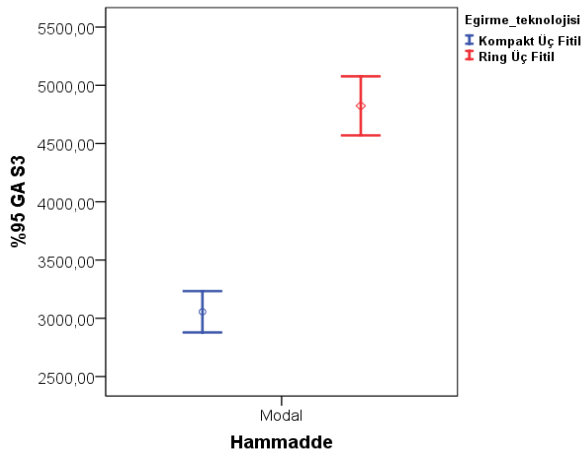
Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	H	1,714	1	1,714	196,330	0,000
	Sh	0,110	1	0,110	164,552	0,000
	S3	7809256,900	1	7809256,900	251,577	0,000
	S 1+2	21515022,400	1	21515022,400	48,721	0,000



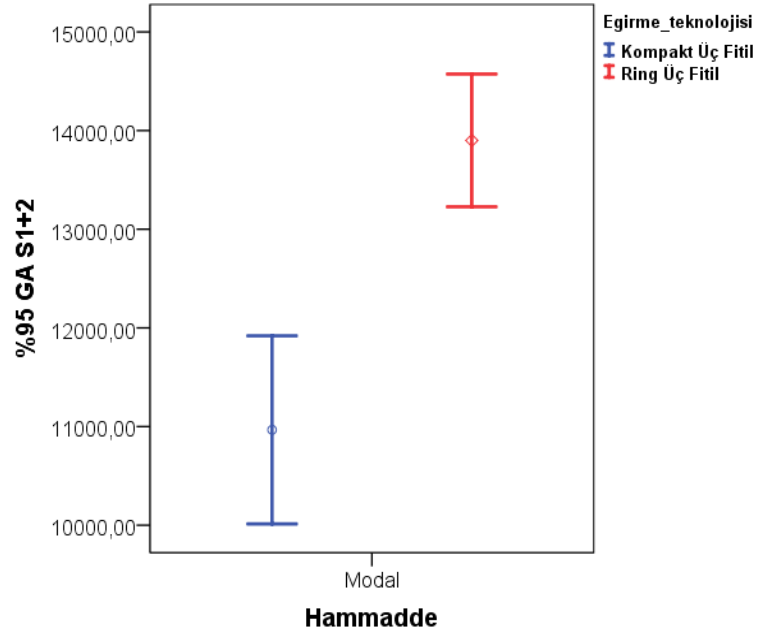
Şekil 3.46 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.47 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük değişimi (sh) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.48 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (S3) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.49 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (S 1+2) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.2.2.2 Mekanik Özellikler

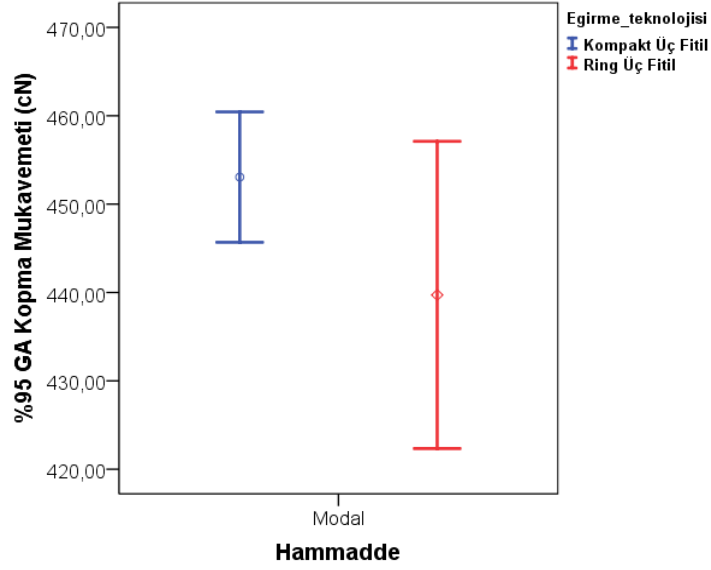
Çalışma kapsamında üretilen Ne 90/3 numaralı kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri Tablo 3.56'da ve bu değerler ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.57'de verilmektedir. Ayrıca, bu değerlere ait %95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.50-3.51'de verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, aynı numara ve büküm seviyesinde üretilen kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görülmektedir.

Tablo 3.56 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri

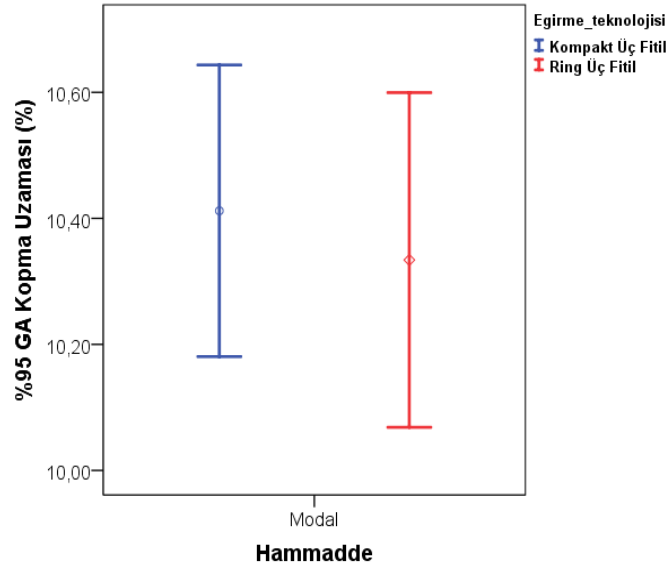
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	Kopma Mukavemeti (cN)	Kopma Uzaması (%)
Kompakt Üç Fitil	Modal	453,06	10,412
Ring Üç Fitil	Modal	439,72	10,334

Tablo 3.57 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	Kopma Mukavemeti (cN)	444,889	1	444,889	3,848	0,085
	Kopma Uzaması (%)	0,015	1	,015	,378	0,556



Şekil 3.50 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.51 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kopma uzaması (%) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.2.2.3 Düzgünsüzlük

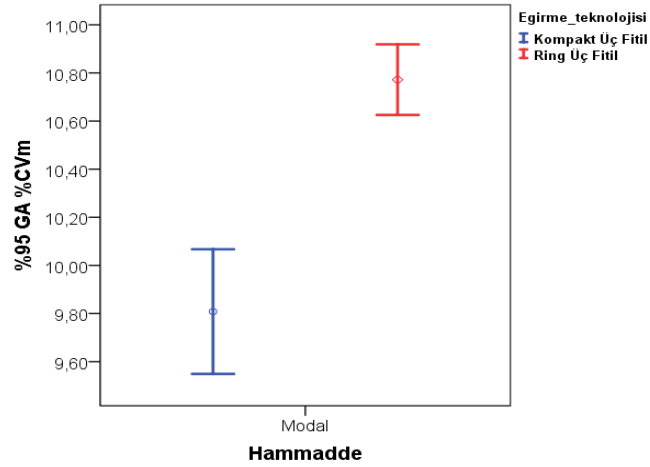
Modal lifleri kullanılarak üretilen kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (%CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D) değerleri Tablo 3.58’de ve bu değerler ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.59’da verilmektedir. Ayrıca, güven aralığı grafikleri Şekil 3.52 ve 3.53’te verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, Ne 90/3 kompakt üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (%CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D) değerleri bakımından Ne 150/3 numaralı ipliklerde olduğu gibi ring üç fitil ipliklerine göre daha iyi olduğu ve sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (Tablo 3.59; Şekil 3.52-3.53).

Tablo 3.58 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (% CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri

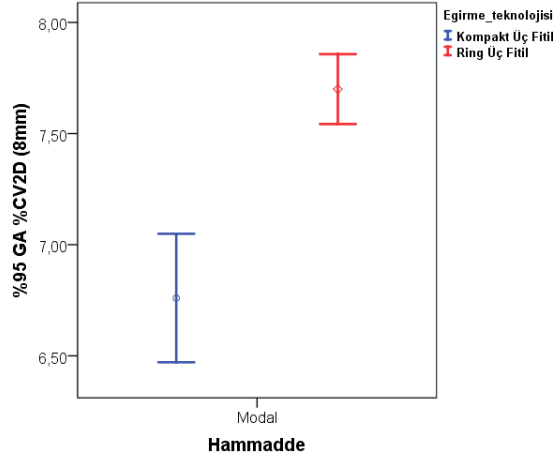
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	Düzgünsüzlük (%CVm)	Optik Düzgünsüzlük (%CV2D 8mm)
Kompakt Üç Fitil	Modal	9,808	6,76
Ring Üç Fitil	Modal	10,772	7,7

Tablo 3.59 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (% CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	%CVm	2,323	1	2,323	80,752	0,000
	%CV2D (8mm)	2,209	1	2,209	62,845	0,000



Şekil 3.52 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (%CVm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.53 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.2.2.4 Sık Rastlanan Hatalar

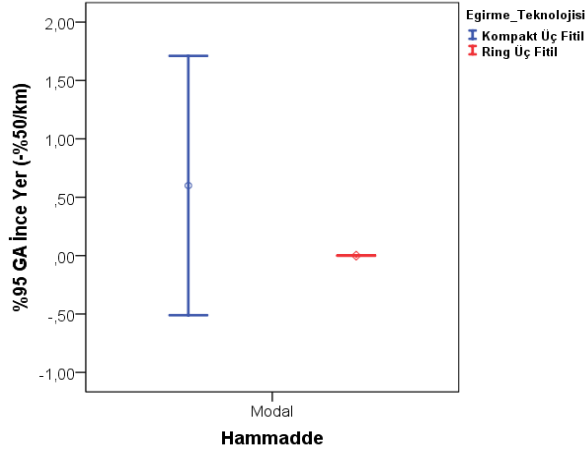
Kompakt üç fitil ve ring üç fitil eğirme teknolojisinde üretilen Ne 90/3 numaralı ipliklerin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerleri Tablo 3.60'da ve bu değerlere ait güven aralığı grafikleri Tablo 3.61'de verilmektedir. Ayrıca, güven aralığı grafikleri Şekil 3.54-3.56'da verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerleri için kompaktlaştırma işleminin üç fitil iplik özellikleri üzerinde pozitif bir etki yaptığı görülmektedir (Tablo 3.61; Şekil 3.54-3.56).

Tablo 3.60 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri

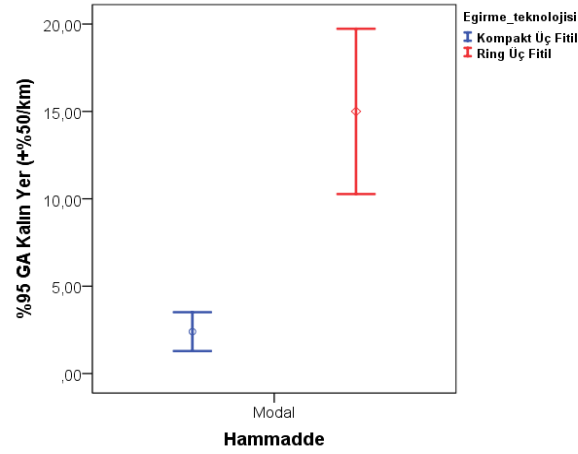
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	İnce Yer (-%50/km)	Kalın Yer (+%50/km)	Neps (+200/km)
Kompakt Üç Fitol	Modal	0,6	2,4	7
Ring Üç Fitol	Modal	0	15	13

Tablo 3.61 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri için varyans analizi sonuçları

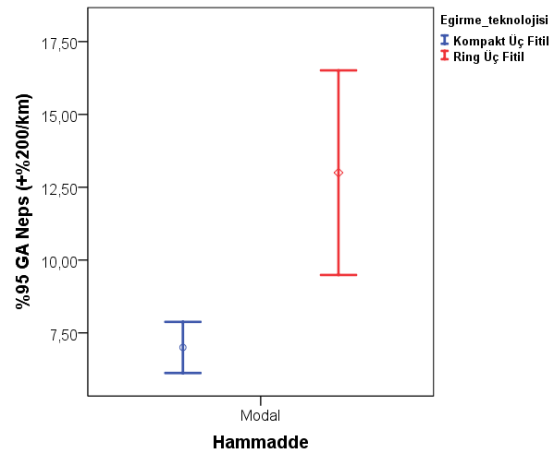
Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	İnce Yer (-%50/km)	0,900	1	0,900	2,250	0,172
	Kalın Yer (+%50/km)	396,900	1	396,900	51,882	0,000
	Neps (+200/km)	90,000	1	90,000	21,176	0,002



Şekil 3.54 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%/50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.55 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin kalın yer (+%/50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.56 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin neps (+%/200/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.2.2.5 Yapısal Özellikler

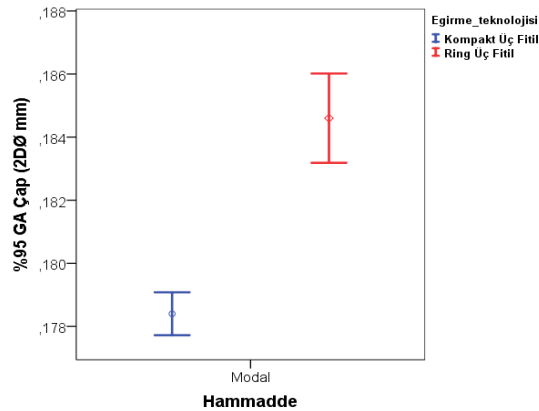
Kompakt üç fitil ve ring güç fitil ipliklerinin çap ($2D\emptyset$ mm), yoğunluk (g/cm^3), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri Tablo 3.62’de ve bu değerle ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.63’te verilmektedir. Bununla birlikte, %95 güven aralıkları Şekil 3.57-3.60’da verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, kompakt üç fitil ipliklerinin çap ($2D\emptyset$ mm), yoğunluk (g/cm^3), pürüzlülük (%CV FS) değerleri açısından ring üç fitil ipliklerine göre daha iyi olduğu, dairesellik (shape) değerleri açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görülmektedir.

Tablo 3.62 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin çap ($2D\emptyset$ mm), yoğunluk (g/cm^3), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri

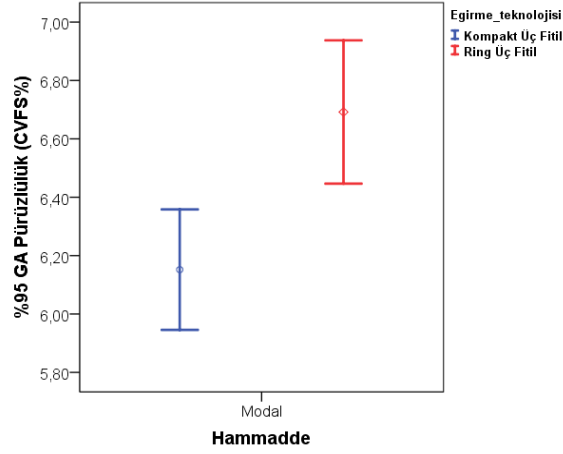
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	2D Çap (mm)	Pürüzlülük (CV FS%)	Yoğunluk (g/cm^3)	Dairesellik
Kompakt Üç Fitil	Modal	0,1784	6,152	0,786	0,856
Ring Üç Fitil	Modal	0,1846	6,692	0,736	0,854

Tablo 3.63 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin çap ($2D\emptyset$ mm), yoğunluk (g/cm^3), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri için varyans analizi sonuçları

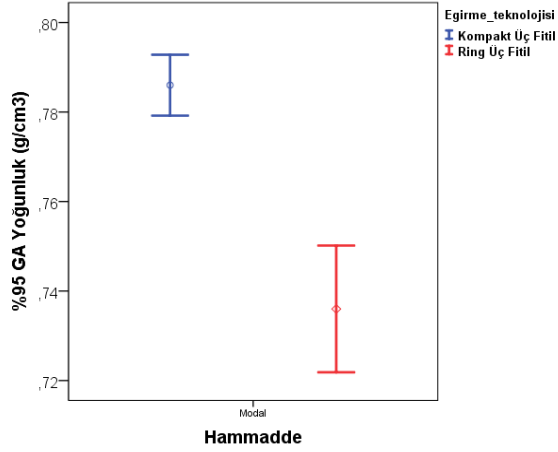
Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	2D Çap (mm)	0,00009	1	0,00009	120,125	0,000
	Yoğunluk (g/cm^3)	0,006	1	0,006	78,125	0,000
	CVFS (%)	0,729	1	0,729	21,862	0,002
	Dairesellik	0,000	1	0,000	,333	0,580



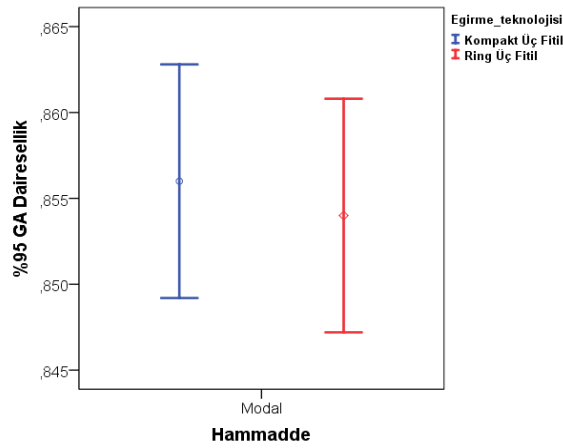
Şekil 3.57 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iki boyutlu çap ($2D\emptyset$ mm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.58 Ne 90/3 kompakt üç fıtıl ve ring üç fıtıl ipliklerinin pürüzlülük (%CV FS) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.59 Ne 90/3 kompakt üç fıtıl ve ring üç fıtıl ipliklerinin yoğunluk değerleri (g/cm³) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.60 Ne 90/3 kompakt üç fıtıl ve ring üç fıtıl ipliklerinin dairesellik (shape) için %95 güven aralığı grafikleri

3.2.2.6 Sürtünme Özellikleri

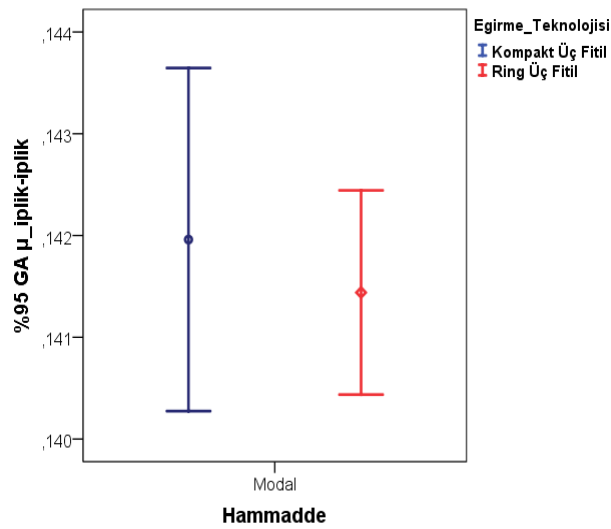
Ne 90/3 numarada üretilen kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri Tablo 3.64'te bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.65'te verilmektedir. Ayrıca, iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerlerine ait %95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.61 ve 3.62'de verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, her iki tip sürtünme katsayısı açısından eğirme teknolojileri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı görülmektedir. (Tablo 3.64-3.65, Şekil 361-3.62).

Tablo 3.64 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri

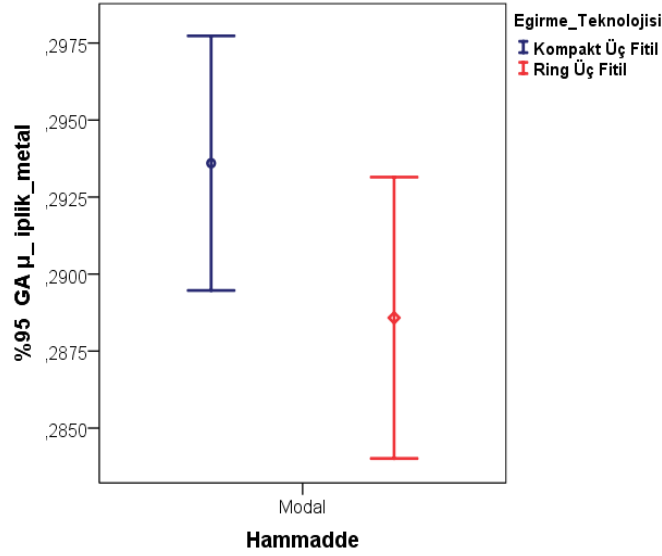
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	μ _ iplik-iplik	μ _ iplik-metal
Kompakt Üç Fitil	Modal	0,1420	0,2937
Ring Üç Fitil	Modal	0,1414	0,2886

Tablo 3.65 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	μ _ iplik-iplik	0,0000676	1	0,0000676	0,542	0,483
	μ _ iplik-metal	0,00006300	1	0,00006300	5,121	0,053



Şekil. 3.61 Ne 90/3 Kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iplik-iplik sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil. 3.62 Ne 90/3 Kompakt üç fitil ve ring üç fitil ipliklerinin iplik-metal sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.3 Kompakt Üç Fitol ve Kompakt Üç Katlı İplik Özelliklerinin İncelenmesi

Tez çalışmasının bu bölümünde yeni geliştirilen kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde üretilen ipliklerin özelliklerinin geleneksel yollar ile üretilen kompakt üç katlı ipliklerle karşılaştırılması hedeflenmiştir. Üç katlı iplik yapısı özellikle konfeksiyon sanayinde yaygın olarak kullanılmaktadır ve standart tek katlı iplik üretim prosesine ek olarak katlama ve büküm makinaları katlı iplik üretiminde kullanılmaktadır. Yeni geliştirilen kompakt üç fitil iplik eğirme teknolojisinde üretilen iplikler yapı olarak üç katlı ipliklerin benzeridir ve katlama ve büküm makinaları üretim sürecinden elimine edilmiştir. Kompakt üç fitil iplik üretim teknolojisinin sağladığı ekonomik avantajlar da göz önüne alındığında, bu teknolojiye üretilecek ipliklerin kompakt üç katlı ipliklere alternatif olabileceği öngörülmektedir. Bu amaçla doğal hammadde grubundan pamuk, rejenere hammadde grubundan Modal ve sentetik elyaf grubundan poliester lifleri kullanılarak Ne 90/3 ve Ne 60/3 numaralarda iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen ipliklerin özellikleri $\alpha = 0,05$ için varyans analizleri ve güven aralığı grafikleri kullanılarak karşılaştırılmıştır.

3.3.1 Ne 90/3 Numaralı Kompakt Üç Fitol ve Kompakt Üç Katlı İplik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı iplik özelliklerini karşılaştırmak için pamuk, Modal ve poliester liflerinden $\alpha_e=4.13$ büküm seviyesinde Ne 90/3 numaralı iplikler üretilmiştir. Üretilen iplikler tüylülük, kopma mukavemeti, kopma uzaması, düzgünlük, optik düzgünlük, sık rastlanan hatalar, diğer yapısal özellikler ve sürtünme özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır.

3.3.1.1 Tüylülük

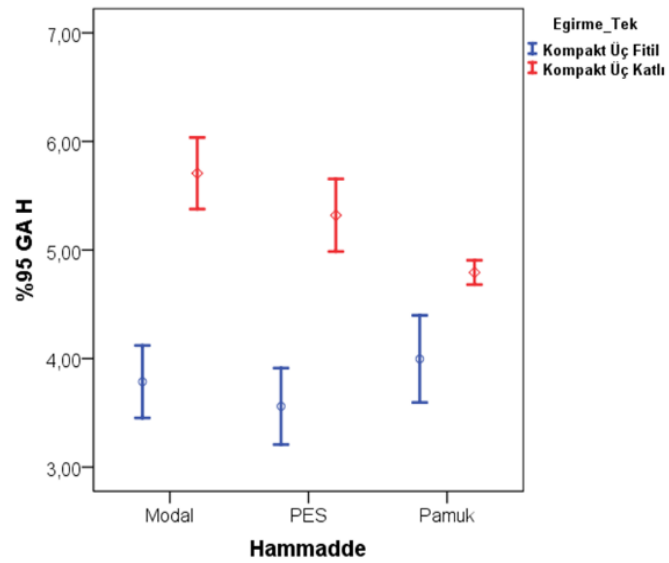
Kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerin tüylülük (H, sh, S3, S1+2) değerleri Tablo 3.66'da ve bu değerler için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 3.67'de verilmektedir. Bununla birlikte, güven aralığı grafikleri Şekil 3.63-3.66'da verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, genel olarak tüm tüylülük parametreleri açısından kompakt üç fitil ipliklerinin kompakt üç katlı ipliklere göre daha iyi değerlere sahip olduğu ve tüylülük değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (Tablo 3.66-3.67; Şekil 3.63-3.66). İplik üretiminin her bir basamağında, iplikler yüzeylerde sürtünmektedir ve buna bağlı olarak tüylülük miktarı artmaktadır. Üretim teknolojisi olarak değerlendirildiğinde, kompakt üç fitil iplik üretim teknolojisinde katlı iplik üretim teknolojisine göre katlama ve büküm makinaları üretim prosesinden eline edilmiştir. Daha az işlem basamağında üretilen kompakt üç fitil ipliklerinin tüylülük değerleri kompakt üç katlı ipliklere göre daha iyidir. Katlı ipliklerin ve siro-spun ipliklerinin özelliklerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir (Yıldız ve Kılıç, 2017; Demir ve Kılıç, 2017; Demir ve Kılıç, 2019, Fidan ve Kireççi, 2018). Bununla birlikte, kompakt üç katlı iplik üretimi için önce tek katlı iplikler üretilmiş, sonrasında tek katlı ipliklerin büküm yönünün tersi yönde katlanmıştır. Bu işlem sırasında iplik yüzeyinde bulunan lifler nihai iplik yapısından çıkarak tüylülük oluşturabilir. Son olarak, farklı hammaddelerde üretilen ipliklerin S3 ve S1 +2 değerleri için bir genelleme yapmak güçtür. Bu durumun S3 ve S 1+2 değerlerinin farklı ölçüm prensibinden ve liflerin farklı eğilme rijitliğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Tablo 3.66 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerin tüylülük (H, sh, S3, S 1+2) değerleri

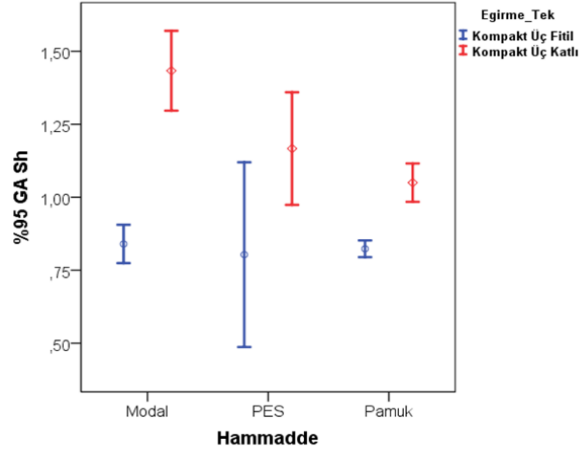
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	H	sh	S3	S1+2
Kompakt Üç Fitil	Modal	3,79	0,84	3068	11309,33
	Pes	3,56	0,80	1891	7891,33
	Pamuk	4,00	0,82	2879	16248
Kompakt Üç Katlı	Modal	5,71	1,43	5135,33	15211,66
	Pes	5,32	1,17	1412,66	11116,66
	Pamuk	4,79	1,05	1729	12400

Tablo 3.67 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerin tüylülük (H, sh, S3, S 1+2) değerleri için varyans analizi sonuçları

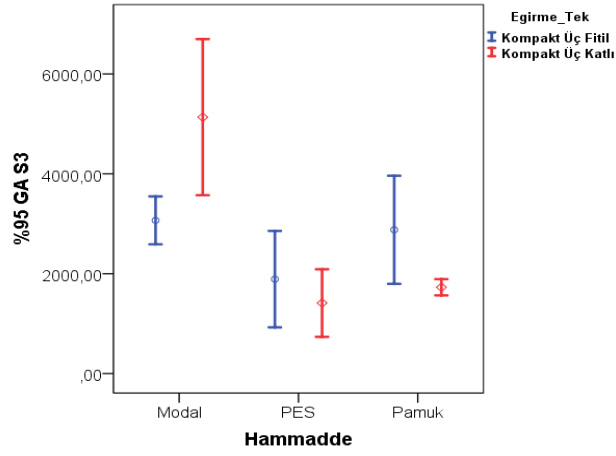
Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	H	5,530	1	5,530	310,071	0,000
	Sh	0,528	1	0,528	282,893	0,000
	S3	6410800,667	1	6410800,667	29,578	0,006
	S1+2	22842308,170	1	22842308,170	64,978	0,001
PES	H	4,646	1	4,646	243,267	0,000
	Sh	0,198	1	0,198	17,786	0,014
	S3	343204,167	1	343204,167	3,046	0,156
	S1+2	15604162,670	1	15604162,670	30,632	0,005
Pamuk	H	0,952	1	0,952	67,599	0,001
	Sh	0,077	1	0,077	184,960	0,000
	S3	1983750,000	1	1983750,000	20,424	0,011
	S1+2	22210656,000	1	22210656,000	11,927	0,026



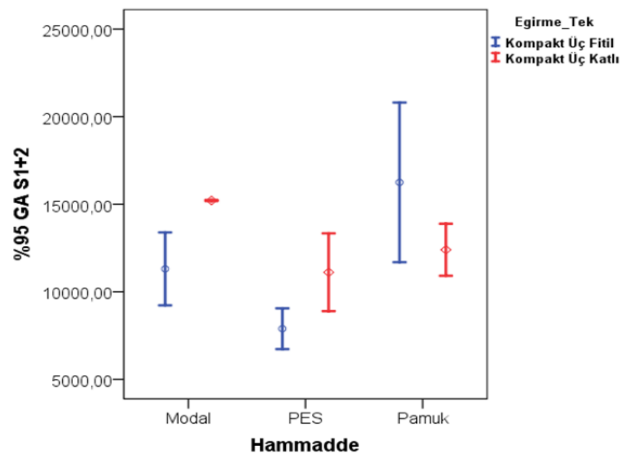
Şekil 3.63 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin tüylülük (H) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.64 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin tüylülük değışimi (sh) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.65 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin tüylülük (S3) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.66 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin tüylülük (S 1+ 2) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.3.1.2 Mekanik Özellikler

Ne 90/3 numaralı kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması değerleri (%) Tablo 3.68'de ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.69'da verilmektedir. Ayrıca, bu değerlere ait %95 güven aralığı grafikleri ise Şekil 3.67-3.68'de verilmektedir. Tablo 3.69 incelendiğinde, kopma mukavemeti (cN) değerleri açısından genel olarak istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu, kopma uzaması (%) değerleri açısından ise genel olarak istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu görülmektedir. İpliklerin mekanik özellikleri arasındaki farklar liflerin iplik yapısı içindeki yerleşimiyle açıklanabilir. Katlı iplik yapısında lifler iplik eksenine paralel halde yerleşirken, büküm iplikçiliğinde lifler iplik eksenine dik konumda yerleşmektedir. İplikler tek eksenli kuvvete maruz kaldığında, kuvvet lifler üzerine dağılır. Lifler üzerine uygulanan kuvvet, lifin mukavemetinden ya da lifler arası kohezyon kuvvetinden yüksek olursa kopma işlemi gerçekleşmeye başlar. Katlı iplik yapısında liflerin iplik yapısı içindeki pozisyonu gereği birbirine kenetlenmiş halde bulunur. Bu nedenle iplik gerilime maruz kaldığında lifler arası daha az kayma meydana gelir ve kopma işlemi liflerin kopması sonucu gerçekleşir. Bu durum üç katlı ipliklerin daha az kopma uzamasına sahip olmasını açıklayabilir. Bununla birlikte, kompakt üç fitil iplikçilikte oluşan eğirme üçgeni ve her bir kat iplik üzerine etki eden kuvvetler lif göçü parametresini de artırmaktadır (Soltani ve Johari, 2012a). Lif göçünün, liflerin merkezden eksene doğru periyodik bir hareket olduğu da düşünüldüğünde liflerin birbirine daha çok temas ederek kopma uzaması değerlerini artırdığı da düşünülmektedir.

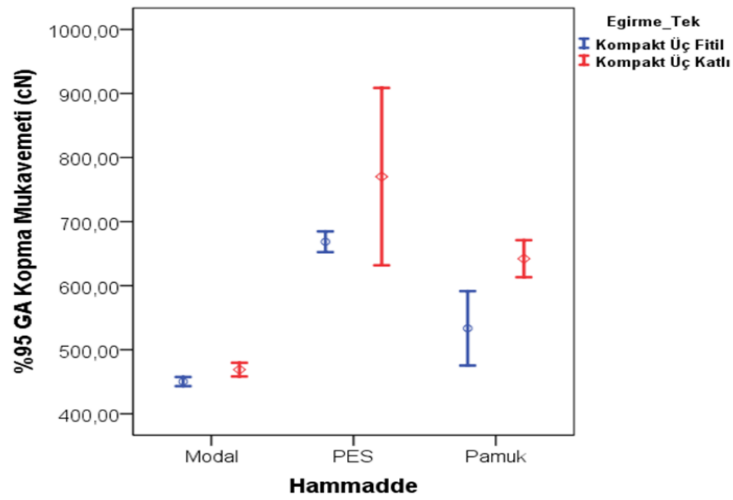
Kopma mukavemetini (cN) etkileyen en önemli parametrelerden bir tanesi enine kesitteki lif sayısıdır ve aynı numara ve büküm seviyesinde üretilen ipliklerin mukavemet değerlerinin birbirine yakın olması beklenmektedir. Katlı iplik yapısı içerisindeki her bir katın ve katlı iplik yapısının büküm yönü dolayısıyla liflerin iplik yapısı içerisindeki yerleşiminin de ipliklerin kopma uzaması (%) davranışını etkilediği düşünülmektedir.

Tablo 3.68 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri

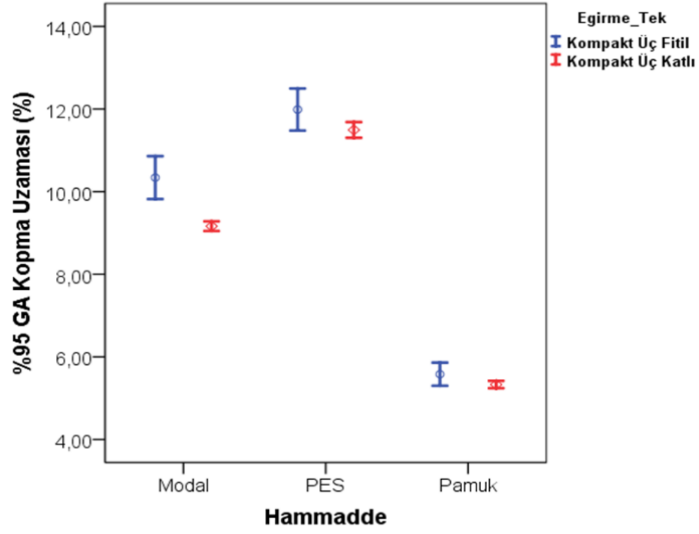
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	Kopma Mukavemeti (cN)	Kopma Uzaması (%)
Kompakt Üç Fitil	Modal	450,23	10,34
	PES	668,53	11,98
	Pamuk	533,36	5,58
Kompakt Üç Katlı	Modal	468,9	9,16
	PES	770,23	11,49
	Pamuk	642,03	5,33

Tablo 3.69 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	Kopma Mukavemeti (cN)	522,66	1	522,667	39,176	0,003
	Kopma Uzaması (%)	2,077	1	2,077	90,625	0,001
PES	Kopma Mukavemeti (cN)	15514,33	1	15514,335	9,854	0,035
	Kopma Uzaması (%)	0,365	1	0,365	15,253	0,017
Pamuk	Kopma Mukavemeti (cN)	17712,66	1	17712,667	51,996	0,002
	Kopma Uzaması (%)	0,094	1	0,094	13,393	0,022



Şekil 3.67 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.68 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kopma uzaması (%) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.3.1.3 Düzgünsüzlük

Kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı iplik üretim teknolojilerinde üretilen Ne 90/3 numaralı ipliklerin düzgünsüzlük (%CVm) ve optik düzgünsüzlük (% CV2D) değerleri Tablo 3.70’de ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.71’de verilmektedir. Bununla birlikte, %95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.69 ve 3.70 de verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin her iki düzgünsüzlük değeri için aralarında genellikle istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı görülmektedir (Tablo 3.71, Şekil 3.69-3.70). Üç fitil iplikçiliğini konu alan önceki çalışmalarda, üç fitil ipliklerinin benzer yapıdaki üç katlı ipliklere göre daha yüksek düzgünsüzlük değerlerinin olduğu ve düzgünsüzlük özelliklerinin iyileştirilmesi gerektiği belirtilmektedir (Demir ve Kılıç, 2017; Demir ve Kılıç, 2019, Demir ve Kılıç, 2020). Katlı iplik üretiminde önce tek kat ipliğin üretilmesi ve sonra katlanması, hem üç fitil iplikçiliğe göre daha küçük eğirme üçgeni yapısının olmasına hem de katlama esnasında tek kat ipliklerde oluşan düzensiz bölgenin birbiri üzerine gelerek elimine edilmesini sağlamaktadır. Tez kapsamında geliştirilen kompakt üç fitil eğirme teknolojisinin temel amaçlarından biri özellikle daha iyi düzgünsüzlük özelliklerine sahip üç fitil iplikleri üretmektir. Düzgünsüzlük değerleri açısından karşılaştırıldığında yeni geliştirilen kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde daha iyi düzgünsüzlük değerlerine sahip üç fitil ipliklerinin üretiminin

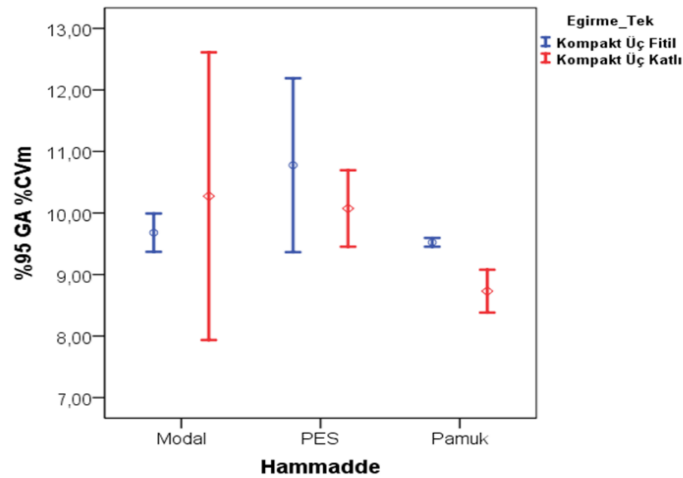
gerçekleştirildiği görülmektedir. Kompakt üç fitil ipliklerinin katlı ipliğe alternatif olabileceği de düşünüldüğünde, geliştirilen sistemin başarısı oldukça önemli bir kazanım olarak değerlendirilmektedir.

Tablo 3.70 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin düzgünlük (% CVm) ve optik düzgünlük (%CV2D 8mm) değerleri

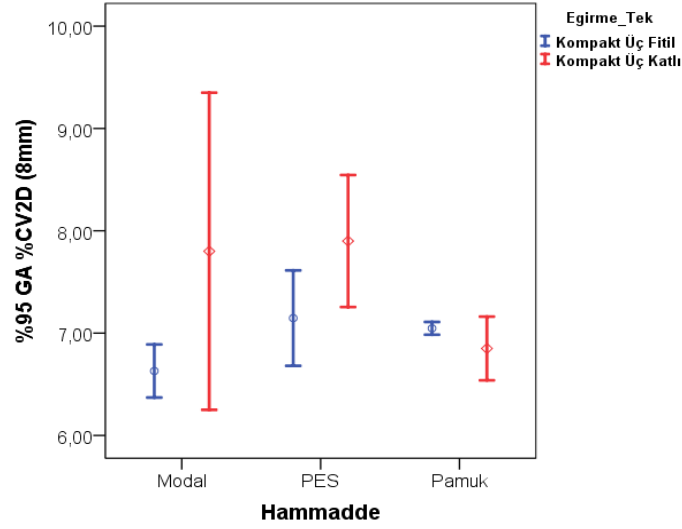
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	Düğünlük (%CVm)	Optik Düğünlük (%CV2D 8mm)
Kompakt Üç Fitil	Modal	9,68	6,63
	Pes	10,77	7,14
	Pamuk	9,52	7,04
Kompakt Üç Katlı	Modal	10,27	7,8
	Pes	10,07	7,9
	Pamuk	8,73	6,85

Tablo 3.71 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin düğünlük (% CVm) ve optik düğünlük (%CV2D 8mm) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	%CVm	0,528	1	0,528	1,172	0,340
	%CV2D (8mm)	2,053	1	2,053	10,264	0,033
PES	%CVm	0,742	1	0,742	3,842	0,122
	%CV2D (8mm)	0,851	1	0,851	16,572	0,015
Pamuk	%CVm	0,944	1	0,944	92,405	0,001
	%CV2D (8mm)	0,058	1	0,058	7,104	0,056



Şekil 3.69 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin düğünlük (%CVm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.70 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin optik düzensizlik (%CV2D 8mm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.3.1.4 Sık Rastlanan Hatalar

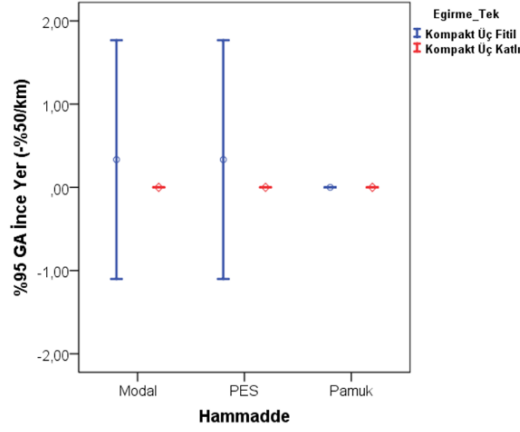
Ne 90/3 numaralı kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerleri Tablo 3.72’de ve bu değerlere ait güven aralığı grafikleri Tablo 3.73’te verilmektedir. Bununla birlikte, güven aralığı grafikleri Şekil 3.71-3.73’te verilmektedir. İnce yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerleri karşılaştırıldığında her iki iplik türü arasında genellikle istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı görülmektedir.

Tablo 3.72 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri

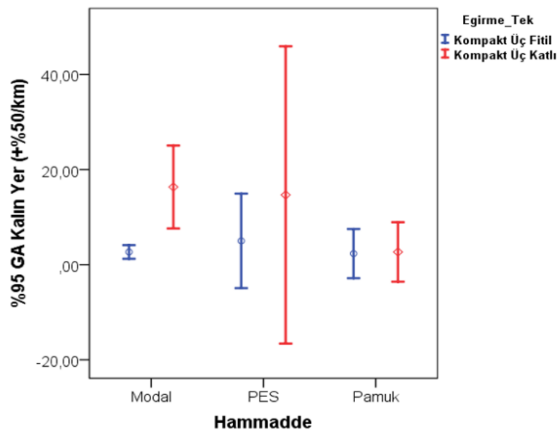
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	İnce Yer (-%50/km)	Kalın Yer (+%50/km)	Neps (+200/km)
Kompakt Üç Fitol	Modal	0,33	2,66	7
	Pes	0,33	5	9,33
	Pamuk	0	2,33	9,66
Ring Üç Fitol	Modal	0	16,33	17,33
	Pes	0	14,66	22,66
	Pamuk	0	2,66	8,66

Tablo 3.73 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri için varyans analizi sonuçları

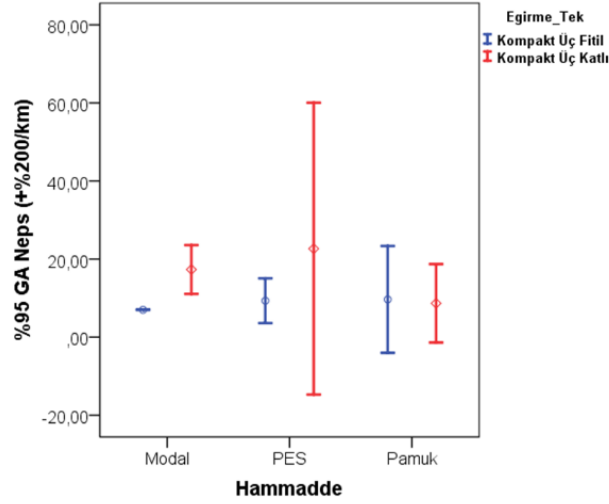
Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	İnce Yer (-%50/km)	0,167	1	0,167	1,000	0,374
	Kalın Yer (+%50/km)	280,167	1	280,167	44,237	0,003
	Neps (+200/km)	160,167	1	160,167	50,579	0,002
PES	İnce Yer (-%50/km)	0,167	1	0,167	1,000	0,374
	Kalın Yer (+%50/km)	140,167	1	140,167	1,608	0,274
	Neps (+200/km)	266,667	1	266,667	2,302	0,204
Pamuk	İnce Yer (-%50/km)	0,000	1	0,000	.	.
	Kalın Yer (+%50/km)	0,167	1	0,167	0,031	0,868
	Neps (+200/km)	1,500	1	1,500	0,064	0,812



Şekil 3.71 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin ince yer (-%50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.72 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kalın yer (+%50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.73 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin neps (+%200/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.2.1.5 Yapısal Özellikler

Kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin çap ($2D\emptyset$ mm), yoğunluk (g/cm^3), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri Tablo 3.74'te ve bu değerlere ait varyans analizleri Tablo 3.75'de verilmektedir. Bununla birlikte, %95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.74-3.77'de verilmektedir. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, çap ($2D\emptyset$ mm), yoğunluk (g/cm^3), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri açısından kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı iplik üretim teknolojisi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu ve kompakt üç fitil ipliklerinin tüm değerler açısından daha iyi değerlere sahip olduğu görülmektedir (Tablo 3.74-3.75; Şekil 3.74-3.77). Kompakt üç katlı iplikçilikte katlama işlemi tek kat ipliğin büküm yönüne ters yönde yapılırsa dahi, katlı iplik yapısı içerisindeki her bir katın büküm miktarı teorik olarak bellidir ve nihai iplik yapısı içerisinde tek kat iplik yapısı elde edilebilir. Ancak, büküm iplikçiliğinde her bir bağımsız bileşen hem büküm olarak tek katlı iplik yapısını oluşturması hem de büküm olarak nihai iplik yapısını oluşturmasından, tek kat iplik yapısındaki büküm dağılımı belli değildir ve bağımsız bileşenler tek katlı iplik yapısına benzer şekilde üç katlı iplik yapısını oluşturur. Üretim yönteminden kaynaklanan ve daha önceki kısımda açıklanan liflerin iplik yapısı içerisindeki yerleşiminden kaynaklanan bu farklılardan dolayı üç katlı iplikler üç fitil ipliklere göre daha büyük çap ($2D\emptyset$ mm) ve bu değerle ters orantılı

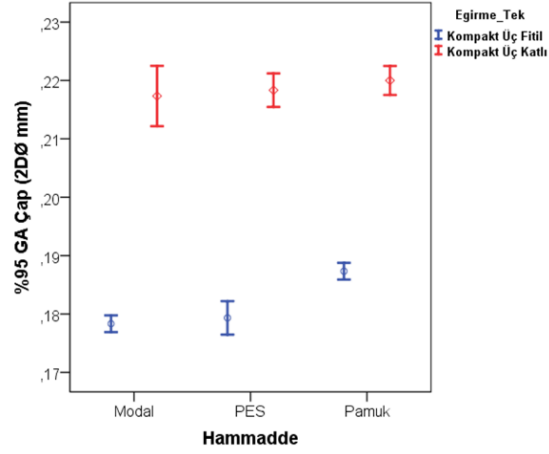
olarak daha düşük yoğunluk (g/cm^3) değerlerine sahiptir. Ayrıca, kompakt üç katlı ipliklerin dairesellik (shape) değerleri daha düşük ve pürüzlülük (%CV FS) değerleri de daha yüksektir.

Tablo 3.74 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm^3), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri

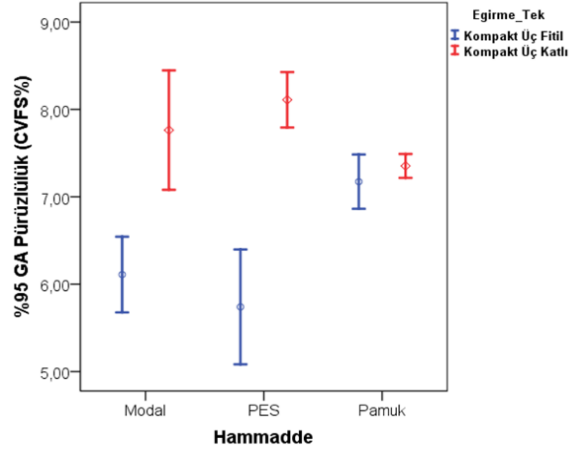
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	2D Çap (mm)	Pürüzlülük (CV FS%)	Yoğunluk (g/cm^3)	Dairesellik
Kompakt Üç Fitil	Modal	0,17	6,11	0,78	0,85
	Pes	0,17	5,74	0,78	0,86
	Pamuk	0,18	7,17	0,71	0,86
Ring Üç Fitil	Modal	0,21	7,76	0,53	0,82
	Pes	0,21	8,11	0,52	0,83
	Pamuk	0,22	7,35	0,51	0,85

Tablo 3.75 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm^3), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri için varyans analizi sonuçları

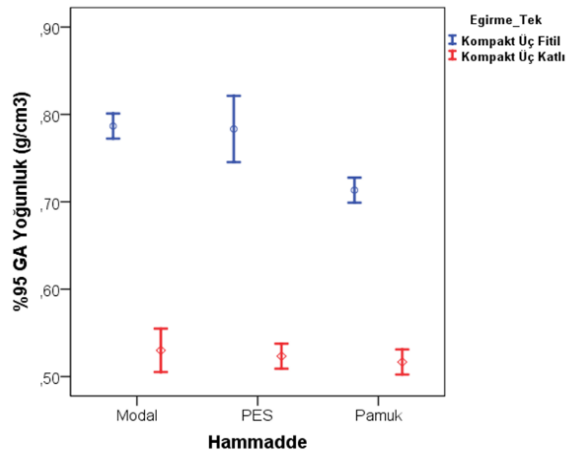
Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	2D Çap (mm)	0,002	1	0,002	977,786	0,000
	Yoğunluk (g/cm^3)	0,099	1	0,099	1482,250	0,000
	CVFS (%)	4,100	1	4,100	77,339	0,001
	Şekil	0,001	1	0,001	40,500	0,003
PES	2D Çap (mm)	0,002	1	0,002	1711,125	0,000
	Yoğunluk (g/cm^3)	0,101	1	0,101	760,500	0,000
	CVFS (%)	8,425	1	8,425	195,257	0,000
	Şekil	0,002	1	0,002	50,000	0,002
Pamuk	2D Çap (mm)	0,002	1	0,002	2401,000	0,000
	Yoğunluk (g/cm^3)	0,058	1	0,058	1740,500	0,000
	CVFS (%)	0,049	1	0,049	5,207	0,085
	Şekil	0,00006	1	0,00006	4,000	0,116



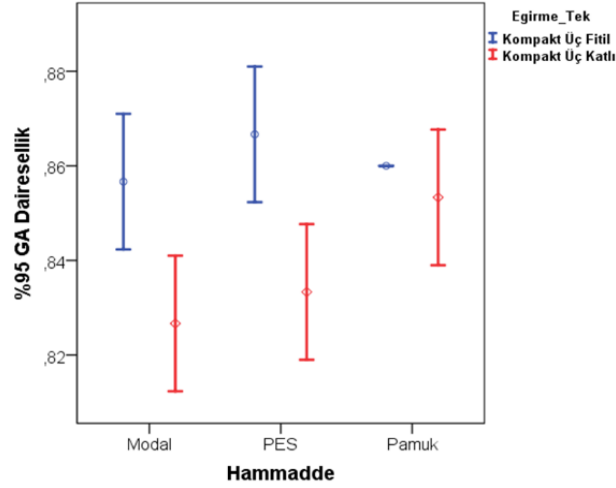
Şekil 3.74 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.75 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin pürüzlülük (%CV FS) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.76 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin yoğunluk değerleri (g/cm³) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.77 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin dairesellik (shape) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.3.1.6 Sürtünme Özellikleri

Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerin sürtünme özelliklerini karşılaştırmak için Modal, PES, pamuk lifleri kullanılarak iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen ipliklere ait iplik-iplik ve iplik-metal ortalama sürtünme katsayıları Tablo 3.76’da ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.77’de verilmektedir. Bununla birlikte, her iki eğirme teknolojisinde üretilen ipliklerin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayılarına ait %95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.78 ve 3.79’da verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, her iki sürtünme özelliği katsayısı için genellikle eğirme teknolojileri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu ve kompakt üç fitil ipliklerinin daha düşük sürtünme katsayısına sahip olduğu görülmektedir (Tablo 3.76-3.77, Şekil 3.78-3.79).

Her iki numarada üretilen kompakt üç katlı ve kompakt üç fitil ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme özellikleri değerlendirildiğinde, daha iyi özelliklere sahip kompakt üç fitil ipliklerinin sürtünme katsayılarının daha düşük olduğu görülmektedir. Tekstil materyalleri ile yapılan deneysel çalışmalarda yüzey pürüzlülüğünün artmasıyla sürtünme katsayısının arttığı görülmüştür (Gupta, 2008; Hong, 2000). Kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin yüzey pürüzlülüğü arasındaki farkların temel sebeplerinden bir tanesi de iplik üretim teknolojisine bağlı olarak liflerin iplik yapısı içerisindeki yerleşimidir. Katlı iplik üretim teknolojisinde

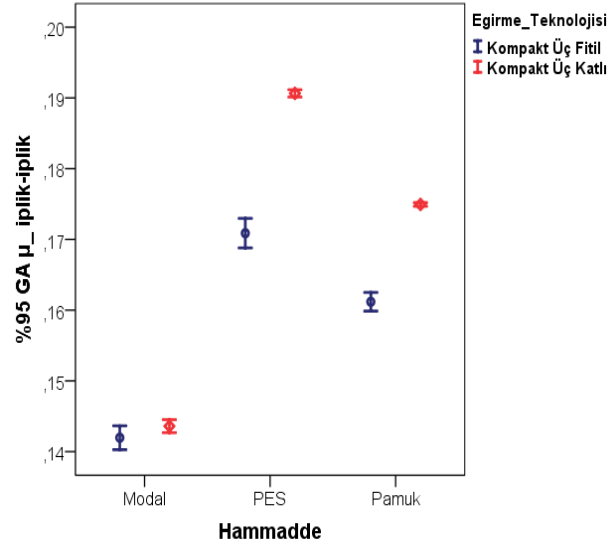
her bir iplik önce tek kat olarak üretilmekte, sonra her bir kat iplik ters yönde büküm verilerek üç katlı iplik yapısı üretilmektedir. Bu sebeple katlı ipliklerde lifler iplik merkezinden iplik eksenine doğru dizilmekte ve daha pürüzlü bir iplik yüzeyine sebep olmaktadır. Büküm iplikçiliğinde ise lifler iplik merkezine doğru dizilmekte ve daha düzgün iplik yapısını oluşturmaktadır (Brunk, 2006).

Tablo 3.76 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri

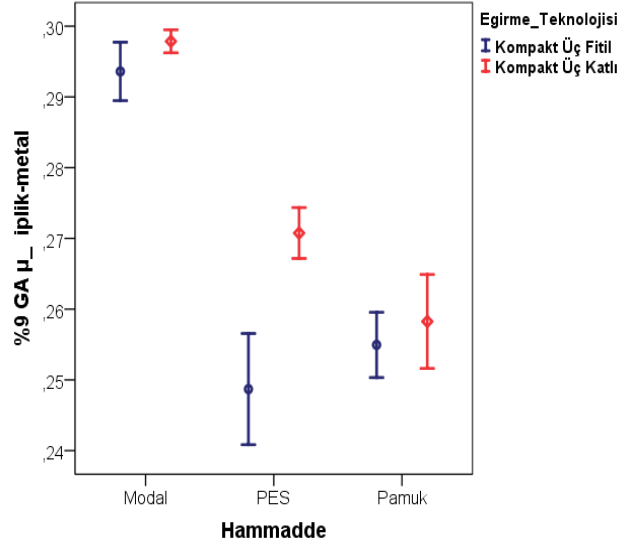
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	$\mu_{\text{ iplik-iplik}}$	$\mu_{\text{ iplik-metal}}$
Kompakt Üç Fitil	Modal	0,1420	0,2936
	PES	0,1709	0,2487
	Pamuk	0,1612	0,2549
Kompakt Üç Katlı	Modal	0,1436	0,2978
	PES	0,1906	0,2708
	Pamuk	0,1749	0,2583

Tablo 3.77 Ne 90/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	$\mu_{\text{ iplik-iplik}}$	0,000006724	1	0,000006724	5,631	0,045
	$\mu_{\text{ iplik-metal}}$	0,00004537	1	0,00004537	7,093	0,029
PES	$\mu_{\text{ iplik-iplik}}$	0,001	1	0,001	650,763	0,000
	$\mu_{\text{ iplik-metal}}$	0,001	1	0,001	50,208	0,000
Pamuk	$\mu_{\text{ iplik-iplik}}$	0,000	1	0,000	809,135	0,000
	$\mu_{\text{ iplik-metal}}$	0,00002756	1	0,00002756	1,299	0,287



Şekil. 3.78 Ne 90/3 Kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iplik-iplik sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



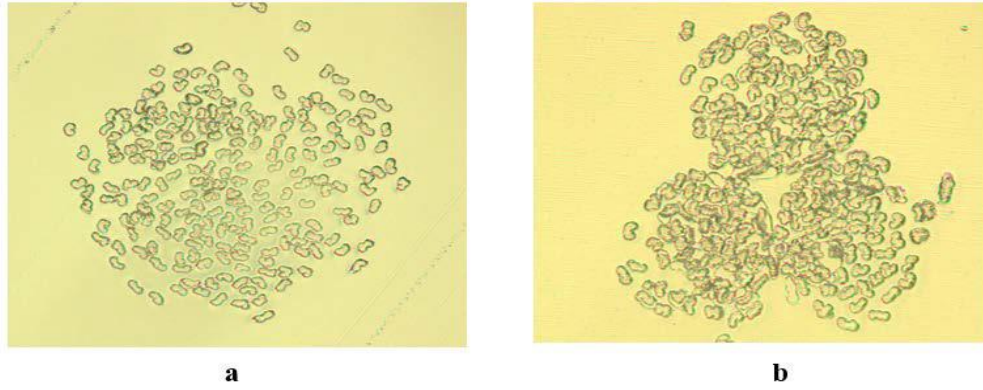
Şekil. 3.79 Ne 90/3 Kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iplik-metal sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.3.2 Ne 60/3 Numaralı Kompakt Üç Fitil ve Kompakt Üç Katlı İplik Özelliklerinin Karşılaştırılması

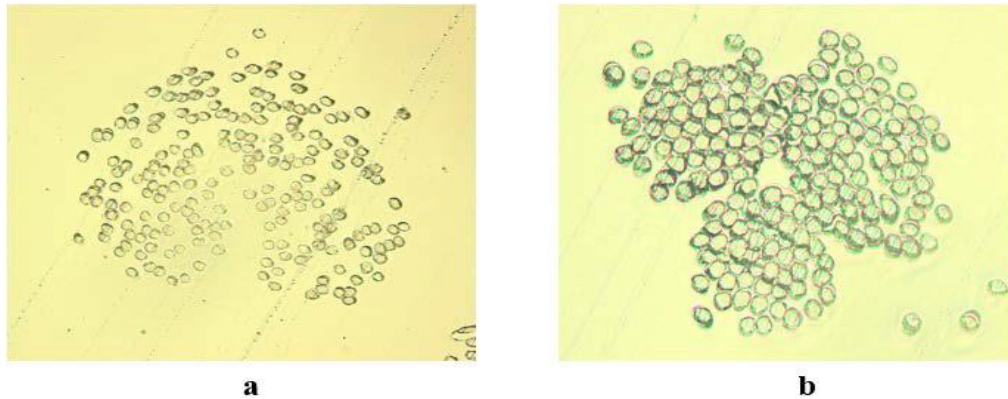
Kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı iplik özelliklerini karşılaştırmak için $\alpha_e=4,13$ büküm seviyesinde Ne 60/3 numaralı iplikler üretilmiştir. Üretilen iplikler tüylülük,

kopma mukavemeti, kopma uzaması, düzgünlük, optik düzgünlük, sık rastlanan hatalar ve diğer yapısal özellikler bakımından karşılaştırılmıştır.

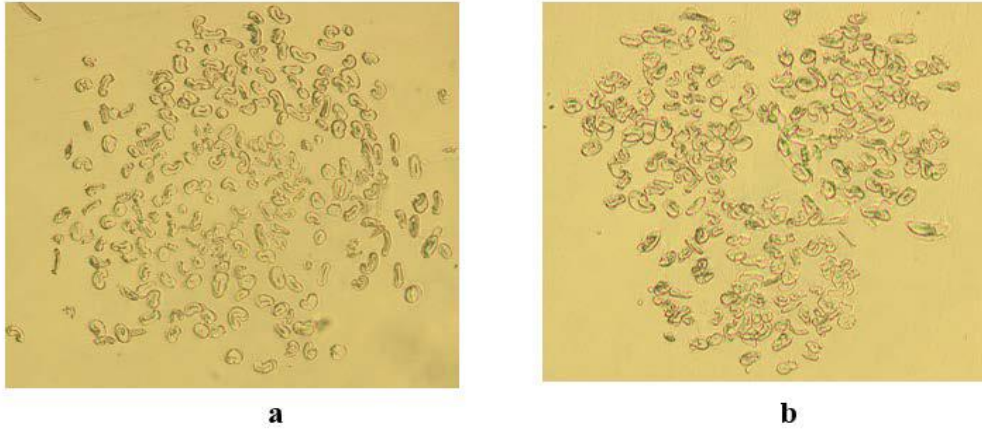
Yeni geliştirilen kompakt üç fitil ipliklerinin alternatif olabileceği kompakt üç katlı iplikleriyle enine kesit görüntüleri de incelenmiştir (Şekil 3.80-3.82). Enine kesit görüntüleri incelendiğinde, kompakt üç fitil ipliklerinin daha dairesel yapıda olduğu ve tek katlı iplik yapısına benzer olduğu görülmektedir. Bununla birlikte kompakt üç katlı ipliklerde her bir katın daha belirgin olduğu ve enine kesitin dairesel yapıdan daha uzak olduğu görülmektedir.



Şekil 3.80 Ne 60/3 Modal a) kompakt üç fitil b) kompakt üç katlı ipliklerin enine kesit görüntüleri (Kişisel arşiv, 2021)



Şekil 3.81 Ne 60/3 PES a) kompakt üç fitil b) kompakt üç katlı ipliklerin enine kesit görüntüleri (Kişisel arşiv, 2021)



Şekil 3.82 Ne 60/3 Pamuk a) kompakt üç fitil b) kompakt üç katlı ipliklerin enine kesit görüntüleri (Kişisel arşiv, 2021)

3.3.2.1 Tüylülük

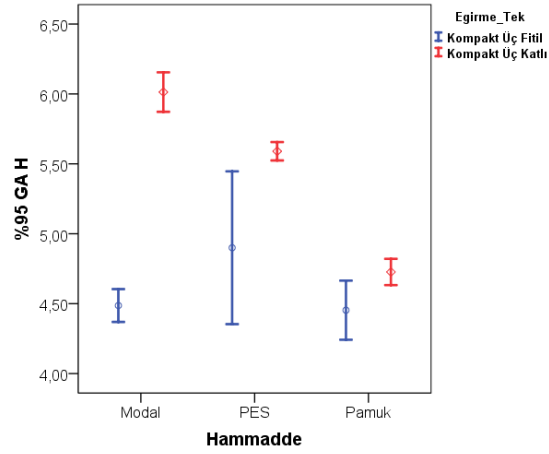
Ne 60/3 numaralı kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin tüylülük (H, sh, S3, S 1+2) değerleri Tablo 3.78’de ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.79’da verilmektedir. Bununla birlikte %95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.83-3.86’da verilmektedir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, H ve sh değerleri için eğirme teknolojisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ve kompakt üç fitil iplik üretim teknolojisinde üretilen ipliklerin daha iyi tüylülük (H, sh) değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Tablo 3.79; Şekil 3.83-3.74). S3 ve S 1+2 değerleri için ise genel olarak eğirme teknolojisi açısından istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu görülmektedir (Tablo 3.79; Şekil 3.85-3.86).

Tablo 3.78 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerin tüylülük (H, sh, S3, S 1+2) değerleri

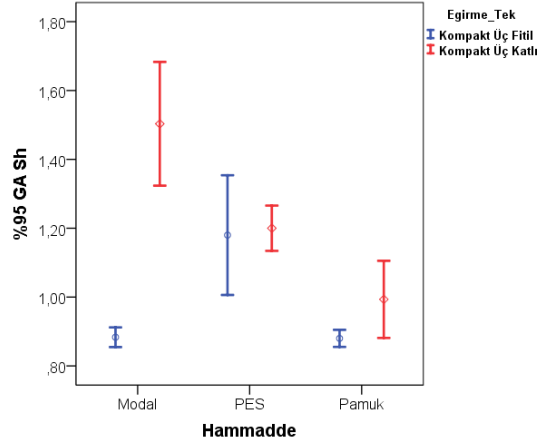
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	H	sh	S3	S 1+2
Kompakt Üç Fitil	Modal	4,48	0,88	3164	12602,33
	Pes	4,9	1,18	2289	10149,66
	Pamuk	4,45	0,88	2763	13057
Kompakt Üç Katlı	Modal	6,01	1,50	3280	14836,666
	Pes	5,59	1,2	1964,66	10969,33
	Pamuk	4,72	0,99	867	9759

Tablo 3.79 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerin tüylülük (H, sh, S3, S 1+2) değerleri için varyans analizi sonuçları

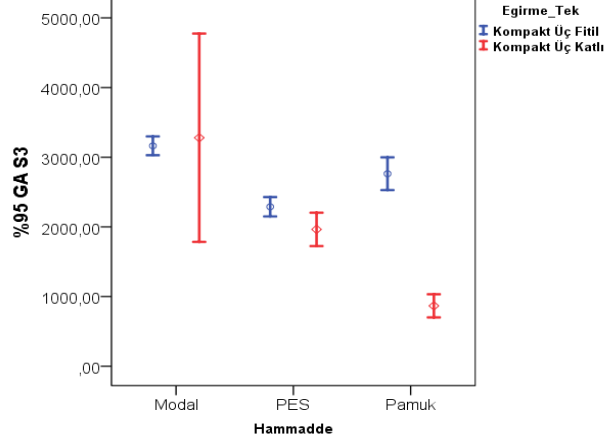
Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	H	3,496	1	3,496	1279,049	0,000
	Sh	0,577	1	0,577	214,882	0,000
	S3	20184,000	1	20184,000	0,111	0,756
	S1+2	7488368,167	1	7488368,167	11,722	0,027
PES	H	0,714	1	0,714	29,090	0,006
	Sh	,001	1	0,001	0,214	0,667
	S3	157788,167	1	157788,167	25,365	0,007
	S1+2	1007780,167	1	1007780,167	2,827	0,168
Pamuk	H	0,112	1	0,112	25,862	0,007
	Sh	0,019	1	0,019	18,063	0,013
	S3	5392224,000	1	5392224,000	802,773	0,000
	S1+2	16315206,000	1	16315206,000	62,917	0,001



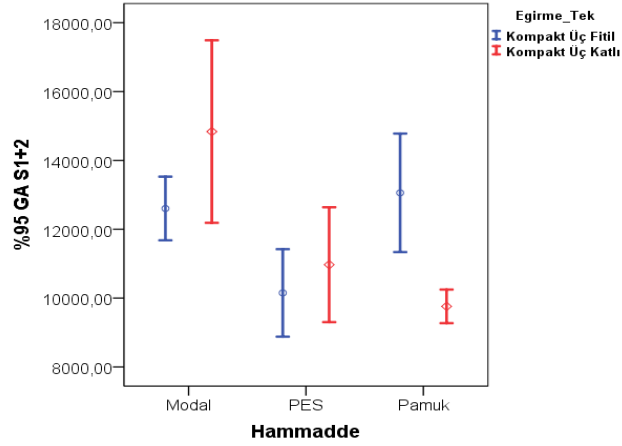
Şekil 3.83 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin tüylülük (H) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.84 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin tüylülük değışimi (sh) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.85 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin tüylülük (S3) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.86 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin tüylülük (S1+2) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.3.2.2 Mekanik Özellikler

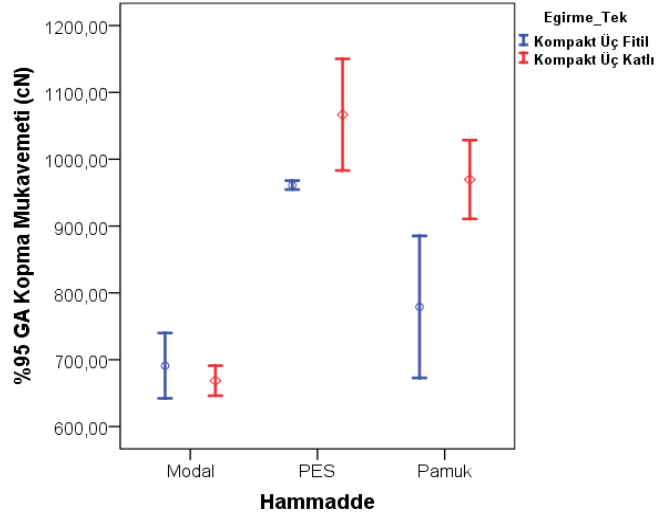
Kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı iplik üretim teknolojisinde üretilen Ne 60/3 numaralı ipliklerin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri Tablo 3.80’de ve bu değerler ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.81’de verilmektedir. Bununla birlikte, %95 güven aralığı grafikleri ise Şekil 3.87-3.88’de verilmektedir. Aynı hammaddelerden üretilen Ne 60/3 numaralı kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerin Ne 90/3 numarada üretilen ipliklere benzer özelliklere sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 3.80 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri

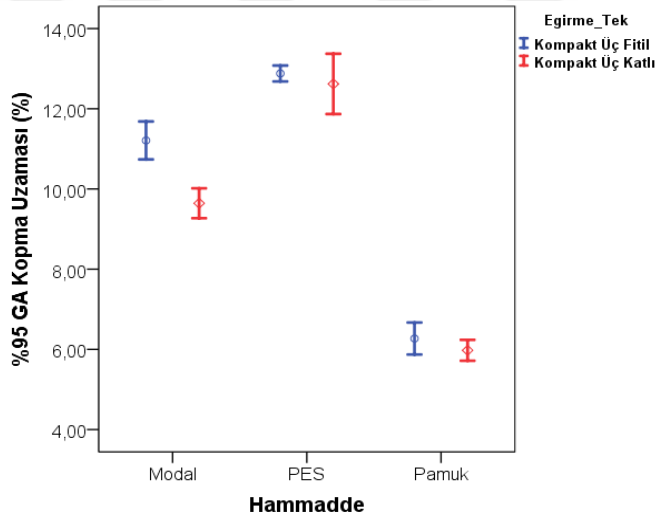
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	Kopma Mukavemeti (cN)	Kopma Uzaması (%)
Kompakt Üç Fitil	Modal	691,06	11,21
	Pes	961,3	12,88
	Pamuk	779,033	6,27
Kompakt Üç Katlı	Modal	668,63	9,643
	Pes	1066,66	12,62
	Pamuk	969,63	5,97

Tablo 3.81 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	Kopma Mukavemeti (cN)	754,88	1	754,88	3,216	0,147
	Kopma Uzaması (%)	3,682	1	3,682	125,156	0,000
PES	Kopma Mukavemeti (cN)	16653,20	1	16653,20	29,277	0,006
	Kopma Uzaması (%)	0,101	1	0,101	2,069	0,224
Pamuk	Kopma Mukavemeti (cN)	54492,54	1	54492,54	45,583	0,003
	Kopma Uzaması (%)	0,129	1	0,129	6,989	0,057



Şekil 3.87 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.88 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kopma uzaması (%) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.3.2.3 Düzgünsüzlük

Kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı iplik üretim teknolojilerinde üretilen Ne 60/3 numaralı ipliklerin düzgünsüzlük (%CVm) ve optik düzgünsüzlük (% CV2D 8mm) değerleri Tablo 3.82’de ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.83’de verilmektedir. Bununla birlikte, %95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.89 ve 3.90’da verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin her iki düzgünsüzlük değeri için aralarında genellikle istatistiksel olarak

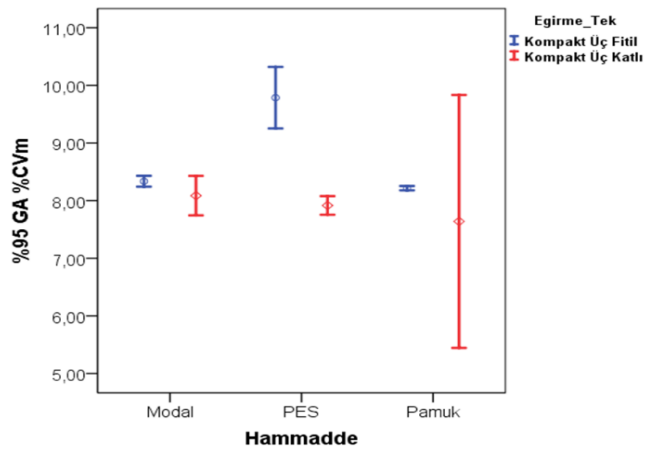
anamlı farklar olmadığı görülmektedir (Tablo 3.83; Şekil 3.89-3.90). Düzensüzlük özellikleri bakımından Ne 60/3 numarada üretilen kompakt üç fitil ipliklerinin kompakt üç katlı ipliklere göre daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 3.82 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin düzensüzlük (% CVm) ve optik düzensüzlük (%CV2D 8mm) değerleri için

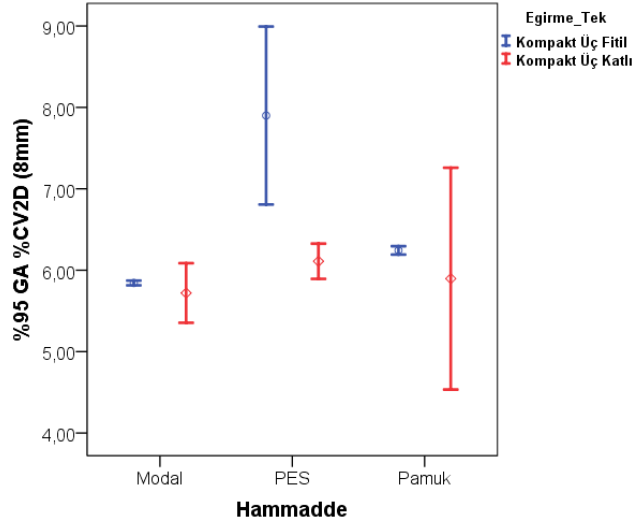
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	Düzensüzlük (%CVm)	Optik Düzensüzlük (%CV2D 8mm)
Kompakt Üç Fitil	Modal	8,34	5,84
	Pes	9,79	7,90
	Pamuk	8,22	6,24
Kompakt Üç Katlı	Modal	8,09	5,72
	Pes	7,92	6,11
	Pamuk	7,64	5,90

Tablo 3.83 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin düzensüzlük (% CVm) ve optik düzensüzlük (%CV2D 8mm) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	%CVm	0,094	1	0,094	9,161	0,039
	%CV2D (8mm)	0,023	1	0,023	2,090	0,222
PES	%CVm	5,245	1	5,245	207,874	0,000
	%CV2D (8mm)	4,806	1	4,806	47,775	0,002
Pamuk	%CVm	0,499	1	0,499	1,277	0,322
	%CV2D (8mm)	0,180	1	0,180	1,197	0,335



Şekil 3.89 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin düzensüzlük (%CVm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.90 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.3.2.4 Sık Rastlanan Hatalar

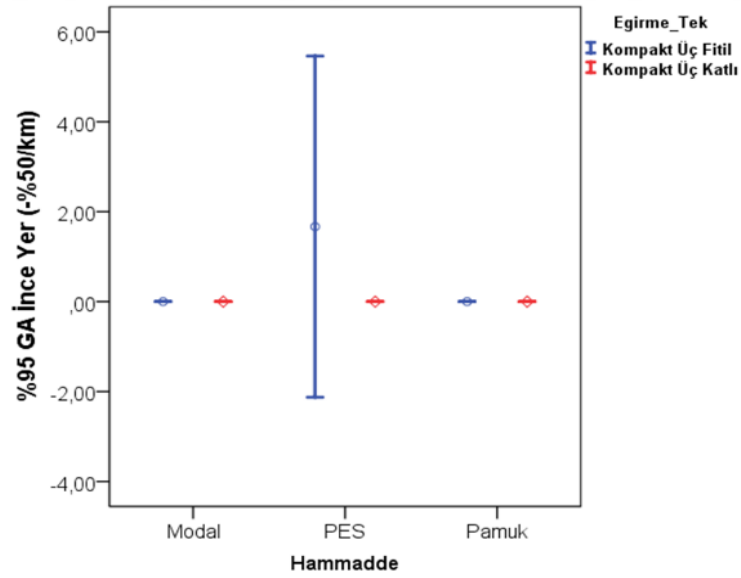
Ne 60/3 numaralı kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerleri Tablo 3.84'te ve bu değerlere ait güven aralığı grafikleri Tablo 3.85'te verilmektedir. Bununla birlikte güven aralığı grafikleri Şekil 3.91-3.93'te verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, her iki iplik türünün ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+%200/km) değerleri arasında genellikle istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı görülmektedir.

Tablo 3.84 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri

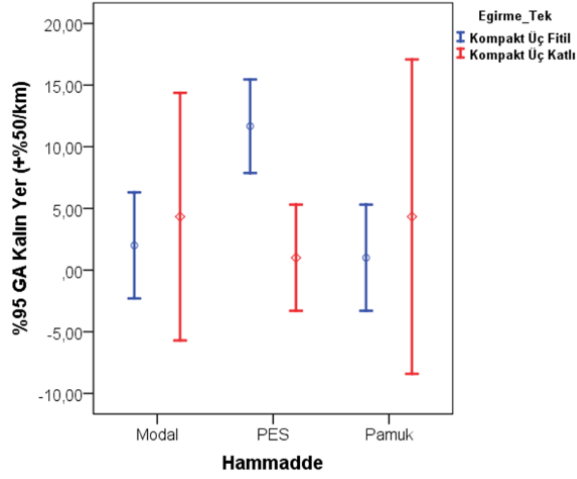
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	İnce Yer (-%50/km)	Kalın Yer (+%50/km)	Neps (+200/km)
Kompakt Üç Fitol	Modal	0	2	6
	Pes	1,66	11,66	5
	Pamuk	0	1	0
Kompakt Üç Katlı	Modal	0	4,33	0
	Pes	0	1	2,66
	Pamuk	0	4,33	2,66

Tablo 3.85 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri için varyans analizi sonuçları

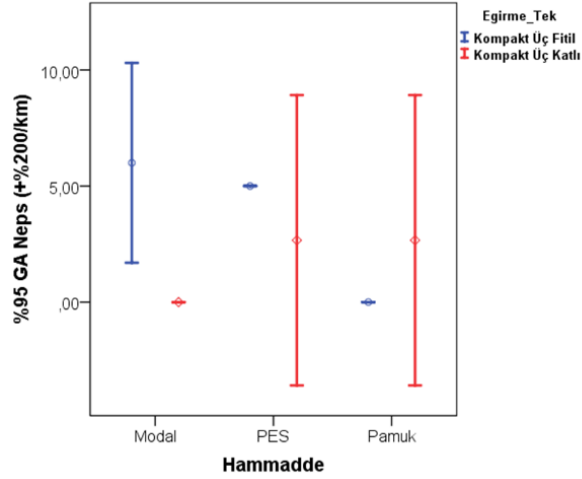
Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	İnce Yer (-%50/km)	0,000	1	0,000	.	.
	Kalın Yer (+%50/km)	8,167	1	8,167	0,845	0,410
	Neps (+200/km)	54,000	1	54,000	36,000	0,004
PES	İnce Yer (-%50/km)	4,167	1	4,167	3,571	0,132
	Kalın Yer (+%50/km)	170,667	1	170,667	64,000	0,001
	Neps (+200/km)	8,167	1	8,167	2,579	0,184
Pamuk	İnce Yer (-%50/km)	0,000	1	0,000	.	.
	Kalın Yer (+%50/km)	16,667	1	16,667	1,136	0,346
	Neps (+200/km)	10,667	1	10,667	3,368	0,140



Şekil 3.91 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin ince yer (-%50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.92 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin kalın yer (+%50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.93 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin neps (+%200/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.3.2.5 Diğer Yapısal Özellikler

Kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri Tablo 3.86’da ve bu değerlere ait varyans analizleri Tablo 3.87’de verilmektedir. Bununla birlikte, %95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.94-3.97’de verilmektedir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri açısından genellikle kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı iplik üretim teknolojisi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu ve kompakt üç fitil ipliklerinin tüm

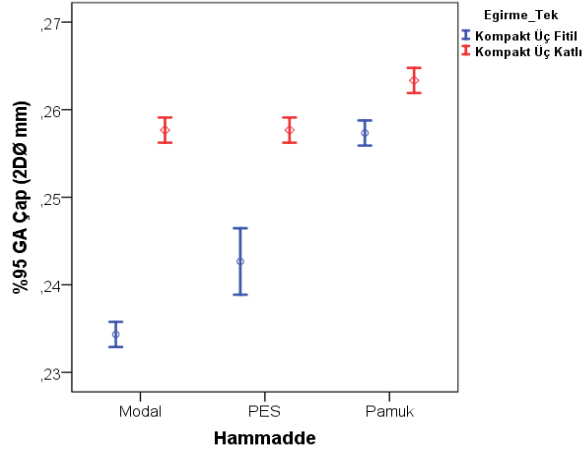
değerler açısından daha iyi değerlere sahip olduğu görülmektedir (Tablo 3.86-3.87; Şekil 3.94-3.97).

Tablo 3.86 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri

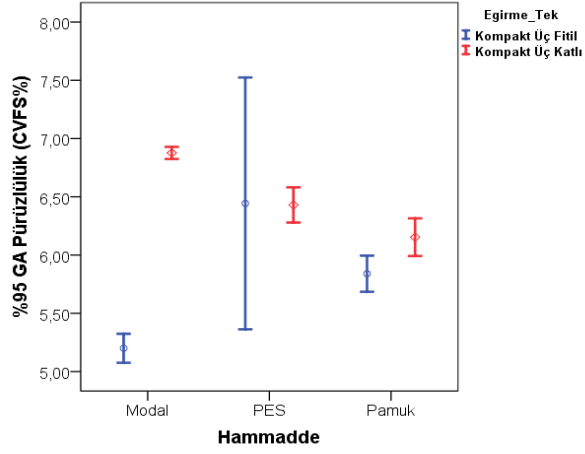
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	2D Çap (mm)	Pürüzlülük (CV FS%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Dairesellik
Kompakt Üç Fitil	Modal	0,23	5,20	0,69	0,87
	Pes	0,24	6,44	0,63	0,88
	Pamuk	0,26	5,84	0,57	0,87
Kompakt Üç Katlı	Modal	0,26	6,88	0,56	0,82
	Pes	0,26	6,43	0,57	0,84
	Pamuk	0,26	6,15	0,54	0,86

Tablo 3.87 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri için varyans analizi sonuçları

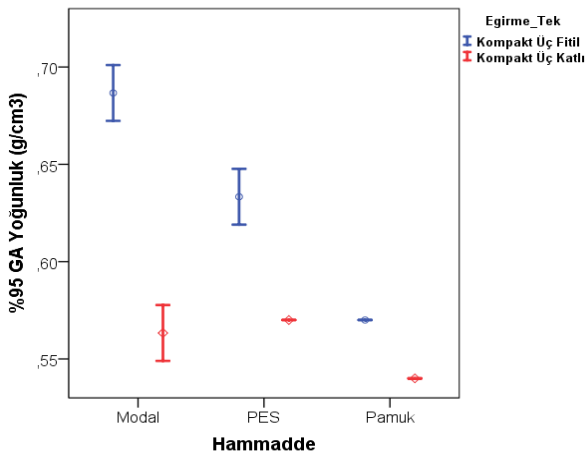
Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	2D Çap (mm)	0,001	1	0,001	2450,000	0,000
	Yoğunluk (g/cm ³)	0,023	1	0,023	684,500	0,000
	CVFS (%)	4,217	1	4,217	2875,102	0,000
	Şekil	0,004	1	0,004	112,500	0,000
PES	2D Çap (mm)	0,000	1	0,000	253,125	0,000
	Yoğunluk (g/cm ³)	0,006	1	0,006	361,000	0,000
	CVFS (%)	0,000	1	0,000	0,003	0,961
	Şekil	0,002	1	0,002	72,000	0,001
Pamuk	2D Çap (mm)	0,00005	1	0,00005	162,000	0,000
	Yoğunluk (g/cm ³)	0,001	1	0,001	.	.
	CVFS (%)	0,147	1	0,147	36,213	0,004
	Şekil	0,00006	1	0,00006	4,000	0,116



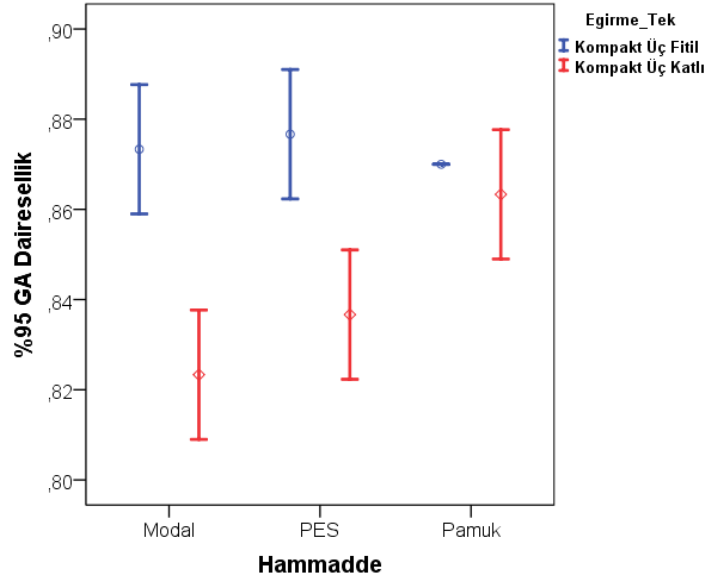
Şekil 3.94 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iki boyutlu çap (2DØ mm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.95 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin pürüzlülük (%CV FS) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.96 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin yoğunluk değerleri (g/cm³) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.97 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin dairesellik (shape) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.3.2.6 Sürtünme Özellikleri

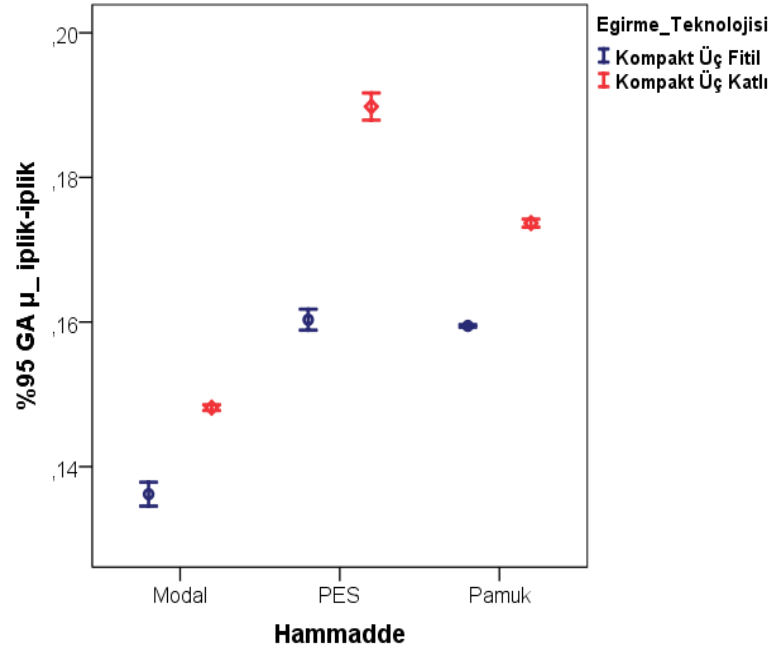
Ne 60/3 numarada üretilen kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin ortalama iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayıları Tablo 3.88’de ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.89’da verilmektedir. Ayrıca, iplik-iplik ve iplik metal sürtünme katsayılarına ait %95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.98-3.99’da verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, her iki eğirme teknolojisinde üç hammadde kullanılarak üretilen ipliklerin iplik-iplik sürtünme katsayısı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar vardır ve kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde üretilen iplikler daha düşük değerlere sahiptir (Tablo 3.88-3.89- Şekil 3.98). İplik-metal sürtünme katsayıları açısından bir değerlendirme yapıldığında ise sadece Modal liflerinden üretilen kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerin sürtünme değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu ve PES ve pamuk lifleri kullanılarak üretilen ipliklerin iplik-metal sürtünme katsayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı görülmektedir (Tablo 3.88-3.89- Şekil 3.99).

Tablo 3.88 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri

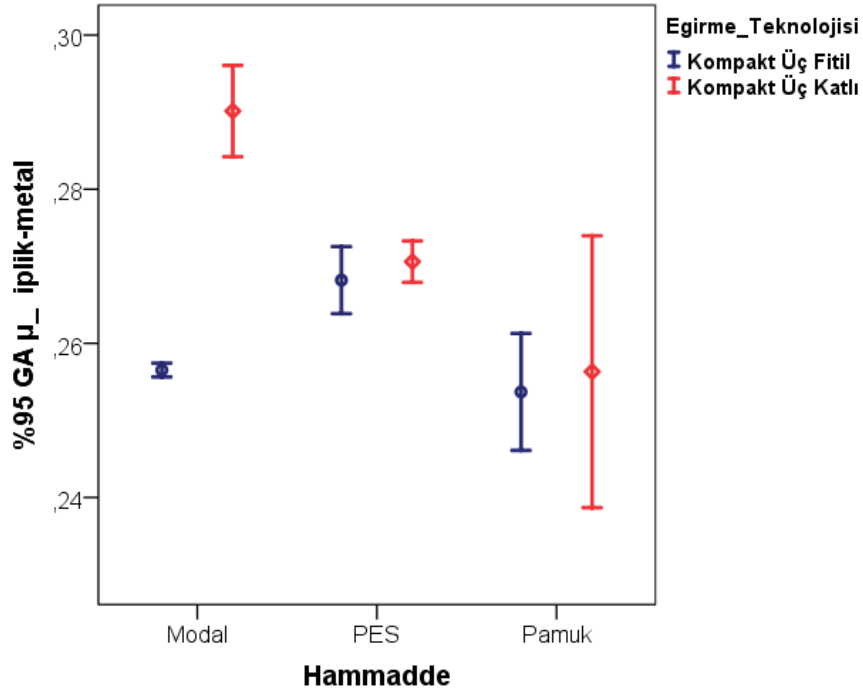
Eğirme Teknolojisi	Hammadde	$\mu_{\text{iplik-iplik}}$	$\mu_{\text{iplik-metal}}$
Kompakt Üç Fitil	Modal	0,1362	0,2565
	PES	0,1603	0,2682
	Pamuk	0,1595	0,2537
Kompakt Üç Katlı	Modal	0,1482	0,2901
	PES	0,1898	0,2706
	Pamuk	0,1737	0,2563

Tablo 3.89 Ne 60/3 kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	$\mu_{\text{iplik-iplik}}$	0,000	1	0,000	380,835	0,000
	$\mu_{\text{iplik-metal}}$	0,003	1	0,003	242,464	0,000
PES	$\mu_{\text{iplik-iplik}}$	0,002	1	0,002	1189,855	0,000
	$\mu_{\text{iplik-metal}}$	0,0001440	1	0,0001440	1,702	0,228
Pamuk	$\mu_{\text{iplik-iplik}}$	0,001	1	0,001	4493,520	0,000
	$\mu_{\text{iplik-metal}}$	0,00001716	1	0,0000171	0,143	0,715



Şekil. 3.98 Ne 60/3 Kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iplik-iplik sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil. 3.99 Ne 60/3 Kompakt üç fitil ve kompakt üç katlı ipliklerinin iplik-metal sürtünme katsayıları değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.4 Fitiller Arası Mesafenin Üç Fitil İplik Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi

Tez çalışmasının bu bölümünde yeni bir eğirme teknolojisi olan üç fitil iplik eğirme teknolojisinin önemli üretim parametrelerinden biri olan fitiller arası mesafenin iplik özelliklerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Fitiller arası mesafe, çıkış silindiri ve iplik oluşum noktası arasında oluşan eğirme üçgeni yapısını etkilemektedir. Eğirme üçgeni yapısı da iplik üretiminde her bir fitil üzerine gelen gerilmeyi, dolayısıyla iplik özelliklerini etkilemektedir. Bu amaçla, üç farklı fitiller arası mesafede rejenere elyaf grubundan Modal lifleri kullanılarak iplik üretimi gerçekleştirilmiştir ve ipliklerin özellikleri karşılaştırılmıştır.

3.4.1 Tüylülük

Çalışma kapsamında farklı fitiller arası mesafelerde üretilen ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H, sh, S3, S1+2) değerleri Tablo 3.90'da, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.91'de ve ANOVA ikili karşılaştırmalar tablosu Tablo 3.92-3.94'te verilmektedir. Ayrıca; tüm tüylülük parametrelerinin %95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.100-3.103'te verilmektedir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, genel olarak 3 mm

fitiller arası mesafede üretilen ipliklerin tüylülük değerlerinin (H, sh, S3, S1+2) 6 mm ve 2-4 mm fitiller arası mesafede üretilen ipliklerin tüylülük değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 3.91-3.94; Şekil 3.100-3.103). Bu durum oluşan eğirme üçgeni yapısı ile açıklanabilir. Fitiller arası mesafe arttığında eğirme üçgeni yapısı büyümektedir ve dolayısıyla eğirme üçgeni yapısı içerisindeki fitiller daha fazla gerilime maruz kalmaktadır. Daha fazla gerilim altında bulunan fitillerdeki lifler daha düzgün yapıda iplik yapısına katılarak daha az tüylü iplik yapısını oluşturmaktadır (Li, 2010 ; Haleem, 2017 ; Demir ve Kılıç, 2020). Tez çalışmasının kompakt üç fitil ve ring üç fitil eğirme teknolojilerinin karşılaştırıldığı kısımda kompaktlaştırma işleminin eğirme üçgeni yapısını küçülttüğü ve daha iyi iplik özellikleri sağladığı belirtilmiştir. Ancak fitiller arası mesafenin iplik özelliklerine etkisinin incelendiği bu kısımda her bir kat iplik yapısı için oluşan eğirme üçgeni yapısı üzerine etki eden kuvvet sadece eğirme gerginliğidir. Dolayısıyla oluşan küçük eğirme üçgenleri için fitiller arası mesafenin değişmesinin, kompaktlaştırma işlemiyle her bir fitilin genişliğinin azaltılması kadar etkili olmadığı görülmektedir. Bununla beraber, optimum noktaya kadar artan fitiller arası mesafenin büküm iplikçiliği üzerindeki olumlu etkileri üç fitil iplikçilik için de görülmektedir (Ishtiaque ve diğer., 1993 ; Tyagi ve diğer., 1987; Gowda ve diğer., 2004). Tüm tüylülük parametrelerinde fitiller arası mesafenin etkisi için ANOVA ikili karşılaştırmalar tabloları incelendiğinde 6 mm ve 2-4 mm arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı, diğer fitiller arası mesafeler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu görülmektedir.

Tablo 3.90 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H, sh, S3, S1+2) değerleri

Fitiller Arası Mesafe	Hammadde	H	sh	S3	S1+2
3 mm	Modal	4,60	1,06	4823,60	13900,00
6 mm	Modal	4,28	0,97	3371,00	12564,60
2-4 mm	Modal	4,27	0,94	3172,80	11993,60

Tablo 3.91 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H, sh, S3, S1+2) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	H	0,354	2	0,177	21,541	0,000
	Sh	0,041	2	0,021	39,961	0,000
	S3	8124117,733	2	4062058,867	50,021	0,000
	S1+2	9572825,200	2	4786412,600	14,704	0,001

Tablo 3.92 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

Hammadde	Fitiller Arası Mesafe	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Modal	(3 mm)- (6mm)	0,322	0,057	0,000
	(3mm)- (2mm-4 mm)	0,330	0,057	0,000
	(6mm)-(2mm- 4 mm)	0,008	0,057	0,891

Tablo 3.93 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (sh) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

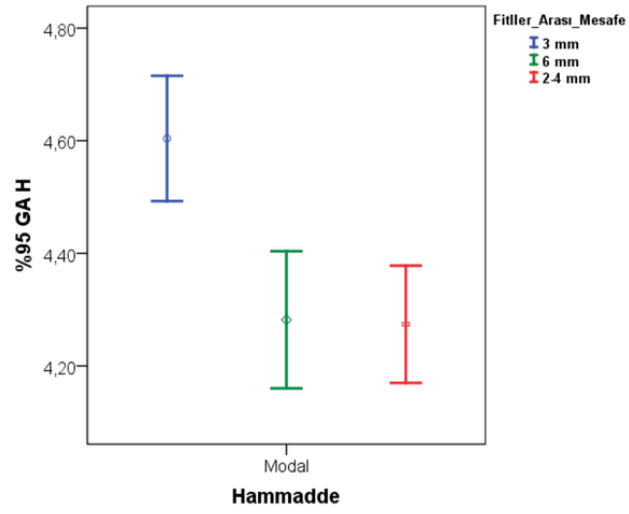
Hammadde	Fitiller Arası Mesafe	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Modal	(3 mm)- (6mm)	0,096	0,014	0,000
	(3mm)- (2mm-4 mm)	0,122	0,014	0,000
	(6mm)-(2mm- 4 mm)	0,026	0,014	0,096

Tablo 3.94 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (S3) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

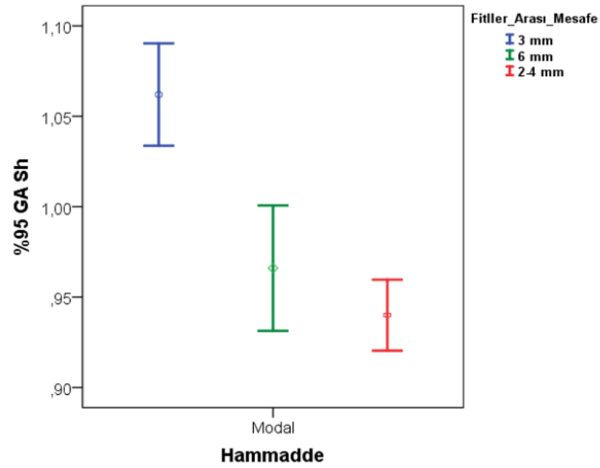
Hammadde	Fitiller Arası Mesafe	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Modal	(3 mm)- (6mm)	1452,600	180,231	0,000
	(3mm)- (2mm-4 mm)	1650,800	180,231	0,000
	(6mm)-(2mm- 4 mm)	198,200	180,231	0,293

Tablo 3.95 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (S1+2) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

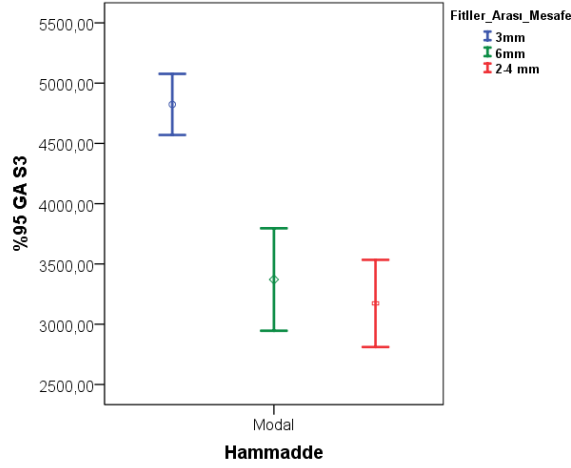
Hammadde	Fitiller Arası Mesafe	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Modal	(3 mm)- (6mm)	1335,400	360,841	0,003
	(3mm)- (2mm-4 mm)	1906,400	360,841	0,000
	(6mm)-(2mm- 4 mm)	571,000	360,841	0,140



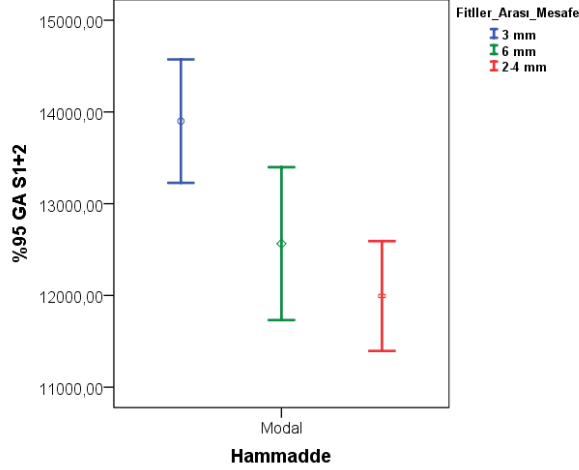
Şekil 3.100 Farklı fitiller arası mesafede üretilen Ne 90/3 ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (H) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.101 Farklı fitiller arası mesafede üretilen Ne 90/3 ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (Sh) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.102 Farklı fitiller arası mesafede üretilen Ne 90/3 ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (S3) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.103 Farklı fitiller arası mesafede üretilen Ne 90/3 ring üç fitil ipliklerinin tüylülük (S1+2) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.4.2 Mekanik Özellikler

Üç farklı iletici silindir kullanılarak fitiller arası mesafenin ayarlandığı ring üç fitil iplik eğirme teknolojisinde üretilen üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri Tablo 3.96'da, bu değerler için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 3.97'de ve ANOVA ikili karşılaştırmalar tabloları ise Tablo 3.98 ve Tablo 3.99'da verilmektedir. Ayrıca bu değerler için %95 güven aralığı grafikleri Şekil 3.104-3.105'te verilmektedir.

Sonuçlar incelendiğinde her üç fitiller arası mesafede üretilen ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı görülmektedir (Tablo 3.96-3.97; Şekil 3.104-3.105). Aynı numara ve büküm katsayısında üretilen iplikler için benzer mekanik özellikler beklenen sonuçtur.

Tablo 3.96 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri

Fitiller Arası Mesafe	Hammadde	Kopma Mukavemeti	Kopma Uzaması
3 mm	Modal	439,72	10,334
6 mm	Modal	440,44	10,392
2-4 mm	Modal	438,56	10,298

Tablo 3.97 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) ve kopma uzaması (%) değerleri için varyans analizi sonuçları

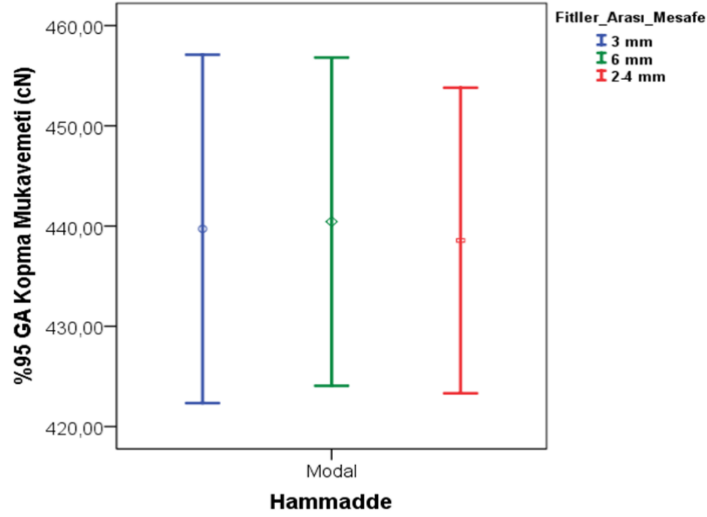
Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	Kopma Mukavemeti (cN)	8,997	2	4,499	0,026	0,974
	Kopma Uzaması (%)	0,022	2	0,011	0,165	0,850

Tablo 3.98 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

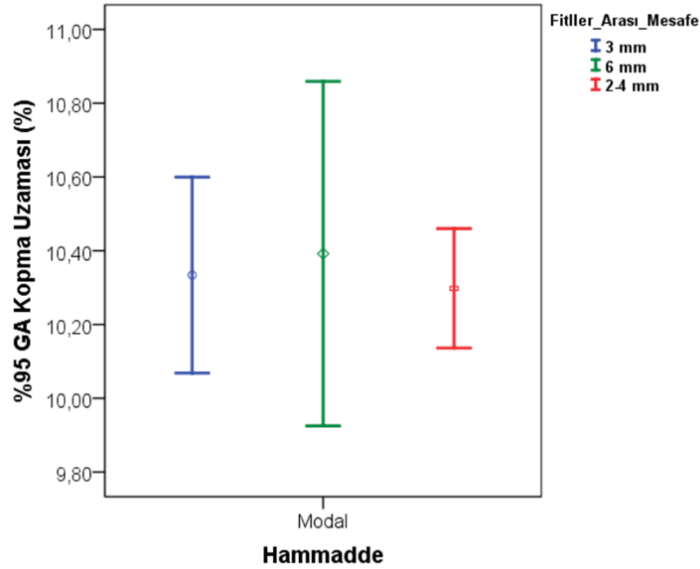
Hammadde	Fitiller Arası Mesafe	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Modal	(3 mm)- (6mm)	-0,720	8,330	0,933
	(3mm)- (2mm-4 mm)	1,160	8,330	0,892
	(6mm)-(2mm- 4 mm)	1,880	8,330	0,825

Tablo 3.99 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin kopma uzaması (%) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

Hammadde	Fitiller Arası Mesafe	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Modal	(3 mm)- (6mm)	-0,058	0,165	0,731
	(3mm)- (2mm-4 mm)	0,036	0,165	0,831
	(6mm)-(2mm- 4 mm)	0,094	0,165	0,579



Şekil 3.104 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin kopma mukavemeti (cN) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.105 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin kopma uzaması (%) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.4.3 Düzgünsüzlük

Farklı fitiller arası mesafede üretilen ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (%CV_m) ve optik düzgünsüzlük (%CV_{2D} 8mm) değerleri Tablo 3.100'de, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.101'de ve ikili karşılaştırmalar tablosu sırasıyla Tablo 3.102 ve Tablo 3.103'te verilmektedir. Bununla birlikte %95 güven aralıkları Şekil 3.106-3.107'de verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, kullanılan

fitiller arası mesafede üretilen ipliklerin her iki düzgünsüzlük değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı görülmektedir (Tablo 3.102-3.103; Şekil 3.106-3.107). Ayrıca, kullanılan fitiller arası mesafelerinde ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (%CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri için istatistiksel olarak anlamlı farklar oluşturmadığı görülmektedir (Tablo 3.102-3.103; Şekil 3.106-3.107).

Tablo 3.100 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin düzgünsüzlük (% CVm) ve optik düzgünsüzlük (%CV2D 8mm) değerleri

Fitiller Arası Mesafe	Hammadde	Düzensüzlük (%CVm)	Optik Düzensüzlük (%CV2D 8mm)
3 mm	Modal	10,772	7,7
6 mm	Modal	11,352	7,728
2-4 mm	Modal	10,774	7,636

Tablo 3.101 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin düzensüzlük (% CVm) ve optik düzensüzlük (%CV2D 8mm) değerleri için varyans analizi sonuçları

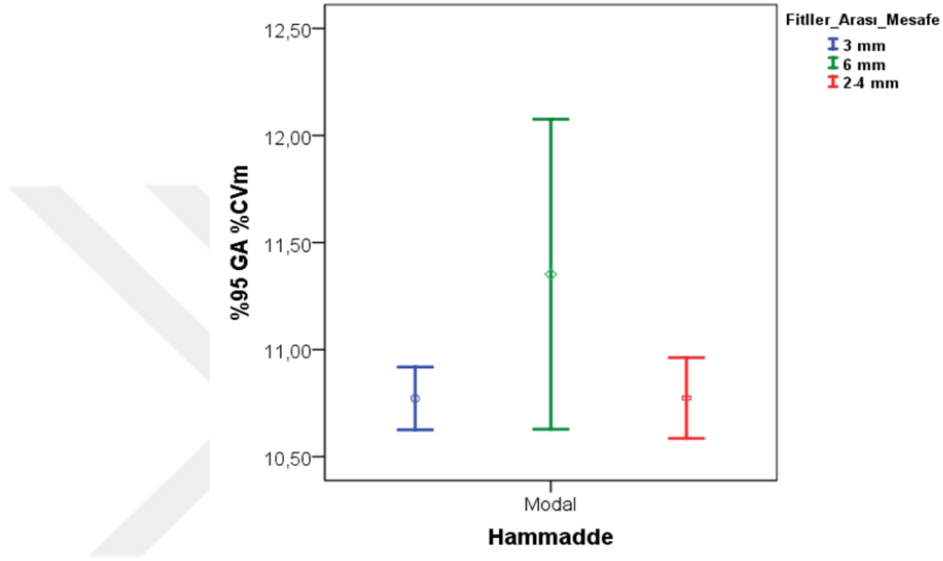
Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	%CVm	1,117	2	0,559	4,445	0,036
	%CV2D (8mm)	0,022	2	0,011	0,566	0,582

Tablo 3.102 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin düzensüzlük (% CVm) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

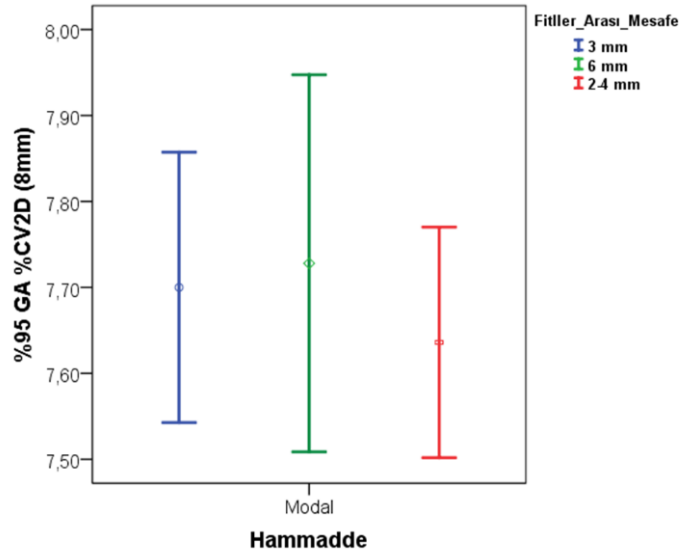
Hammadde	Fitiller Arası Mesafe	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Modal	(3 mm)- (6mm)	-0,580	0,224	0,024
	(3mm)- (2mm-4 mm)	-0,002	0,224	0,993
	(6mm)-(2mm- 4 mm)	0,578	0,224	0,024

Tablo 3.103 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin optik düzgünlük (%CV2D 8mm) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

Hammadde	Fitiller Arası Mesafe	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Modal	(3 mm)- (6mm)	-0,028	0,089	0,758
	(3mm)- (2mm-4 mm)	0,064	0,089	0,484
	(6mm)-(2mm- 4 mm)	0,092	0,089	0,320



Şekil 3.106 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin düzgünlük (% CVm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.107 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin optik düzgünlük (% CV2D 8mm) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.4.4 Sık Rastlanılan Hatalar

Ring üç fitil iplik eğirme teknolojisinde farklı fitiller arası mesafe kullanılarak üretilen Ne 90/3 numaralı ipliklerin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri Tablo 3.104'te, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.105'te ve ikili karşılaştırmalar tabloları ise sırasıyla Tablo 3.106, 3.107 ve 3.108'de verilmektedir. Bununla birlikte, %95 güven aralıkları Şekil 3.108-3.110'da verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, kullanılan fitiller arası mesafede üretilen ipliklerin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı görülmektedir (Tablo 3.106-3.108; Şekil 3.108-3.110).

Tablo 3.104 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri

Fitiller Arası Mesafe	Hammadde	İnce Yer (-%50/km)	Kalın Yer (+%50/km)	Neps (+200/km)
3 mm	Modal	0	15	13
6 mm	Modal	1,2	16	14,2
2 mm-4 mm	Modal	0,2	22	12,8

Tablo 3.105 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km), kalın yer (+%50/km) ve neps (+200/km) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	İnce Yer (-%50/km)	4,133	2	2,067	2,138	0,161
	Kalın Yer (+%50/km)	143,333	2	71,667	3,554	0,061
	Neps (+200/km)	5,733	2	2,867	,283	0,758

Tablo 3.106 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

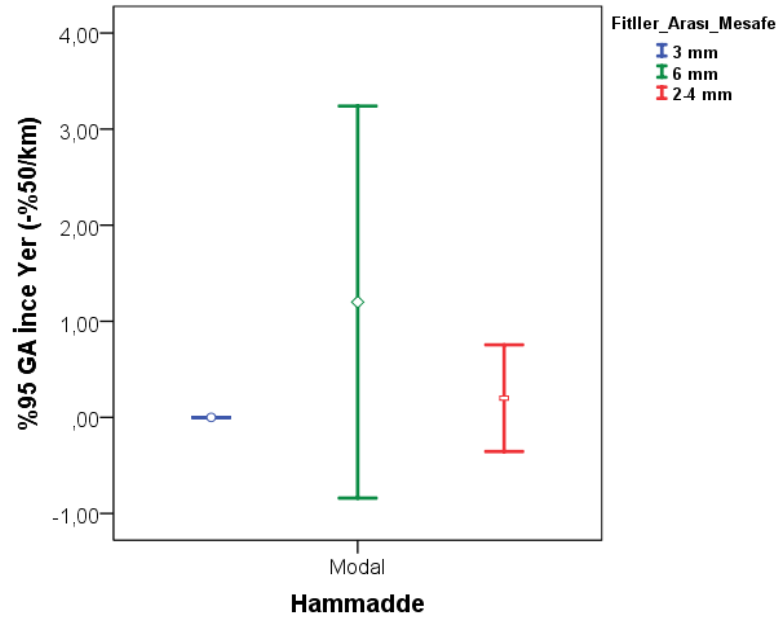
Hammadde	Fitiller Arası Mesafe	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Modal	(3 mm)- (6mm)	-1,200	0,622	0,078
	(3mm)- (2mm-4 mm)	-0,200	0,622	0,753
	(6mm)-(2mm- 4 mm)	1,000	0,622	0,134

Tablo 3.107 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin kalın yer (+%50/km) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

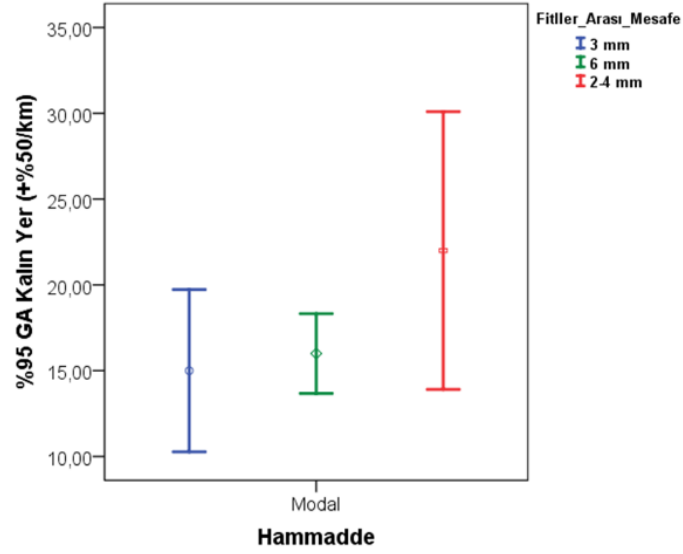
Hammadde	Fitiller Arası Mesafe	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Modal	(3 mm)- (6mm)	-1,000	2,840	0,731
	(3mm)- (2mm-4 mm)	-7,000	2,840	0,030
	(6mm)-(2mm- 4 mm)	-6,000	2,840	0,056

Tablo 3.108 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin neps (-%200/km) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

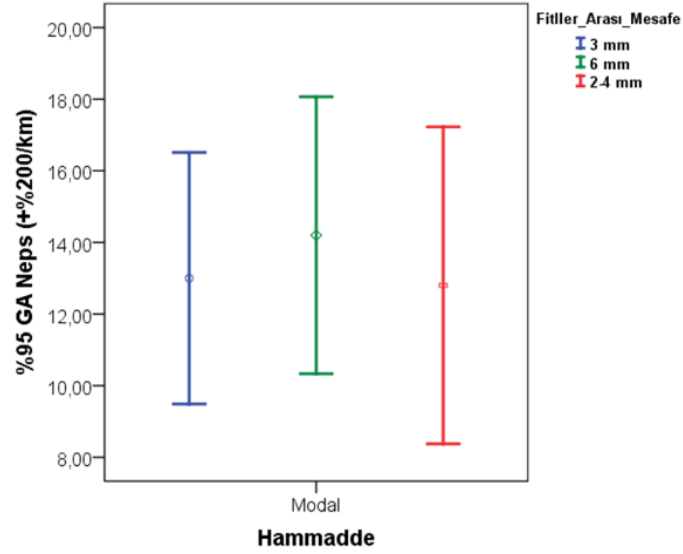
Hammadde	Fitiller Arası Mesafe	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Modal	(3 mm)- (6mm)	-1,200	2,013	0,562
	(3mm)- (2mm-4 mm)	0,200	2,013	0,923
	(6mm)-(2mm- 4 mm)	1,400	2,013	0,500



Şekil 3.108 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin ince yer (-%50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.109 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin kalın yer (-%50/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.110 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin neps (+%200/km) değerleri için %95 güven aralığı grafikleri

3.4.5 Diğer Yapısal Özellikler

Çalışma kapsamında fitiller arası mesafenin iplik özelliklerine etkisini incelemek amacıyla üretilen ring üç fitil ipliklerinin çap ($2D\emptyset$ mm), yoğunluk (g/cm^3), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri Tablo 3.109'da, bu değerler ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.110'da ve ikili karşılaştırmalar Tablo 3.111-3.114'te verilmektedir. Bu değerlere ait güven aralığı grafikleri Şekil 3.111-3.114'te

verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, genel olarak fitiller arası mesafenin çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar oluşturmadığı görülmektedir (Tablo 3.111-3.114 ; Şekil 3.111-3.114).

Tablo 3.109 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri

Fitiller Arası Mesafe	Hammadde	2D Çap (mm)	Pürüzlülük (CV FS%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Dairesellik
3 mm	Modal	0,1846	6,692	0,736	0,854
6 mm	Modal	0,1854	6,314	0,73	0,85
2-4 mm	Modal	0,1856	6,29	0,724	0,858

Tablo 3.110 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin çap (2DØ mm), yoğunluk (g/cm³), pürüzlülük (%CV FS) ve dairesellik (shape) değerleri için varyans analizi sonuçları

Hammadde	Özellik	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Modal	2D Çap (mm)	0,000002	2	0,000001	1,448	0,273
	Yoğunluk (g/cm ³)	0,000	2	0,000	2,077	0,168
	CVFS (%)	0,508	2	0,254	14,695	0,001
	Şekil	0,000	2	0,000080	4,800	0,029

Tablo 3.111 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin çap (2DØ mm) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

Hammadde	Fitiller Arası Mesafe	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Modal	(3 mm)- (6mm)	-0,001	0,001	0,223
	(3mm)- (2mm-4 mm)	-0,001	0,001	0,134
	(6mm)-(2mm- 4 mm)	0,000	0,001	0,753

Tablo 3.112 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin yoğunluk (g/cm³) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

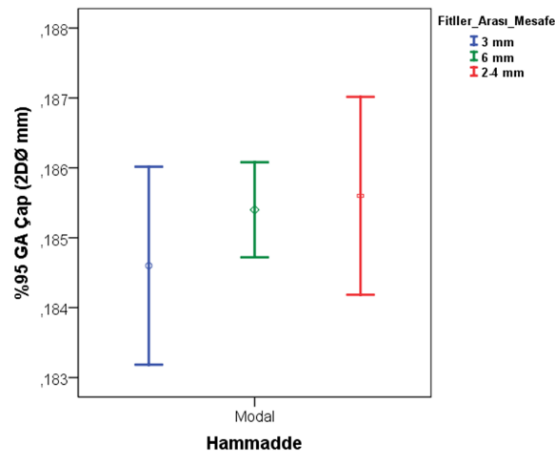
Hammadde	Fitiller Arası Mesafe	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Modal	(3 mm)- (6mm)	0,006	0,006	0,328
	(3mm)- (2mm-4 mm)	0,012	0,006	0,064
	(6mm)-(2mm- 4 mm)	0,006	0,006	0,328

Tablo 3.113 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil pürüzlülük (%CV FS) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

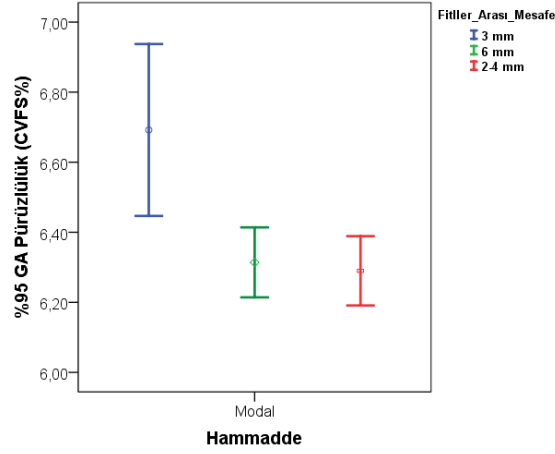
Hammadde	Fitiller Arası Mesafe	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Modal	(3 mm)- (6mm)	0,378	0,083	0,001
	(3mm)- (2mm-4 mm)	0,402	0,083	0,000
	(6mm)-(2mm- 4 mm)	0,024	0,083	0,778

Tablo 3.114 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin dairesellik (shape) değerleri için ANOVA ikili karşılaştırmalar

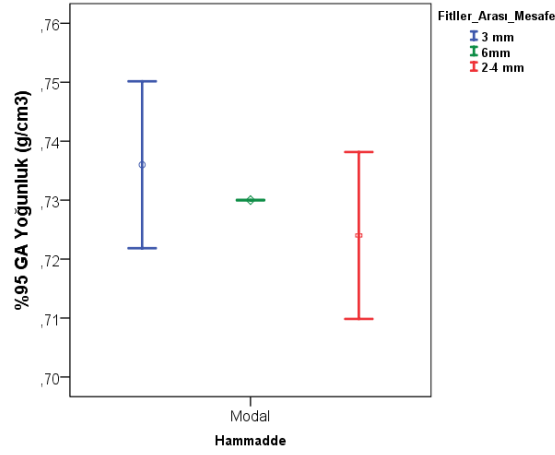
Hammadde	Fitiller Arası Mesafe	Ortalama Farkı I-J	Standart Hata	P
Modal	(3 mm)- (6mm)	0,004	0,003	0,147
	(3mm)- (2mm-4 mm)	-0,004	0,003	0,147
	(6mm)-(2mm- 4 mm)	-0,008	0,003	0,009



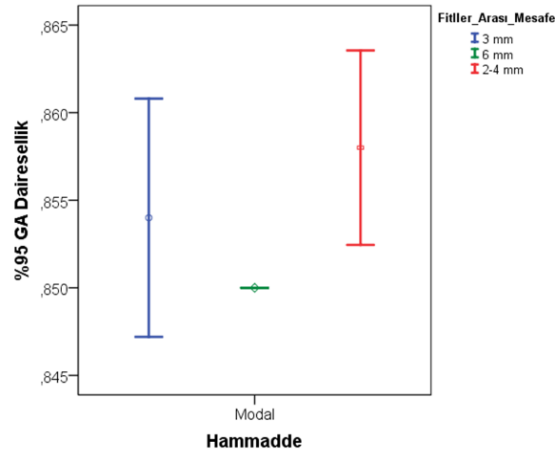
Şekil 3.111 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin çap (2DØ mm) değerleri için % 95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.112 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin pürüzlülük (%CV FS) değerleri için % 95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.13 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin yoğunluk (g/cm³) değerleri için % 95 güven aralığı grafikleri



Şekil 3.114 Farklı fitiller arası mesafelerde üretilen Ne 90/3 numaralı ring üç fitil ipliklerinin dairesellik (shape) değerleri için % 95 güven aralığı grafikleri

BÖLÜM DÖRT

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında siro-spun ve kompakt eğirme teknolojilerinden esinlenerek, daha iyi özelliklerde üç fitil ipliklerinin üretimini sağlayan kompakt üç fitil eğirme teknolojisinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, siro-spun ve pnömatik kompakt eğirme teknolojilerinde yer alan yardımcı parçalar, üç fitil iplikçiliğine uygun olacak şekilde yeniden tasarlanmıştır. Siro-spun iplikçiliğinde bulunan ve aynı anda birden fazla fitilin çekim sistemine beslenmesini sağlayan fitil hunisi ve iletici silindirler üç fitil için geliştirilmiştir. Benzer şekilde kompakt eğirme teknolojisinde yer alan ve çekim sistemini sonunda negatif hava basıncının fitillerin etrafından geçmesini sağlayarak kompaktlaştırma işleminin gerçekleşmesine yardımcı olan parçalar da yeniden tasarlanmıştır. Üç fitil kompakt eğirme teknolojisi Rieter delikli silindirli pnömatik kompakt eğirme teknolojisi üzerinden geliştirilmiştir ve bu teknolojiye kompaktlaştırma alanı delikli silindir üzerinde yer alan deliklerin genişliği ile sınırlıdır. Bu nedenle sınırlı geometride üç fitil kompaktlaştırma işlemi için daha verimli sistemler geliştirmek adına, kompakt eğirme teknolojisinin yardımcı parçaları farklı tasarımlarda geliştirilmiştir.

Pnömatik kompakt eğirme teknolojisinde yer alan hava emiş kılavuzu ve hava emiş parçalarının geometrik yapıları, kompaktlaştırma bölgesi üzerinde etkilidir (Han ve diğer, 2015). Üç fitil kompakt eğirme teknolojisinde her bir fitil için yüksek kompaktlaştırma etkisi oluşturabilmek için diyagonal kanal yapılarına sahip üç farklı hava emiş kılavuzu tasarlanmıştır. Bununla beraber, kompaktlaştırma bölgesindeki diğer etkili parça olan hava emiş kılavuzu ise hem üç fitil için ayrı kompaktlaştırma bölgesi oluşturması için üç kanal yapısına sahip hem de daha yüksek akış hızları oluşturmak için iki farklı geometride tasarlanmıştır. Tasarlanan yardımcı parçalar SolidWorks programında birleştirilerek dört farklı üç fitil kompaktlaştırma bölgesi simülasyonları oluşturulmuştur. İlk üç sistemde hava emiş kılavuzları, hava emiş parçası-1 ile kullanılmıştır ve kompaktlaştırma bölgesinde oluşan akış hızları incelenmiştir. Dördüncü sistemde ise, ilk üç sistem akış simülasyonunda daha iyi akış

hızları sağlayan hava emiş kılavuzu, hava emiş parçası-2 ile kullanılmıştır. Rieter tek kat kompakt eğirme teknolojisinin kompaktlaştırma bölgesinin de akış hızı değerleri incelenmiştir ve yeni tasarlanan sistemlerin kompaktlaştırma bölgesindeki etkileri için referans olarak kullanılmıştır. Yapılan sayısal akış alanı hesaplamaları sonucuna göre kompakt üç fitil eğirme teknolojisi ve kullanılan yardımcı parçalar tasarlanmıştır. Geliştirilen yardımcı parçaların üretimi üç boyutlu yazıcılar ile gerçekleştirilmiştir ve iplik üretiminde kullanılmıştır.

Deneysel çalışma kapsamında, geliştirilen kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde doğal elyaf grubundan pamuk, rejenere elyaf grubundan Modal ve sentetik elyaf grubundan poliester kullanılarak iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen ipliklerin fiziksel, yapısal ve mekanik özellikleri, benzer yapıda olan ya da alternatifi olabileceği diğer eğirme teknolojilerinde üretilen ipliklerle karşılaştırılmıştır.

Deneysel çalışmanın birinci kısmında, geliştirilen kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde üretilen iplikler, uzun yıllardan beri ticari olarak kullanılan kompakt tek katlı ve kompakt siro-spun iplik özellikleriyle karşılaştırılmıştır. Bu kısımda üretilen ipliklere ait enine kesit görüntüleri de verilmektedir. Ayrıca bu kısımda üretilen ipliklerden dokuma kumaşlar da üretilmiştir ve özellikleri karşılaştırılmıştır. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, kompakt üç fitil ipliklerinin kompakt tek kat ve kompakt siro-spun ipliklerine benzer özelliklerde olduğu görülmektedir. Böylelikle geliştirilen kompakt üç fitil eğirme teknolojisinde üretilen ipliklerin ticari olarak kullanılan ipliklere benzer özelliklerde olduğu da görülmektedir. Kumaş özellikleri bakımından bir karşılaştırma yapıldığında ise her üç iplik türünden üretilen kumaşların, kopma mukavemeti, dikiş kayması ve yırtılma mukavemeti sonuçlarının benzer olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, aşınma dayanımı ve boncuklanma değerlerinde genel olarak kompakt üç fitil iplikleri daha iyi sonuçlar vermektedir. Bu durum kompakt üç fitil ipliklerinin, daha düşük iplik tüylülüğü ve dolayısıyla daha düşük iplik sürtünmesi özellikleriyle ilişkilendirilebilir.

Çalışmanın ikinci kısmında ise, kompaktlaştırma işleminin üç fitil iplik özelliklerindeki etkisini incelemek için, kompakt üç fitil ve ring üç fitil iplik özellikleri

karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda pamuk, Modal ve poliester lifleri kullanılarak Ne 150/3 numarada iplik üretimi gerçekleştirilmiştir ve enine kesit görüntüleri de incelenmiştir. Bununla birlikte, Modal lifleri kullanılarak Ne 90/3 numarada kompakt üç fitil ve ring üç fitil iplik üretimi de gerçekleştirilmiştir. İplik özellikleri karşılaştırıldığında, kompakt üç fitil ipliklerinin daha iyi tüylülük, düzgünsüzlük ve yapısal özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Böylelikle, daha önceki çalışmalarda belirtilen (Demir ve Kılıç, 2017; Demir ve Kılıç, 2020) ring üç fitil ipliklerinin özellikle düzgünsüzlük değerlerinin iyileştirilmesi gerekliliği sağlanmıştır.

Deneysel çalışmanın üçüncü kısmında ise kompakt üç fitil ipliklerinin özellikleri yapı olarak benzer kompakt üç katlı iplikleriyle karşılaştırılmıştır. Kompakt üç fitil iplik üretiminde katlama ve büküm makinalarının üretim prosesinden elimine edilmesi katlı ipliklere göre ekonomik bir avantaj sağlamaktadır. Kompakt üç katlı ve üç fitil iplik özelliklerinin karşılaştırılması için pamuk, Modal ve poliester liflerinden Ne 90/3 ve Ne 60/3 numaralarda iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte Ne 60/3 numaralı ipliklerin enine kesit görüntüleri de incelenmiştir. Sonuçlar karşılaştırıldığında, kompakt üç fitil ipliklerinin, kompakt üç fitil ipliklere göre daha iyi fiziksel ve yapısal özelliklere, benzer mekanik özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Geleneksel yollarla üretilen katlı ipliklere göre daha iyi iplik özellikleri sağlama da, kompakt üç fitil eğirme teknolojisinin başarılı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, üç fitilin çekim sistemine beslenerek iplik üretiminin gerçekleştirildiği kompakt üç fitil eğirme teknolojisiyle daha ince lineer yoğunlukta üç katlı iplik yapısı da üretilebilmektedir.

Deneysel çalışmanın son kısmında ise, ring üç fitil ipliklerinde fitiller arası mesafenin üç iplik özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, fitillerin farklı fitiller arası mesafede çekim sistemine beslenmesini sağlayan iletici silindirler geliştirilmiştir. İplik özellikleri incelendiğinde, üç fitil ipliklerinde fitiller arası mesafenin tüylülük özellikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu, diğer ölçülen iplik özelliklerinde ise genel olarak istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Ancak, çekim sisteminde oluşan eğirme üçgeni yapısı içerisindeki fitillerin yerleşiminin, iplik yapısı içerisinde liflerin yerleşimini etkilediği göz önüne

alındığında, farklı fitiller arası mesafede üretilen üç fitil ipliklerde liflerin iplik enine kesiti içinde yerleşiminin farklı olabileceği de düşünülmektedir.

Son yıllarda oldukça hızlı gelişen daha kaliteli veya farklı yapıda iplik üretme isteği ya da mevcut iplik yapılarını daha ekonomik yollarla üretme arayışı alternatif eğirme teknolojilerinin ortaya çıkışını hızlandırmıştır. Mevcut alternatif eğirme teknolojileri arasında ise, geleneksel sistem üzerinden geliştirilen teknolojilerin, hızlı adaptasyon, düşük ilk yatırım maliyeti, genel bilgi birikimin çok olması gibi avantajlar sayesinde kullanım oranının fazla olduğu görülmektedir. Geleneksel sistemler üzerinden geliştirilen kompakt üç fitil iplik üretim teknolojisinin, düşük lineer yoğunlukta katlı iplik yapısının üretilmesinin sağlanması, katlı ipliklere göre daha ekonomik iplik üretilmesi ve üç fitilin sağladığı kompozit yapı ile hem kesikli liflerden özlü yapısının oluşturulması hem de spesifik amaçlar için kullanılacak iplik çeşidinin üretilmesi gibi avantajlar sayesinde alternatif bir eğirme teknolojisi olarak kullanılabilirliği düşünülmektedir.

Gelecek çalışmalarda, kompaktlaştırma bölgesinde yer alan parçaların farklı tasarımları ile daha az enerji kullanarak daha iyi kompaktlaştırma etkisinin sağlanması araştırılabilir. Ayrıca, farklı hammaddelerin aynı işlem prosesinde tek bir iplik yapısında birleştirildiği kompozit ipliklerin üretilmesinin sağlanması da, bu teknolojide üretilen ipliklerin kullanılarak üstün performanslı ürünlerin geliştirebileceği çalışmalar ortaya çıkarabilir.

KAYNAKLAR

- Akhtar, K.S., Ahmad, S., Afzal,A., Anam,W., Ali,Z. ve Hussain, T. (2020). Influence and comparison of emerging techniques of yarn manufacturing on physical–mechanical properties of polyester-/cotton-blended yarns and their woven fabrics, *The Journal of The Textile Institute*, 111 (4), 555-564.
- Altaş, S. ve Kadoğlu, H. (2012) Comparison of conventional ring, mechanical compact and pneumatic compact yarn spinning systems. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 7 (1), 87-100.
- ASTM D3108/3108M-13 (2013). *Standard test method for coefficient of friction, yarn to solid material*. West Conshohocken, PA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM D3412/3412M-13 (2013). *Standard test method for coefficient of friction, yarn to yarn*. West Conshohocken, PA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM Digital Library (2011). *Types of friction and friction testing*. 10 Ağustos 2011, <http://209.195.157.104/DOWNLOAD/MNL11351M.5416-1.pdf>.
- Başal, G. ve Oxenham, W. (2006). Comparison of properties and structures of compact and conventional spun yarns . *Textile Research Journal*, 76 (7), 567–575.
- Brunk, N. (2006). EliTwist-Three years after market introduction, *Spinnovation*, 22, 10-16.
- Cheng, K.P.S. ve YU, C. (2003). A study of compact spun yarns. *Textile Research Journal*, 73 (4), 345-349.
- Cheng, K.P.S. ve Sun, M.N., (1998). Effect of strand spacing and twist multiplier on cotton siro-spun yarn. *Textile Research Journal*, 68 (7), 520-527.

- Cheng, K.P.S ve Yuen, C. H., (1997). Siro and two-fold yarns. *Research Journal of Textile and Apparel*, 1 (1), 66-70.
- CSIROPedia, (2009). *Sirospun*. 24 Kasım 2016. <https://csiropedia.csiro.au/sirospun/>.
- Demir M. ve Kılıç, M. (2017). Investigating possibilities of three-strand yarn production. *Fibres and Textiles*, 24 (1), 30-35.
- Demir, M., Kılıç, M., Kıral, Z., Denge, K.K. ve Balduk, F. (2018a). A review on multi-strand staple yarn production. *22nd International Conference Strutex 2018, Structure and Structural Mechanics of Textiles*, 279-286.
- Demir, M., Kılıç, M., Kıral, Z., Denge, K.K. ve Balduk, F. (2018b). Air-Flow analysis of compact yarn. *22nd International Conference Strutex 2018, Structure and Structural Mechanics of Textiles*. 167-171.
- Demir M. ve Kılıç, M. (2019). A modified twist spinning-three-roving yarn spinning. *International Conference TexTeh IX Advanced Textiles for a Better World*, 82-85.
- Demir M. ve Kılıç, M. (2020). Development of three-roving ring yarn production system, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 45 (4), 450-456.
- Demir M., Kılıç, M., Sayın, S., Kıral, Z., Balduk, F.ve Denge, K.K. (2021). Design of three-strand compact spinning system and numerical flow-field simulation for different structures of air-suction guides and suction inserts. *Textile Research Journal*, 91 (15-16), 1795-1814.
- Demir M., Kılıç, M., Sayın, S., Kıral, Z., Balduk, F.ve Denge, K.K. (2020). Design of novel compact three-roving spinning technology. *TICMET The International Conference of Materials and Engineering Technology*. 428-433.

- Dyson, E. (1974). Some observation on yarn irregularity. *Journal of Textile Institute*, 65(4), 215-217.
- El-Sayed, M. A. M., ve Sanad, S. H. (2011). Compact spinning technology. In C. A. Lawrence (Ed.), *Advances in Yarn Spinning Technology*, 237–253. Cambridge: Woodhead Publishing.
- Emanuel, A. ve Plate, D. (1982). Alternative approach to two-fold weaving yarn, Part II. The thoeritical model , *Textile Institute*, 73 (1), 108-116.
- Fehrer, E. (1992). *Process and apparatus for feeding at least two drawn rovings to respective ring spinning stations (U.S. Patent No. 5,085,046)*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Fidan, G. ve Kireççi, A. (2018). Comparision of quality parameters of single, plied and sirospun yarns and fabrics woven by these yarns. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 28 (2), 98-106.
- Ganesan, S. ve Ramakrishnan, G. (2006). Fibre migration in compact spun yarns: Part I- Pneumatic compact yarn. *Indian Journal of Fibre &Textile Research*, 31, 381-386.
- Gokarneshan, N., Anbumani, N. ve Subramaniam, V. (2006). Influence of strand spacing on the interfibre cohesion in siro yarns. *The Journal of The Textile Institute*, 3 (98), 289-292.
- Gowda, R., Sivakumar, M. ve Kannan, M. (2004). Influence of process variables on charecteristics of modal siro-spun yarns using box-bohen response surface design. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 29, 412-418.
- Grosberg, P. ve Iype,C. (1999). *Yarn production- Theoretical aspects*. Cambridge: Woodhead Publishing .

- Han, C., Wei, M., Xue, W. ve Chen, L. (2015) Numerical simulation and analysis of airflow in the condensing zone of compact-siro spinning. *Textile Research Journal* 85 (14), 1506-151.
- Haleem, N. (2017). *Dynamics of spinning triangle geometry and its effects on yarn quality*. Doktora Tezi, Deakin Üniversitesi, Geelong.
- Haleem, N., Gordon, S., Liu, X., Hurren, C. ve Wang, X. (2019). Dynamic analysis of spinning triangle geometry part 2: spinning triangle geometry and yarn quality. *The Journal of Textile Institute*, 110 (5), 671-679.
- He, J.H (2007). Variational approach to nonlinear coupled oscillators arising in sirospun yarn spinning. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 15 (1), 31-34.
- He, J.H ve Zhang, L.N. (2008) On convergence point of the two-strand yarn spinning. *Textile Research Journal*, 78 (11),1022–1024.
- Hearle, J.W.S., Lord, P.R. ve Senturk, N. (1972). Fibre migration in open-end spun yarns. *Journal of the Textile Institute*, 63 (11), 605-617.
- Hong, J. ve Jayanaraman, S. (2003). Friction in textiles. Textile Progress, *The Textile Institute*, 34 (1/2).
- Hua, T., Tao, X.M., Cheng, K.P.S. ve Xu, B.G. (2010). Effects of geometry of ring spinning triangle on yarn torque: Part II: distribution of fiber tension within a yarn and its effects on yarn residual torque. *Textile Research Journal*, 80 (2), 116-123.
- Ishtiaque, S., Sharma, I. ve Sharma, S. (1993). Structural mechanics of siro yarns by microtomy. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 18, 116-119.

- İçoğlu, H. ve Kireççi, A. (2011). Investigation of the fastness properties and color values of cotton fabrics knitted from ring spun and sirospun yarns. *The Journal of Textile Institute*, 2 (102), 114-119.
- Kaushik, R. ve Bhatnagar, S. (1992). A comparison of quality aspects of fabrics knitted from two-ply and siro yarns. *Indian Journal of Fibre & Textile*, 17, 69-71.
- Kaynak, H. K. ve Çelik, H.İ. (2018). Thermophysiological comfort and performance properties of knitted fabrics produced from different spinning technologies, *The Journal of The Textile Institute*, 109 (4), 536-542.
- Kılıç, M., Kılıç, B.G. ve Okur, A. (2011). Eğirme sisteminin iplik özelliklerine etkileri. *Tekstil ve Mühendis*, 18 (81), 22-34.
- Kireççi, A., Kaynak, H.K ve İnce, M.E. (2011). Comparative study of the quality parameters of knitted fabrics produced from sirospun, single and two-ply yarns. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 19 (5), 82-86.
- Kim, H. A. (2017). Physical properties of ring, compact, and air vortex yarns made of PTT/wool/modal and wearing comfort of their knitted fabrics for high emotional garments, *The Journal of The Textile Institute*, 108 (9), 1647-1656.
- Klein, W. (1993) Spinning geometry and its significance, *International Textile Bulletin: Yarn Fabric Forming*, 139, 22-26.
- Klein, W. ve Stalder, H. (2011). *Rieter İplikçilik El Kitabı: Cilt 4 Ring İplikçiliği*. (E.Kırtay Çev.)Winterthur: Rieter Machine Works (Orijinal çalışma basım tarihi 2011)
- Kumar, A., Ishtiaque, S.M. ve Salhotora, K.R. (2003). Compact spinning- a critical review. *2003 ASME International Mechanical Engineering Congress & Exposition*. 59-68. Washington, USA.

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

Li, S.Y., Xu, B.G. ve Tao, M. (2010). Theoretical study on the geometric and dynamic performance of ring spinning triangle with finite element method. *AIP Conference Proceedings 1233*, 1011-1016.

Liu, S., Dai, J., Jia, H., Liu, X., ve Xu, B. (2012). Effect of sirospun spinning with a press bar top pin on qualities of flax/cotton blended yarn. *Textile Research Journal*, 82 (10), 985-993.

Liu, X., Liu, N. ve Su, X. (2015). Research on mechanical properties of the siro-spinning triangle using the Finite Element Method. *Textile Research Journal*, 85 (4), 416-431.

Liu, X., Liu, X. ve Su, X. (2015). Theoretical study on a spinning triangle with fiber superposition. *Textile Reseach Journal*, 45 (85), 1541-1552.

Liu,W., Yu,Y., Li, F. ve Zhao,Y. (2015). Stability and control of the convergence Point for two-strand yarn spinning. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 275, 1-7.

Liu, X. ve Su, X. (2016). Yarn hairiness on ring spinning with modified yarn path. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 41, 221-225.

Liu,X., Liu,N. ve Su,X. (2017). Research on mechanical properties of the siro-spinning triangle using the Finite Element Method. *Textile Research Journal*, 0 (00) 1–16.

Lu, Y., Wang, Y. ve Gao, W. Strength distribution superiority of compact-siro spun yarn. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 14, 1-8.

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

Marzoli. (b.t.). 17 Nisan 2020,
https://en.marzoli.camozzi.com/kdocs/1942729/Compact_System_Mac3000.pdf

Martindale, J.G. (1950). A review of the causes of the yarn irregularity. *Journal of the Textile Institute Proceedings*, 41 (7), 341-356.

Matsumoto, M., Matsumoto, Y., Kanai, H., Wakako, L. ve Fukushima, K. (2014), Construction of twin staple-core spun yarn with two points of yarn formation in one twisting process. *Textile Research Journal*, 84 (17), 1858–1866.

Matsumoto, Y., Kanai, H., Wakako, L., Morooka, H., Kimura, H., Fukushima, K. (2010). Exploratory Work on the Spinning Condition of the Structure of Staple-core Twin-spun Yarns. *Textile Research Journal*, 80 (11), 1056–1064 .

Matsumoto, Y., Kimura, H., Yamamoto, T., Matsuoko, T. ve Fukushima, K. (2009). Characteristics of novel triplet spun yarns made from fibers of differing fineness. *Textile Research Journal*, 79 (10), 947-952.

Miao, M., Cai, Z. ve Zhang, Y. (1993). Influence of machine variable on two-strand yarn spinning geometry . *Textile Research Journal*, 63 (2), 116-120.

Ömeroğlu, S. ve Ülkü, S. (2007). An investigation about tensile strength, pilling and abrasion properties of woven fabrics made from conventional and compact ring-spun yarns. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 15 (1), 39-42.

Örtlek, H., Kılıç, G. ve Bilgin, S. (2011). Comparative study on the properties of yarns produced by modified ring spinning method. *Industria Textila*, 3 (62), 129-133.

Plate, D. ve Feehan, J. (1974). *Aparatus and method for the manufacture of twisted and plied yarn*. US3844098A, United States Patent.

Raja, D., Prakash, C., Gunasekaran G. ve Koushik, C.V. (2015). A study on thermal properties of single-jersey knitted fabrics produced from ring and compact folded yarns, *The Journal of The Textile Institute*, 106 (4), 359-365.

Rajaney, P.S. (2008). *Comparitive analysis of compact spun and ring spun yarns*. Master Tezi, North Carolina State Üniversitesi, North Carolina.

Regar, M.L, Sinha, S.K. ve Chattopadhyay, R. (2018). Fibre distribution and packing in Eli-Twist, Siro and Ring spun TFO yarn. *Journal of the Institutuion of Engineers (India): Series E.*, 99 (2), 177-186.

Rieter *Business Model*, (2019). 18 Mart 2020, https://www.rieter.com/fileadmin/user_upload/investorlations/documents/business-model/rieter-business-model-2019.pdf.

Rieter *K47*. (b.t.). 17 Mart 2020, <http://erbel.com.tr/wp-content/uploads/2019/09/rieter-k47-compact-spinning-machine-brochure-92859-tr.pdf>

Rusca R.A. ve Brown R.S., 1956, Some historical and technical aspects of spinning, *Textile Research Journal*, 26 (6),460-469.

Saurer-Zinser *Impact Fx*. (b.t.). 17 Mart 2020, <http://pdf.directindustry.com/pdf/saurer-schlafhorst/zinser-451-impact-fx/172463-734411.html>

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

Sobachkin A ve Dumnov G. (2013). Numerical basis of CAD embedded CFD. *NAFEMS World Congress*, Salzburg, Avusturya, 1-18.

- Soltani, P. ve Johari, M. (2012a). A study on siro,solo,compact,and conventional ring-spun yarns. partII: yarn strength with relation to physical and structural properties of yarns. *The Journal of Textile Institute*, 9 (103), 921-930.
- Soltani, P. ve Johari, M.S. (2012b). A study on siro,solo,compact,and conventional ring-spun yarns. part 1: structural and migratory properties of the yarns. *The Journal of Textile Institute*, 6 (103), 622-628.
- Song, Y. (2016). *Comparison Between Conventional Ring Spinning and Compact Spinning*, Master Tezi, North Carolina State Üniversitesi, North Carolina.
- Stalder, H. (2014). *Rieter iplikçilik el kitabı, Cilt 6: Alternatif eğirme sistemleri*. Winterthur: Rieter Machine Works.
- Su X., Gao, W. ve Liu, X. (2016). Numerical simulation of flow field in complete condensing spinning: Effects of suction unit and guiding device. *Journal of Textile Institute*; 107, 811–824.
- Su X., Gao, W., Liu, X., Xie, C. ve Xu, B. (2013). Numerical simulation of a three-dimensional flow field in compact spinning with a perforated drum: Effect of a guiding device. *Textile Research Journal*, 83, 2093–2108.
- Su, X., Liu, X., ve Liu, X. (2018). Numerical simulation of flow field in the pneumatic compact spinning systems using finite element method. *International Journal of Clothing Science and Technology*.
- Su, X., Gao, W., Liu, X., Xie, C. ve Xu, B. (2015). Research on the compact-siro spun yarn structure. *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, 3 (111), 54-57.
- Su, X., Gao, W., Liu, X., Xie, C. ve Huang, B. (2013). Convergence point of three strand yarn spinning. *Fibres&Textiles in Eastern Europe*; 3 (99), 48-50.

Su, X. ve Liu, X. (2016). Study on spinning triangles in the common ring spinning and super draft ring spinning systems. *Fibers and Polymers*, 17 (6), 940-953.

Su, X. ve Liu, X. (2019). Theoretical research of spinning triangle division on spun yarn torque. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 31 (6), 839-855.

Sun, M. ve Cheng, K. (2000). Structure and properties of cotton sirospun yarns. *Textile Research Journal*, 70, 261-265.

Subramaniam, V., Srinivasamoorthi, V.R. ve Mohammed, M.R. (1989). Effect of precessing parameters on the properties of double rove-spun yarn produced on short staple spinning system. *Textile Research Journal*, 59, 762-767.

Suessen EliTe Compact, (b.t.). 17 Mart 2020
https://www.rieter.com/fileadmin/user_upload/products/documents/components/Compact_Spinning/Shortstaple_compact_spinning/suessen_elite_compactset_english.pdf

Temel, E. ve Çelik, P. (2010). A research on spinnability of 100% polyester and polyester-cotton blend sirospun yarns. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1, 23-29.

Toyota RX 300, (b.t.). 17 Mart 2020, http://kttm.toyota-industries.com/BROACHER_RX300.pdf.

TS EN ISO 13934-1 (2013). *Kumaşların Gerilme Özellikleri- Bölüm 1: En büyük kuvvetin ve en büyük kuvvet altında boyca uzamanın şerit yöntemiyle tayini*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

TS EN ISO 13936-1 (2004). *Dokunmuş tekstil mamullerindeki ipliklerin kaymaya karşı mukavemetinin tayini- Dikiş metodu- Bölüm 1*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü

TS EN ISO 13937-2 (2000). *Kumaşların yırtılma özellikleri- Bölüm-2: Pantolon biçimindeki deney numunelerinin yırtılma kuvvetinin tayini (tek yırtma metodu)*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü

TS EN 12947-2 (1998). *Martindale metoduyla kumaşların aşınmaya karşı dayanımının tayini –Bölüm 2: Numune kopması tayini*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

TS EN ISO 12945-2 (2002). *Tekstil- Kumaşlarda yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkinliğinin tayini- Bölüm 2: Geliştirilmiş Martindale metodu*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü

Tyagi, G.K., Rajdev, A., Mehta, M., Jain, S. ve Jindal, B.M. (1987). Contribution of fibre length, fibre linear density and strand spacing to physical and mechanical characteristics of siro-spun viscose yarns. *Indian Journal of Textile Research*, 12, 63-67.

UT6. (2020). *Uster Tester 6 Technical Data*. 21 Kasım 2020, https://www.uster.com/fileadmin/user_upload/customer/Products/Yarn_Testing/Uster_Tester_6_staple/UT6-S800_techdata_en_202003.pdf .

UTR5. (2020). *Uster Tensorapid 5 Technical Data*. 21 Kasım 2020, https://www.uster.com/fileadmin/user_upload/customer/Products/Yarn_Testing/Uster_Tensorapid/UTR5_techdata_en_202003.pdf .

Ünal, S. ve Ömeroğlu, S. (2013). Farklı sistemlerde direkt olarak elde edilmiş çift katlı iplik özelliklerinin örme kumaş özelliklerine etkileri. *Tekstil ve Mühendis*, 20 (91), 9-15.

Üte, T. ve Kadoğlu, H. (2009). Viskon sirospun ve ring ipliklerinin özelliklerinin karşılaştırılması. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3 (3), 12-23.

- Üte, T. ve Kadoğlu, H. (2013). A research on 100% pes sirospun yarns. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 23 (1), 11-15.
- Xia,Z., Guo, Q., Ye, W. ve Ding, C. (2017). Comparative study of fiber trapping by filaments in conventional and diagonal sirofil systems. *Textile Research Journal*, 88 (4), 1581-1592.
- Wang, Y., Yu, W. ve Wang, F. (2018). Strand-spacing dependency on the tensile response of tri-component elastic-conductive composite yarn. *Textile Research Journal*, 89 (7), 1237-1245.
- Ward, C. (2011). *Sirospun, CSIROpedia*. 24 Kasım 2016. <https://csiropedia.csiro.au/sirospun/>.
- Yıldız, B:S. ve Kılıç, M. (2017). An investigation on properties of siro-spun yarns. *Annals of University Orades Fasciles of Textile and Leatherwork*. 18, 131-136.
- Yinghui L, Xie C. ve Liu X. (2017). Comparative analysis of two kinds of pneumatic compact spinning using finite element method. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 29, 514–524.