ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Esin SARIOĞLU

MİKROFİLAMENT ÖZLÜ ŞTAPEL SARGILI İPLİKLER VE BU İPLİKLERDEN DOKUMA KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2015

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİKROFİLAMENT ÖZLÜ ŞTAPEL SARGILI İPLİKLER VE BU İPLİKLERDEN DOKUMA KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Esin SARIOĞLU

DOKTORA TEZİ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 17/12/2015 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/~~Oyçokluğu~~ ile Kabul Edilmiştir.

…….....	……	.....
Prof. Dr. Osman BABAARSLAN	Prof.Dr. Melih BAYRAMOĞLU	Prof.Dr. Nihat ÇELİK
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

…….....	…….
Prof.Dr. Suat CANOĞLU	Prof.Dr. Ali DEMİR
ÜYE	ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: MMF.2013.D.13

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

Bu tez çalışmasını dedem
Mehmet Ali HAMAMCIOĞLU'na
ithaf ediyorum.

Esin SARIOĞLU,2015

ÖZ

DOKTORA TEZİ

MİKROFİLAMENT ÖZLÜ ŞTAPEL SARGILI İPLİKLER VE BU İPLİKLERDEN DOKUMA KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Esin SARIOĞLU

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman :Prof. Dr. Osman BABAARSLAN
Yıl: 2015, Sayfa: 183
Jüri :Prof. Dr. Melih BAYRAMOĞLU
:Prof. Dr. Nihat ÇELİK
:Prof. Dr. Suat CANOĞLU
:Prof. Dr. Ali DEMİR

Günümüzde, tekstil sektöründe artan taleplerlere cevap verebilen birçok alternatif iplik üretim sistemlerinde farklı hammaddeler kullanılarak elde edilen fonsiyonel iplikler tercih edilir hale gelmiştir. Fonsiyonellik kazandırılmış iplik türlerinden biri kompozit iplik yapılarıdır. Kompozit ipliklerin üretimleri yeni veya modifiye edilmiş birçok eğirme sisteminde gerçeklebilmektedir. Kompozit bir iplik çeşidi olan özlü iplik, öz ve sargı bileşenlerinin bir araya getirilmesiyle bu iki bileşenin özelliklerinden aynı anda faydalanmak amacıyla geliştirilmiştir. Özlü iplik belirli bir bükümde sargı elyafının mono/multifilament ipliğin etrafına sarılmasıyla üretilmektedir.

Bu çalışmada, aynı doğrusal yoğunluğa ve farklı filament inceliklerine sahip tekstüre polyester filament öz olarak kullanılmıştır ve modifiye edilmiş ring eğirme sisteminde pamuk sargılı sert özlü iplikler üretilmiştir. Öz oranının iplik performans özellikleri üzerindeki etkisini belirleyebilmek amacıyla farklı numaralarda iplikler üretilmiştir. Buna ilaveten sert özlü iplik performans özellikleri ile karşılaştırmak amacıyla aynı üretim parametrelerinde konvansiyonel (%100 Pamuk) ipliklerin üretimleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, bu ipliklerin atkı ipliği olarak kullanılmasıyla aynı örtme faktöründe indigo boyalı denim kumaşlar üretilmiştir. Bu ipliklere ve denim kumaşlara çeşitli kalite testleri uygulanarak, filament inceliğinin ve iplik numarasının iplik kalitesi ve kumaş kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçların istatistiksel analizleri Design Expert paket programı yardımıyla yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mikrofilament, Sert Özlü İplik, Ring İplik Eğirme, Denim Kumaş, Kalite Kontrol

ABSTRACT

PhD THESIS

RESEARCH ON STAPLE COVERED MICROFILAMENT CORE-SPUN YARNS AND PROPERTIES OF FABRIC WOVEN FROM THESE YARNS

Esin SARIOĞLU

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF TEXTILE ENGINEERING

Supervisor :Prof. Dr. Osman BABAARSLAN
Year: 2015, Pages: 183
Jury :Prof. Dr. Melih BAYRAMOĞLU
:Prof. Dr. Nihat ÇELİK
:Prof. Dr. Suat CANOĞLU
:Prof. Dr. Ali DEMİR

Nowadays, to respond the increasing demand in textile sector, functional yarns which can be produced by using different raw materials on various yarn production systems become preferable. One of the functional yarns is composite yarn types. Composite yarns production can be possible in various new spinning systems or modified spinning sytems. Core-spun yarn which is a type of composite yarns is developed to exploit core and sheath components with different properties such an optimum way at the same time by combining of these components. Core-spun yarn can be produced by wrapping sheath fibers around mono/multifilament core with a certain twist.

In this study, textured PES filaments with the same linear density and different filament finenesses were used as core and cotton covered hard core-spun yarns were produced on modified ring spinning system. To determine the effect of core ratio on yarn performance, hard core-spun yarns with different yarn number were produced. In addition, conventional (100% Cotton) yarns were produced at the same production parameters to compare core-spun yarns performance. Furthermore, indigo dyed denim fabrics were produced at the same cover factor with using these yarns as weft. The effect of filament fineness and yarn number on yarn and fabric quality has been investigated by applying different quality control tests. The results derived from tests has been statistically analyzed with the aid of Design-Expert statistics package program.

Keywords: Microfilament, Hard Core-Spun Yarn, Ring Spinning, Denim Fabric, Quality Control

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmamda, değerli bilgi ve tecrübeleriyle çalışmalarıma yön veren, akademik desteğini ve bilimsel katkılarını hiçbir zaman esirgemeyen, çok yoğun olan temposuna rağmen çalışmama değerli zamanını ayıran, bu çalışmanın ortaya çıkmasında ki en büyük paya sahip, daima minnet ile hatırlayacağım ve öğrencisi olmaktan gurur duyacağım danışman hocam Sayın Prof. Dr. Osman BABAARSLAN'a en içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme komitesi üyesi olmayı kabul ederek değerli zamanlarını ayıran ve çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Melih BAYRAMOĞLU'na ve Sayın Prof. Dr. Nihat Çelik**'**e saygı ve minnet duygularımla birlikte ayrı ayrı teşekkür ederim.

Doktora tezi jüri üyelerinden Sayın Prof. Dr. Suat CANOĞLU'na ve Sayın Prof. Dr. Ali DEMİR'e tezime yapıcı ve yönlendirici fikirleriyle katkıda bulundukları için saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışması kapsamında kullanılan filament iplikleri sağlayan ve destek veren Korteks Mensucat Sanayi ve Tic. A.Ş.. firmasından Sayın Mutlu SEZEN'e teşekkür ederim. Üretimdeki yoğunluklarına rağmen tez çalışmasında kullanılan ipliklerin Karacasu Tekstil Tic. ve San. A.Ş. firmasının Yönetim Kurulu Başkanı Sayın Mehmet Fethi ARİFİOĞLU, Genel Müdür Sayın Fatih IŞIK, Fabrika Müdürü Sayın Cengiz ÇAĞLAR ve Kalite Güvence Şefi Sayın Neslihan BOZDAN'a sonsuz şükranlarımı sunarım. Yoğun iş tempolarına rağmen ipliklerin kalite özelliklerinin belirlenmesinde değerli zamanlarını ayıran Selçuk İplik San ve Tic. A.Ş Fabrika müdürü Sayın Kadir ÇOLAK ve Sayın Ayşe GÜNAL, Sayın Emrah ÇOT ve Sayın Tülin KAYA'ya ve laboratuvar çalışanlarına minnet ve teşekkürlerimi sunarım. İpliklerin denim dokuma kumaş üretimlerini gerçekleştiren BOSSA Tekstil İşletmeleri AR-Ge biriminde çalışan meslektaşlarıma ve özellikle Sayın Meryem ÜNAL, Sayın Murat KARATAŞ ve Sayın Serdal SIRLIBAŞ'a teşekkür ederim.

Çalışma süresince Gaziantep Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nün laboratuvar imkânlarından yararlanmama izin veren Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Mehmet TOPALBEKİROĞLU'na saygılarımı sunar, onun nezdinde bölüm akademik ve idari personeline teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında gösterdikleri ilgi ve desteklerinden dolayı Tekstil Mühendisliği Bölümü Akademik ve İdari personeline teşekkür ederim. Çalışmalarım sırasında desteklerinden ve katkılarından dolayı değerli arkadaşlarım Yrd. Doç. Dr. Halil İbrahim ÇELİK ve Yrd. Doç. Dr. Deniz VURUŞKAN ve Yrd Doç. Dr. Hatice Kübra KAYNAK'a en içten sevgi ve saygılarımı sunarım. Manevi desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Cennet İlknur TAŞKIN ve Şefika KANKAYA'ya teşekkür ederim. Hayatımın her döneminde ve özellikle doktora çalışmalarım sırasındaki yoğun günlerimde sonsuz sevgileriyle, maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan, aile fertlerime özellikle üzerimde büyük emeği olan annem Nursel SARIOĞLU ve anneannem Aliye HAMAMCIOĞLU'na sonsuz şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
İÇİNDEKİLER IV
ÇİZELGELER DİZİNİ VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ X
1. GİRİŞ 1
1.1. Mikrolif Üretim Yöntemleri 4
1.1.1. Konvansiyonel Yöntemle (Eriyikten Lif Çekme) PES Filament/ Microfilament Üretimi 5
1.2. Yalancı Büküm Tekstüre (False-Twist Texturing) İplik Üretimi 9
1.3. Kompozit İplikler 13
1.3.1. Özlü İplik Üretim Yöntemleri 15
1.3.1.1. Friksiyon Eğirme Sisteminde Özlü İplik Üretimi 16
1.3.1.2. Air-Vortex İplik Eğirme Sisteminde Özlü İplik Üretimi 18
1.3.1.3. O.E. Rotor İplik Eğirme Sisteminde Özlü İplik Üretimi 19
1.3.1.4. Ring İplik Eğirme Sisteminde Özlü İplik Üretimi 20
1.4. Denim Kumaşlar 23
1.5. Çalışmanın Önemi ve Amacı 25
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 29
3. MATERYAL VE METOD 43
3.1. Materyal 43
3.1.1. Sert Özlü İplik ve Konvansiyonel Ring İplik Üretimi 45
3.1.2. Denim Kumaş Üretimi 47
3.1.2.1. Kumaş Örtme Faktörü Hesaplama 49
3.2. Metod 53
3.2.1. Tekstüre PES Filament İpliklere Uygulanan Testler 53
3.1.2.1. Termal Analiz 53

3.2.2. Sert Özlü İpliklere ve Konvansiyonel Ring İpliklere Uygulanan Testler 56
3.2.2.1. İplik Numara Tayini 56
3.2.2.2. İplik Büküm Tayini 56
3.2.2.3. İplik Kopma Mukavemeti ve Kopma Uzaması Tayini 57
3.2.2.4. İplik Düzgünsüzlüğü Tayini 58
3.2.2.5. İplik Hataları ve Uster® Tüylülük Tayini 59
3.2.2.6. İplik Sürtünme Özellikleri Tayini 59
3.2.2.6.(1). İplik-İplik Sürtünme Tayini 61
3.2.2.6.(2). İplik-Metal Sürtünme Tayini 62
3.2.2.7. İplik Canlılığı (Büküm Canlılığı) Tayini 63
3.2.3. Kumaşlara Uygulanan Testler 64
3.2.3.1. Çözgü ve Atkı Sıklık Tayini 64
3.2.3.2. Krimp Tayini 65
3.2.3.3. Kumaş Kalınlık Tayini 66
3.2.3.4. Kumaş Gramaj Tayini 66
3.2.3.5. Kumaş Kopma Kuvveti ve Kopma Uzaması Tayini 67
3.2.3.6. Kumaş Yırtılma Mukavemet Tayini 68
3.2.3.6.(1). Statik Yırtılma Mukavemet Tayini 68
3.2.3.6.(2). Dinamik Yırtılma Mukavemet Tayini 69
3.2.3.7. Hava Geçirgenliği Tayini 70
3.3. Kullanılan İstatistiksel Paket Programı 72
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 77
4.1. PES Filament İplik Özelliklerinin Değerlendirilmesi 77
4.1.1. PES Filament İplik Canlılığı Ölçüm Sonuçları 77
4.1.2. PES Filament İpliklerin Termal Analiz Ölçüm Sonuçları 79
4.2. Sert Özlü ve Konvansiyonel Ring İplik Özelliklerinin Değerlendirilmesi ... 80
4.2.1. İplik Numarası ve İplik Bükümü Ölçüm Sonuçları 80
4.2.2. İplik Kopma Mukavemeti ve Kopma Uzaması Ölçüm Sonuçları..... 82
4.2.3. İplik Düzgünsüzlüğü (%CVm) Ölçüm Sonuçları 95
4.2.4. İplik Hataları Ölçüm Sonuçları 100

4.2.4.1. İnce Yer (-%40) Hatası Sonuçları 101
4.2.4.2. Kalın Yer (+%50) Hatası Sonuçları 105
4.2.4.3. Neps (+%200) Hatası Sonuçları 109
4.2.5. İplik Tüylülüğü Ölçüm Sonuçları 113
4.2.6. İplik Sürtünme Ölçüm Sonuçları 119
4.2.7. İplik Canlılığı Ölçüm Sonuçları 124
4.3. Kumaş Özelliklerinin Değerlendirilmesi 129
4.3.1. Atkı Yönü Kumaş Kopma Kuvveti ve Kopma Uzaması Ölçüm Sonuçları 132
4.3.2. Kumaş Yırtılma Özelliklerinin Değerlendirilmesi 142
4.3.2.1. Atkı Yönü Kumaş Statik Yırtılma Ölçüm Sonuçları 143
4.3.2.2. Atkı Yönü Kumaş Dinamik Yırtılma Ölçüm Sonuçları 147
4.3.3. Hava Geçirgenliği Ölçüm Sonuçları 152
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 159
5.1. Sonuç ve Değerlendirme 159
5.2. Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler 166
KAYNAKLAR 169
ÖZGEÇMİŞ 183

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 1.1. Doğrusal yoğunluğa göre elyafların sınıflandırılması 3
Çizelge 1.2. Sert özlü ve elastan özlü ipliklerin özellikleri..... 21
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan PES filament ipliklerin özellikleri..... 44
Çizelge 3.2. Sargı olarak kullanılan pamuk lif özellikleri (Uster® HVI) 44
Çizelge 3.3. Sert özlü iplik ve konvansiyonel ring iplik üretim parametreleri 47
Çizelge 3.4. Çözgüde kullanılan pamuk lif (Uster® HVI) ve iplik özellikleri 48
Çizelge 3.5. Çözgü ipliği dokuma hazırlık işlem basamakları..... 48
Çizelge 3.6. Kumaş üretimi için hesaplanan kumaş örtme faktörü..... 52
Çizelge 3.7. Deneysel tasarım 74
Çizelge 4.1. Tekstüre PES filament ipliklerin termal analiz sonuçları 80
Çizelge 4.2. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin ölçülen iplik numara ve iplik büküm tablosu 81
Çizelge 4.3. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri 83
Çizelge 4.4. Kopma mukavemeti için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi 87
Çizelge 4.5. Kopma mukavemeti için indirgenmiş kübik model ANOVA tablosu 88
Çizelge 4.6. Kopma uzaması için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi 93
Çizelge 4.7. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin iplik %CVm değerleri..... 96
Çizelge 4.8. %CVm değerleri için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi ... 98
Çizelge 4.9. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin iplik hataları tablosu 101
Çizelge 4.10. İnce yer hatası (-%40) için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi 103
Çizelge 4.11. Kalın yer hatası (+%50) için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi 107

Çizelge 4.12. Neps hatası (+%200) için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi 111
Çizelge 4.13. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin tüylülük değerleri 114
Çizelge 4.14. İplik tüylülüğü için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi ... 117
Çizelge 4.15. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin sürtünme özellikleri 121
Çizelge 4.16. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin iplik canlılığı test sonuçları 125
Çizelge 4.17. İplik canlılığı için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi 127
Çizelge 4.18. Denim kumaşların ölçülen yapısal özellikleri..... 131
Çizelge 4.19. Denim kumaşların kopma kuvveti ve kopma uzaması ölçüm sonuçları 133
Çizelge 4.20. Atkı yönü kopma kuvveti için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi 135
Çizelge 4.21. Atkı yönü kopma uzaması için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi 139
Çizelge 4.22. Denim kumaşların statik ve dinamik yırtılma kuvveti ölçüm sonuçları 142
Çizelge 4.23. Atkı yönü statik yırtılma kuvveti için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi 145
Çizelge 4.24. Atkı yönü dinamik yırtılma kuvveti için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi..... 149
Çizelge 4.25. Denim kumaşların hava geçirgenliği ölçüm sonuçları..... 152
Çizelge 4.26. Hava geçirgenliği için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi 155

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. 2014 yılı dünya lif üretimi 2
Şekil 1.2. Yıllara göre dünya lif üretimi..... 2
Şekil 1.3. Mikrolif üretim yöntemleri 5
Şekil 1.4. Eriyikten lif çekme yönteminin şematik gösterimi 6
Şekil 1.5. Tekstüre makinesinde iplik geçiş yolları..... 10
Şekil 1.6. Puntalama prensibi 12
Şekil 1.7. Filament özlü ştapel sargılı özlü iplik yapısı 14
Şekil 1.8. Dref 2000 iplik eğirme makinesi..... 17
Şekil 1.9. Friksiyon iplikçiliğinde silindirlerin temas bölgesinde ince ve kalın ipliklerin yerleşimi 17
Şekil 1.10. Vortex iplik eğirme sistemi..... 18
Şekil 1.11. O.E. rotor makinesinde elastan özlü iplik üretim prensibi..... 19
Şekil 1.12. Elastan özlü O.E. ipliğinde liflerin yapı içerisine dahil edilmesi..... 19
Şekil 1.13. Ring iplik eğirme makinesinde elastan özlü iplik üretim prensibi..... 20
Şekil 1.14. Ring iplik eğirme makinesinde sert özlü iplik üretim prensibi 21
Şekil 1.15. 3/1 Z dimi kumaş yapısı..... 24
Şekil 1.16. Ürünler itibarıyla Türkiye'nin denim giysi ihracatı 24
Şekil 3.1. İplik üretimi için işlem akışı 46
Şekil 3.2. Kumaş örtme faktörü hesaplanması prensibi 50
Şekil 3.3. DSC cihazı 54
Şekil 3.4. DSC termogramı 55
Şekil 3.5. Uster® Tensorapid 3 test cihazı..... 57
Şekil 3.6. Uster® Tester 4 düzgünsüzlük cihazı 58
Şekil 3.7. Lawson Hemphill CTT iplik sürtünme test cihazı 60
Şekil 3.8. Bükülmüş iplik yöntemi..... 61
Şekil 3.9. İplik-metal sürtünme testi (A) ipliğin test öncesindeki konumu, (B) ipliğin test sırasındaki konumu..... 62
Şekil 3.10. İpliğin kendi üzerine kıvrılması 64
Şekil 3.11. Dokuma kumaşta iplik kıvrımının görünümü..... 65

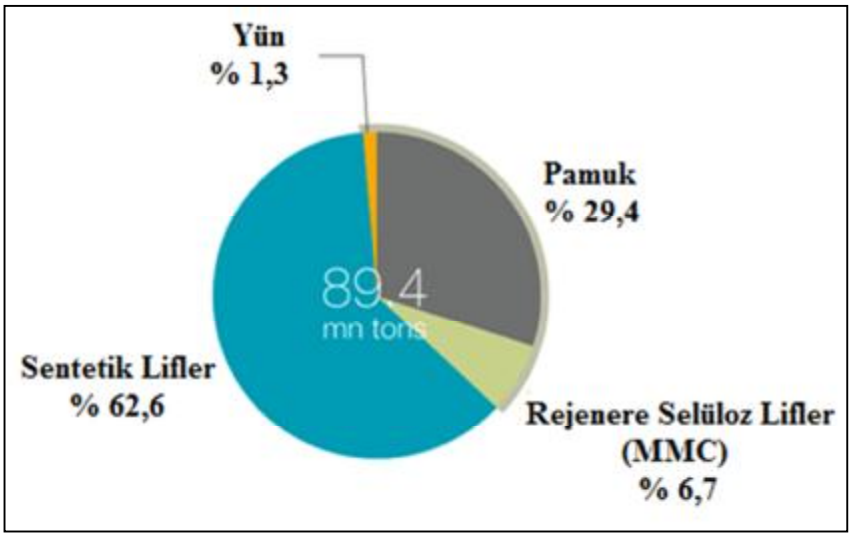
Şekil 3.12. Dijital kalınlık ölçüm cihazı 66
Şekil 3.13. Mukavemet test cihazı ve kopma mukavemet-kopma uzama testinin yapılışı 67
Şekil 3.14. Mukavemet test cihazı ve statik yırtılma testinin yapılışı 69
Şekil 3.15. Elmetear dijital yırtılma mukavemet test cihazı ve dinamik yırtılma mukavemet testinin yapılışı 70
Şekil 3.16. Kumaş kalınlığı boyunca hava geçişi 71
Şekil 3.17. Hava geçirgenliği test cihazı 72
Şekil 4.1. PES filament ipliklerin iplik canlılığı grafiği 78
Şekil 4.2. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin kopma mukavemeti sütun grafiği 84
Şekil 4.3. İplik kopma mukavemeti için indirgenmiş kübik model uygunluk grafikleri 90
Şekil 4.4. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin kopma uzaması sütun grafiği 91
Şekil 4.5. İplik kopma uzaması için indirgenmiş kübik model uygunluk grafikleri 95
Şekil 4.6. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin %CVm sütun grafiği 97
Şekil 4.7. %CVm için indirgenmiş kübik model uygunluk grafikleri 100
Şekil 4.8. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin ince yer hatası (-%40) sütun grafiği 102
Şekil 4.9. İnce yer hatası (-%40) için indirgenmiş kuadratik model uygunluk grafikleri 104
Şekil 4.10. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin kalın yer hatası (+%50) sütun grafiği 106
Şekil 4.11. Kalın yer hatası (+%50) için indirgenmiş kuadratik model uygunluk grafikleri 108
Şekil 4.12. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin neps hatası (+%200) sütun grafiği 110

Şekil 4.13. Neps hatası (+%200) için indirgenmiş kübik model uygunluk grafikleri 112
Şekil 4.14. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin tüylülük sütun grafiği 115
Şekil 4.15. Tüylülük için indirgenmiş kuadratik model uygunluk grafikleri 119
Şekil 4.16. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin iplik-iplik sürtünme katsayısı (μ) sütun grafiği 122
Şekil 4.17. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin iplik-metal sürtünme katsayısı (μ) sütun grafiği 123
Şekil 4.18. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin iplik canlılığı sütun grafiği 125
Şekil 4.19. İplik canlılığı için kuadratik model uygunluk grafikleri 129
Şekil 4.20. Denim kumaşların atkı yönü kopma kuvveti sütun grafiği 134
Şekil 4.21. Atkı yönü kopma kuvveti için indirgenmiş kübik model uygunluk grafikleri 137
Şekil 4.22. Denim kumaşların atkı yönü kopma uzaması sütun grafiği 138
Şekil 4.23. Atkı yönü kopma uzaması için indirgenmiş kübik model uygunluk grafikleri 141
Şekil 4.24. Denim kumaşların atkı yönü statik yırtılma kuvveti sütun grafiği 143
Şekil 4.25. Atkı yönü statik yırtılma kuvveti için indirgenmiş kübik model uygunluk grafikleri 147
Şekil 4.26. Denim kumaşların atkı yönü dinamik yırtılma kuvveti sütun grafiği ... 148
Şekil 4.27. Atkı yönü dinamik yırtılma kuvveti için indirgenmiş kübik model uygunluk grafikleri 151
Şekil 4.28. Denim kumaşların hava geçirgenliği sütun grafiği 153
Şekil 4.29. Denim kumaşların hava geçirgenliği çizgi grafiği 154
Şekil 4.30. Hava geçirgenliği için indirgenmiş kübik model uygunluk grafikleri .. 157

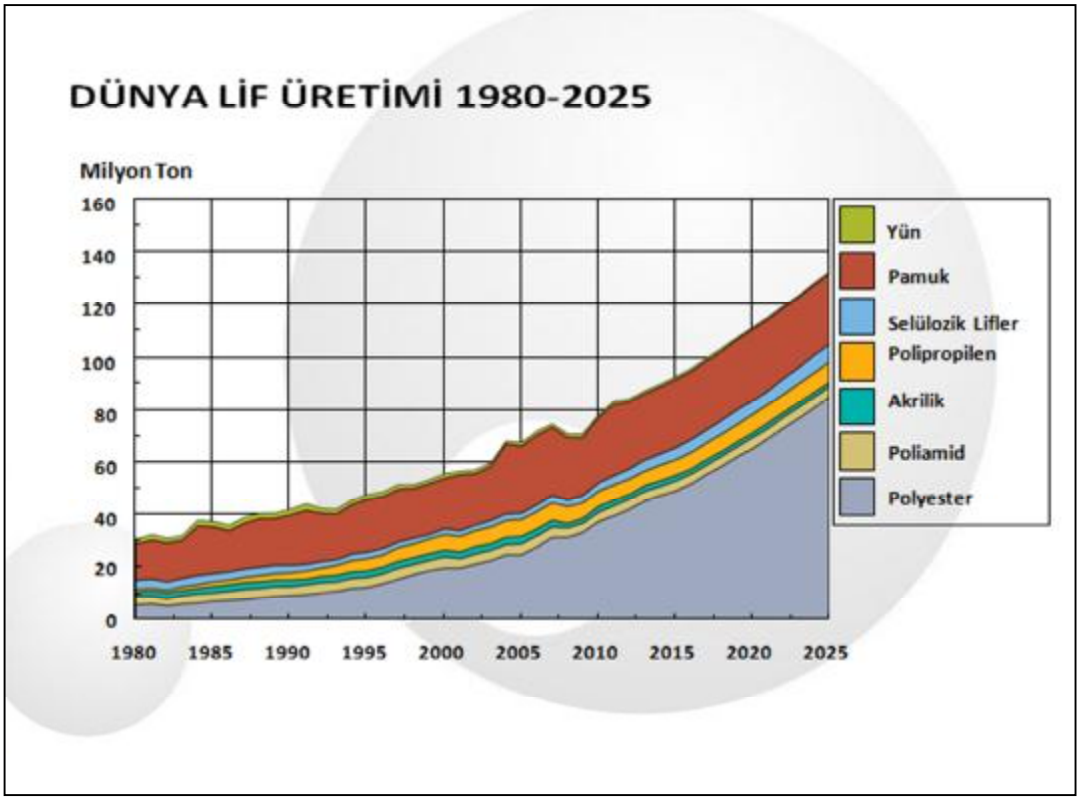
1. GİRİŞ

Günümüzde, yaşam standardını ve sanayi yapısını geliştirmeye devam eden ülke statüsünde bulunan Türkiye'de tekstil ve hazır giyim sektörü, ihracattaki payı ve üretim sürecinde yaratılan katma değer açısından vazgeçilmez bir sektördür. Ancak, dünya genelinde ticaretin artması ve teknolojik gelişmeler ile birlikte tekstil sektöründe kalite ve fiyat konusunda yoğun bir rekabet yaşandığı görülmektedir. Türkiye, tekstil ve hazır giyim sektörü doğu ülkelerinin düşük maliyetli üretimleri ve batı ülkelerinin kaliteli ürünleri ile rekabet etmek zorunda kalmaktadır. Firmalar gerek teknolojik gelişmelere kolay adapte olmaları gerekse farklı özelliklere sahip yeni hammaddeleri kullanmaları açısından estetik ve konforlu fonksiyonel ürünler üretmekte ve rekabet güçlerini arttırmaktadır.

Günümüzde, kimyasal yollarla fonksiyonel özellikler kazandırılarak elde edilen sentetik liflerin yüksek mukavemet, yüksek aşınma dayanımı, ucuz ve kolay elde edilebilirlikleri vb. sahip oldukları performans özellikleri sayesinde doğal liflere rakip konumundadırlar ve tekstil sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Küresel ihtiyaçlar doğrultusunda fonksiyonel ürünlerin gelişmesiyle birlikte sentetik lif üretimi dünya pazarında büyük bir kapasiteye sahip olmuştur. Şekil 1.1'de gösterilen 2014 yılına ait dünya lif üretiminin %62,6'lık kısmını yani 55,96 milyon tonunu sentetik lifler oluşturmaktadır (http://www.lenzing.com). Sentetik lif üretimindeki yükselen trendi, Şekil 1.2'de 1980-2025 yılları arasında değişen dünya lif üretim grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 1.1. 2014 yılı dünya lif üretimi (http://www.lenzing.com)



Şekil 1.2. Yıllara göre dünya lif üretimi (http://www.apic2014.com)

Şekil 1.2'de dünya lif üretim grafiği incelendiğinde, sentetik lifler arasında yüksek üretim kapasitesi ile pazara hakim durumda olan PES lifinin üretiminin tüketimle birlikte artarak devam edeceği öngörülmektedir. PES lifinin düşük maliyetli, kolay işlenebilir, yüksek mukavemetli, kolay yıkanabilme ve çabuk kuruyabilme vb. sahip olduğu özellikleri sayesinde bluz, elbise, ceket, spor kıyafetleri, takım elbise, gömlek, pantolon, yağmurluk, çocuk giyimi, bayan iç çamaşırı gibi hazır giyim ürünlerinin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Günümüzde sentetik lif üretimindeki gelişmelerle birlikte mikro boyutlara indirgenmiş lif çaplarına sahip kesikli veya filament ipliklerinin üretimi gerçekleştirilmektedir.

Bir mikrolif; doğrusal yoğunluğu yaklaşık 1 dtex (0,9 denye) olan bir lif veya filament olarak tanımlanmaktadır (Mukhopadhyay, 2002; Mukhopadhyay ve Ramakrishnan, 2008; Kale, 2010; Kaynak ve Babaarslan, 2010; Kaynak, 2013; Purane ve Panigrahi, 2007; Gün, 2011; Jaffe ve East, 2007). Başka bir deyişle, 0,3-1 dtex arasında değişen doğrusal yoğunluğa sahip olan liflere mikrolifler denilmektedir. Çizelge 1.1'de elyafların doğrusal yoğunluklarına göre elyafların sınıflandırılması gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. Doğrusal yoğunluğa göre elyafların sınıflandırılması (Purane ve Panigrahi, 2007; Kale, 2010; İlksöz ve ark., 2008)

Elyaf Sınıflandırması	**Elyaf Doğrusal Yoğunluğu, (dtex)**
Kalın	>7
Orta (Konvansiyonel)	7,0-2,4
İnce	2,4-1,0
Mikrolifler	1,0-0,3
Süper mikrolifler	<0,3

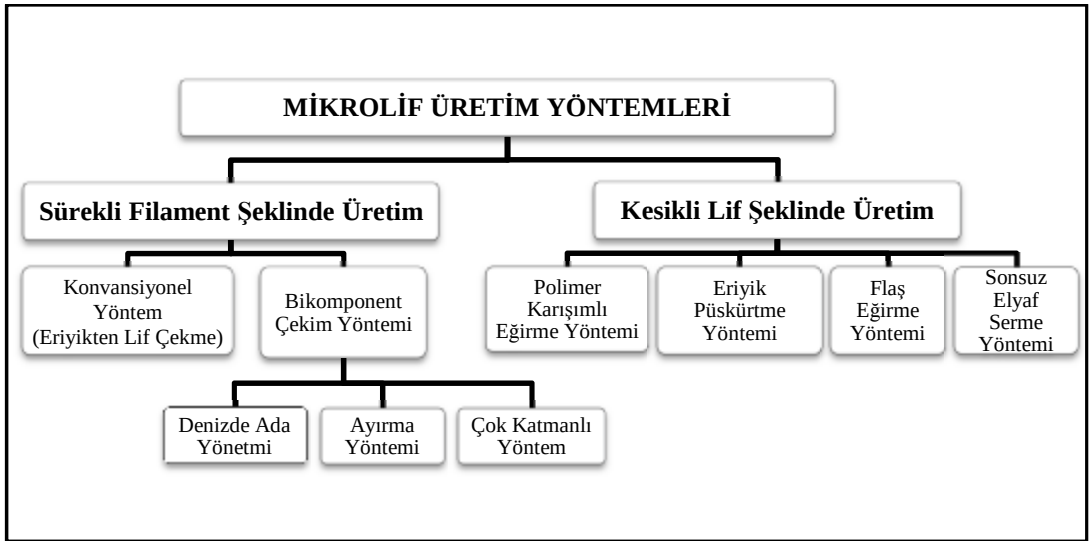
Mikrolifler; sahip oldukları yüksek mukavemet, yüksek sıvı emme kapasitesi, yüksek seviyede konfor sağlaması, yumuşak, hafif olması, kolay yıkanabilir, kuru temizleme yapılabilir ve çevre dostu olması gibi özellikleri sayesinde tekstil endüstrisinin birçok alanında gelişerek kullanılmaya devam edecek gibi görünmektedir. Tekstil alanında yaygın olarak kullanılan mikroliflerden en önemlileri PES ve polyamid (Nylon®) mikroliflerdir. Trevia®, Finesse®, Fortel®,

Dupont's Micropmattique® ve Shingosen® PES mikroliflerin ticari isimleri olarak geçmektedir. Çoğu PES mikrolifleri tekstüre edilmiş veya düz olarak filament formda üretilmektedir. Supplex®, Microfibre®, Tactel Micro® ise nylon mikroliflerinin ticari isimlerinden bir kaçı olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer önemli mikrolif çeşitleri ise akrilik, polipropilen ve selüloz mikrolifleridir (Kale, 2010). Mikrolifler; dış giysilik, spor kıyafetler, filtrasyon, ev tekstilleri, tıbbi tekstiller, temizlik bezi alanlarında kullanılmaktadır (Kale, 2010; Kaynak, 2013; Purane ve Panigrahi, 2007).

Mikrolifler kullanım alanına göre kesikli veya filament formda dokuma, örme ve nonwoven gibi ürünlerin yapısında kullanılabilmektedir. Kesikli olarak üretilen mikrolifler %100 olarak veya başka lifler ile karıştırılarak çeşitli iplik eğirme sistemlerinde iplik formuna getirilmektedirler. Bu ipliklere daha sonra dokuma veya örme işlemleri ile kumaş formu kazandırılmaktadır. Mikrofilament iplikler ise kullanım alanına göre hacim kazandırılarak aynı şekilde dokuma veya örme kumaş üretiminde kullanılmaktadırlar. Hacim kazandırmak amacıyla mikrofilamentler tekstüre işleminden geçirilerek tekstüre iplik formunu almaktadırlar. Tekstüre iplik, farklı yöntemler uygulanarak elde edilen aynı doğrusal yoğunluğa ve aynı filament inceliğine sahip konvansiyonel filament ipliğine göre daha hacimli ve kıvrımlı ipliğe verilen genel bir terimdir. Tekstüre işlemi fiziksel, kimyasal, ısıl veya bunların kombinasyonu ile birçok farklı sistemde sağlanabilmektedir (Yıldırım, 2007). Yalancı büküm tekstüre yöntemi (false-twist texturing), mikrofilament ipliklere hacim kazandırmak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Mukhopadhyay ve Ramakrishnan, 2008; Mukhopadhyay, 2002; Purane ve Panigrahi, 2007).

1.1. Mikrolif Üretim Yöntemleri

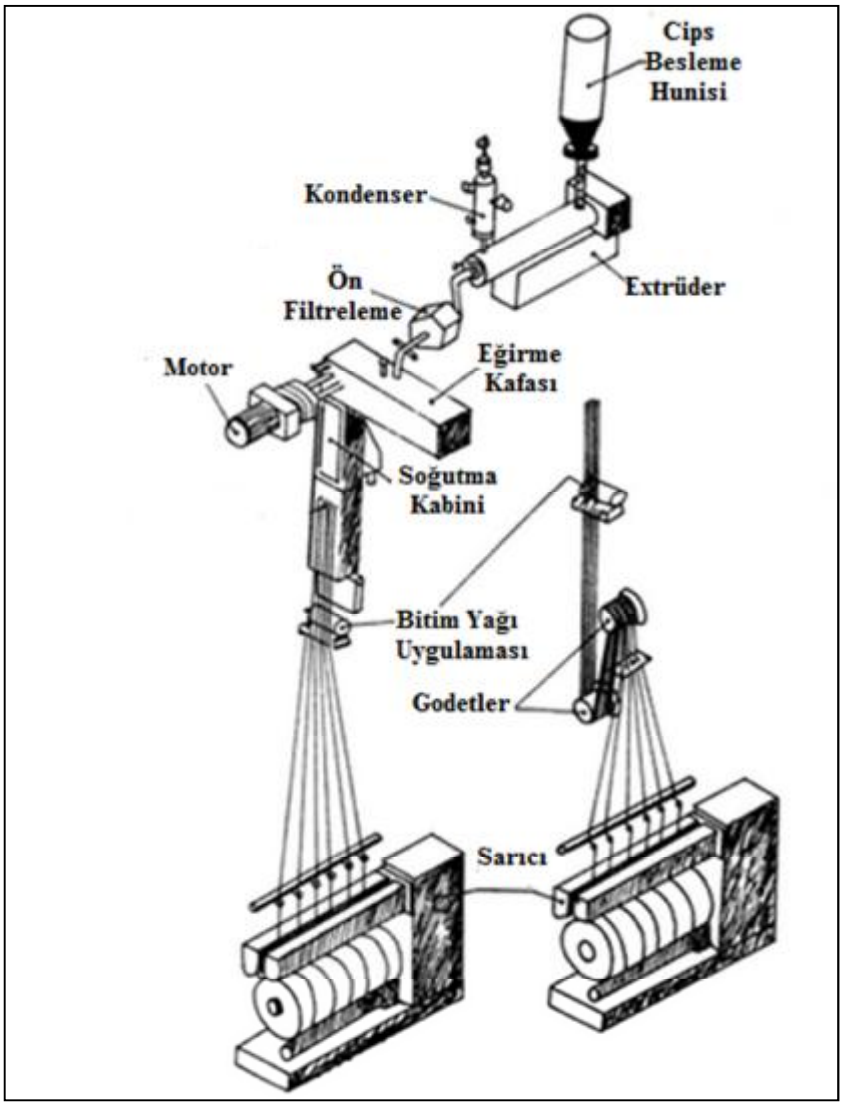
Mikrolif üretim yöntemleri Şekil 1.3'de gösterildiği gibi sürekli filament ve kesikli lif şeklinde sınıflandırılmaktadır. Tez çalışması kapsamında, farklı filament inceliğine sahip PES filament ipliklerin üretimleri konvansiyonel yönteme (eriyikten lif çekme) göre gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla, eriyikten lif çekme yöntemi ayrıntılı olarak verilecektir.



Şekil 1.3. Mikrolif üretim yöntemleri (Gün, 2011)

1.1.1. Konvansiyonel Yöntemle (Eriyikten Lif Çekme) PES Filament/ Microfilament Üretimi

Eriyikten lif çekme; basit, üretim kirliliğine yol açmayan ve ekonomik bir yöntem olup filament üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Teke, 2010; Rawal ve Mukhopadhyay, 2014). Eriyikten lif çekme yöntemi şematik olarak Şekil 1.4'de gösterilmiştir.



Şekil 1.4. Eriyikten lif çekme yönteminin şematik gösterimi (Gupta, 1997)

Şekil 1.4’ de görüldüğü gibi eriyikten lif çekme yöntemi aşağıdaki işlem basamaklarını içermektedir;

- Cips halinde besleme cips besleme hunisinde gerçekleşir.
- Cips ısının etkisiyle ekstruder içinde faz değiştirerek eriyik hale gelir ve ekstruder vidası tarafından ön filtreleme bölgesine doğru sevk edilir.
- Ön filtrelemede kaba filtre kullanılarak eriyik içerisindeki büyük parçalı tortular ve yabancı maddeler uzaklaştırılır.

- Daha sonra eğirme kafasına gelen eriyik haldeki polimer pompalar tarafından filtrelere gönderilir.
- Eriyik haldeki polimer filtreler sayesinde hassas bir şekilde yabancı maddelerden temizlenerek düzelere sevk edilir.
- Daha sonra düze deliklerinden dışarıya çıkar.
- Düzeden çıkan polimer soğutma kabinindeki soğuk ve kontrollü hava akışı ile katılaşmaya başlar.
- Her bir düzeden birbirlerine paralel şekilde çıkan filamentler soğutma veya katılaştırma işleminden sonra bir araya getirilir. Filamente anti-statik özellik vermek amacıyla yüzeyini tamamen kaplayacak şekilde bitim yağı verilir. Bu sayede, filamenti oluşturan her bir monofilamentin birbirine tutunabilmesi sağlanmaktadır.
- Eğer ihtiyaç duyulursa, basınçlı hava ile filamentlerin belirli aralıklarla bir araya gelmeleri sağlanır. Bu işleme "puntalama" denilmektedir.
- Daha sonra "godet" adı verilen çekim silindirlerinde çekme işlemine tabi tutulan filamentler bobine sarılır (Teke, 2010; East, 2005; Rawal ve Mukhopadhyay, 2014; Jaffe ve East, 2007; Andreoli ve Freti, 2004; Gupta, 1997; Özkan, 2008).

Filamentlerin bobine sarım hızı, onların kullanım yerini belirlemektedir. Farklı sarım hızlarında üretilen filamentlerin sınıflandırılması filamentlerin oryantasyon derecesine göre yapılmaktadır. Çünkü sarım hızının artmasıyla birlikte filament içerisindeki amorf bölge oranı azalmakta kristallin bölge oranı artmaktadır. Yapısında kristalin bölge oranının artması filamenti daha kararlı ve daha mukavemetli hale getirmektedir. PES filament baz alınarak, sarım hızlarına göre tanımlanmış farklı yapı ve özellikteki iplikler aşağıda verilmiştir.

- LOY (Low Oriented Yarn) 1000-1800 m/min (m/dk) hızla üretilmiş ipliktir. Düşük oryante olmuş sürekli filament iplik olarak adlandırılmaktadır. Moleküllerin oryantasyonu çok düşüktür.

- MOY (Medium Oriented Yarn) 1800-2800 m/dk hızla üretilmiş ipliktir. Moleküller kısmen oryante olmuştur.
- POY (Partially Oriented Yarn) 2800-4000 m/dk hızla üretilmiş ipliktir. Kısmi oryante olmuş sürekli filament iplikler olarak isimlendirilmektedir. MOY ipliklere göre moleküler oryantasyon daha yüksektir. Bu iplikler, çekim veya tekstüre işlemi uygulanarak piyasaya sunulur.
- HOY (Highly Oriented Yarn) 4000-6000 m/dk sarım hızlarında üretilmiş ipliktir. Moleküller yüksek oranda oryante olmuş durumdadır.
- FOY (Fully Oriented Yarn ya da FDY (Fully Drawn Yarn (Tamamen çekimli iplik)) 6000 m/dk ve üzerindeki hızlarında üretilmiş ipliktir. Moleküller tamamiyle oryante olmuş durumdadır (Erez, 2011; Çirkin, 2006; Andreoli ve Freti, 2004; Yıldırım,2007).

Sahip oldukları düşük filament inceliklerinden dolayı mikrofilamentlerin eriyikten çekim yöntemiyle üretilmesi aşamasında aşağıdaki problemler yaşanabilmektedir;

- Filament kopması,
- Filament boyunca kalınlık değişimi,
- Düze tıkanması,
- İplik yapısındaki filamentlerde kalınlık farklılığı.

Mikrofilamentler konvansiyonel filamentlerden daha düşük filament inceliğine sahip olduğu için eriyikten çekim yöntemi sırasında aşağıdaki önlemlerin alınması gerekmektedir.

- Yüksek sıcaklıklarının uygulanmasıyla polimer viskozitesinin düşürülmesi,

- Homojen bir soğutmayı garanti edecek eğirme düzesi yerleşiminin sağlanması,
- Soğutma oranının kontrol edilmesiyle düze altındaki ortam sıcaklığının optimizasyonunun gerçekleştirilmesi,
- Filamentlerin bir araya getirilmesinin düzeye yakın olması,
- Çekim kuvvet kontrolü ile filamentlere uygulanan çekimin optimizasyonu,
- Dengeli polimer geçişi için eriyik polimerin extrüderden çıkış hızının düşük olması,
- Hassas filtre işleminin uygulanmasıyla polimerin temizliğinin sağlanması (Kaynak, 2013; Mukhopadhyay ve Ramakrishnan, 2008).

Mikrofilamentlerin eriyikten çekim yöntemiyle üretilmesi farklı uygulama alanlarına göre gerçekleştirilmektedir. Yüksek hızlarda ve FDY mikrofilament iplikler dokuma kumaşların üretilmesinde kullanılmaktadır. Mikrofilamentlerden örgü kumaşların üretiminde ise POY mikrofilamentlere çekim ve tekstüre işlemleri uygulanarak gerçekleşmektedir (Kale, 2010). Yalancı büküm tekstüre tekniği, ipliğe kazandırmış olduğu elastikiyet ve hacimlilik sayesinde özellikle PES filament ipliğinin tekstüre edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Mikrofilament ipliklere hacim kazandırmak amacıyla ise yalancı büküm tekstüre metodu kullanılmaktadır (Mukhopadhyay, 2002; Mukhopadhyay ve Ramakrishnan, 2008; Kale, 2010; Purane ve Panigrahi, 2007).

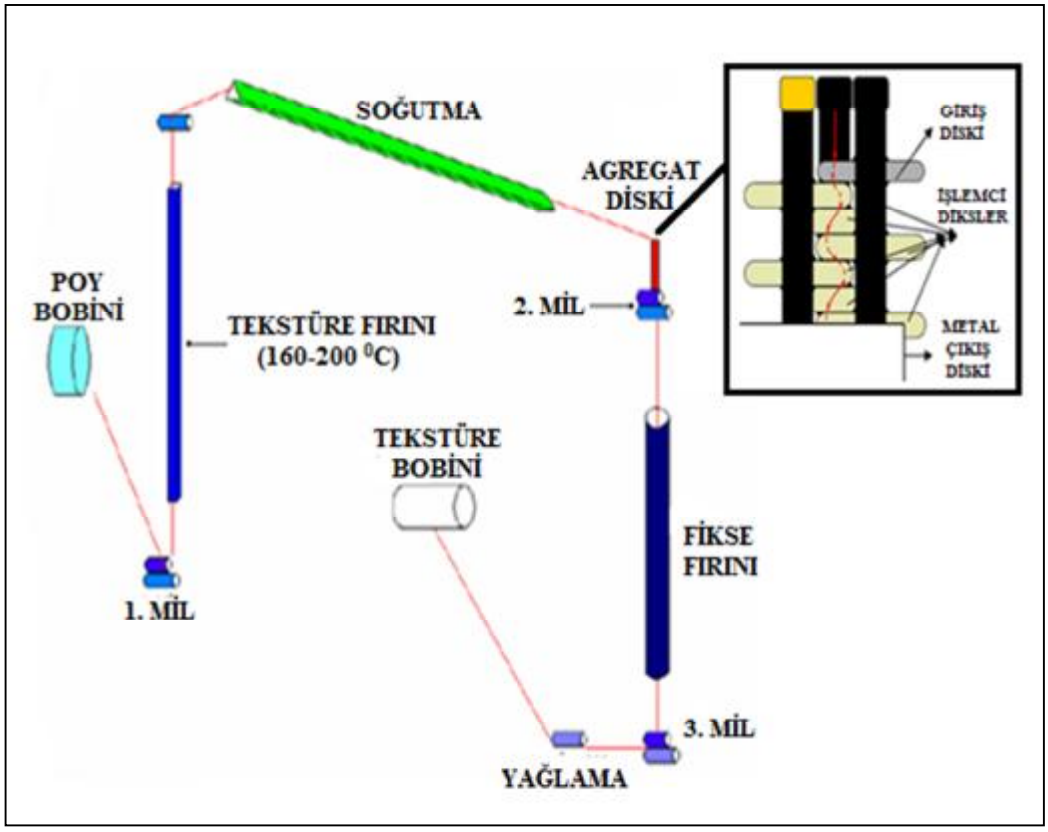
1.2. Yalancı Büküm Tekstüre (False-Twist Texturing) İplik Üretimi

Yalancı büküm tekstüre termo mekanik bir tekstüre tekniği olup kısmi oryante olmuş sürekli filament ipliklere (POY) hacimlilik kazandırmak amacıyla kullanılmaktadır. Tez çalışması kapsamında, bu teknik ile tekstüre edilmiş farklı filament inceliğine sahip PES filament iplikleri elde edilmiştir.

Yalancı büküm tekstüre işlemi aşağıdaki ana işlem basamaklarını içermektedir;

1. Termoplastik filamentin erime sıcaklığı altında kalacak şekilde camlaşma sıcaklığı üstüne kadar ısıtılması,
2. İstenilen şekli alacak şekilde iplik yapısının deforme edilerek şekil verilmesi,
3. Verilen şeklin muhafaza edilerek camlaşma sıcaklığı altına kadar soğutulması,
4. Verilen şeklin bozularak iplikteki filamentlerin açılması (Yıldırım, 2007).

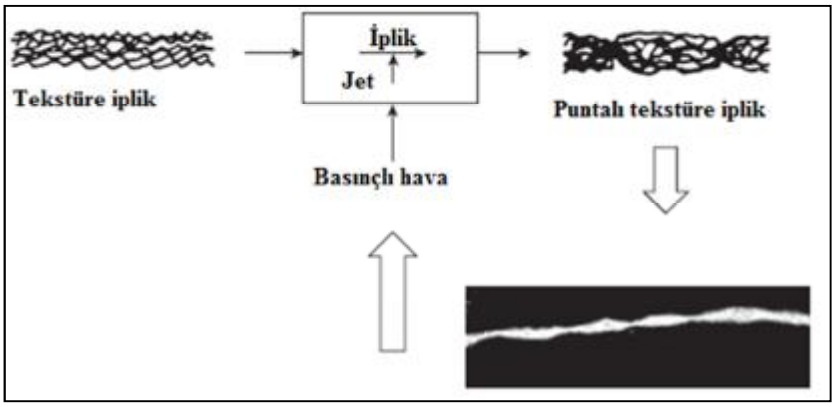
Yalancı büküm tekstüre makinesinde iplik geçiş yolları Şekil 1.5'te gösterilmiştir.



Şekil 1.5. Tekstüre makinesinde iplik geçiş yolları (Ulutaş, 2005)

Şekil 1.5'de gösterildiği gibi; cağlıktaki POY bobinlerden alınan iplikler, 1. ve 2. millerin farklı dönüş hızları ve 1. ısıtıcıdaki ısıtma işlemi sayesinde POY'daki yarım kalmış olan çekim işlemi tamamlanarak iplik oryante hale gelir. Tekstüre işlemi sırasında ipliğe uygulanan çekim miktarı ipliğin kopma mukavemetini ve kopma uzamasını etkileyen önemli bir parametredir. İpliğe uygulanacak çekimin gerçekleşebilmesi için iplikler tekstüre fırınında ısıtılarak çekime hazır hale getirilir. Tekstüre fırını sıcaklığı genel olarak 160-200 ^{0}C arasında değişmektedir. Filament ipliklerin tekstüre fırınında ısıtılması ile kısmi oryante olmuş filament ipliğin yapısındaki amorf bölgeler çekim etkisiyle oryante olurlar (Çirkin, 2006). Tekstüre fırınında ısınan iplik ortam sıcaklığına yakın olan soğutma plakalarının arasından geçer ve yalancı büküm tekstüre işleminin gerçekleştirileceği iç içe geçmiş ve aynı yönde dönen agregat diskleri arasından geçer. İpliğin agregat diskleri arasından geçişi Şekil 1.5'de gösterilmiştir. Bu diskler vasıtasıyla ipliğin üzerine almış olduğu büküm, diskleri terk ettiği anda açılmaya başlar. Tekstüre işleminde ipliğin bir ucu besleme silindirleri diğer ucu ise çıkış silindirleri tarafından tutulduğu için burada verilen büküm yalancı bir bükümdür (Özkan, 2008). Eğer tekstüre edilmiş iplik dokuma kumaş üretiminde kullanılacak ise haşıl işlemini ortadan kaldırmak amacıyla puntalama (IMG) işlemi uygulanır.

Puntasız tekstüre iplikler, dokuma kumaşlarda atkı ipliği olarak ve örme kumaşlarda tercih edilirken, puntalı iplikler ise dokuma kumaş üretiminde çözgü ipliği olarak tercih edilmektedir (Özkan, 2008). Puntalama işlemini gerçekleştirecek puntalama düzesi, tekstüre makinesinin 2.milinden sonra makineye monte edilmektedir. Burada iplik basınçlı hava vasıtasıyla belirli yerlerinden bir araya getirilerek puntalanmış olur (Çirkin, 2006). Puntalama prensibi Şekil 1.6'da gösterilmiştir.



Şekil 1.6. Puntalama prensibi (Atkinson, 2012)

İpliğe kazandırılmış hacimlilik özelliklerinin sabitlenmesi amacıyla ipliklerin fikse fırınından geçmesi gerekmektedir. Elastik ipliğin fikse işlemi, ipliğin fikse fırınına %15-%20'lik aşırı beslenmesi ve gevşek olarak sarılması ile gerçekleştirilir (Demir, 2006). Daha sonra iplik sürtünmesini azaltmak amacıyla silindirler yardımıyla, ipliğe bitim yağı uygulanır. Son olarak hacimlilik özelliği kazandırılmış iplik bobine sarılır (Özkan, 2008).

Mikrofilament iplikler ısıya duyarlı olduklarından yalancı büküm tekstüre işlemi sırasında bazı önlemlerin alınması gerekmektedir. Tekstüre işlemi esnasında büküm ünitesinden geçerken tüylü bir görünüme sahip olmak için düşük sürtünme katsayısına sahip seramik klavuzların kullanılması gerekmektedir. Ayrıca, düşük aşınma ve yüksek büküm seviyelerine ulaşmak için özel olarak tasarlanmış agregat disklerinin kullanılması ve iplik yolunun düz ve kısa olması gerekmektedir. Tekstüre işleminin, %20-%30 kadar daha düşük tekstüre hızlarında gerçekleşmesi gerekmektedir. Mikrofilamentler düşük kıvrım modülüne (elastik çekme) sahip olmalarından dolayı fikse fırınına gerek duyulmamaktadır (Mukhopadhyay ve Ramakrishnan, 2008; Purane ve Panigrahi, 2007; Demir, 2006).

Fikse fırının iptal edilip veya kullanılması durumuna göre tekstüre edilen iplikler iki grupta sınıflandırılır. Bunlar;

1. Streç (tek ısıtıcılı) iplikler
2. Set veya fiskeli (çift ısıtıcılı) iplikler (Çirkin, 2006; Atkinson, 2012; Demir, 2006).

Genellikle elastik kumaşların üretiminde kullanılan streç iplikler yüksek hacimlilik özelliğine sahip ipliklerdir. Fikse fırınının kullanılmasıyla elde edilen ve düşük elastikiyete sahip iplikler ise set iplikler olarak adlandırılmaktadır. Fikse fırınının kullanılması tekstüre ipliğin net uzayabilme kabiliyetini ve iplik canlılığını azalmaktadır (Demir, 2006).

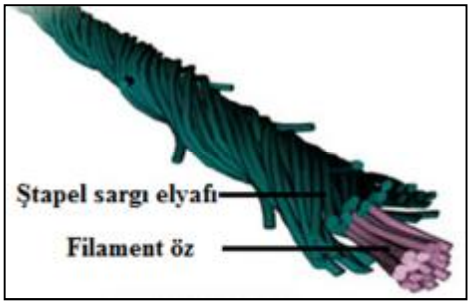
Tez çalışması kapsamında, orta, ince ve mikro filament inceliğine sahip yalancı büküm tekstüre PES filament iplikleri kullanılmıştır. Bu iplikler tesktüre aşamasında fikse fırınının iptal edildiği streç ipliklerdir.

1.3. Kompozit İplikler

Günümüzde bazı iplik eğirme sistemlerinin modifiye edilmesiyle, farklı özelliklere sahip iki ipliğin özelliklerinden aynı anda optimum şekilde yararlanmak mümkündür. Bu yeni iplik formu "kompozit iplik" (composite yarn veya compound yarn) olarak tanımlanmaktadır. Kompozit iplikler iki farklı özelliğe sahip lif bileşeninden oluşmaktadır. Lif demetinin birbiri üzerine bükülmesiyle oluşturulan bu iplik formunda merkezde bulunan lif demetine öz, özün etrafına sarılan liflere ise sargı lifleri denilmektedir. Kompozit ipliklerin birçok iplik eğirme sisteminde üretilebilmesi söz konusudur. Böylece farklı hammaddeler kullanılarak üretilen ipliklerin çeşitliliği arttırılabilmektedir.

Bir kompozit iplik çeşidi olarak adlandırılan özlü iplik (core-spun yarn); iplik eğirme sistemlerinin modifiye edilmesiyle kolaylıkla üretilebilen ştapel lif sargılı filament veya ştapel özün etrafına büküm verilerek oluşturulan yeni bir iplik formudur (Kadolph ve Langford, 2002; Chen, 2011; Vuruşkan, 2010; Senthilkulmar ve ark., 2011; Lawrence, 2003; Erez, 2011; Babaarslan, 2001; Hasani ve ark., 2011; Örtlek ve Babaarslan, 2003; Pramanik ve Patil, 2009; Ertekin ve Kırtay, 2015). Şekil 1.7'de filament özlü ştapel sargılı iplik yapısı gösterilmiştir. Genel olarak, sonsuz filament iplikler öz, kesikli lif ise sargı olarak kullanılmaktadır. Bu ipliklerde öz kısmını oluşturan filament iplikler yüksek kopma mukavemeti ve kopma uzaması gibi fonksiyonel özellikleri sağlarken, sargı kısmında yer alan lif ise geleneksel görünüm, tutum ve konfor özelliklerini yerine getirmektedir (Celep, 2009).

Özlü iplikler kumaşlardaki mukavemet, dayanıklılık ve konfor gibi fonksiyonel özellikleri iyileştirmek için kullanılmaktadır (Qadir ve ark., 2014; Demirbaş, 2005; Vuruşkan, 2010; Pramanik ve Patil, 2007; Pramanik ve Patil, 2009).



Şekil 1.7. Filament özlü štapel sargılı özlü iplik yapısı (www.numrung.co.th/products/compact_core_spun_yarn.html)

Özlü iplik üretiminde öz materyali olarak en çok kullanılan lif poliüretan olarak karşımıza çıkmaktadır. Poliüretan lifi Amerika'da "spandex", Batı Avrupa'da ise elyaf üreticileri tarafından "elastan" olarak adlandırılmaktadır (Chen, 2011). Poliüretan lifi Türkiye'de ise iplik üreticileri tarafından genelde elastan olarak adlandırılmaktadır. Elastan lifi yüksek uzama kabiliyeti (orjinal boylarının 5-7 katına kadar uzayabilme) sayesinde üzerindeki kuvvet kalktığında deformasyona uğramadan eski haline dönebilmektedir. Kopma anındaki uzama yüzdeleri kimyasal yapısı ve özelliklerine bağlı olarak %400-%750 arasında değişmektedir (Chen, 2011). Elastan lifinin esnekliği sayesinde bu liften üretilmiş kumaşlar vücudu sarmakta ve vücut hareketlerine göre şekil alabilmektedir. Ancak elastan lifinin elastikiyetinin yüksek olması sargı elyafı ile arasındaki kohezyon kuvvetini azaltarak elastan özlü ipliğin mukavemetini düşürmektedir. Kohezyon kuvveti; ipliği oluşturan liflerin bir arada bulunma eğiliminin kuvveti olarak ifade edilmektedir. İplikleri oluşturan farklı lif tiplerinin aralarındaki kohezyon kuvveti ipliğin mukavemeti üzerinde etkilidir. Çünkü lifler arası kohezyon kuvvetinin yüksek olması elyafların bir arada bulunmasına olanak sağlamaktadır. Dolayısıyla, elyaflar kuvvete karşı bir arada hareket ederek iplik mukavemetini arttırmaktadır. Dolayısıyla, düşük kohezyon kuvvetine sahip elastan lifinin mukavemete bir katkısı bulunmamaktadır. Elastan lifi;

çorap, iç çamaşırı, spor kıyafetler, döşemelik kumaşlar gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Vuruşkan, 2010; Demirbaş, 2005).

Son yıllardaki gelişmeler ile birlikte kullanım alanına göre öz materyali olarak farklı özelliklere sahip birçok lifin kullanımı mevcuttur. Örneğin, özde metal, bakır ve çelik gibi mono/multifilamentlerin kullanılmasıyla üretilen özlü ipliklerden elde edilen kumaşlar elektromanyetik etkilere karşı kalkanlama özelliği göstermektedir (Lou, 2005; Perumalraj ve Dasaradhan, 2009; Örtlek ve ark., 2011; Perumalraj ve ark., 2010; Yang ve ark., 2009; Perumalraj ve Dasaradhan, 2010) .

Gelişmelere açık olan özlü iplik üretiminde öz de veya sargı da farklı liflerin kullanılmasıyla üretilen özlü ipliklerden fonksiyonel özelliklere sahip kumaşların üretilebiliyor olması tekstil sektörüne yeni bir soluk getirmektedir. Çekimli, kıvrımlı veya tekstüre multifilament veya monofilament poliamid, polipropilen, PES ve PES türevleri gibi sentetik ipliklerin öz materyali olarak kullanılmasıyla birlikte üretilen ştapel sargılı özlü iplikler yüksek elastikiyete ve mukavemete sahip olmalarının sağladığı avantajlar ile elastan özlü ipliklere rakip olmakla birlikte sektör içerisinde yerlerini almaktadırlar.

1.3.1. Özlü İplik Üretim Yöntemleri

Özlü iplik üretimi birçok iplik eğirme sisteminde gerçekleşmektedir. Bu eğirme sistemleri arasındaki en önemli fark öz materyalinin sargı elyafı ile farklı yöntemlerle bir araya getirilmesi ve iplik formunun verilmesidir.

Özlü iplikler öz materyalinin özellikleri ile adlandırılmaktadır. Özde elastik filament kullanılmasıyla üretilen iplikler “elastik/elastan özlü iplikler”, filament veya ştapel kullanılmasıyla üretilen iplikler ise “sert özlü iplikler” olarak adlandırılmaktadır (Erez, 2011).

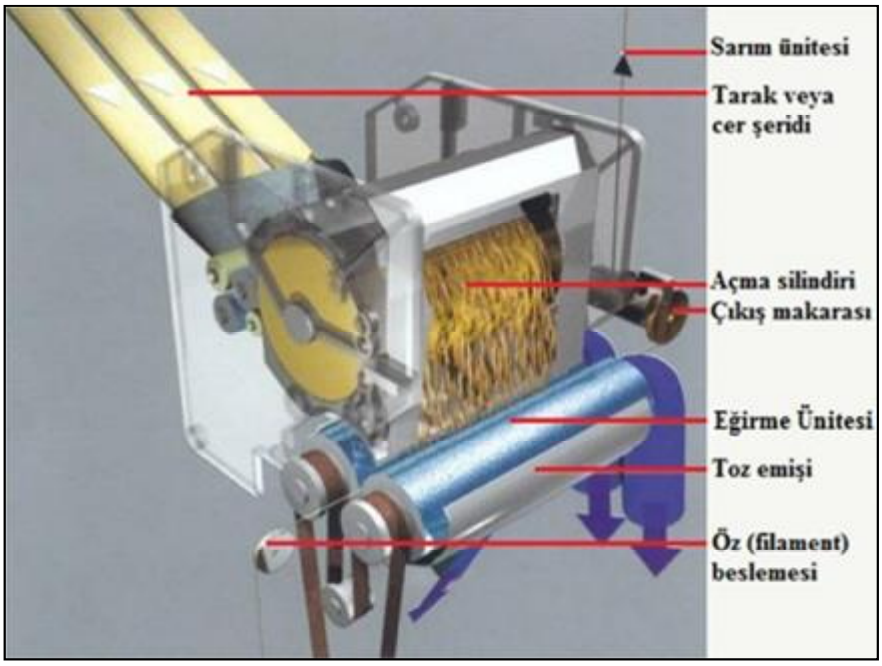
Özlü iplik yapısının elde edildiği ve piyasada yaygın olarak kullanılan iplik eğirme sistemleri şu şekilde sıralanabilir (Vuruşkan, 2010);

1) Friksiyon iplik eğirme sistemi
2) Air-Vortex iplik eğirme sistemi
3) Open-end (O.E.) rotor iplik eğirme sistemi
4) Ring iplik eğirme sistemi

1.3.1.1. Friksiyon Eğirme Sisteminde Özlü İplik Üretimi

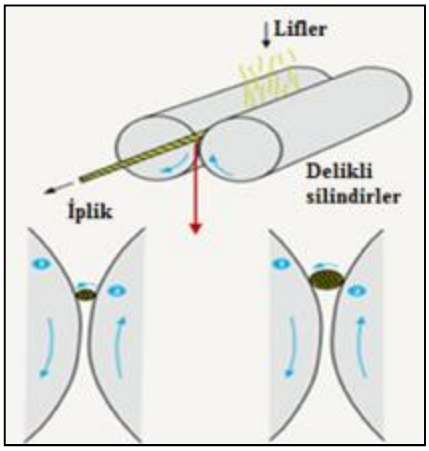
Friksiyon eğirme sisteminde tamamiyle açılmış liflerin bir araya getirilmesiyle iplik formu verilmektedir. Bu sistem open-end (açık-uç) grubunda yer almaktadır (Stalder, 2009). Şekil 1.8'de gösterilen friksiyon iplik eğirme sistemindeki temel prensip aşağıda sıralanmaktadır.

1. Cer veya tarak şeridi olarak beslenen bant, açma silindiri tarafından elyaf demetini tek lif haline gelinceye kadar açılmaktadır. Açma işlemi, yüksek hızda dönen üzeri iğne veya garnitür teli kaplı bir açma silindiri veya açma silindiri ile çekim sisteminin kombinasyonu vasıtasıyla gerçekleşmektedir.
2. Öz materyali olan filament veya elastan başka bir taraftan üretilecek iplik formunun özünü oluşturacak şekilde makineye beslenir.
3. Açılmış lifler hava vasıtasıyla silindir üzerinden alınarak aynı yönde dönen delikli silindirler yardımıyla öz materyalinin etrafına sarılarak iplik formunu alır.



Şekil 1.8. Dref 2000 iplik eğirme makinesi (Hasan ve ark., 2013)

Friksiyon iplik eğirme sisteminde, büküm verme işlemi delikli silindirler vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Silindirlerin bir dönüşü ipliğe birkaç tur büküm verebilmektedir. İpliğin büküm değeri ipliğin çapı ile ters orantılı olarak değişmektedir. Kalın ve ince ipliklerin silindirler arasına yerleşimi Şekil 1.9'da gösterilmiştir. Kalın ipliklere kıyasla daha küçük iplik çapına sahip ince iplikler için silindirin bir tam turunda, ince iplik üzerine daha fazla büküm alır (Stalder, 2009).

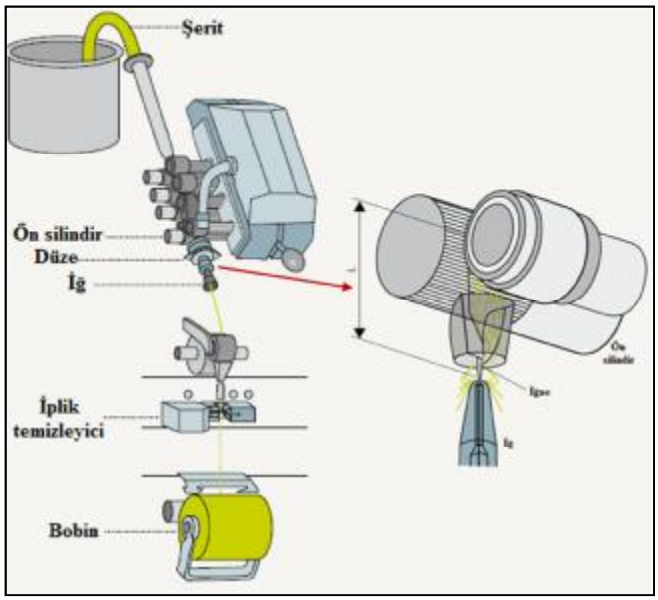


Şekil 1.9. Friksiyon iplikçiliğinde silindirlerin temas bölgesinde ince ve kalın ipliklerin yerleşimi (Stalder, 2009)

1.3.1.2. Air-Vortex İplik Eğirme Sisteminde Özlü İplik Üretimi

Şekil 1.10'da gösterilmiş olan hava jetli iplik eğirme prensibine dayanan Murata Vortex iplik eğirme sisteminde; çekim sisteminden çıkan lifler, sabit iğe birbirlerine paralel olarak taşınırlar. Lif taşınması sırasında, belirli sayıdaki lif uçu ana elyaf grubundan ayrılır. Daha sonra ayrılan bu lifler hava girdabı ile oyuk iğe giriş sırasında iplik çekirdeği etrafında bükülürler ve oluşan iplik jet içerisinden aşağıya doğru çekilir.

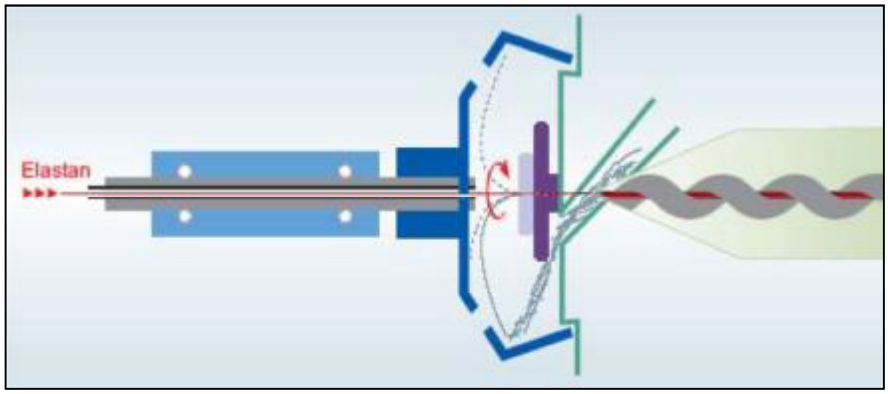
Vortex makinesinde elastan içerikli iplik üretmek için, elastanı belirli bir gerginlik altında jet içine besleyecek özel bir düzenek gerekmektedir. Jetin tam ortasına beslenen elastan lifi merkezde kalacak şekilde sargı lifleri ile tamamen sarılır. Sistemde, sargı liflerinin yüksek hava akımı sayesinde elastan üzerine dolanmaları sağlandığından, merkezdeki elastan büküm almaz (Vuruşkan, 2010; Günaydın ve ark., 2015; Erez, 2011; Stalder, 2009). Bu nedenle vortex iplik, öz ipliğin burulma kuvveti altında zarar görmesinden kaynaklanan problemlere uğramamış olur. Ayrıca yine bu sebepten dolayı oluşan iplik mukavemetinin düşmesi azaltılmış olur (Vuruşkan, 2010).



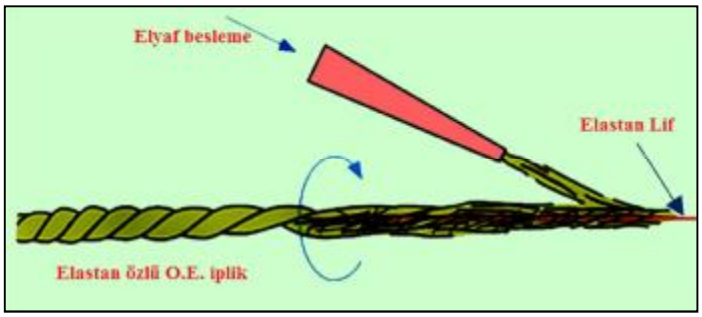
Şekil 1.10. Vortex iplik eğirme sistemi (Stalder, 2009)

1.3.1.3. O.E. Rotor İplik Eğirme Sisteminde Özlü İplik Üretimi

O.E. rotor eğirme sisteminde, makineye beslenen elyaf grubu tek lif haline gelinceye kadar açılır ve rotor vasıtasıyla düzenli bir şekilde tekrar toplanarak iplik formuna getirilir. O.E. rotor makinesinde, elastan özlü iplik üretmek için liflerin açılarak içine beslendiği rotorun özel bir forma getirilmesi gerekmektedir. Rotorun ortası elastan lifinin besleneceği biçimde oyuk olmalıdır. Şekil 1.11'de gösterilen O.E. rotor makinesinde sargı kısmını oluşturacak elyaf tek lif haline gelinceye kadar açılır. Elyaf şeridindeki lifler hava akımı yardımıyla oyuk kısmından elastan beslenen büküm ünitesine (rotor) aktarılır. Şekil 1.12'de gösterildiği gibi rotor içine beslenen lifler rotorun dönmesiyle birlikte, elastan lifinin etrafına sarılarak serbest olan iplik kuyruğuna bağlanır. Böylelikle elastan özlü iplik formu oluşturulur ve daha sonra bobinlere sarılır (Vuruşkan, 2010).



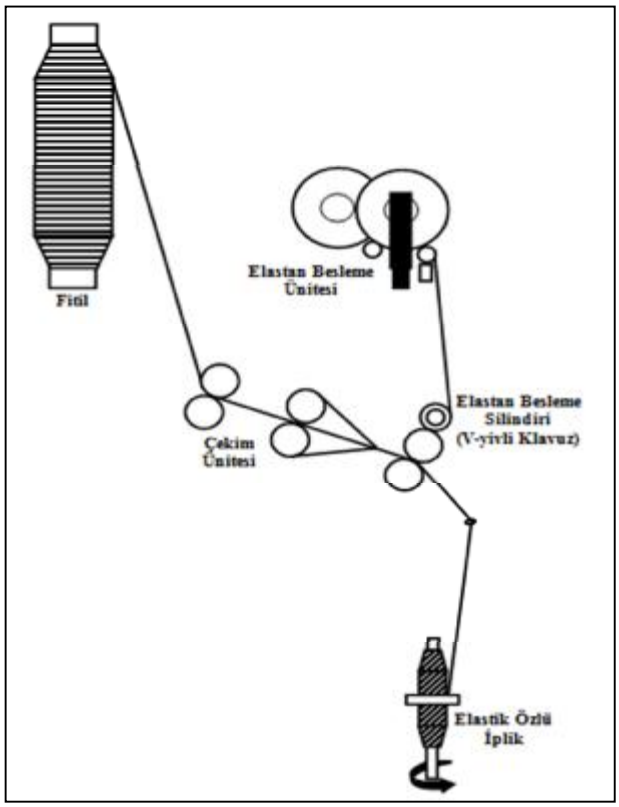
Şekil 1.11. O.E. rotor makinesinde elastan özlü iplik üretim prensibi (Vuruşkan, 2010)



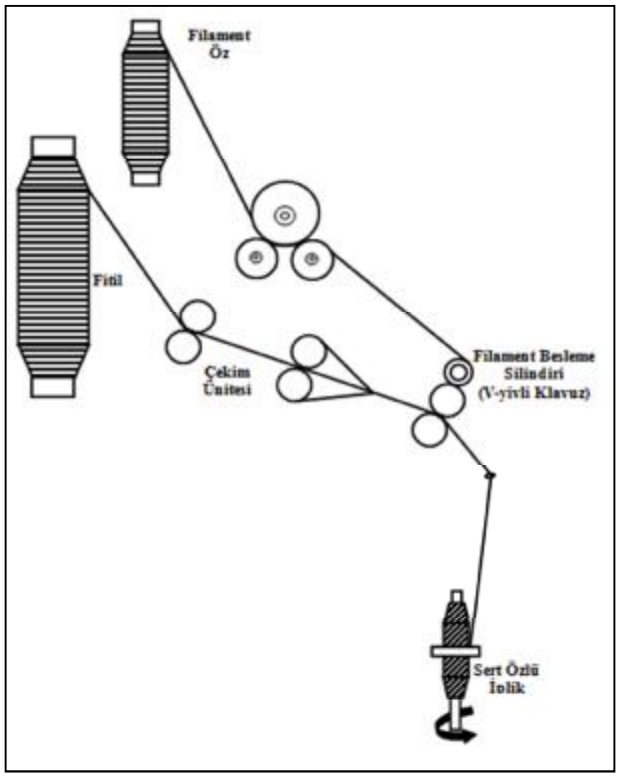
Şekil 1.12. Elastan özlü O.E. ipliğinde liflerin yapı içerisine dahil edilmesi (http://www.nptel.ac.in/courses/116102038/32)

1.3.1.4. Ring İplik Eğirme Sisteminde Özlü İplik Üretimi

Özlü iplik üretimini gerçekleştiren eğirme sistemleri arasında en yaygın kullanılan ring iplik eğirme sisteminde öz materyalinin ipliğe dahil edilmesini sağlayacak bir aparat olması gerekmektedir. Bu şekilde modifiye edilmiş ring iplik eğirme sisteminde, elastan veya filament öz materyali çekim sisteminin son silindirinde ön silindir çiftinin kıstırma noktasında V-yivli klavuz vasıyasıyla şeritten beslenen elyafın orta kısmına beslenir. Büküm elemanı olarak kullanılan iğin yüksek devirlerde dönme hareketiyle birlikte ortada beslenmiş öz materyali sargı elyafı ile birlikte büküm alarak özlü iplik üretimi gerçekleşir (Vuruşkan, 2010; Örtlek ve Babaarslan, 2003). Modifiye edilmiş ring eğirme sisteminde elastan ve sert özlü iplik üretim prensibi sırasıyla Şekil 1.13 ve Şekil 1.14'de gösterilmiştir.



Şekil 1.13. Ring iplik eğirme makinesinde elastan özlü iplik üretim prensibi (Brunk, 2005)



Şekil 1.14. Ring iplik eğirme makinesinde sert özlü iplik üretim prensibi (Ertekin ve Kırtay, 2015)

Modifiye edilmiş ring eğirme sisteminde üretilen elastan ve sert özlü ipliklerin bazı genel özellikleri Çizelge 1.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 1.2. Sert özlü ve elastan özlü ipliklerin özellikleri (Brunk, 2005;Erez, 2011)

Özellikler	**Sert Özlü İplikler**	**Elastan Özlü İplikler**
Mukavemet-Uzama	Düşük elastik uzama, yüksek mukavemet	Yüksek elastik uzama, standart mukavemet
Öz	Genellikle PES filament	Elastomer (Likra, Dorlastan vb.)
Sargı Liflerinin Yüzdesi	Penye pamuk %45-%70, PES %30-%55	Penye pamuk %80-%95, Elastan % 20-%5
Öz Beslemesi	Konvansiyonel yöntemde, homojen gerilimle 20 cN'a kadar çekim Kompakt yöntemde, homojen gerilimle 50 cN'e kadar çekim	Pozitif besleme
Kopça Hızı	Maksimum 25 m/s (PES liflerde 22 m/s)	Maksimum 30 m/s

Özlü iplik üretiminde sargı liflerinin öz materyali etrafına düzgün bir şekilde sarılmasını etkileyen faktörler aşağıda sıralanmaktadır (Chen, 2011);

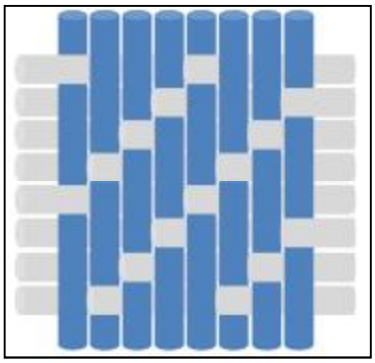
- Öz materyaline uygulanan çekim oranı; öz materyaline uygulanan çekim oranı arttığında çekim ünitesinin ön silindirinde kıstırma noktasındaki besleme oranı azalır. Böylelikle sargı elyafı öz etrafına yoğun bir şekilde sarılır. Diğer taraftan eğer öz materyaline uygulanan çekim, lifin kopma mukavemetinden yüksek olursa kopuşlar meydana gelir. Bu durum düzgün olmayan bir sarıma sebep olacaktır. Öz materyaline düşük bir gelirim uygulandığında, birleşme noktasında öz ve sargı lifinin besleme hızları birbirlerine yakın olacaktır ve sonuçta düzgün bir sarım gerçekleşmeyecektir. Dolayısıyla, düzgün bir sarımın elde edilebilmesi için öz materyaline optimum bir gerilimin uygulanması gerekmektedir.
- Öz/sargı oranı; öz oranı azaldığında üretilen sert özlü iplikte mukavemet düşmesine sebep olmaktadır. Öz oranının fazla olduğu durumda ise öz filamenti iplik yüzeyine çıkacaktır ve düzgün bir sarım gerçekleşmeyecektir.
- Büküm; özlü iplik üretiminde en önemli faktörlerden biri ipliğe uygulanan bükümdür. Büküm artmasıyla birlikte bir yere kadar mukavemet artacak ve daha sonra azalacaktır. Sonuçta, bükümün fazla artması ipliğin kopmasına sebep olacaktır. Bundan dolayı özlü iplik üretiminde ideal sarımı arttıracak ve iplik kopuşunun oluşmasını engelleyecek büküm değeri belirlenmelidir.
- Kopça tipi; özlü iplik üretiminde kullanılacak kopça tipi iplik doğrusal yoğunluğu baz alınarak belirlenmelidir. Aynı numarada normal bir ring ipliği üretiminde kullanılan kopçalara nazaran daha ağır kopçalar kullanılmalıdır. Kopçaların ağır olması, bilezikte özlü ipliğe, normalden daha fazla bir çekim uygulayacaktır. Kullanılacak en uygun kopça ağırlığının deneme yolu ile proses sırasında tespit edilmesi gerekmektedir (Vuruşkan, 2010).
- Öz materyalin iplik kesitindeki yerleşimi (merkezlenme); merkezlenme daima kontrol altında tutulmalıdır (Erez, 2011).

Günümüzde ring eğirme sisteminde üretilen ve piyasada yaygın olarak kullanılan iplik, elastan özlü ipliktir. Bu sistemde üretilen yüksek mukavemet, iyi aşınma direnci, esneme gereksinimi olan yerlerde yüksek elastikiyet özelliği, tere karşı dirençli, yüksek yıkama ve aşınma performansı vb. özelliklere sahip sert özlü ipliklerden elde edilecek tekstiller bizlere farklı alternatifler sunacaktır (Chen, 2011).

Bu çalışma kapsamında, yalancı büküm tekstüre tekniği kullanılarak hacimlilik kazandırılmış orta, ince ve mikro filament inceliğine sahip PES filament iplikleri özde kullanılarak modifiye edilmiş ring iplik eğirme sisteminde farklı numaralarda sert özlü iplikler elde edilmiştir. Buna ilaveten, öz materyalinin iplik performansı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla aynı üretim parametrelerinde %100 pamuk (%100 Co) iplikleri (konvansiyonel ring iplik) üretilmiştir.

1.4. Denim Kumaşlar

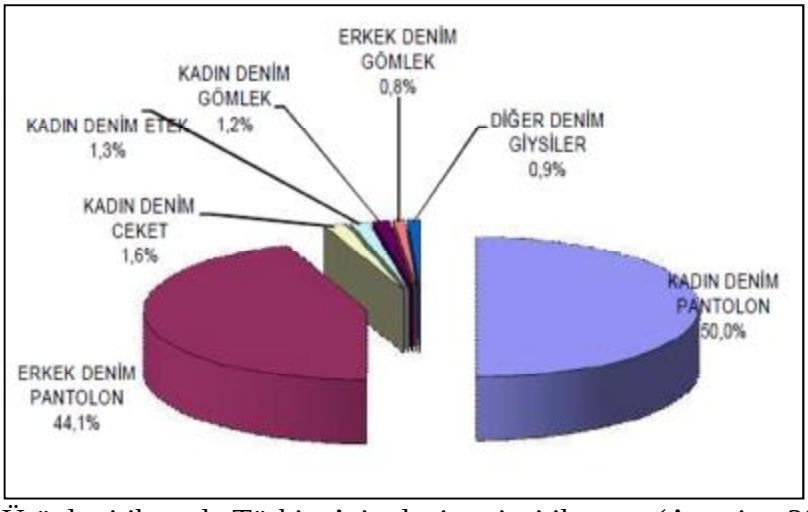
Dünyanın en eski kumaş çeşitlerinden biri olan denim kumaşlar artan taleplere karşılık verebilen çeşitlilikleri ve her geçen gün iyileştirilen performans özellikleri sayesinde günlük kullanıma uygun vazgeçilmez bir ürün olarak karşımıza çıkmaktadır. Genel tanımlamayla denim, çözgüsü indigo mavi boyalı, atkı ipliği boyanmamış ham pamuk ipliğinden dimi örgü tipinde dokunmuş kumaşlardır. Denim kumaşların ön ve arka yüz görünümleri farklı olup ön yüzde mavi boyalı çözgü iplikleri, arka yüzde boyanmamış ham atkı iplikleri görülmektedir. Çözgü iplikleri, atkı ipliklerinden daha ince ve daha sık bükümlü olmaktadır. Kumaş yapısında çözgü sıklığı, atkı sıklığına göre daha yüksektir. Genel olarak, denim kumaşlar 2/1 (Z veya S) veya 3/1 (Z veya S) dimi doku tipine sahip ürünlerdir. Denim kumaşlarda en fazla tercih edilen doku tipi Şekil 1.15'de gösterilen 3/1 Z dimi kumaş yapısıdır.



Şekil 1.15. 3/1 Z dimi kumaş yapısı

Denim endüstrisinde yapılan Ar-Ge çalışmaları sayesinde elastikiyet, dayanıklılık, vücut şeklini alabilme gibi performans özellikleri kazandırılmış denim kumaşlar tüketicinin beğenisine sunulmaktadır. Bununla birlikte Türkiye'de denim sektörü gelişmiş tekstil ve hazır giyim altyapısı sayesinde büyük bir ihracat potansiyeline sahiptir.

Şekil 1.16'da görüldüğü gibi, Türkiye'nin 2013 yılında denim giysi ihracatındaki en büyük payı %50 oranla kadın denim pantolonudur. Türkiye'nin denim giysi ihracatı 2013 yılında 1609,4 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Buna ilaveten, 2013 yılında dokuma konfeksiyon ihracatı içerisindeki payı %9,4 olmuştur (Anonim, 2014).



Şekil 1.16. Ürünler itibarıyla Türkiye'nin denim giysi ihracatı (Anonim, 2014)

Denim kumaşların kalitesini belirleyen faktörleri ikiye ayırabiliriz. Bu faktörler, hammadde ve üretimdir (Nilsson ve Lindstam, 2012). Denim kumaş performansını etkileyen en önemli faktör ise hammadde olarak karşımıza çıkmaktadır. Daha önceleri denim kumaşların üretimlerinde ağırlıklı olarak pamuk lifi kullanılmaktaydı. Günümüzde ise elastik özellik kazandırılmış denim kumaşlarda elastan lifinin kullanım oranı yüksektir. Denim kumaş üretiminin vazgeçilmezi haline gelen elastan kullanımı denim kumaşlara daha elastik bir form kazandırmasının yanı sıra, konfor açısından da tüketiciye daha rahat alternatif ürünler sunulabilmektedir. Elastan lifleri, farklı özelliklere sahip ştapel lifler ile birlikte kullanılabilmektedir. Elastan lifleri dışında yeni jenerasyon olarak adlandırılan PES lifleri de (bikomponent lifler ve PBT-polibütilenteraftalat) bu sektör içerisinde yerlerini almaktadırlar (Çataloğlu, 2007). Denim kumaş üretiminde elastan ve sert özlü iplikler atkı ipliği olarak kullanılmaktadır.

1.5. Çalışmanın Önemi ve Amacı

Mikrolifler, sahip oldukları avantajlar sayesinde tekstil alanında yaygın olarak kesikli lif veya sürekli filament şeklinde kullanılmaktadır. Kesikli mikrolifler %100 veya başka lifler ile harmanlanarak iplik formuna dönüştürülmektedir. Mikfroliflerden üretilen ipliklerin daha düzgün bir yapıya ve yüksek esnekliğe sahip olmaları bu ipliklerden üretilen dokuma veya örme kumaşların normal liflerden üretilenlere nazaran yumuşak, dökümlülük, buruşmazlık, parlak görünüm, pürüzsüzlük ve hafiflik gibi olumlu özelliklere sahip oldukları görülmektedir. Dolayısıyla, mikroliflerden üretilen kumaşlar yüksek mekanik ve konfor özelliklerine sahip olmaktadır (Kandhavadivu ve Ramachandran, 2011; Srinivasan ve ark., 2007; İlksöz ve ark., 2008). Mikrolifler sahip oldukları avantajları sayesinde spor giyim, yağmurluk, medikal tekstil ve yüksek performanslı tekstil ürünlerinin üretiminde tercih edilmektedir. Mikroliflerin filament inceliklerinin düşük olması bu liflerden üretilen ipliklerin daha kompakt bir yapıya sahip olmasını sağlamakla birlikte aynı numarada normal liflere nazaran iplik kesitinde daha fazla lif bulunmaktadır. Bu

özelliği sayesinde mikrolifler medikal tekstil ürünlerinde bariyer kumaşlar olarak kullanılmaktadır (İlksöz ve ark., 2008; Ramakrishnan ve ark., 2009).

Yapılan literatür araştırmasında, özde kullanılan filamentin inceliğinin özlü iplik ve bu ipliklerden üretilen dokuma kumaş performans özelliklerine etkilerinin incelendiği detaylı ve sistematik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu amaçla, orta, ince ve mikro filament inceliklerine sahip PES filament ipliklerin sert özlü iplik üretiminde öz materyali olarak kullanılmaları amaçlanmıştır. Bu sayede, filament inceliğinin iplik performans özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştr. Özlü iplik özelliklerini belirleyen önemli bir parametre ise öz/sargı oranıdır. Öz materyalini sabit tutmak koşulu ile farklı iplik numaralarında sert özlü iplikler üretilmiştir. Bu sayede, filament öz kullanımının iplik performans özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmasi amaçlanmıştır. Türkiye'de mikrofilament üretiminin gerçekleştirildiği birçok firma bulunmaktadır. Ayrıca, mikrofilament fiyatları da konvansiyonel filament ipliklerinden önemli derecede farklı değildir (Kaynak, 2013).

Sert özlü iplik üretimine ilaveten, farklı filament inceliğine sahip farklı iplik numaralarında sert özlü ipliklerin nihai ürün performans özelliklerini belirlemek amacıyla bu ipliklerden denim dokuma kumaşlar elde edilmiştir. Çalışmanın bir diğer önemli noktası ise aynı parametrelerde üretilen %100 Co ipliklerinin (konvansiyonel ring iplik) ve bu ipliklerden dokuma kumaş performans özelliklerinin sert özlü iplikler ile kıyaslanarak farklılıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Yüksek elastikiyet ve mukavemet özelliklerine sahip sert özlü ipliklerin elastan özlü ipliklere alternatif olabileceği ve piyasada farklılık ve çeşitlilik yaratacağı düşünüldüğünden bu çalışmaya ihtiyaç duyulmuştur.

Çalışma beş temel bölüm ile anlatılmıştır;

"Giriş" bölümünde, çalışma geneli hakkında kısa bilgiye yer verilmiştir. Ayrıca, mikrolif üretimi, mikrofilament tekstüre işlemi, özlü iplik üretim yöntemleri ve denim kumaşlar hakkında bilgiler verilmiştir.

"Önceki Çalışmalar" bölümünde, PES tekstüre filament iplikler, modifiye ring eğirme sisteminde üretilmiş özlü iplikler ve bu ipliklerden elde edilen dokuma kumaşlar ile ilgili daha önce yapılmış bazı önemli çalışmalara yer verilmiştir.

"Materyal ve Metot" bölümünde, çalışmanın kapsamı ve organizasyonu, sert özlü ve konvansiyonel ring iplik üretimi ve dokuma kumaş üretimi detaylıca anlatılmıştır. Sert özlü iplik ve konvansiyonel ring iplik üretimi için kullanılan hammaddelere ve üretim yöntemine değinilmiştir. Dokuma kumaş üretiminde ise yine aynı şekilde kullanılan hammaddeler ve üretim yöntemi ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Sert özlü ipliklere ve konvansiyonel ipliklere ve denim kumaş numunelerine uygulanan testler hakkında bilgiler verilmiştir.

"Bulgular ve Tartışma" bölümünde, yapılan testlerin sonuçları verilmiş, bu sonuçlar grafiksel ve istatistiksel olarak yorumlanmıştır.

"Sonuç ve Öneriler" bölümünde, çalışmayla ilgili genel bir değerlendirme yapılmış ve sonraki çalışmalar için bazı önerilerde bulunulmuştur.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tez çalışmasına başlanmadan önce çalışmaya yol göstermesi açısından; tekstüre mikrofilament ve filament iplik ve kumaş performans özellikleri, ring özlü iplik üretim tekniği ile üretilen elastan ve filament özlü iplik ve dokuma kumaş performans özelliklerini konu alan önceki çalışmalara ulaşılmaya çalışılmıştır. Literatürden ulaşılan çalışmalardan araştırma konusu için önemli bulunan ve konuya katkı sağlayıp yol göstereceği düşünülen çalışmaların özeti aşağıda verilmiştir.

Yıldırım (2007), "Pet ipliğinde kristalinite oranını etkileyen faktörlerin etki derecelerinin tespiti" adlı doktora çalışmasında kısmi çekimli iplik (POY) üretimde etkili olan soğutma havası sıcaklığı (17 ^{0}C, 22 ^{0}C ve 27 ^{0}C) , soğutma havası hızı (0.3 m/s, 0.5 m/s ve 0.7 m/s), çekim hızı (2600 m/dk, 3200 m/dk, 3800 m/dk) ve tekstüre işlem faktörlerinden, D/Y oranı (%1.5, %2, %2.5) , 1. fırın sıcaklığı (150 ^{0}C, 190 ^{0}C ve 230 ^{0}C) ve çekim oranı (%1.55, %1.60 ve %1.65) parametrelerinin değişiminin tekstüre iplik özellikleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bu amaçla, POY olarak 150 denye 96 filament ve 72 filament yarı mat polyester iplikleri, tekstüre iplikler olarak da 150 denye 96 filament polyester iplikleri üretilmiştir. Çalışmada, üretilen POY ipliklerinin kristalinite oranı, kopma mukavemeti ve kopma uzaması, çekme kuvveti, kaynama çekmesi, iplik düzgünsüzlüğü, boya alımı özellikleri belirlenmiştir. 3 farklı parametrede üretilen tekstüre ipliklerinin ise kristalinite oranı, kopma mukavemeti ve kopma uzaması, kıvrım modülü, kıvrım kısalması, kıvrım kuvveti, kıvrım stabilitesi, büzülme kuvveti, kaynama çekmesi, iplik doğrusal yoğunluğu, boya alım özellikleri tespit edilmiştir. POY iplik üretiminde sarım hızının değişimiyle, hem 96 filament hem de 72 filament ipliklerinin (düzgünsüzlük özelliği hariç) tüm özelliklerinin değiştiği, soğutma havası hızının ve sıcaklığının değişimiyle bazı özelliklerin (kristalinite oranı, çekme kuvveti, kopma mukavemet, K/S (renk derinliği), parlaklık ve kopma uzama) düzensiz olarak değiştiği belirlenmiştir. Çalışmada, soğutma havası hızının üretilen iplik özellikleri üzerinde daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Tekstüre iplik üretim parametrelerinden çekim oranının artmasıyla kıvrım kuvvetinin, kıvrım stabilitesinin, kıvrım modülünün ve kıvrım kısalmasının değiştiği ancak bu değişimin

büyük ölçülerde olmadığını bildirmiştir. 1. fırın sıcaklığının artmasına bağlı olarak bu değerlerin büyük ölçüde değiştiğini göstermiştir. Kristalinite oranı, iplik kopma mukavemet ve kopma uzama değerinin sarım hızı değişiminden büyük ölçüde etkilendiği, sarım hızının artmasına bağlı olarak kristalinite oranı değerinin arttığı, kopma uzama değerinin ise azaldığını belirlemiştir. Tekstüre ipliklerde ise kristalinite oranının ne çekim oranı, ne D/Y oranı ne de 1. fırın sıcaklığı üretim faktörlerin değişiminden kayda değer bir şekilde etkilenmediği ve çekim oranının artışıyla birlikte kopma mukavemet değeri artarken kopma uzamasının azaldığını belirlemiştir.

Karakaş ve Dayıoğlu (2005), "Influence of false-twist texturing parameters on the structural properties of polyester yarn" adlı çalışmalarında yalancı büküm tekstüre üretiminde iplik sıcaklığı, tekstüre hızı ve çekim oranı parametrelerinin iplik yapısal özellikleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada 304 dtex/ 30 filament ve 120 dtex/ 24 filament PES POY ipliklerinden 1000 m/dk-1400 m/dk üretim hızlarında 1.57, 1.63 ve 1.81 çekim oranlarında ve 155 ^{0}C - 185 ^{0}C iplik sıcaklıklarında sırasıyla 167 dtex/ 30 filament ve 76 dtex/ 24 filament doğrusal yoğunluğa sahip tekstüre ipliklerin üretimlerini gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak, iplik sıcaklığının ve çekim oranının artmasıyla birlikte filamentteki kristalin oranının ve kristalin bölgenin yoğunluğunun arttığını belirlemişlerdir. Tekstüre hızı filamentin ısıtıcı içerisinde bekleme süresini belirlemektedir. Bu parametrenin kritalinite özelliği üzerindeki etkisi incelendiğinde ise tekstüre hızının artmasıyla birlikte filamentin ısıtıcı içerisinden daha hızlı bir şekilde geçtiğinden dolayı kristalinite oranının düştüğünü bildirmişlerdir.

Tavani ve ark. (2007), "Comparison of properties of false twist textured super bright, semi-dull, grey and black dope dyed polyethylene terephthalate yarns" isimli çalışmalarında 265 dtex doğrusal yoğunlukta 48 filament süper parlak, yarı mat ve siyah ve gri PES POY ipliklerinin tekstüre kabiliyetlerini ve fiziksel özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada, POY filament ipliklerin sabit tekstüre parametrelerinde (birinci ısıtıcı sıcaklığı: 200 ^{0}C, makine hızı: 650 m/dk, çekim oranı: 1.64 ve D/Y: 1.76, friksiyon disk konfigürasyonu:1-5-1, tekstüre işlemi sırasında ikinci ısıtıcı kapatılmıştır) yalancı büküm tekstüre filament iplikleri üretilmiştir. Yalancı büküm

tekstüre işlemine tabi tutulan ipliklerin X-ışını kırınım özellikleri, termal özellikleri (DSC analizi), kopma mukavemet ve kopma uzaması, hacimlilik, elastikiyet ve sürtünme katsayısı özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada, %0,4 titanyum dioxide katkılı cipslerden yarı-mat, gri ve siyah POY iplikler üretmişlerdir. Bütün POY ipliklere kütlece %0,35 bitim yağı uygulanmıştır. Ayrıca, siyah ve gri renkte iplik elde etmek için sırasıyla %2,25 ve %0,65 oranlarda siyah renklendirici masterbatch kullanmışlardır. Yapılan analizlerin sonuçları incelendiğinde, süper parlak tekstüre PES ipliklerin kristalinite oranının yarı mat, gri ve siyah tekstüre PES ipliklerden daha yüksek olduğu sonucunu bildirmişlerdir. Polimere eklenen katkı malzemelerinin filament iplik özellikleri üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, katkı malzemesinin artmasıyla birlikte iplik kopma mukavemetinde azalma ve kopma uzama, kıvrım kısalması, iplik sürtünme katsayısı ve iplik canlılığında artma olduğunu gözlemlemişlerdir.

Freitas ve Auil (2013), "Effect of fixing stage from texturing synthetic filaments yarn process by false twist technology on the polyester yarn skein shrinkage" isimli çalışmalarında yalancı büküm tekstüre işleminde diğer üretim parametreleri sabit tutularak ikincil fırın sıcaklığı (140^0C ve 220^0C) ve fırın içerisinde filamentin yığma oranı (%5 ve %29) değişiminin tekstüre PES filament ipliklerin çekme özelliği üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Fırın sıcaklığı ve yığma oranı parametrelerinin tekstüre ipliklerin sıcak suya daldırılmasıyla (82^0C ve 10 dakika) ölçülen çekme değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu sonucunu ortaya koymuşlardır. Fikse fırın sıcaklığının artışıyla tekstüre iplik çekme oranında azalma olduğu ve besleme yüzdesinin artmasıyla çekme oranında artış olduğunu bildirmişlerdir.

Özkan ve Babaarslan (2010), "İplik kesitindeki filament sayısının filament ve tekstüre ipliklerin özellikleri üzerindeki etkisi" adlı çalışmalarında aynı doğrusal yoğunluğa ve farklı filament sayılarına sahip filament iplikler ve ipliklerden üretilen PES tekstüre ipliklerin kopma mukavemeti ve kopma uzaması, düzgünsüzlük, kıvrım ve sıcaklık etkisinde çekme özelliklerini incelemişlerdir. Bu amaçla 24, 34, 47, 68 ve 100 adet filament sayısına ve 283 dtex doğrusal yoğunluğa sahip POY iplikler aynı koşullarda tekstüre işlemine tabii tutulmuşlardır. Tekstüre sonrasında 178 dtex iplik

doğrusal yoğunlukta tekstüre iplikler elde etmişlerdir. Yalancı büküm tekstüre işlemi ile hacim kazandırılan filament ipliklerin kopma mukavemet değerlerinin POY filament ipliklerden daha yüksek olduğunu ve kopma uzama değerlerinin ise POY filament ipliklerden daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Tekstüre filament ipliklerin filament sayısındaki artış ile sıcaklık etkisinde çekme değerinin azaldığı ve daha sonra artan filament sayısı ile bu değerin arttığı tespit edilmiştir. POY filament ipliklerde artan filament sayısı ile iplik düzgünsüzlüğünün olumsuz yönde etkilendiğini bildirmişlerdir. Filament sayısının tekstüre iplik özellikleri üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, filament sayısının artmasıyla birlikte kopma mukavemeti, kopma uzaması ve kıvrım büzülmesi (kısalması) değerlerinin azaldığı sonucuna ulaşmışlardır.

Kaynak ve Babaarslan (2010), "Filament inceliğinin mikrolif örgü spor giysiliklerin performans özelliklerine etkisinin araştırılması" isimli çalışmalarında 110 dtex doğrusal yoğunluğa ve 3,05 dtex, 1,14 dtex, 0,76 dtex, 0,57 dtex ve 0,33 dtex filament inceliğine sahip tekstüre PES filament ipliklerden üretilen süprem örme kumaş performanslarını incelemişlerdir. Filament inceliğinin kumaş patlatma mukavemeti, hava geçirgenliği, may dönmesi ve boncuklanma dayanımı özellikleri üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, konvansiyonel ve mikrofilament ipliklerde filament inceliğinin azalmasıyla patlatma mukavemetinin arttığını ve hava geçirgenliğinin azaldığını bildirmişlerdir. May dönmesi değerlerinin ise mikrofilament inceliğinden etkilenmediği ve konvansiyonel filament kumaşlarda da daha kalın filament kullanılmasıyla may dönmesi değerinin düştüğünü belirlemişlerdir. Konvansiyonel filament polyester kumaşların mikrofilament polyester kumaşlardan daha iyi boncuklanma dayanımına sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Kaynak (2013), "Filament mikroliflerden elde edilmiş iplikler kullanılarak dokunan kumaşların performans özelliklerinin araştırılması" isimli doktora tez çalışması kapsamında yağmurluk, çadır, uyku tulumu ve rüzgar giysisi gibi ürünlerde kullanılabilecek dokuma kumaşlar için mikrofilament inceliğinin ve atkı sıklığının kumaş performans özelliklerine etkilerinin araştırılmasını amaçlamıştır. Bu kapsamda, 110 dtex doğrusal yoğunluğa ve farklı filament inceliğine (3,05 dtex,

1,14 dtex, 0,76 dtex, 0,57 dtex ve 0,33 dtex) sahip tekstüre PES iplikler atkı olarak kullanılmıştır. 83 dtex 72 filament polyester ipliğinin ise çözgü olarak kullanıldığı bu çalışmada farklı atkı sıklıkları ve farklı doku tiplerinde (1/1 Bezayağı, 3/2 Dimi Z, 4/1 Saten) kumaşlar üretilmiştir. Filament inceliğinin, atkı sıklığının farklı doku tipine sahip kumaşların kopma mukavemeti, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği özellikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğunu bildirmiştir. Filament inceliğinin ve atkı sıklığının kumaş kopma uzama, dinamik yırtılma ve statik yırtılma özellikleri üzerinde ise anlamlı bir etkisinin olmadığını belirlemiştir.

El-Hady (2014), "Enhancing the functional properties of weft knitted fabrics made from polyester microfibers for apparel use" adlı çalışmasında 75 denye/ 72 filament, 100 denye/ 96 filament ve 150 denye/ 144 filament PES mikrofilament ve 75 denye/ 36 filament, 100 denye/ 36 filament ve 150 denye/ 48 filament PES multifilament ipliklerin kullanılmasıyla süprem, 2x2 ribana ve pike örme kumaşların üretimlerini gerçekleştirmiştir. Elde edilen kumaşların patlatma mukavemeti, hava geçirgenliği, su emicilik ve ısıl direnç özelliklerini incelemiştir. Sonuç olarak, mikrofilament ipliklerden üretilen kumaşların patlatma mukavemeti, hava geçirgenliği ve su emicilik değerlerinin multifilament ipliklerden üretilen kumaşlara göre daha yüksek olduğunu, ısıl direnç özelliklerinin daha düşük olduğunu bildirmiştir. Kumaş tipinin etkisini incelediğinde ise pike kumaşının patlatma mukavemetinin, su emiciliğinin ve ısıl direncin en yüksek, hava geçirgenliğinin ise en düşük değere sahip olduğunu belirlemiştir.

Babaarslan (2001), "Method of producing a polyester/viscose core-spun yarn containing spandex using a modified ring spinning frame" adlı çalışmasında modifiye edilmiş ring iplik makinesinde Ne 1,3 ve %50/%50 karışım oranında PES/viskon fitilinin 78 dtex elastan üzerine sarılmasıyla üretilen elastan özlü iplik özelliklerini araştırmıştır. Elastan özlü iplikleri %100 PES/viskon iplik özellikleri ile karşılaştırmıştır. Çalışma kapsamında, özlü iplik üretimi sırasında iplikteki elastanın farklı şekilde merkezlenmesi sağlanarak iki çeşit özlü iplik üretilmiştir. Elastan özlü ipliklerin normal ring ipliğine göre daha düşük mukavemete sahip olmasına karşın daha yüksek kopma uzamasına ve kabul edilebilir iplik düzgünlüğüne sahip olduğunu bildirmiştir. Elastan özlü ipliklerin tüylülük

değerlerinin normal ring ipliğine göre daha yüksek olduğunu ve bu durumun eğirme esnasında düzgün olmayan elyaf kontrolü ve eğirmeden kaynaklanan elyaf göçü olarak açıklanabileceği şeklinde belirtmiştir. Çalışma sonucunda, öz ipliğin pozisyonunun iplik özellikleri üzerine etkili olduğunu bildirmiştir.

Örtlek ve Babaarslan (2003), "Spandex (Lycra) içerikli core-spun ipliklerin (PES/viskon) tüylülük özelliklerinin incelenmesi" adlı çalışmalarında, modifiye edilmiş ring iplik eğirme makinesinde %50/%50 PES/viskon karışımlı elastan özlü iplik üreterek elastan kullanımının ve üretilen bu ipliklerin bobinleme işleminin tüylülük özelliği üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, öz materyali olarak 78 dtex elastan lifi kullanmışladır. Ne 20/1 elastan içerikli özlü iplik ve elastansız ring ipliklerin kops ve bobin olarak tüylülük ölçümlerini gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca, Ne 18/1 ve Ne 22/1 elastan özlü ipliklerin tüylülük özelliklerini belirlemişlerdir. Ne 20/1 iplik numarasındaki ipliklerde yapılan testler sonucunda, ipliğin bütün olarak tüylülüğünü temsil eden iplik tüylülük indeksinde, elastanlı ve elastansız durumlar arasında genel olarak istatistiksel açıdan anlamlı herhangi bir değişimin olmadığını gözlemlemişlerdir. Ne 18/1 ve Ne 22/1 numaralarındaki elastan özlü ipliklere yapılan testler sonucunda, kopstan bobine sarım esnasında tüylülükte istatistiksel açıdan anlamlı bir artış olduğunu bildirmişlerdir.

Mahmood ve ark. (2003), "Effect of multiple spinning variables on the spinability of cotton covered nylon filament core yarn" adlı çalışmalarında, özde naylon filament sargıda ise pamuk lifi kullanarak farklı iğ hızında ve büküm faktöründe üretilen sert özlü ipliklerin mukavemet değişimlerini incelemişlerdir. Çalışmada, aynı hammaddeden, Ne 20/1 sert özlü iplikleri 8000, 10000, 12000 r/min (dev/dk) olarak üç farklı iğ hızında ve 3.75, 4.00 ve 4.25 olarak üç farklı büküm faktöründe iplikler elde edilmiştir. Sonuç olarak, en yüksek kopma mukavemet değerini, en yüksek büküm faktörü olan 4.25 ve en düşük iğ hızında elde etmişlerdir.

Su ve ark. (2004), "Structure and performance of elastic core-spun yarn" adlı çalışmalarında, elastan özlü ipliklerde elastan çekim oranının ve besleme açısının iplik yapısı ve iplik performansı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Sargı olarak 0,428 gram/metre pamuk fitilleri ve öz olarak 44.4 tex/ 4 filament, 3.3 tex/ 3 filament ve 2.2 tex/ 2 filament Dupont spandex kullanarak 3, 3.5 ve 4 öz çekim oranlarında ve

üç farklı büküm faktöründe 20 tex, 15 tex, 10 tex iplikler elde edilmiştir. Üretimler 10000 dev/dk iğ hızında gerçekleştirilmiştir. Büküm faktörünün elyaf göçü üzerindeki etkisini incelediklerinde, büküm faktörünün artmasıyla kohezyon kuvvetinin artacağı ve daha sert bir iplik elde edileceğini ve elastik geri dönme yüzdesinin azalacağını vurgulamışlardır. Elastan çekiminin elastik geri dönüş üzerindeki etkisini incelediklerinde ise, bütün büküm faktörlerinde en yüksek sonucu 4 elastan çekim oranında üretilen elastan özlü ipliklerde elde etmişlerdir. Sonuç olarak, elastanın 4 çekim oranıyla ve 40 büküm faktörüyle üretilen 10 tex elastan özlü ipliğin en iyi elastik geri dönüşüne sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Lou ve ark. (2005), "Production of a polyester core-spun yarn with spandex using a multi-section drawing frame and a ring spinning frame" isimli çalışmalarında multi seksiyonlu bir çekim sistemi kullanarak, ring iplik eğirme sisteminde elastan içerikli polyester sargılı iplikler elde etmişlerdir. Çalışmada, elastan çekim ünitesinde 5 çekim silindir çifti tasarlamışlardır. Burada uygulanan çekimin ardından, elastanın ring eğirme sisteminin ön çekim silindirinde ipliğe dâhil edilmesiyle özlü iplikler üretilmiştir. Çalışmalarında 44 dtex elastan ve 1,7 dtex polyester lifi kullanmışlardır. Elastan lifine, 1.2 ve 2 oranında ön çekimler ve 1.2, 1.7, 2.2, 2.7 ve 3.2 oranlarında esas çekimler uygulanmıştır. Üretilen elastan özlü ipliklerin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Sonuçta, maksimum kopma mukavemeti değeri, 1.2 oranındaki ön çekim ve 179,2 dev/dk ring makinesi ön çekim silindiri hızı ile sağlandığını bildirmişlerdir. 2.2 ve 2.7 esas çekim değerlerine sahip elastan özlü ipliklerin kopma mukavemetlerinin en yüksek değere sahip olduklarını belirlemişlerdir. 128 dev/dk ring makinesi ön çekim silindir hızı ve 2.2 veya 2.7 esas çekim oranlarında üretilen elastan özlü ipliklerin ise en yüksek kopma uzaması değerlerine sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Dhouib ve ark. (2006), "A study of the impact of elastane ratio on mechanical properties of cotton wrapped elastane-core spun yarns" adlı çalışmalarında, elastan oranının ipliğin kopma mukavemetine ve kopma uzamasına olan etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, büküm faktörü sabit tutulup ve elastan oranları değiştirilerek, pamuk sargılı elastan özlü iplikler elde edilmiştir. Çalışma sonucunda,

iplik içerisindeki elastan yüzdesinin, ipliğin kopma mukavemetini ve kopma uzamasını yakından etkilediğini bildirmişlerdir.

Kakvan ve ark. (2007), "Effects of draw ratio and elastic core yarn positioning on physical properties of elastic wool/polyester core-spun ring yarns" isimli çalışmalarında, özlü iplik içerisindeki elastan yerleşiminin ve elastan çekim oranının, ipliğin fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla, sargıda %45/%55 karışım oranında yün/PES özde ise farklı çekim oranında (2.7, 3.22, 3.49 ve 4.41) sol, merkez ve sağ olarak merkezlenen 44 dtex elastan lifini kullanarak elastan özlü iplikler üretilmiştir. Elastan özlü ipliklerin mukavemet, tüylülük, düzgünsüzlük ve kaplama özelliklerini incelemişlerdir. Elastan çekim oranı 4.49 olan elastan özlü ipliklerin iplik düzgünsüzlüğünün en yüksek çıktığı ve bunun sonucunda çekim oranının artmasının iplik düzgünsüzlüğünü arttırdığını bildirmişlerdir. Elastanın pozisyonunun elyaf kaplama ve mukavemet değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını fakat elastanın fitil içerisine soldan beslendiği iplik yapısında iplik düzgünsüzlüğünde artış, elastanın merkezden beslendiği durumda ise, iplik tüylülüğünde düzelme eğilimleri olduğunu belirlemişlerdir. Buna ilaveten 3.49 çekim oranında üretilen elastan özlü ipliğin daha iyi mukavemet, uzama ve tüylülük değerlerine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Çelik ve ark. (2009), "Öz/Manto oranı ve büküm sayısının filament özlü ipliklerin iplik özelliklerine etkisi" isimli çalışmalarında farklı parametrelerde üretilen özlü ipliklerin fiziksel özelliklerinin tespit edilmesini ve karşılaştırılmasını amaçlamışlardır. Çalışmada özde 300 denye/ 72 filament, 150 denye/ 36 filament ve 100 denye/ 24 filament polyester filament sargıda ise 31,8 mm uzunluğa ve 4,2 mikroner inceliğine sahip pamuk lifi kullanarak 3.2, 3.7 ve 4.2 büküm faktöründe Ne 9/1 sert özlü iplikler elde etmişlerdir. Öz oranı arttığında mukavemet değerinin arttığını, sargı oranı arttığında ise iplik düzgünsüzlüğünün arttırdığını ve iplik tüylülüğünün azaldığını belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda, büküm faktörünün artmasıyla ipliklerin kopma mukavemet değerlerinin arttığını, kopma uzaması ve iplik canlılığı değerlerinde herhangi bir değişimin olmadığını ve iplik düzgünsüzlüğünün ve iplik tüylülüğünün azaldığını bildirmişlerdir.

Pranamik ve Patil (2009), “Physical characteristics of cotton/polyester core spun yarn made using ring and air-jet systems” adlı çalışmalarında çekimli ve kıvrımlı PES filament ipliklerinin özde kullanılmasıyla farklı iplik eğirme sistemlerinde sert özlü iplik elde etmişlerdir. Bu kapsamda, özde 30 denye/ 24 filament, 44 denye/ 36 filament ve 70 denye/ 36 filament çekimli ve kıvrımlı polyester filament, sargıda ise 33,5 mm ve 4,2 mikroner pamuk lifi kullanılmıştır. Ring ve hava jetli iplik eğirme sistemlerinde elde edilen Ne 30/1 sert özlü ipliklerin fiziksel özellikleri %100 Co ipliği ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, üretilen sert özlü ipliklerinin %100 Co ipliğine göre kopma mukavemeti, kopma uzaması ve kopma enerjisinin daha yüksek olduğunu, iplik hatalarının ise daha düşük olduğunu gözlemlemişlerdir. Hava-jetli özlü ipliklerin mukavemet değerleri %100 Co ipliklerinden daha düşük çıksa da bu ipliklerin diğer özelliklerinin daha yüksek çıktığını bildirmişlerdir.

Adeli ve ark. (2010), “Structural evaluation of elastic core-spun yarns and fabrics under tensile fatigue loading” adlı çalışmalarında 2.9, 3.1, 3.4, 3.6 ve 3.9 çekim oranında elastan filament özlü pamuk ipliklerinden üretilen dokuma kumaşların yorulma davranışlarının değerlendirilmesini amaçlamışlardır. Bu kapsamda, özde 4,44 dtex/ 3 filament elastan ve sargıda ise 28 mm ve 4,2 mikroner pamuk lifi kullanılarak ring eğirme sisteminde 3.9 elastan çekim oranında Ne 19/1 ve Ne 20/1 elastan özlü iplikler elde etmişlerdir. Daha sonra, elastan özlü ipliklerin atkı olarak kullanılmasıyla 2/1 dimi doku yapısında rapier dokuma makinesinde dokuma kumaşlar üretilmiştir. Kumaş numuneleri 500,1000 ve 1500 yorulma çekme dairesel yüklere maruz bırakılmıştır. İpliğin içyapısındaki en büyük bozulmanın 1500 devirden sonra gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Çekim oranının artışıyla birlikte boncuklanma eğiliminde artış olduğunu ve 1000 dairesel yükleme sonunda, kumaş yüzeyinde sayılabilen en yüksek sayıda boncukların oluştuğunu bildirmişlerdir.

Vuruşkan (2010), “Elastan içerikli iplik üretmek üzere modifiye edilen ring makinasında üretim değişkenlerinin optimizasyonu ve iplik kalitesi üzerindeki etkisi” adlı doktora çalışmasında özlü iplik üretmek için konvansiyonel iplik üretimi yapan bir ring iplik eğirme makinesini modifiye ederek, makine üzerinde tamamen

bilgisayar aracılığı ile kontrol edilen servo motor kontrollü bir elastan besleme sistemi kullanmıştır. Türkçe olarak yapılan bir yazılım ile kontrol bilgisayarı ekranından belirli parametreler girildiğinde, istenilen özellikte iplikler tam otomatik olarak üretilebilecek hale getirmiştir. Daha sonra makine üzerinde, çeşitli üretim parametrelerini değiştirerek, farklı özelliklerde elastan özlü ipliklerin üretimlerini gerçekleştirmiştir. Bu kapsamda, sargı elyafı olarak %100 Co, %50/%50 Co/viskon ve %50/%50 Co/PES, öz materyali olarak ise 44 dtex, 78 dtex incelikte elastan lifi kullanılmıştır. Çalışmada, 3.5, 4 ve 4.5 büküm faktöründe ve 3, 3.5 ve 4 elastan çekim oranında Ne 16/1, Ne 24/1 ve Ne 32/1 numaralarda elastan özlü iplikler elde edilmiştir. Çalışmada, elastan numarası, elastan çekim oranı, büküm faktörü, hammadde ve iplik numara faktörlerinin elastan özlü ipliklerin fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini incelemiştir.

Erez (2011), "Sert özlü pamuk-polyester ipliklerin iplik özelliklerini etkileyen faktörlerin incelenmesi üzerine bir araştırma" adlı yüksek lisans çalışmasında öz/sargı oranının, iplik numarasının ve büküm faktörünün sert özlü iplik özellikleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bu amaçla, farklı filament inceliğine sahip %100 PES FDY ve %100 PES tekstüre filament iplikler özde, Ne 1,6 penye pamuk fitili sargıda kullanılarak ring eğirme makinesinde 7000 dev/dk iğ devrinde Ne 16/1 ve Ne 9/1 sert özlü iplikler elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, iplik numara değişiminin, bütün sert özlü iplik grupları için mukavemet, kopma uzaması, Uster® %CV, tüylülük ve çap değerleri üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmiştir. Filament sayısı değişimi genelde mukavemet ve Uster® %CV değerini etkilerken, büküm katsayısı değişiminin de tüm iplik gruplarında kopma uzaması, tüylülük ve çap değerleri üzerinde etkisi olduğunu gözlemlemiştir. Çalışma sonucunda, öz materyalinin PES FDY ya da PES tekstüre olmasının genelde mukavemeti etkilemediğini belirlemiştir.

Pourahmad ve Johari (2011), "Comparison of the properties of ring, solo, and siro core-spun yarns" adlı çalışmalarında belirlenmiş bazı faktörlerin Ring, Siro ve Solo iplik eğirme sistemlerinde üretilen özlü ipliklerin özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla, 3,3 dtex inceliğe ve 90 mm uzunluğa dahip akrilik elyafının sargıda, 6,6 tex inceliğine sahip naylon filamentin ise özde

kulanılmasıyla ring, solo ve siro iplik eğirme sistemlerinde sert özlü iplikler elde edilmiştir. Öz materyaline 1, 7.5, 10, 15, 50, 100 gram ön gerilim uygulanarak üretilen sert özlü ipliklerin kopma mukavemet, kopma uzama, aşınma, %CV ve tüylülük özelliklerini belirlemişlerdir. Ring sisteminde üretilmiş sert özlü ipliklerde filament beslemesindeki ön gerilimin iplik özellikleri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, siro iplik eğirme sisteminde üretilmiş olan sert özlü ipliklerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin ring ve solo sert özlü ipliklerinden daha iyi özelliklere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Helali ve ark. (2011), "Influence of Dorlastan® draft and yarn count on elastic recovery of the Dorlastan® core spun yarns following cyclic test" adlı çalışmalarında, elastan özlü iplik özelliklerini incelemişlerdir. Bu amaçla, ring eğirme sisteminde 156 dtex, 78 dtex ve 44 dtex Dorlastan® kullanılarak sırasıyla pamuk sargılı 100 tex, 50 tex ve 25 tex doğrusal yoğunluğa sahip elastan özlü iplikler elde etmişlerdir. Çalışmada, 3.9, 3.47, 3.12, 2.84, 2.6, 2.4, 2.23, 2.08 ve 1.95 filament çekim oranlarında üretilen özlü ipliklerin mekanik özelliklerini incelemişlerdir. İplik numarasının, Dorlastan® numarasının ve filament çekim oranının iplik özellikleri üzerindeki etkilerinin incelendiği bu çalışmada çekim oranı düştüğünde ipliğin elastik geri dönme oranının yükseldiğini bildirmişlerdir. İplik numarasının, Dorlastan® numarasının ve filament çekim oranının iplik geri dönüş özelliği açısından anlamlı bir etkisinin olduğunu belirlemişlerdir.

Babaarslan ve ark. (2007), "Elastan (Spandex) ilavesinin poliester/viskon karışımlı dokuma kumaş özellikleri üzerindeki etkisi" adlı çalışmalarında dokuma bir kumaşın yapısına elastan içerikli bir ipliğin ilavesiyle aynı türden klasik olanına göre yapı, aşınma, kopma mukavemet, kopma uzama ve elastikiyet özelliklerinde meydana gelen değişmeleri incelemişlerdir. Bu amaçla, PES/viskon konvansiyonel dokuma kumaş ile elastan (Lycra®) içeren aynı özelliklere sahip 2/1 Z dimi kumaşlar üretmişlerdir. Çalışma sonucunda elastan ilavesinin kumaşın kopma kuvveti, kopma uzaması ve elastikiyet özellikleri üzerinde istatistiksel olarak etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Çataloğlu (2007), "Elastan karışımlı denim kumaşların elastikiyet ve kalıcı deformasyon özellikleri üzerine bir araştırma" adlı yüksek lisans çalışmasında

elastan ön çekiminin kumaş elastikiyet ve kalıcı uzama değerleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Elastan ön çekim değerlerinin 3.8, 4.2, 4.6 olarak belirlendiği çalışmada 78 dtex ve 135 dtex numaralarında elastan lifi kullanılarak 4.2 büküm katsayısına sahip Ne 7/1, Ne 8/1, Ne 9/1 ve Ne 10/1 numara ve 4.5 büküm katsayısına sahip Ne 12/1 numara elastan özlü iplikler elde etmiştir. Çalışmada, elastan özlü ipliklerin atkı olarak kullanılmasıyla üretilen denim kumaşların elastikiyet ve kalıcı uzama analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, elastan ön çekiminin ve atkı numarasının denim kumaş numunelerinin kalıcı uzama değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını ve tarak numarasının, atkı sıklığının ve elastan numarasının artmasıyla birlikte kalıcı uzamanın düştüğünü belirlemiştir.

Jing ve Hu (2010), "Study on the properties of core spun yarn and fabrics of shape memory polyurethane" adlı çalışmalarında 28,7 tex doğrusal yoğunluğa sahip şeklini hafızada tutan poliüretan filamentin özde, pamuk lifinin ise sargıda kullanılmasıyla elastan özlü iplik elde etmişlerdir. 50 tex doğrusal yoğunluğa sahip sert özlü ipliklerin üretimleri friksiyon ve ring eğirme sisteminde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, üretilen bu iplikler atkı ipliği olarak (atkı sıklığı: 50atkı/5cm) %100 pamuk ipliği ise çözgü olarak (çözgü sıklığı: 100çözgü/5cm) kullanılarak dimi kumaşlar elde edilmiştir. Yapılan analizler neticesinde ring eğirme sisteminde üretilen özlü ipliğin friksiyon özlü iplikten daha yüksek mukavemet değerine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca kumaş özelliği açısından ring eğirme sistemiyle üretilen özlü ipliklerden üretilen dimi dokuma kumaşın atkı yönünde şeklini hafızada tutma kabiliyetinin daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Al-ansary (2011), "Effect of spandex ratio on the properties of woven fabrics made of cotton / spandex spun yarns" adlı çalışmasında %4, %5, %7, %9 ve %11 elastan oranına sahip Ne 30/1 elastan özlü ipliklerin üretimlerini gerçekleştirmiştir. Ne 30/1 Co ipliğinin çözgü, üretilen elastan özlü ipliklerin ise atkıda kullanıldığı çalışmada 1/1 bezayağı dokuma kumaş numuneleri elde edilmiştir. Elastan oranının kumaş fiziksel ve mekanik özellikleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada, kumaş numunelerinin kopma kuvveti ve kopma uzaması, % çekme oranı, belirli bir zamanda uygulanan kuvvet sonucunda kumaşta meydana gelen esneme ve hava geçirgenliği özellikleri belirlenmiştir. Çözgü sıklığı 62 çözgü/cm ve

atkı sıklığı 56 atkı/cm olarak üretilen bezayağı kumaş numunelerinin hava geçirgenliği ve kumaş esnekliğinin elastan oranının artışıyla arttığını, kumaş kopma kuvvetinin, çekme ve büyüme değerlerinin azaldığı saptanmıştır.

Ziaee ve ark. (2011), "Evaluation of physical and mechanical properties of cotton covered polypropylene-core yarns and fabrics" adlı çalışmalarında polipropilen özlü pamuk ipliklerinin atkı ipliği olarak kullanılmasıyla üretilen dokuma kumaşların fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemişlerdir. Bununla birlikte değişimleri kıyaslayabilmek amacıyla %100 Co ipliğinden dokuma kumaş elde etmişlerdir. Bu kapsamda, 70 dtex/ 33 filament polipropilen filamentine 15 g ön gerilim ve ön gerilimsiz olarak ring iplik eğirme makinesinde pamuk sargılı Ne 10/1 ve 3.4 ve 4 büküm faktöründe sert özlü iplik numuneleri üretilmiştir. İplikler atkı ipliği olarak kullanılarak 20 atkı/cm sıklıkta dokunmuştur. Dokumada kullanılan çözgü iplik numarası Ne 20/1 ve çözgü sıklığı ise 25 çözgü/cm olarak belirlenmiştir. Üretilen dokuma kumaş numunelerinin hava geçirgenliği, kopma kuvvet-uzama, ağırlık, eğilme direnci, buruşmazlık açısı ve sıvı emme özelliklerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda, 15 g ön gerilimle ve 3.4 büküm faktöründe üretilen sert özlü ipliklerden dokunan kumaşın sıvı emme özelliğinin en yüksek olduğunu bildirmişlerdir. %100 Co ipliğinden üretilen kumaş numunelerinin eğilme direncinin, hava geçirgenliğinin, kopma kuvvetinin ve buruşmazlık açısının daha düşük olduğunu saptamışlardır.

Şekerden (2009), "PES/Vis/Lycra® içerikli atkı elastan dokumalarda çeşitli dokuma faktörlerinin kumaşın fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisinin incelenmesi" adlı doktora çalışmasında PES/Vis/Lycra® içerikli atkı dokumalarda doku faktörlerinin kumaşın fiziksel ve mekanik özelliklerine olan etkisini araştırmıştır. Doku tipi, atkı numarası ve atkı sıklığı değişken faktörler olarak belirlenmiştir. Bu amaçla iki farklı atkı numarası, yedi farklı doku tipi ve dört farklı atkı sıklığında kumaşlar elde edilmiştir. Kumaş numunelerine yıkama çekmesi, sanfor öncesi ve sonrası sıklık, atkıda kısalma ve kıvrım, gramaj, kalınlık, kumaş eni, kopma kuvveti ve kopma uzaması, yırtılma mukavemeti, elastikiyet ve kalıcı uzama testlerini uygulamıştır. Dokuma performansının ve kumaş yapısının çözgü gerilimlerinden önemli ölçüde etkilendiği düşüncesiyle, belirlenen dokuma

şartlarında, beş bölgede çözgü gerilimlerinin ölçümü gerçekleştirilmiştir. Çalışma neticesinde kumaş özelliklerini etkilemede dokuma faktörlerinin önem seviyeleri belirlenmiştir.

Karaca ve ark. (2012), "Effects of fiber cross sectional shape and weave pattern on thermal comfort properties of polyester woven fabrics" isimli çalışmalarında yuvarlak, trilobal, boşluklu yuvarlak ve boşluklu trilobal kesit şekline sahip 135 dtex/ 48 filament FDY PES filament ipliklerin kesit şeklinin dokuma kumaş performansı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. FDY PES filament iplikler 300tur/metre büküm alacak şekilde katlanmıştır. Elde edilen ipliklerden bezayağı ve 2/1 dimi dokuma kumaşlar üretilmiştir. Üretilen kumaş numunelerinin konfor özelliklerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda, filament kesit şeklinin kumaş konfor özellikleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu tez çalışması kapsamında, aynı üretim koşullarında filament inceliğinin ve öz/sargı kullanım oranının sert özlü iplik özellikleri üzerindeki etkilerinin saptanması amaçlanmıştır. Buna ilaveten elde edilen sert özlü ipliklerin atkı olarak kullanılmasıyla üretilen denim dokuma kumaş performans özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda çalışma iki aşamadan oluşmaktadır;

1. Filament inceliğinin sert özlü iplik özellikleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla özde 110 dtex doğrusal yoğunluğa sahip 3,05 dtex orta, 1,15 dtex ince ve 0,76 dtex, 0,57 dtex, 0,33 dtex olarak da mikro filament inceliğine sahip PES filament iplikleri kullanılmıştır. Bu kapsamda, orta, ince ve mikrofilament tekstüre PES filament iplikleri Korteks Mensucat Sanayi ve Tic. A.Ş.'de yaygın ve standart olarak üretilen çeşitler arasından seçilerek temin edilmiştir. Bu tez çalışması kapsamında kullanılan filament ipliklere ait tekstüre parametrelerine, fonksiyonel iplik olmalarından dolayı ve tekstüre işlemlerini yapan firmanın gizlilik politikasına istinaden, tezde yer verilememiştir. Bu ipliklere ait özellikler Çizelge 3.1'de gösterilmiştir. Ayrıca, öz oranının etkisini belirlemek amacıyla 4 farklı iplik numarasına sahip (Ne 16/1, Ne 20/1, Ne 24/1 ve Ne 28/1) sert özlü ipliklerin üretimleri modifiye edilmiş ring eğirme sisteminde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, sargıda piyasada yaygın olarak kullanılan ve özlü iplik üretiminde gerek doğal bir lif olması gerekse kolay erişilebilir olması sebebiyle pamuk lifi tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan pamuk lif özellikleri Çizelge 3.2'de verilmiştir. Böylelikle, filament inceliğinin ve öz/sargı oranının sert özlü ipliklerin performans özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, öz materyalinin etkisini belirleyebilmek amacıyla aynı iplik üretim parametrelerinde dört farklı iplik numaralarında (Ne16/1,

Ne20/1, Ne24/1 ve Ne28/1) konvansiyonel ring iplikleri (%100 Co iplikleri) Karacasu Tekstil Tic. ve San. A.Ş. firmasında üretilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan PES filament ipliklerin özellikleri

İplik Özellikleri	**Filament İnceliği, dtex**				
	3,05	**1,15**	**0,76**	**0,57**	**0,33**
Kopma Mukavemeti, (cN/dtex) ISO 2062	4,11	3,77	3,69	3,77	4,17
Kopma Uzaması, (%) ISO 2062	20,97	21,04	18,85	17,16	19,44
Kaynama Çekmesi, (%) DIN EN 14621	2,7	3	3,5	3,4	3,2
Kıvrım Kısalması, (%) DIN 53840-1	37,39	14,84	9,62	8,7	5,31
Kıvrım Modülü, (%) DIN 53840-1	22,58	7,59	4,55	4,13	2,46
Kıvrım Kalıcılığı, (%) DIN 53840-1	86,04	81,1	76,97	78,33	75,36
Bitim Yağı Miktarı, (%)	1,2	2,9	2,8	2,7	3,2
Punta Sayısı, adet/metre	40	99	94	77	66
Punta Kalıcılığı, (%3 uzamada dayanım)	2	21	23	20	37

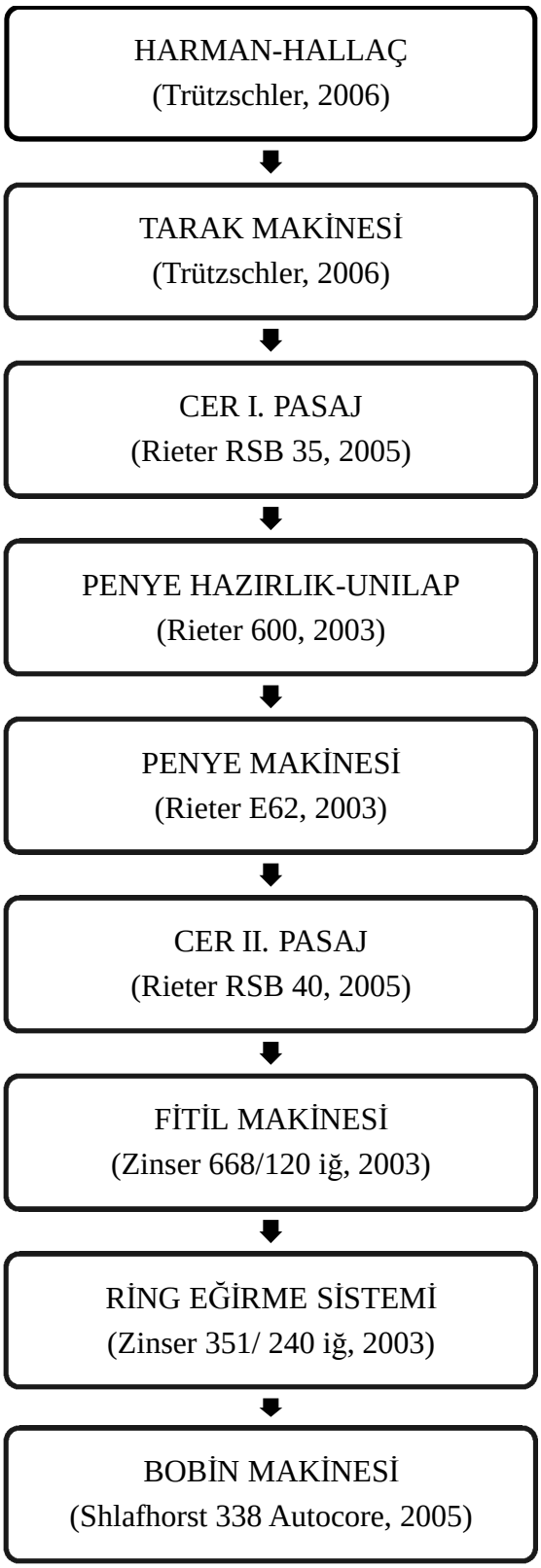
Çizelge 3.2. Sargı olarak kullanılan pamuk lif özellikleri (Uster® HVI)

Hammadde	Yerli Pamuk
Lif İnceliği, (Mikroner)	4,99
Uzunluk, (mm)	30,03
Mukavemet, (g/tex)	33,30
Kopma uzaması, (%)	6,80
Uniformite indeksi, (%)	88,50
Kısa lif indeksi (SFI), (%)	7
Parlaklık (Rd), (%)	69
Sarılık, (+b)	9,10

2. Filament inceliğinin ve öz/sargı oranının kumaş performans özellikleri üzerindeki etkisini belirlemek üzere üretilmiş olan sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ipliklerin atkı olarak kullanılmasıyla denim kumaş numuneleri üretilmiştir. Sert özlü iplikler özellikle dokuma alanında atkı ipliği olarak kullanılmaktadır. Bu durum özlü ipliklerin daha yüksek mukavemet ve elastikiyete sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Kumaş üretimleri, iplik numara farklılıkları göz önünde bulundurularak sabit örtme faktöründe (cover factor) hesaplanan atkı sıklıklarında gerçekleştirilmiştir. Dokuma denim kumaş üretimleri Bossa T.A.Ş. Denim ve Spor Giyim İşletmelerinde gerçekleştirilmiştir.

3.1.1. Sert Özlü İplik ve Konvansiyonel Ring İplik Üretimi

Çalışma kapsamında, öz/sargı oranının iplik özellikleri üzerindeki etkisini belirleyebilmek amacıyla piyasada yaygın olarak üretilen ve denim kumaş üretimine uygun olabileceği düşünülen 4 farklı iplik numarası (Ne 16/1, Ne 20/1, Ne 24/1 ve Ne 28/1) belirlenmiştir. Sert özlü ve konvansiyonel ring iplik numunelerinin üretimleri Karacasu Tekstil Tic. ve San. A.Ş. firmasında bulunan Zinser 351 marka 240 iğlik öz besleme amacıyla modifiye edilmiş ring iplik eğirme makinesinde gerçekleştirilmiştir. Konvansiyonel ve sert özlü ipliklerin üretim şeması Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Ring eğirme sisteminde üretilen konvansiyonel ve sert özlü ipliklerin üretim parametreleri ise Çizelge 3.3'te verilmiştir. Her bir iplik numunesi için her biri 1 kg olarak toplam 5 adet bobin üretilmiştir.



Şekil 3.1. İplik üretimi için işlem akışı

Çizelge 3.3. Sert özlü iplik ve konvansiyonel ring iplik üretim parametreleri

İplik Numara, (Ne)	16/1	20/1	24/1	28/1
Öz/sargı Oranı, (%)	30/70	37/63	45/55	52/48
Fitil Numara, (Ne)	0,6	0,6	0,6	0,6
Filament Çekim	1	1	1	1
Büküm Faktörü, (α_e)	3,9	3,9	3,9	3,9
Büküm Yönü	Z	Z	Z	Z
İğ Devri, (dev/dk)	8000	8000	8000	8000
Bilezik Çapı, (mm)	46	46	46	46
Kopça Tipi	Bräcker C	Bräcker C	Bräcker C	Bräcker C
Kopça No	C2MMdr ISO 90	C2MMdr ISO 90	C2MMdr 2/0 ISO 45	C2MMdr 2/0 ISO 45

3.1.2. Denim Kumaş Üretimi

Filament inceliğinin ve öz/sargı oranının kumaş performansı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla birinci aşamada dört farklı iplik numarasında üretilen konvansiyonel ve sert özlü iplikler atkı ipliği olarak kullanılarak denim kumaş numuneleri elde edilmiştir. Kumaş üretimleri Bossa T.A.Ş. Denim ve Spor Giyim İşletmelerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, aynı örtme faktörüne sahip olacak şekilde iplik numaralarına göre belirlenen atkı sıklıklarına göre denim kumaşların üretimleri gerçekleştirilmiştir. Denim kumaşlar aynı çözgü ipliğinde ve sabit çözgü sıklığında üretilmiştir. Çözgü ipliği olarak penye Ne 20/1 Co ipliği kullanılmıştır. Çözgü ipliği olarak kullanılan pamuk lifi ve pamuk ipliği özellikleri Çizelge 3.4'te gösterilmektedir. Doku tipi, denim kumaş üretiminde yaygın olarak kullanılan 3/1 Z dimi olarak belirlenmiştir ve üretimler bu doku tipinde gerçekleştirilmiştir. Dokuma öncesi çözgü ipliği SLASHER'da boyanmış olup çözgü iplik hazırlama aşamaları Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Çözgüde kullanılan pamuk lif (Uster® HVI) ve iplik özellikleri

Pamuk Lif Özellikleri	
Hammadde	Yerli Pamuk
Lif İnceliği, (Mikroner)	4,84
Uzunluk, (mm)	31,13
Mukavemet, (g/tex)	31,60
Kopma uzaması, (%)	7,30
Uniformite indeksi, (%)	84,70
Kısa lif indeksi (SFI), (%)	6,20
Parlaklık (Rd), (%)	75,50
Sarılık, (+b)	8,40
Çözgü İpliği Özellikleri	
İplik Numarası, (Ne)	20/1
Kopma Mukavemeti, (cN/tex)	20,70
Kopma Uzaması, (%)	5,76
RKM	20,98
Düzgünsüzlük, (%CVm)	10,06
İnce Yer, (-%40 /km)	3,50
Kalın Yer, (+%50 /km)	1,50
Neps, (+%200 /km)	2,33
Tüylülük, (Uster® H)	4,90

Çizelge 3.5. Çözgü ipliği dokuma hazırlık işlem basamakları

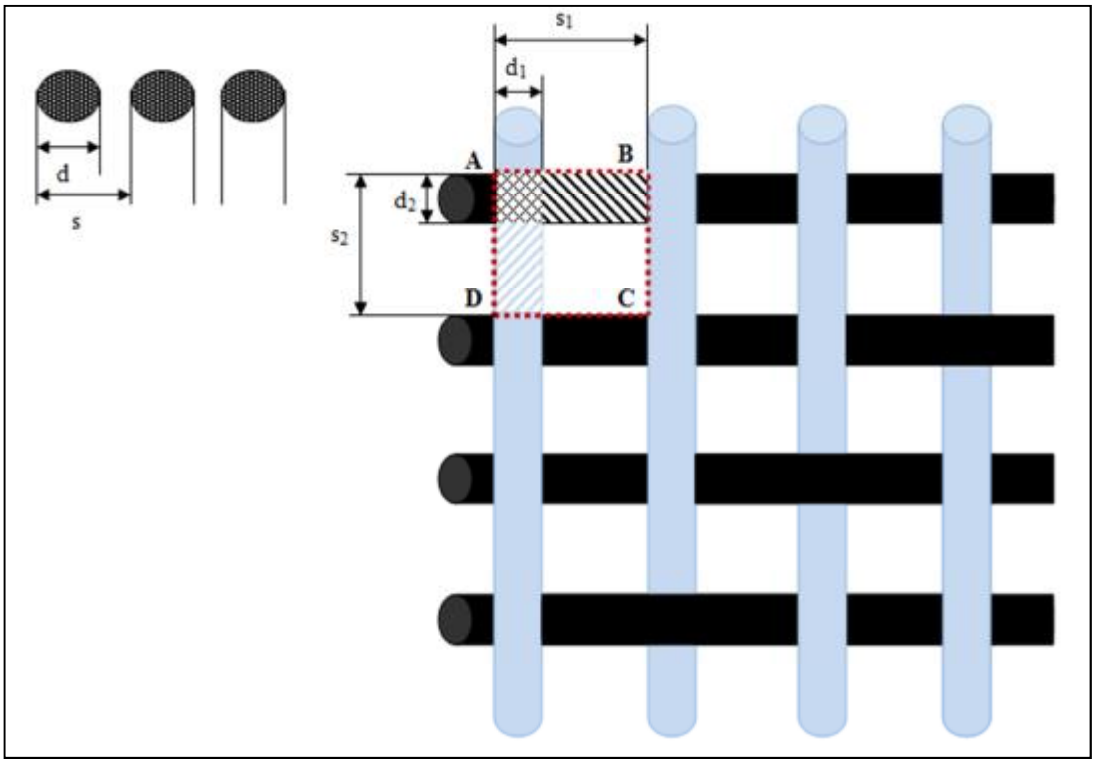
Çözgü İpliği Dokuma Hazırlık Aşamaları	
Merserizasyon	- Su sertliği düzenleyici - Kostik - Islatıcı
Ön Yıkama	
İndigo Boyama	- Su - Dispergatör - İndigo - Kostik - İndirgen - Kimyevi
Kimyevi Besleme	
Son Yıkama	
Haşıllama	- Haşıl maddeleri - Kimyevi

3.1.2.1. Kumaş Örtme Faktörü Hesaplama

Çalışmada, çözgü iplik özellikleri, çözgü sıklığı ve kumaş yapısı aynı kalmak koşuluyla atkı iplikleri olarak kullanılması planlanan konvansiyonel ve sert özlü ipliklerden denim kumaş üretmek amacıyla üç parametre üzerinde durulmuştur;

1. Aynı atkı sıklığına sahip kumaşların üretilmesi; sıklık birim uzunlukta bulunan iplik sayısı olarak ifade edilir ve uzunluk genelde cm veya inç (inch) olarak belirtilir.
2. Aynı gramajda kumaşların üretilmesi; kumaşın 1 m^2'sinin gram olarak ağırlığına kumaşın gramajı denir ve bir nevi alansal sıklığı belirtir.
3. Aynı örtme faktöründe kumaşların üretilmesi; ipliklerin kumaş yüzeyini kaplama oranına örtme faktörü denilmektedir.

Ön üretimler neticesinde; Ne 16/1'den Ne 28/1'e kadar iplik incelikleri arasındaki fark fazla olduğundan aynı sıklıkta denim kumaş üretilmesinde kumaşın kullanım olarak uygun olmayacağı belirlenmiştir. Aynı gramajda kumaş üretiminde ise Ne 28/1 numara iplik için belirlenen atkı sıklığının kumaş dokunabilirlik sınırları içerisinde olamayacağı ve aynı parametrelerde üretimin gerçekleştirilemeyeceği sonucu ortaya çıkmıştır. Bundan dolayı kumaş örtme faktörü sabit tutularak Ne 16/1, Ne 20/1, Ne 24/1 ve Ne 28/1 sert özlü ve konvansiyonel iplikler için atkı sıklıkları belirlenmiştir. Üretimler her bir iplik numarası için belirlenen atkı sıklıklarına göre gerçekleştirilmiştir. Aynı örtme faktöründe atkı sıklıklarını belirlemek amacıyla ön kumaş üretimleri gerçekleştirilmiştir. Bu üretimler neticesinde Ne 16/1 iplik için atkı sıklığı 20 atkı/cm olarak belirlenmiştir ve bu veriler ışığında kumaş örtme faktörü hesaplanmıştır. Ne 20/1, Ne 24/1 ve Ne 28/1 numaralardaki iplik numunelerinden üretilecek olan denim kumaşların atkı sıklık değerleri ise bu kumaş örtme faktörü baz alınarak hesaplanmıştır. Atkı sıklık değerleri Şekil 3.2'de gösterilen kumaş örtme faktörü ölçüm prensibine göre hesaplanmıştır.



Şekil 3.2. Kumaş örtme faktörü hesaplanması prensibi

Şekil 3.2'de görüldüğü gibi; çözgü ipliği için d_1= çözgü iplik çapı (cm) ve s_1= iplik çapı+iki iplik arası boşluğu (cm) ifade etmektedir. Atkı ipliği için d_2= atkı iplik çapı (cm) ve s_2= iplik çapı+iki iplik arası boşluğu (cm) ifade etmektedir.

Dokumanın tekrar eden en küçük birimi kırmızı renkle gösterilen ABCD karesidir. İpliklerin örttüğü alanın bu karenin alanına oranı toplam örtme faktörünü verir (Kaynak, 2013). Buna göre;

$$\text{Örtülü } alan = d_2 s_1 + d_1 s_2 - d_1 d_2 \quad (3.1.)$$

$$Toplam\ alan = s_1 s_2 \quad (3.2.)$$

$$Dokumanın\ \text{örtme}\ faktörü\ (c) = \frac{d_2 s_1 + d_1 s_2 - d_1 d_2}{s_1 s_2} \quad (3.3.)$$

$$Dokumanın\ örtme\ faktörü\ (c) = \frac{d_2\, s_1}{s_1 s_2} + \frac{d_1 s_2}{s_1 s_2} - \frac{d_1 d_2}{s_1 s_2}$$

$$Dokumanın\ örtme\ faktörü\ (c) = \frac{d_2}{s_2} + \frac{d_1}{s_1} - \frac{d_1 d_2}{s_1 s_2}$$

Her bir iplik için;

$$Örtme\ faktörü\ (c) = \frac{d}{s} \qquad (3.4.)$$

$$Sıklık\ (adet/cm)\ n = \frac{1}{s} \qquad (3.5.)$$

$$Örtme\ Faktörü\ (c) = d \times n \qquad (3.6.)$$

Dolayısıyla kumaş örtme faktörü Eşitlik 3.7.'ye göre hesaplanmaktadır.

$$Kumaş\ örtme\ faktörü\ (c) = c_1 + c_2 - c_1 c_2 \qquad (3.7.)$$

Hem atkı hem de çözgü iplik çapı, ştapel elyaftan iplik için aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Sankaran, 2012).

$$d = 4{,}44 \times 10^{-3} \sqrt{\frac{T_{tex}}{\rho}} \quad (cm) \qquad (3.8.)$$

d= iplik çapı (cm),
T_{tex}= iplik doğrusal yoğunluğu (g/km),
ρ= iplik yoğunluğu (g/cm^3).

Eşitlik 3.6. ve Eşitlik 3.8.'e göre çözgü ve atkı ipliği çap değerleri ve örtme faktörleri hesaplandıktan sonra Eşitlik 3.7. kullanılarak kumaş örtme faktörü belirlenmiştir.

Çözgü olarak indigo boyalı penye Ne 20/1 Co ipliği kullanılmıştır. Çalışmada, çözgü sıklık değeri ise 36 çözgü/cm olarak belirlenmiştir. Çözgüde kullanılan penye pamuk ipliği için ρ değeri ortalama değer olan 1,52 g/cm^3 olarak alınmıştır (Behera ve Hari, 2010). Çözgü ipliğinin çap değeri Eşitlik 3.8.'e göre ve örtme faktörü Eşitlik 3.6.'a göre hesaplanmıştır.

Sert özlü ipliklerde örtme faktörü teorik olarak lineer yoğunluğa göre hesaplanmıştır. Pamuk lifi için ρ değeri 1,52 g/cm^3; PES filament iplikleri için 1,38 g/cm^3 olarak alınarak karışım ρ değeri yaklaşık olarak hesaplanmıştır. Aynı örtme faktörüne sahip denim numunelerinin üretimleri gerçekleşmeden önce Ne 16/1 ipliğin 20 atkı/cm sıklığa göre hesaplanan kumaş örtme faktörüne göre Ne 20/1, Ne 24/1 ve Ne 28/1 sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ipliklerin atkı sıklık değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan atkı sıklık değerleri ve kumaş örtme faktörü Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Kumaş üretimleri, toplam 6840 (6720 çözgü adedi ve 120 tel kenar tel adedi) tel adedinde 36 çözgü/cm sıklıkta elektronik armürlü ağızlık açma ve rapierli atkı atma sistemine sahip Picanol Gam-max marka dokuma makinesi ile 525 dev/dk hızda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 190 cm tarak enine sahip 4'lü tarak geçişi ile 90 tarak numarası kullanılmıştır.

Çizelge 3.6. Kumaş üretimi için hesaplanan kumaş örtme faktörü

Atkı iplik numara, (Ne)	**16/1**	**20/1**	**24/1**	**28/1**
Atkı özlü iplik örtme faktörü, (c_2)	0,444	0,438	0,438	0,441
Atkı %100 Co iplik örtme faktörü, (c_2)	0,438	0,431	0,429	0,430
Atkı sıklık, (atkı/cm)	20	22	24	26
Çözgü iplik numara, (Ne)	20/1	20/1	20/1	20/1
Çözgü iplik örtme faktörü, (c_1)	0,705	0,705	0,705	0,705
Çözgü sıklık, (çözgü/cm)	36	36	36	36
%100 Co atkı için kumaş örtme faktörü, (c)	0,834	0,832	0,832	0,832
Sert özlü iplik atkı için kumaş örtme faktörü, (c)	0,836	0,834	0,834	0,835

Denim kumaş numunelerine daha sonra çift yüzlü yakma işlemi uygulanmıştır. Yakma işleminin ardından aynı parametrelerde haşıl sökme, apre uygulaması ve ısıl fikse işlemleri 12 kamaralı bir ramda 120 ^{0}C'de ve 50 m/dk'de gerçekleştirilmiştir.

3.2. Metod

Çalışmada deneye tabi tutulacak denim kumaşlara uygulanan fiziksel ölçüm ve performans testlerinin öncesinde atkı yönünde kullanılan ipliklerin performanslarının ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Üretilen iplik ve denim kumaş numuneleri performans testleri gerçekleştirilmeden önce "TS EN ISO 139: 2008 Tekstil - Şartlandırma ve deney için standart ortamlar" standardına göre kondisyonlanmıştır.

3.2.1. Tekstüre PES Filament İpliklere Uygulanan Testler

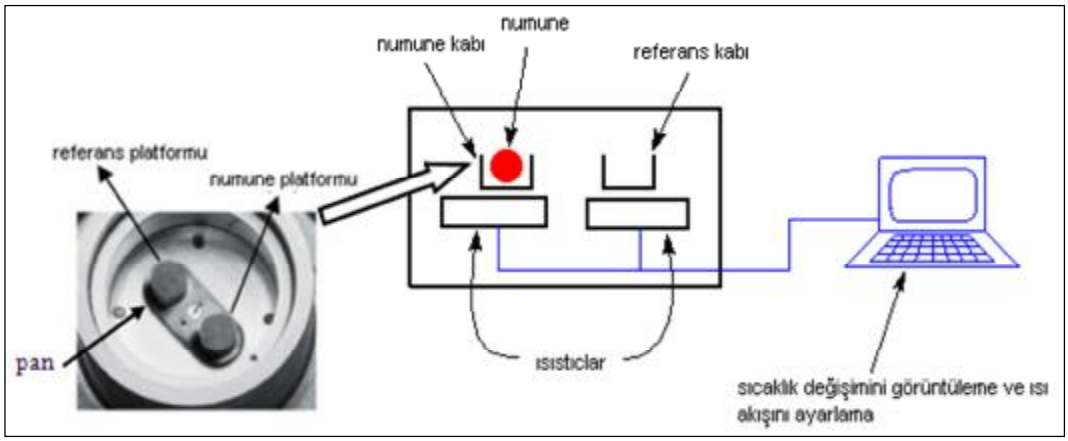
Tez çalışması kapsamında kullanılan farklı filament inceliğine sahip tekstüre PES filament ipliklerin termal analizleri ve kıvrım özelliklerinden etkilenen iplik canlılığı analizleri gerçekleştirilmiştir. İplik canlılığı testi, Bölüm 3.2.2.7 'de ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.2.1.1. Termal Analiz

Termal analiz "bir maddenin maruz kaldığı sıcaklık değişimine bağlı olarak fiziksel özelliklerinde meydana gelen değişikler" olarak tanımlanmaktadır. Bir maddenin veya bu maddenin türevlerinin belli bir sıcaklık altında özelliklerinde meydana gelen değişiklerin incelenmesi, tepkimede emilen veya açığa çıkan ısının ölçülmesi yöntemine dayanan termal analiz tekstilde özellikle termoplastik malzemelerin analizinde kullanılmaktadır. Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) cihazında kristalinite oranı, camsı geçiş sıcaklığı (Tg), erime ve kaynama noktası,

kristalleşme zamanı ve kristalleşme sıcaklığı ölçümleri gerçekleşebilmektedir (Yıldırım, 2007).

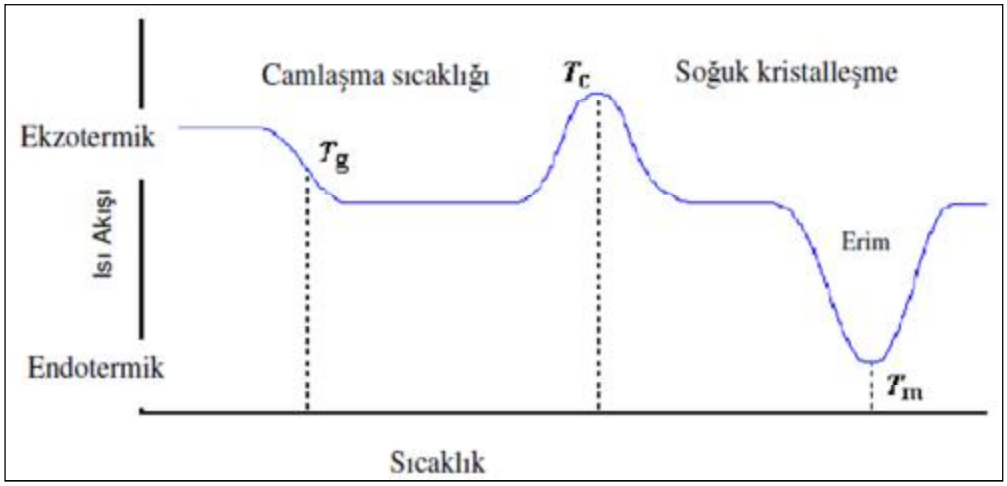
Çalışmada, sert özlü iplik üretiminde öz materyali olarak kullanılan farklı filament inceliğine sahip yalancı büküm tekstüre PES filament ipliklerin termal analizleri Süper Film A.Ş. laboratuarındaki Perkin Elmer marka DSC cihazı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. DSC cihazı (Brown, 2001; http://www.gmehling.chemie.uni-oldenburg.de/16633.html)

Cihaz iki platformdan oluşmaktadır ve bu platformların her ikisine eşit zamanda eşit şekilde sıcaklığı artacak kadar ısı enerjisi verilir. Şekil 3.3'de görüldüğü gibi platformun birisine standart alüminyum pan içerisine belirli ağırlıkta numune konurken diğer pan boş bırakılarak referans olarak cihaza yerleştirilir. Platformlardan birine termoplastik bir malzeme konması durumunda belirli bir sıcaklıktan sonra malzeme faz değiştirerek sıvı forma geçmek için enerjiye ihtiyacı olacaktır. Verilen enerji malzemenin erimesi için kullanılacağından boş olan platformun sıcaklığı artarken üzerinde termoplastik numune olan platformun sıcaklığı sabit kalacaktır. İki platform arasında gerçekleşen bu sıcaklık farkı cihazın yazılımı sayesinde termogram olarak çizilmektedir. DSC termogram örneği Şekil 3.4'de gösterilmektedir. Cihaz yazılımı yardımıyla bu termogram üzerinde sıcaklık farkından dolayı oluşan pik alanı hesaplanarak malzemenin erime enerjisi (ΔH_m) bulunur (Yıldırım, 2007). Bu enerji değeri %100 kristalin olan aynı polimer

malzemenin enerjisine oranlanarak kristalinite değeri yüzde olarak Eşitlik 3.9. ile hesaplanır.



Şekil 3.4. DSC termogramı (Yıldırım, 2007)

$$Kristalinite\ (\%) = \left(\frac{(\Delta H_m - \Delta H_c)}{\Delta H_m^0}\right) * 100 \qquad (3.9.)$$

Burada;

ΔH_m= Erime enerjisi (J/g),

ΔH_c= Soğuk kristalleşme enerjisi (J/g),

$\Delta H_m{}^0$= %100 kristalin olan aynı polimerin erime enerjisi (J/g) (Yıldırım, 2007; Yıldırım ve ark., 2009).

Orta, ince ve mikro filament inceliğine sahip ipliklerinin termal analizleri ASTM E793 – 06-2012- "Standard Test Method for Enthalpies of Fusion and Crystallization by Differential Scanning Calorimetry" standardına göre gerçekleştirilmiştir. Perkin Elmer Jade cihazında yapılan termal analizde her biri 2,2 mg olarak tartılan iplik numuneleri 30 ^{0}C'den 350 ^{0}C'ye kadar 10 ^{0}C/min hızda ısıtılmıştır ve 350 ^{0}C'de 2 dakika bekledikten sonra 30 ^{0}C'ye yine aynı hızda soğutulmuştur. Nitrojen gaz hızı standartta belirtilen 20 mL/min olarak ayarlanmıştır. Ölçüm sonunda elde edilen DSC termogramları kullanılarak orta, ince ve mikro

filament inceliğine sahip ipliklerinin kristalinite derecesi, erime sıcaklıkları ve soğuk kristalleşme sıcaklıkları belirlenmiştir. PES filament ipliklerin % kristalinite değerleri PES %100 kristalin erime enerjisi 140,1 J/g alınarak Eşitlik 3.9. ile hesaplanmıştır (http://www.perkinelmer.com; Tavani ve ark., 2007; Yıldırım, 2007).

3.2.2. Sert Özlü İpliklere ve Konvansiyonel Ring İpliklere Uygulanan Testler

Standart atmosfer şartlarında iplik numarası, iplik kopma mukavemeti, iplik kopma uzaması, iplik düzgünsüzlüğü, iplik hataları, iplik tüylülüğü, iplik sürtünme özellikleri ve iplik canlılığı gibi kalite özellikleri belirlenmiştir.

3.2.2.1. İplik Numara Tayini

İplik numunelerinin, kopma mukavemeti ve kopma uzaması testlerinden önce gerçek numara değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Üretilen ipliklerin gerçek numaranın, öngörülen numara ile yakınlığının tespiti için iplik numarası testi yapılmıştır. İplik numara ölçümü; TS 244 EN ISO 2060 “Tekstil-İplikler-Doğrusal Yoğunluk Tayini-Çile Metodu” standardı esas alınarak, üretilmiş olan 5’er bobinin her birinden 4’er ölçüm alınarak ölçüm çıkrığında 100’er metrelik çileler sarılarak ve hassas terzide tartılarak yapılmıştır. Kullanılan çıkrığın çevresi 1,5 yarda, kullanılan hassas terazi 0,001 g hassasiyetindedir. Test için çıkrık üzerinde var olan gerdirme aparatı kullanılmış ve iplik sarımları sabit gerilim altında yapılmıştır.

3.2.2.2. İplik Büküm Tayini

Makine üzerinde ipliğe verilen büküm ile iplik üzerindeki gerçek bükümü karşılaştırmak amacıyla Gaziantep Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Laboratuarında bulunan Prowhite iplik bükümü ölçme cihazında, TS 247 EN ISO 2061 “Tekstil-İpliklerde Büküm Tayini-Doğrudan Sayma Metodu” standardı esas alınarak, açma-kapama prensibine göre büküm testleri yapılmıştır. Her iplik tipi için

5 bobin esas alınarak ve her bir bobinden 4'er ölçüm olacak şekilde toplam 20 test yapılmıştır. Bulgular kısmında her grup için ortalama büküm (tur/metre) verilmiştir.

3.2.2.3. İplik Kopma Mukavemeti ve Kopma Uzaması Tayini

İpliğin kopma mukavemet değeri; numune koparılıncaya kadar çekme kuvveti uygulanmakta olup, numune koptuğu andaki kuvvet 'kopma kuvveti' olarak ifade edilmektedir. İplik kopma mukavemeti; ipliğin kopma kuvvetinin ipliğin doğrusal yoğunluğuna oranı olup, gf/den, cN/tex, Rkm gibi birimlerle ifade edilmektedir. İplik kopma uzaması ise, ipliğin koptuğu anda boyunda meydana gelen toplam uzamanın yüzde olarak ölçülmesidir.

İpliklerin kopma mukavemeti ve kopma uzaması testleri, Selçuk İplik San ve Tic. A.Ş laboratuarında bulunan ve Şekil 3.5'de gösterilen Uster® Tensorapid 3 test cihazında, TS EN ISO 2062-"Tekstil-Paketlerden Alınan İplikler-Tek İpliğin Kopma Mukavemetinin ve Kopma Uzamasının Tayini" standardına göre gerçekleştirilmiştir. Test için, her iplik grubundan 3'er bobin alınmış, her bobine 10'ar adet test uygulanmıştır. Testler, çeneler arası mesafe 500 mm, test hızı ise 5000 mm/dk olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.5. Uster® Tensorapid 3 test cihazı

3.2.2.4. İplik Düzgünsüzlüğü Tayini

İpliğin uzunluğu boyunca kütlesinde meydana gelen değişim, iplik düzgünsüzlüğü olarak tanımlanmaktadır. Düzgünsüzlük, %Um (ortalama kütle sapma yüzdesi) veya %CVm (kütlesel değişim katsayısı) olarak iki şekilde ifade edilir ve aralarında $\%CV_m=1,25x\ \%\ U_m$ şeklinde bir ilişki vardır (Erbil, 2005). Tez kapsamında düzgünsüzlük ifadesi olarak pratikte yaygın olarak kullanılan %CVm değeri kullanılmıştır.

İplik düzgünsüzlük testleri, Selçuk İplik San ve Tic. A.Ş bünyesinde bulunan ve Şekil 3.6'da gösterilmiş olan Uster® Tester 4 Düzgünsüzlük Test cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Uster® Tester-4, kapasitif sisteme göre çalışabilen ve iplik, fitil, şerit düzgünsüzlüğü ölçebilen bir test cihazıdır. Düzgünsüzlük, aralarında elektriksel alan oluşturulan iki kapasitif levha arasından geçirilen iplik, fitil ve şerit üzerindeki kütlesel değişimler elektriksel alanı değiştirmekte ve bu değişim ile ölçülmektedir (Zhang ve Cheng, 2010; Alaşehirli, 2009). Düzgünsüzlük testi, ISO 16549:2004- "Textiles - Unevenness of Textile Strands - Capacitance Method" standardına göre ve her iplik grubunda ki 4 bobinin her birine beş defa uygulanmıştır. Her bobin için, 400 m/dk test hızında ve 1 dakika test süresinde, toplam 400 metre iplik test edilmiştir.



Şekil 3.6. Uster® Tester 4 düzgünsüzlük cihazı

3.2.2.5. İplik Hataları ve Uster® Tüylülük Tayini

İplik hataları; ince yer, kalın yer ve neps olarak adlandırılan, iplik kesitinde meydana gelen incelme, kalınlaşma ve topaklaşmalardır. Bu hatalar, iplik yüzeyinde düzgünsüzlüğe yol açmaktadır. İnce yer hatasındaki "-%40" ifadesi, ipliğin ortalama kesit kalınlığından %40'ı kadar veya daha fazla bir incelmeyi belirtmektedir. Benzer şekilde, kalın yer hatasındaki "+%50" ifadesi, ipliğin ortalama kesit kalınlığından %50'si kadar veya daha fazla bir kalınlaşmayı belirtmektedir. Neps hatası ise bir çeşit kalın yer hatası olup "+%200" ifadesi, ipliğin ortalama kesit kalınlığından %200 fazla bir kalınlaşmayı ifade eder. Bu hatalar iplik düzgünsüzlüğü ölçüm prensibindeki gibi, kapasitif levhalar arasında ki, elektriksel alanın değişmesi ile ölçülürler ve bir kilometrede iplikteki incelme, kalınlaşma ve topaklaşma sayı adetleriyle ifade edilirler (Vuruşkan, 2010).

İplik tüylülüğü ise, birim uzunluk başına iplik yüzeyinden dışarı doğru çıkan liflerin sayısıdır. Üretim sırasında uçuntu ve düğümlenmelere, kumaş kullanımı sırasında da boncuklanmaya neden olduğundan özel bazı durumlar hariç genel anlamda istenmeyen bir özelliktir. İplik tüylülük değeri, 1cm ölçüm uzunluğunda iplik yüzeyinden dışarıya çıkan liflerin toplam uzunluğunu ifade etmekte olup Uster® Tester 4 cihazında "H" tüylülük değeri olarak verilmektedir (Erez, 2011). İplik hataları ve tüylülük testi, iplik düzgünsüzlüğü testi ile aynı anda yapılmaktadır.

3.2.2.6. İplik Sürtünme Özellikleri Tayini

İplik sürtünmesi, sonraki işlemler boyunca iplik davranışlarını belirlemesinin yanı sıra üretilen kumaşın eğilme, gerilme, sürtünme özellikleri gibi temel özelliklerini ve iplik tüylülüğü ile birlikte boncuklanma oluşumunu, aşınma dayanımını ve yumuşaklık gibi diğer özelliklerini de etkileyen bir faktördür. İpliklerin ipliklere ve diğer materyallere sürtünmesi, ipliklerin üretimi ve kumaş oluşumu sırasındaki davranışları ile kumaş içerisindeki davranışlarını belirleyen en önemli faktörlerdendir (Altaş ve Kadoğlu, 2009; Balcı, 2010; Balcı ve Sülar; 2010). İplikler özellikle kumaş üretimleri aşamasında iplik-iplik ve iplik-metal olmak üzere

iki önemli sürtünmeye maruz kalırlar. İplik-iplik sürtünmesi; ipliğin bobine sarılması, bobinden sağılması, çözgü çekme, atkı atımı, örme ve dikiş işlemleri sırasında gerçekleşir. İplik-metal sürtünmesi ise örme ve dokuma üretimi aşamasında ipliğin metal elamanlarına sürtünmesi ve bobinleme aşamasında ipliğin klavuzlardan geçmesi sırasında gerçekleşir. Bu iki sürtünme sırasında lif uçları iplik yüzeyinde uçuntular meydana getirir. Bu durum iplikte lif kaybına sebep olur ve sonuç olarak üretilen ürünün kalitesini olumsuz yönde etkileyebilecek kopuşlar meydana gelir. Dolayısıyla, ipliklerin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayılarının mümkün olduğunca düşük olması gerekir (Altaş ve Kadoğlu, 2009). İplik sürtünme özelliklerini etkileyen önemli faktörler; ipliğin yapısı, iplik üretim yöntemi, büküm faktörü, tüylülük ve iplik düzgünsüzlüğü olarak sıralanabilir (Altaş ve Kadoğlu, 2009; Özdil ve ark., 2012). İpliğin gerek iplikle sürtünmesi gerekse metal ile sürtünmesi neticesinde sürtünme katsayısının artması, ipliğin aşınma direncini düşürür.

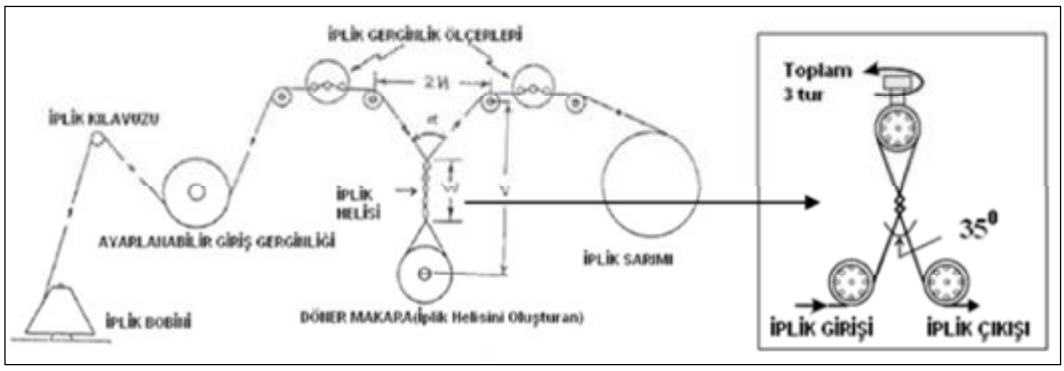
İpliklerin sürtünme kuvveti testleri Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Fiziksel Tekstil Muayeneleri Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan Lawson Hemphill CTT (Constant Tension Transport) İplik Sürtünmesi Test Cihazı kullanılarak yapılmıştır. Şekil 3.7'de gösterilen CTT cihazı, çıkış ve giriş gerginliği değerlerini kullanarak farklı yüzeylere göre ortalama sürtünme katsayısı değerini hesaplanmaktadır. Cihazda, iplik-iplik, iplik-metal ve iplik-seramik sürtünme testleri gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 3.7. Lawson Hemphill CTT iplik sürtünme test cihazı (http://www.lawsonhemphill.com/LH-401-constant-tension-transport.html)

3.2.2.6.(1). İplik-İplik Sürtünme Tayini

İplik-iplik sürtünmesi testi ASTM D 3412-01 "Standard Test Method for Coefficient of Friction, Yarn to Yarn" standardına göre bükülmüş iplik yöntemi ile yapılmaktadır. Cihaz, giriş ve çıkış gerginliği değerlerini, ipliğin kendi üzerinde attığı tur sayısını ve iplikler arasındaki açıyı dikkate alarak iplik-iplik sürtünme katsayısını hesaplamaktadır. Şekil 3.8'de iplik-iplik sürtünmesi testi bükülmüş iplik yöntemi ve iplik helisi gösterilmiştir. İplik-iplik sürtünmesi testinde iplik kendi üzerinde 3 tur attırılarak ölçüm gerçekleştirilmektedir ve cihaz Eşitlik 3.10. ile sürtünme katsayısını hesaplayabilmektedir.



Şekil 3.8. Bükülmüş iplik yöntemi (Balcı, 2010)

$$\mu = \frac{\ln(T_2/T_1)}{4\pi(n-0{,}5)\sin\beta/2} \qquad (3.10.)$$

Burada;

μ= İplik-iplik sürtünme katsayısı,

T_2= Çıkış gerginliği,

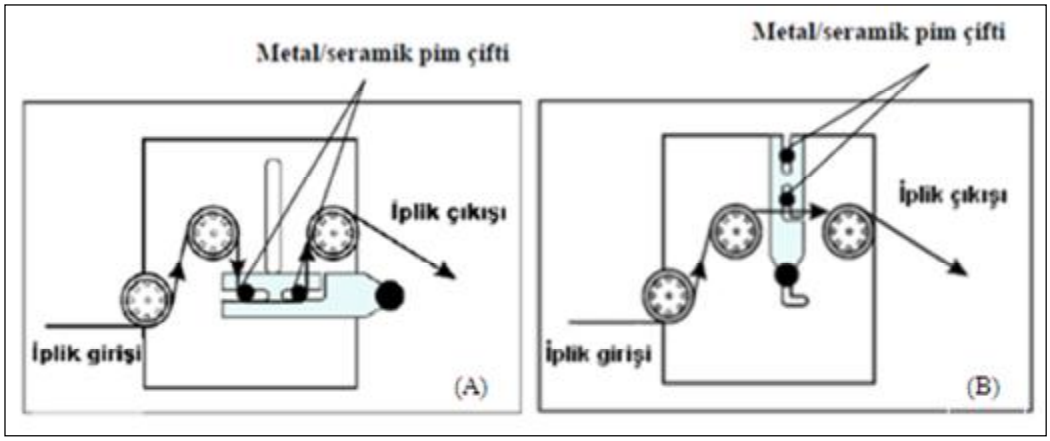
T_1= Giriş gerginliği,

B= 35^0 (İplikler arasındaki açı),

n= 3 (İpliğin kendi üzerinde attığı tur sayısı) (Altaş ve Kadoğlu, 2009; Balcı, 2010; Kılıç ve Sülar, 2012).

3.2.2.6.(2). İplik-Metal Sürtünme Tayini

İplik-metal sürtünmesi testi ASTM D 3108-01 "Standard Test Method for Coefficient of Friction, Yarn to Solid Material" standardına göre farklı bir düzenek yardımıyla ipliklerin farklı bir materyale sürtünmesi koşuluyla iplik sürtünme testleri gerçekleşmektedir. İplik- metal sürtünme testinde ipliğin test öncesinde ve test esnasında izlediği yol Şekil 3.9'da verilmiştir.



Şekil 3.9. İplik-metal sürtünme testi (A) ipliğin test öncesindeki konumu, (B) ipliğin test sırasındaki konumu (Balcı, 2010)

Cihaz iplik-metal sürtünme testi sonucunda Eşitlik 3.11. ile sürtünme katsayısını hesaplanabilmektedir.

$$\mu = \frac{ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)}{\theta} \qquad (3.11.)$$

Burada;

μ = İplik-metal sürtünme katsayısı,

T_2= Çıkış gerginliği,

T_1= Giriş gerginliği,

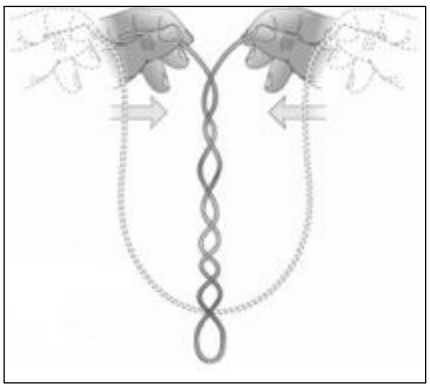
θ =Toplam sarım açısı (radyan) (Toplam sarım açısı 180^0 olup radyan cinsinden hesaplanarak eşitliğe girilir) (Altaş ve Kadoğlu, 2009; Balcı, 2010; Kılıç ve Sülar, 2012).

İplik-iplik ve iplik-metal sürtünme testleri iplik numuneleri için 100 m/dk sabit hız altında gerçekleştirilmiştir. Aynı koşullarda testin gerçekleştirilmesi açısından ve gerekli denemelerden sonra test öncesi ipliklere uygulanacak ön gerilim değerinin her bir iplik numarası için ilgili standartlara göre belirlenmesine karar verilmiştir. İplik-iplik ve iplik-metal sürtünme testlerinde standartlara uygun olarak 10,0 ± 0,5 mN/tex ön gerilim değerleri belirlenmiştir. Buna göre, 37 cN (Ne 16/1), 30 cN (Ne 20/1), 25 cN (Ne 24/1) ve 21 cN (Ne 28/1) ön gerilim değerleri iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme testlerinde uygulanmıştır. Her bir iplik numunesi için 100 adet ölçüm alınarak gerçekleştirilen iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme testlerinde sürtünme katsayısı değerleri belirlenmiştir.

3.2.2.7. İplik Canlılığı (Büküm Canlılığı) Tayini

İplik canlılığı veya torku (bükme momenti), iplik üretim aşamasında ipliğin üzerine aldığı bükümden etkilenmesi ve bükümün tersi yönde kendi üzerine kıvrılma eğiliminde olması şeklinde tanımlanmaktadır (Çelik, 2006). İpliğin kendi üzerine kıvrılması Şekil 3.10'da gösterilmiştir. İplik canlılığı, iplik üretim sonrasındaki işlem basamaklarında problemlere (örme kumaşlarda may dönmesine, dokuma kumaşlarda ise eğriliğe vb.) sebep olmaktadır ki bu istenilen bir özellik değildir. İplik canlılığını belirlemek amacıyla bir çok araştırmacı tarafından çeşitli metotlara göre ölçümler gerçekleştirilmiştir (Primentas, 2003; Xu ve ark., 2008; Murrells, 2007; Bhatia ve Sinha, 2014; Basu ve Roy, 2002; Tavanai ve ark., 2007; Erdumlu ve Oxenham, 2011; Çelik ve Kadoğlu, 2009; Çelik, 2006; Üte ve Kadoğlu, 2009). Ancak, iplik canlılığı ölçümü için herhangi bir standart bulunmamaktadır. Ölçümler referans çalışmalar baz alınarak belirli bir uzunluktaki ipliğin ortada iplik numarasına göre ağırlık asılarak ipliğin iki ucunun bir araya getirilmesi suretiyle iplik üzerindeki oluşan kıvrımın sayılması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Ölçümler 1 metre

uzunluğunda iplik numuneleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Yapılan literatür çalışması neticesinde ipliğin orta noktasına asılacak ağırlıklar iplik numarasına göre tex başına 10 mg olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak Ne 16/1 iplik için 0,369 g, Ne 20/1 iplik için 0,295 g, Ne 24/1 iplik için 0,246 g ve Ne 28/1 iplik için 0,211 g ağırlık asılmıştır (Basu ve Roy, 2002; Çelik, 2006). Buna ilaveten, tekstüre PES filament ipliklerin iplik canlılığı testlerinde 0,11 g ağırlık uygulanmıştır. İplik üzerinde oluşan kıvrım ölçümü açma-kapama prensibine göre çalışan ve Gaziantep Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Laboratuarında bulunan Prowhite büküm ölçüm cihazında gerçekleşmiştir. Her bir iplik numunesi için 10 adet ölçüm alınarak gerçekleştirilen testlerde iplik canlılığı değerleri belirlenmiştir.



Şekil 3.10. İpliğin kendi üzerine kıvrılması (http://peggyosterkamp.com/peggys-weaving-tips-yarns-unbalanced-plied-single/)

3.2.3. Kumaşlara Uygulanan Testler

Çalışmada üretilen denim kumaşlar performans testleri gerçekleştirilmeden önce TS EN ISO 139: 2008- "Tekstil - Şartlandırma ve Deney için Standart Ortamlar" standardına göre 24 saat süreyle kondisyonlaşmıştır.

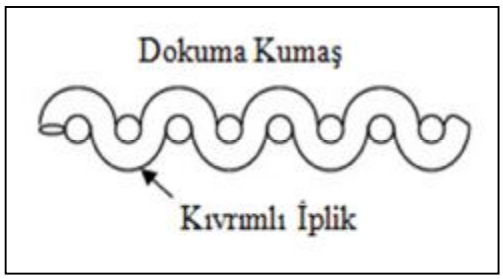
3.2.3.1. Çözgü ve Atkı Sıklık Tayini

Çözgü ve atkı sıklığı tayini TS 250 EN 1049-2-"Tekstil Dokunmuş Kumaşlar-Yapı Analiz Metotları-Kısım 2-Birim Uzunluktaki İplik Sayısının Tayini"

esas alınarak yapılmıştır. Bu amaçla, test edilecek kumaşların farklı bölgelerinden, aynı atkı ve çözgüyü içermeyecek şekilde 5'er adet ölçümler alınarak atkı ve çözgü sıklığı tespit edilmiştir. Atkı ve çözgü sıklığı ölçümü 1 cm'de toplu iğne ile iplikler tek tek sayılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.2. Krimp Tayini

Krimp veya kıvrım, kumaştan çıkarılarak belirli bir gerginlik altında ölçülen düzleştirilmiş iplik uzunluğunun, kıvrımlı iplik uzunluğuna oranı olarak tanımlanmaktadır. Krimp değeri "%" olarak ifade edilmekte olup, dokumanın örgüsüne, iplik gerginliklerine ve sıklıklarına bağlı olarak değişebilmektedir (Kadem, 2007). Doku tipine göre değişiklik gösterebildiği gibi, aynı dokuda iplik gerginliği ve sıklığa göre farklı olabilmektedir. Dokuma kumaştaki iplik krimp gösterimi Şekil 3.11'de gösterilmiştir.



Şekil 3.11. Dokuma kumaşta iplik kıvrımının görünümü (http://www.saertex.com/en/products/multiaxial-fabrics)

Numunelere TS 254- "Dokunmuş Kumaşlar - İmal Tarzı - Analiz Metotları - Kumaştaki İpliğin Kısalma Oranının Tayini" standardı esas alınarak krimp tayini yapılmıştır. Atkı ve çözgü yönünde 50 cm uzunluğunda aynı atkı ve çözgüyü içermeyecek şekilde şeritler kesilerek ve 5'er ölçüm alınarak krimp değeri Eşitlik 3.12. ile hesaplanmıştır. Burada L_0, kıvrımlı iplik uzunluğu (kumaş uzunluğu), L_1 ise gergin iplik uzunluğudur. Birimi yüzde (%) olarak ifade edilmektedir.

$$Krimp\ (\%) = \left(\frac{(L_1 - L_0)}{L_0}\right) * 100 \qquad (3.12.)$$

3.2.3.3. Kumaş Kalınlık Tayini

Çalışmada kullanılan kumaşların kalınlığı TS 7128 EN ISO 5084- "Tekstil-Tekstil ve Tekstil Mamullerinin Kalınlık Tayini" standardı esas alınarak tayin edilmiştir. Her bir kumaş tipinden 20 ölçüm alınarak ortalama kumaş kalınlığı mm cinsinden belirlenmiştir. Test için kullanılan dijital kalınlık ölçüm cihazı Şekil 3.12'de gösterilmiştir.



Şekil 3.12. Dijital kalınlık ölçüm cihazı

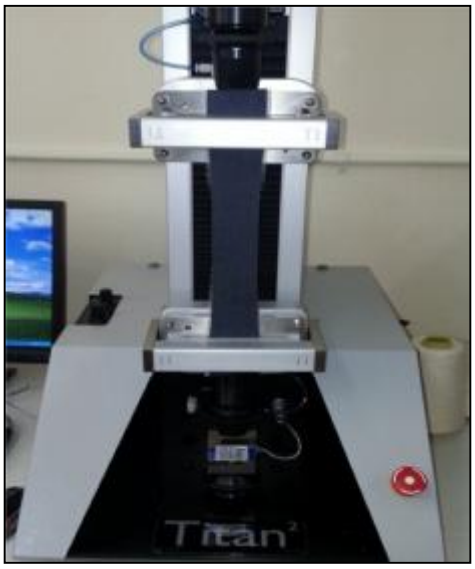
3.2.3.4. Kumaş Gramaj Tayini

Tez çalışması kapsamında üretilen denim dokuma kumaş numunelerinin farklı iplik numaralarına bağlı olarak aynı örtme faktörüne göre belirlenen farklı atkı sıklıklarının kumaş performans özelliklerini etkileyebileceğinden kumaş numunelerinin gramaj tayinin yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Üretilen kumaşların gramajları TS EN 12127: 1999 "Tekstil – Kumaşlar - Küçük Numuneler Kullanarak Birim Alan Başına Kütlenin Tayini" standardına göre saptanmıştır. Her bir kumaş tipinden kumaşın rastgele bölgelerinden 100 cm^2 ebadında 20 adet kesilip hassas

terazide tartıldıktan sonra 100 ile çarpılmıştır. Bulunan 20 değerin ortalamasının alınmasıyla g/m^2 olarak kumaş gramajı hesaplanmıştır.

3.2.3.5. Kumaş Kopma Kuvveti ve Kopma Uzaması Tayini

Çalışma kapsamında, üretilen kumaşların kullanım esnasında maruz kalabilecekleri gerilmelere gösterecekleri dayanım özelliklerinin tespit edilebilmesi amacıyla kopma kuvvetlerinin ve kopma uzamalarının test edilmesine ihtiyaç duyulmuştur. TS EN ISO 13934-1: 2002-“ Tekstil - Kumaşların Gerilme Özellikleri - Bölüm 1: En Büyük Kuvvetin ve En Büyük Kuvvet Altında Boyca Uzamanın Tayini - Şerit Metodu” standardı uygulanarak numunelerin kopma kuvvetleri ve kopma uzamaları tayini Gaziantep Üniversitesi Tekstil Mühendisliği laboratuarında bulunan Titan 2 mukavemet test cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir kumaş tipinden, atkı ve çözgü yönünde aynı atkı ve çözgüye denk gelmeyecek şekilde kumaşın farklı bölgelerinden 10 adet numune alınarak ölçümler yapılmıştır. Test sonucunda kopma kuvvet ve kopma uzama değerlerinin ortalamalarının alınmasıyla sırasıyla “Newton” ve “%” cinsinden değerler saptanmıştır. Şekil 3.13’de test esnasında cihazın görünümü verilmiştir.



Şekil 3.13. Mukavemet test cihazı ve kopma mukavemet- kopma uzama testinin yapılışı

3.2.3.6. Kumaş Yırtılma Mukavemet Tayini

Yırtılma mukavemeti; kumaştaki herhangi bir delik veya yırtığa uygulanmış yanal çekme kuvvetlerine karşı, kumaşın göstermiş olduğu direnç veya kumaşın yırtılmaya karşı dayanma kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır. Yırtılma dayanımı genel olarak kumaşın yapısı ile ilgilidir. Belirli sıklıklarda dokunarak bir araya gelmiş iplikler üzerlerine etki eden gerilimi paylaşarak yüksek bir dayanım gösterirler. Ayrıca kumaş yapısı, yırtılma esnasında birlikte kopan ipliklerin sayısı üzerinde etkilidir. İplik kesişme sayısı düşük olan dokular, ipliklerin kumaş içerisinde hareket etmesini ve grup oluşturmasını sağlamaktadır. Böylece kumaş yırtılma sırasında uygulanan kuvvete karşı daha dirençli olmaktadır.

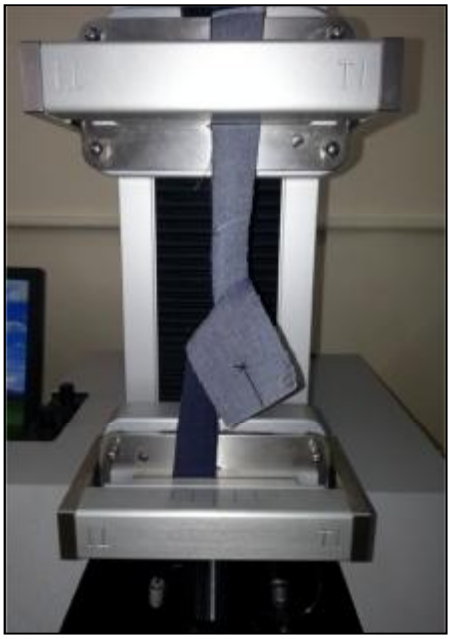
Kumaşın yırtılma performansı; lif özellikleri, iplik özellikleri, kumaş özellikleri (sıklık ve kumaş yapısı) ve kumaşa uygulanan terbiye işlemleri gibi birçok faktöre bağlıdır, dolayısıyla kontrol edilebilmesi zordur. Ancak, kumaşların kullanım yerine uygun olarak kumaş yırtılma mukavemetinin tahmin edilmesi ve iplik mukavemetinin olabildiğince yüksek mukavemetli olmasına dikkat edilmesi, kullanılacak atkı-çözgü sıklıklarının, doku türünün, kumaşa uygulanacak terbiye işlemlerinin, tahmin edilen yırtılma mukavemetine göre seçilmesi gerekmektedir (Kadem, 2007). Yırtılma dokuma kumaşlarda en sık görülen mukavemet kusurudur ve kumaşın faydalı kullanım ömrünün değerlendirilmesi açısından önemli bir performans olarak göz önüne alınmalıdır. Yırtılma ölçümü; statik ve dinamik olarak iki şekilde gerçekleştirilmektedir.

3.2.3.6.(1). Statik Yırtılma Mukavemet Tayini

Tez çalışması kapsamında kumaş numunelerinin kullanım esnasında statik kuvvetlere karşı gösterdikleri kuvvetin materyalin mukavemetini belirleyici bir özellik olmasından dolayı statik yırtılma analizinin yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur. TS EN ISO 13937-2: 2002-"Tekstil - Kumaşların yırtılma özellikleri - Bölüm 2: Pantolon biçimindeki deney numunelerinin yırtılma kuvvetinin tayini (Tek yırtma metodu)" standardı uygulanarak kumaş numunelerinin statik yırtılma dayanımları

Gaziantep Üniversitesi Tekstil Mühendisliği laboratuarında bulunan Titan 2 mukavemet test cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

Her bir kumaş tipinden, atkı ve çözgü yönünde aynı atkı ve çözgü ipliğine denk gelmeyecek şekilde kumaş numunelerinin farklı bölgelerinden 10'ar ölçüm alınarak ölçümlerin ortalaması "Newton" cinsiden statik yırtılma kuvveti tespit edilmiştir. Test esnasında fotoğraflanan cihazın resmi Şekil 3.14'de gösterilmiştir.



Şekil 3.14. Mukavemet test cihazı ve statik yırtılma testinin yapılışı

3.2.3.6.(2). Dinamik Yırtılma Mukavemet Tayini

Tez çalışması kapsamında, kumaş numunelerinin kullanım esnasında dinamik kuvvetlere karşı gösterdikleri kuvvetin materyalin mukavemetini belirleyici bir özellik olduğundan dinamik yırtılma analizinin yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Kumaş numunelerinin dinamik yırtılma mukavemet tespiti TS EN ISO 13937-1: 2001-"Tekstil - Kumaşların Yırtılma Özellikleri - Bölüm 1: Balistik Sarkaç Metodu İle Yırtılma Kuvvetinin Tayini" standardına göre, Çukurova Tekstil Mühendisliği Bölümü bünyesinde bulunan Dijital Elmetear mukavemet cihazı kullanılarak yapılmıştır. Elmetear test cihazı ve dinamik yırtılma testinin yapılışı Şekil 3.15'de verilmiştir. Her bir kumaş tipinden, atkı ve çözgü yönünde 10'ar ölçüm alınmıştır.

Dinamik yırtılma kuvveti bu ölçümlerin ortalaması alınarak “Newton” olarak saptanmıştır.

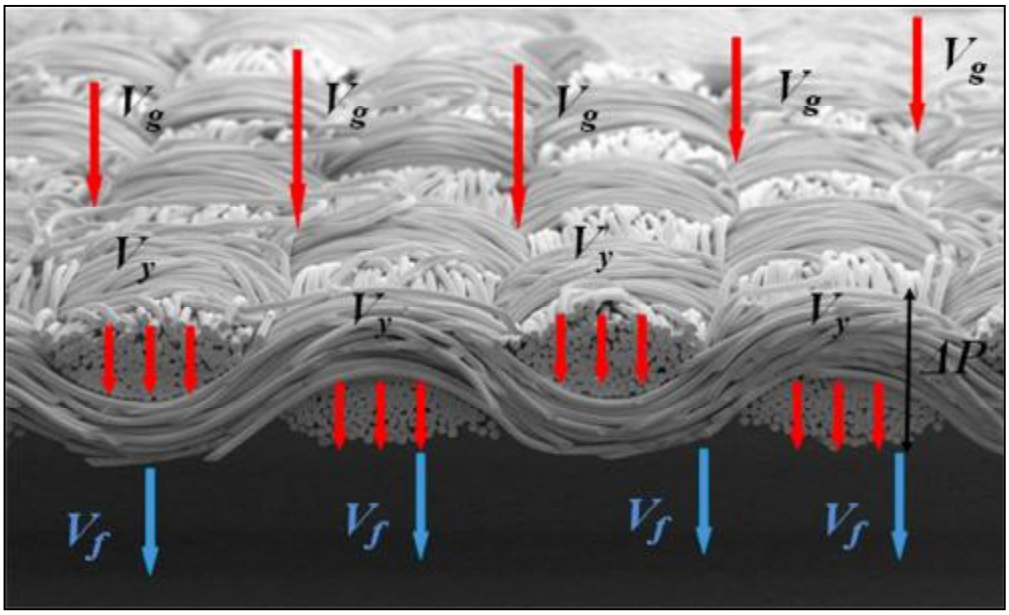


Şekil 3.15. Elmetear dijital yırtılma mukavemet test cihazı ve dinamik yırtılma mukavemet testinin yapılışı

3.2.3.7. Hava Geçirgenliği Tayini

Hava geçirgenliği, kumaşın birim alanından birim zamanda dikey yönde geçen havanın hızı veya sabit bir basınç altında kumaşın bir yüzeyinden diğer yüzeyine dik geçen hava akış olayı olarak tanımlanmaktadır (Turan ve Okur, 2010; Çakmak, 2013; Tashkandi ve ark., 2013)

Hava akışı kumaşın bir tarafından diğer tarafına iki farklı bileşene göre; kumaşı oluşturan iplikler arasındaki boşluktan ve ipliklerin içerisinden geçerek gerçekleşmektedir. Bu iki bileşenin etkisi ile gerçekleşen hava geçişi Şekil 3.16’da gösterilmiştir. Şekil 3.16’da V_g boşluklar arasından geçen hava akışının hızı, V_y ipliklerin içerisinden geçen hava akışının hızı ve V_f ise kumaş boyunca geçen ortalama hava akışının hızı olarak ifade edilmektedir (Saldaeva, 2009).

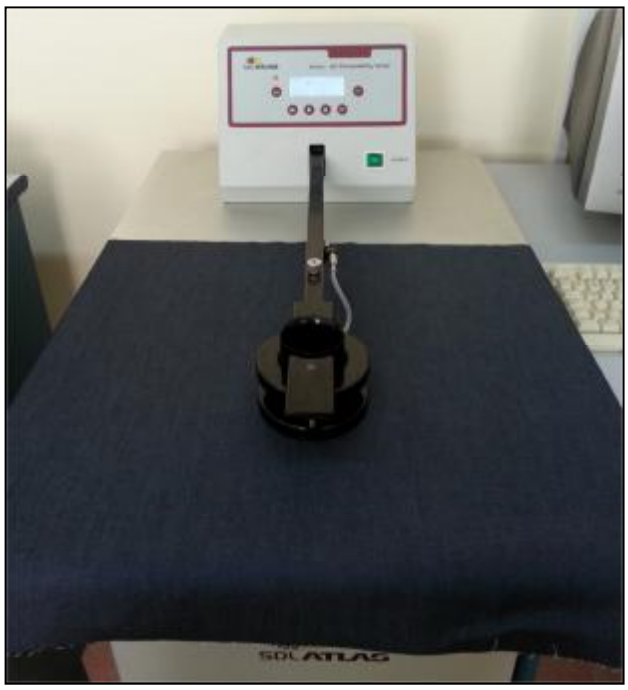


Şekil 3.16. Kumaş kalınlığı boyunca hava geçişi (Saldaeva, 2009; http://www.carryology.com/interviews-regular/cordura-business-fabrics/)

Kumaş kalınlığı boyunca havanın hareketi, bu kumaştan üretilecek ürünün rüzgara karşı direncinin son kullanım performans parametrelerini büyük ölçüde etkilemektedir (Öner, 2008). Hava geçirgenliği, kumaş kalınlığı, kumaş yapı özellikleri (kalınlık, sıklık, örtme faktörü ve gözeneklilik vb.), kumaş örgü tipi (bezayağı, dimi, satin vb.), atkı ve çözgü iplik özellikleri (iplik inceliği, elyaf yapısı, iplik tüylülüğü, iplik tipi (filament, kesikli), iplik üretim yöntemi vb.) gibi parametrelere bağlıdır. Bu parametrelerin kumaşın gözenekliliği üzerinde etkisi vardır. Dolayısıyla havanın kumaş içerisinden geçebilme özelliğini etkilemektedir (Oğulata, 2006; Havlova, 2013; Mohamad, 2015; Fatahi ve Yazdi, 2010; Mourad ve ark., 2012; Natarajan, 2003; Karaca, 2012).

Tez çalışması kapsamında, üretilen denim dokuma kumaş numunelerinin geçirgenlik özelliklerini belirlemek amacıyla hava geçirgenliği tayinine ihtiyaç duyulmuştur. Numunelerin hava geçirgenlikleri TS 391 EN ISO 9237: 1999 Tekstil – "Kumaşlarda hava geçirgenliğinin tayini" standardına göre, SDL Atlas dijital hava geçirgenliği test cihazında 20 cm^2 test başlığı kullanılarak ve kumaşlar için öngörülen 100 Pa basınç farkında ölçülmüştür. Her bir kumaş tipinden 20 ölçümün

ortalamasının alınmasıyla mm/s cinsinden hava geçirgenliği değerleri belirlenmiştir. Hava geçirgenliği cihazı Şekil 3.17'de gösterilmiştir.



Şekil 3.17. Hava geçirgenliği test cihazı

3.3. Kullanılan İstatistiksel Paket Programı

Filament inceliğinin ve öz/sargı oranının (iplik numarasının) sert özlü iplik ve konvansiyonel ring iplik kalitesi ve denim kumaş özellikleri üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu tez çalışması kapsamında, etkilerin nesnel olarak istatistiksel anlamlarını belirleyebilmek amacıyla Design Expert paket programı kullanılarak verilere varyans analizi ve çoklu regresyon model analizi uygulanmıştır.

Varyans analizi (Analysis of variance / ANOVA) Çizelge 3.7'de gösterilen deneysel tasarımda bağımsız değişkenlerin kendi aralarında nasıl etkileşime girdiklerini ve bu etkileşimlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkilerini analiz etmek için kullanılmıştır. Tez çalışması kapsamında, filament inceliği ve iplik numarası olmak üzere 2 bağımsız değişkenin iplik kopma mukavemeti ve kopma uzaması, iplik düzgünsüzlüğü, iplik hataları (ince yer, kalın yer ve neps), iplik tüylülüğü ve iplik canlılığı olarak bağımlı değişkenler üzerindeki etkileri

irdelenmiştir. Denim kumaşlarda ise, filament inceliği ve iplik numarası olarak yine aynı 2 bağımsız değişkenin kumaş kopma kuvveti ve kopma uzaması, statik yırtılma mukavemeti, dinamik yırtılma mukavemeti ve hava geçirgenliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Toplamda filament inceliğine ve iplik numarasına göre 24 grup oluşturulmuştur. Bu gruplar temelde farklı iplik numaralarında %100 Co iplik veya tekstüre PES filament özlü iplik olması seklinde oluşturulmuştur. Çalışmada, farklı seviyedeki bağımsız değişkenler söz konusu olduğundan dolayı Genel Faktöriyel Dizayn (General Factorial Design) tipi seçilmiştir.

İstatistiksel bir yöntem olan genel faktöriyel dizayn yönteminin seçilmesinin temel amaçları şunlardır:

- Sert özlü ve konvansiyonel ring ipliklerin özelliklerini etkileyen bağımsız değişkenlerin ana faktör ve etkileşim etki düzeylerini belirleyerek etkileri ve etkileşimleri incelemek,
- Sert özlü ve konvansiyonel ring ipliklerin kalite özelliklerini ve bu özellikler üzerinde etkisi bulunan bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklayan anlamlı modeller kurmak,
- Sert özlü ve konvansiyonel ring ipliklerin atkı ipliği olarak kullanılmasıyla üretilen denim kumaşların kalite özellikleri ile bu özellikler üzerinde etkisi bulunan bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklayan anlamlı modeller kurmak.

Genel faktöriyel dizayn, iki veya daha fazla farklı seviyelere sahip faktörlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla kullanılan dizayn tipi olarak tanımlanmaktadır (Vuruşkan, 2010; Kaynak, 2013). Kumaş dokuma işleminde atkı sıklıkları iplik numarasına bağlı olarak aynı kumaş örtme faktörüne göre belirlenmiştir. Dolayısıyla, istatistiksel analizde hem iplik hem de kumaş grubu için iplik numarası bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Ayrıca, iplik kesitindeki öz varlığının etkisini belirleyebilmek amacıyla aynı üretim parametrelerinde elde edilen konvansiyonel ring iplikleri filament inceliği bağımsız değişkeninde “0” ile ifade edilmiştir.

Çizelge 3.7. Deneysel tasarım

İplik Grubu ve Kumaş Grubu	
Bağımsız Değişken	**Seviyeler**
Filament inceliği, (dtex)	3,05 - 1,15 - 0,76 - 0,57 - 0,33 - 0
İplik numarası, (Ne)	16- 20- 24- 28

Farklı seviyelere sahip 2 tane faktörden, filament inceliği faktörünün 6 seviyesi, iplik numara faktörünün 4 seviyesi bulunduğundan tez çalışması kapsamında verilerin istatistiksel analizinde genel faktöriyel dizayn tipi kullanılmıştır. Çalışma kapsamında ANOVA analizleri %95 güvenirlikte %5 anlamlılık seviyesinde gerçekleştirilmiştir.

Design Expert paket programı veriler üzerinden çoklu regresyon model analiziyle deney grubu için en uygun regresyon modelini belirlemektedir. Çoklu regresyon model analizi bağımlı değişkendeki toplam değişimi açıklamak amacıyla birden fazla bağımsız değişken kullanılarak oluşturulan regresyon modelidir. Çoklu lineer regresyon modelleri genelde regresyon probleminin çözümüne yaklaşım fonksiyonu olarak kullanılırlar (İyi, 2006). Çoklu regresyon model analizinde en iyi regresyon modelini belirlemek amacıyla istatistiksel analizde F değerlerine karşılık gelen p değerlerine bakılarak öncelikli olarak $p<0,05$ olduğu model seçilmektedir. Model seçiminde bir diğer önemli parametre ise kurulan modelde yer alan bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni ne kadar açıkladığını ifade eden R^2 değeridir ve bu değer yüzde olarak ifade edilmektedir. R^2 değerinin 1'e yakın olduğu durumda değişkenler yardımıyla tahminlenen bağımlı değişkeninin tahmin edilen değeri ile gerçek değeri arasında uyumun iyi olduğunu ifade etmektedir. Ancak modele katkısı olmayan terimlerin modelden çıkarılmasıyla elde edilen $R_{adj.}^2$ (Adjusted R^2) değerinin model seçiminde göz önüne alınması gerekmektedir. Ayrıca modelin yeni olayları tahmin edebilme yeteneği $R_{pred.}^2$ (Predicted R^2) olarak adlandırılmaktadır ki bu değerin de yüksek olması istenmektedir.

Genel faktöriyel dizayn tipi ve iki bağımsız değişken için kullanılan lineer, 2FI (ikili etkileşim), kuadratik ve kübik modellerin regresyon denklemleri sırasıyla aşağıda Eşitlik 3.13., Eşitlik 3.14., Eşitlik 3.15. ve Eşitlik 3.16. ile verilmiştir (Montgomery, 2001).

$$f(x) = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \quad (3.13.)$$

$$f(x) = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1x_2 + b_5x_1x_3 + b_6x_2x_3 \quad (3.14.)$$

$$f(x) = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1^2 + b_5x_2^2 + b_6x_3^2 + b_7x_1x_2 + b_8x_1x_3 + b_9x_2x_3 \quad (3.15.)$$

$$f(x) = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1^2 + b_5x_2^2 + b_6x_3^2 + b_7x_1x_2 + b_8x_1x_3 + b_9x_2x_3 + b_{10}x_1^3 + b_{11}x_2^3 + b_{12}x_3^3 + b_{13}x_1^2x_2 + b_{14}x_1^2x_3 + b_{15}x_1x_2^2 + b_{16}x_1x_3^2 + b_{17}x_2^2x_3 + b_{18}x_2x_3^2 + b_{19}x_1x_2x_3 \quad (3.16.)$$

Denklemlerde $x_1, x_2 ve\ x_3$ bağımsız değişkenler, $a, b_1, b_2 \ldots b_{19}$ ise bilinmeyen katsayılar olup model analizinde belirlenmektedir. Modelin kullanılabilirliği açısından mümkün olduğu kadar basit ve az değişken içeren modeli seçmek ve kullanmak gerekmektedir.

Çoklu regresyon modelinde, *f*(x) yanıt değişkendeki toplam değişimi açıklayan en iyi regresyon modelinin seçilmesi en iyi alt küme modelinin belirlenmesi olarak adlandırılır. En iyi regresyon modelinin belirlenmesinin iki temel amacı vardır. İlk olarak, modele katkısı istatistiksel olarak anlamsız değişkenlerin çıkarılmasıyla, oluşturulan indirgenmiş (sadeleştirilmiş) modelin değişken sayısının azaltılması gerekmektedir. İkinci olarak ise, modelin olası birçok bağımsız değişkeni içermesi istenmektedir. Çünkü değişkenlerdeki bilgi içeriği, tahmin edilen bağımlı değişkenleri etkilemektedir (İyi, 2006; Montgomery, 2001).

Çoklu regresyon modeli ile elde edilen mevcut bağımsız değişkenler, bağımlı değişken üzerindeki etkisini açıklamada yetersiz kalabilir. Böyle durumlarda mevcut modele katkısı olmayan terimlerinden bazıları istatistiksel olarak bağımlı

değişkendeki toplam değişimi açıklamada yetersiz kaldıklarından veya modele katkılarının bulunmadığından dolayı çoklu regresyon modelinden çıkarılabilir (DeLoach, 2010). Modele katkısı olamayan terimlerin modelden çıkarılması geriye doğru eleme (backward), ileriye doğru seçim (forward) veya adımsal regresyon metodu (stepwise) vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Geriye doğru eleme metodu, sadece belirli sayıda değişken içeren en iyi regresyon modellerini incelemek için kullanıldığından diğer tüm regresyon metotlarına göre daha ekonomiktir. Ayrıca, geriye doğru eleme yöntemi çok iyi bir değişken seçme yöntemi olduğundan bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini görmek için araştırmacılar tarafından tercih edilmektedir (İyi, 2006). Geriye doğru eleme metodunda modele katkısı olmayan terimler elenirken bazı durumlarda katkısı olmayan terimlerin modelde tutulması gerekmektedir. Bu durum, değişkenleri modelde tutmak için hiyerarşi prensibi ile açıklanmaktadır. Hiyerarşik geriye doğru eleme prensibi, belirli bir safhada tutulan terimler için daha ileri modellerde ayrıca tutulması gereken düşük sıralı bileşenleri tanımlayan bir kuraldır (DeLoach, 2010; Daşdağ, 2002). Genel olarak hiyerarşi prensibi, örneğin filament inceliği*iplik numarası gibi bir çarpım değişkeni anlamlı olduğunda modelde tutulursa o zaman filament inceliği ve iplik numarası olan düşük sıralı bileşenlerinin de modelde tutulması gerektiğini ortaya koymaktadır (Daşdağ, 2002).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tez çalışması kapsamında, özde kullanılan 110 dtex doğrusal yoğunlukta 36 filament, 96 filament, 144 filament, 192 filament ve 333 filament sayısına sahip yalancı büküm tekstüre PES filament iplikler Korteks Mensucat Sanayi ve Tic. A.Ş. firmasının ağırlıklı olarak ürettikleri ürünlerin içerisinden seçilerek elde edilmiştir. Tekstüre PES filament iplik numunelerinin üretici firmadan elde edilen diğer fiziksel özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Daha sonra Ne 16/1, Ne 20/1, Ne 24/1 ve Ne 28/1 iplik numaralarında sabit üretim parametrelerinde üretilen sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin numara, büküm değeri, kopma mukavemet ve kopma uzaması, iplik düzgünsüzlüğü, iplik hataları, tüylülük, iplik sürtünme özellikleri ve büküm canlılığı özellikleri incelenmiştir. Son olarak, filament inceliğinin ve iplik numarasının (öz/sargı oranının) kumaş performansı üzerindeki etkilerini belirleyebilmek amacıyla aynı örtme faktörüne göre hesaplanan atkı sıklıklarında üretilen denim dokuma kumaşlara sıklık, krimp, kalınlık, gramaj, kopma kuvveti ve kopma uzaması, statik yırtılma özellikleri, dinamik yırtılma özellikleri ve hava geçirgenliği testleri uygulanmıştır. Sert özlü iplikler ve yine aynı parametrelerde üretilen konvansiyonel ring iplikleri ile mukayese edilmiş ve değişimler belirlenmiştir. Testler sonucunda elde edilen bulgular aşağıda değerlendirilmiştir.

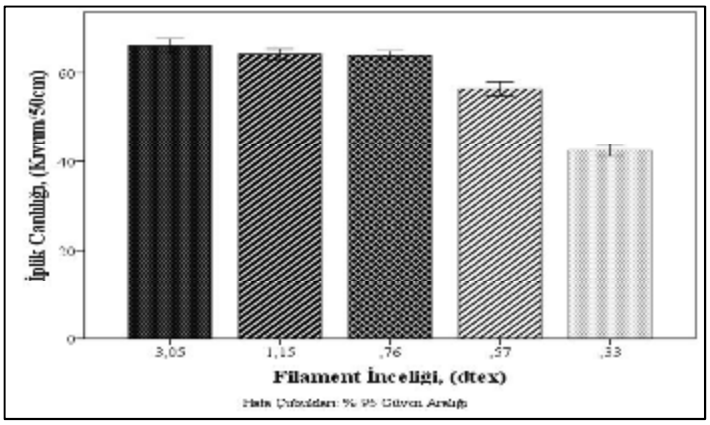
4.1. PES Filament İplik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

4.1.1. PES Filament İplik Canlılığı Ölçüm Sonuçları

Tez çalışması kapsamında, cihaz maliyetinin olmaması ve süre olarak daha hızlı ölçüm yapılabilmesine olanak sağlayan ve pratikte yaygın olarak tercih edilen iplik canlılığı ölçümü kullanılmıştır. Bu metot; orta, ince ve mikro inceliğe sahip PES filament ipliklerinin ortasına iplik numarasına göre belirlenen ağırlık asılarak iki iplik ucunun bir araya getirilmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir ve iplik denge seviyesine gelene kadar beklenmiştir. Denge durumuna gelen ipliğin kendi üzerine

kıvrılma sayısı sayılarak iplik canlılığı ölçümünün tamamlanmıştır. Tekstüre işlemi esnasında filamentlerin molekülleri değişen yarıçaplı helis şeklinde bir yapıda olduklarından filamentlerin bir gerilim altında düzgün tutulmaları sırasında bir tork oluşur ve bu durumda filamentler orjinal durumuna dönmeye çalışır. Filamentlerin moleküler yapısında oluşan bu tork yalancı büküm tekstüre ipliğinin büküm canlılığına yol açar (Ulutaş, 2005).

Yüksek sünebilirlikli ipliklerin yüksek iç torklarından dolayı dolaşmaya eğilimleri yani büküm canlılıkları daha yüksektir. Şekil 4.1'de farklı filament inceliğine sahip tekstüre PES filament ipliklerin iplik canlılığı sütun grafikleri verilmektedir. Test verilerinin ortalamadan sapma değerlerinin grafik üzerinde aynı anda analiz edilmesi açısından grafikte %95 güven aralığında hata çubukları çizilmiştir.



Şekil 4.1. PES filament ipliklerin iplik canlılığı grafiği

Tekstüre efekti, iplik kesitindeki merkezi gerilimlerin iplik eksenine asimetrik olarak değiştirilmesiyle elde edilmektedir. Tekstüre edilmiş iplik, çekme kuvvetleri ortadan kaldırıldığında, iç gerilimlerin dengeye gelmesi için büzülür, kıvrımlaşır ve sonuç olarak kalıcı formuna ulaşır (Ulutaş, 2005). Tekstüre iplik kıvrım özellikleri hacimlilikle ilgili bir parametredir ve sıcaklığa maruz kalan filamentin vermiş olduğu tepki neticesinde filament boyundaki değişim olarak ifade edilmektedir (Özkan, 2008; Yıldırım, 2007; Ulutaş, 2005; Çirkin, 2006). Filament sayısının artışıyla birlikte kıvrım kısalması değerinin azaldığı görülmektedir ki bu durum Çizelge 3.1'de verilmiştir. Farklı filament sayısına sahip tekstüre ipliklerin iplik

canlılığı değerleri ile kıvrım kısalmaları arasında pozitif bir korelasyon olduğu yapılan çalışmalar neticesinde ortaya konmuştur (Smith, 1978; Tavani ve ark., 2007). Aynı tekstüre parametrelerinde üretilen ipliklerin yüzde olarak ifade edilen filament kıvrım kısalması (crimp contraction, (%)) ile filament sayısı arasında istatiksel olarak anlamlılık olduğu görülmüştür ve bu sonuç literatür çalışmalarına paralel olarak gerçekleşmiştir (Özkan, 2008; Özkan ve Babaarslan, 2010). En düşük iplik canlılığı değeri 3,05 dtex orta filament inceliğine sahip PES filament iplikte, en yüksek iplik canlılığı değeri ise 0,33 dtex filament inceliğine sahip mikro PES filament iplikte elde edilmiştir. Buradan hareketle, tekstüre filament ipliklerin iplik canlılığı değerleri ile kesitteki filament sayısı arasında anlamlı bir ilişki vardır ki bu durum Şekil 4.1' de görülmektedir.

4.1.2. PES Filament İpliklerin Termal Analiz Ölçüm Sonuçları

DSC analizi termoplastik filament ipliklerin termal özelliklerini ve lif yapısındaki kristalinite oranını belirlemek amacıyla uygulanmaktadır. İplik numunelerinin DSC analiz sonuçları ve Eşitlik 3.3.'e göre hesaplanan kristalinite yüzdeleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çekilmiş ve/veya tekstüre işlemine tabii tutulmuş ipliklerde kristalin bölgelerin daha yüksek orana sahip olmasından ve filamentin daha kararlı bir yapıda olmasından dolayı Şekil 3.4'de gösterilmiş olan soğuk kristalleşme piki oluşmamaktadır. Dolayısıyla, Eşitlik 3.3.'te ΔH_c değeri "0" olarak alınmıştır.

Tekstüre edilmiş filament ipliklerin kopma mukavemeti ve kopma uzaması lif yapısındaki kristalin ve amorf bölgelerin oranından etkilenmektedir. Lif yapısındaki kristalin bölgelerin artışı tekstüre işlemi esnasında filamente uygulanan çekim ile sağlanmaktadır (Hearle ve ark., 2001).

Çizelge 4.1. Tekstüre filament ipliklerin termal analiz sonuçları

Filament Doğrusal Yoğunluk/ Filament Sayısı	**Filament İnceliği, (dtex)**	**Erime Sıcaklığı, T_m, (C^0)**	**Erime Enerjisi, ΔH_m, (j/g)**	**Kristalinite, (%)**
110 dtex/36f	3,05	252,20	21,80	15,56
110 dtex/96f	1,15	254,17	23,80	16,98
110 dtex/144f	0,76	253,65	24,92	17,79
110 dtex/192f	0,57	254,65	26,56	18,96
110 dtex/333f	0,33	254,31	27,62	19,72

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi yalancı büküm tekstüre işlemine tabii tutulmuş farklı flament inceliğine sahip tekstüre PES filament ipliklerin kristalinite oranları %15,56 ile %19,72 arasında değişmektedir. DSC analizi neticesinde filament sayısının artışıyla birlikte kristalinite oranının %21,1 arttığı gözlemlenmiştir. Kristalin yüzdelerinin yüksek olmaması ve erime sıcaklıklarının 250 ^{0}C kadar düşük olması filamentlerin tekstüre işleminde ısıl fikse (heat set) işleminin uygulanmadığı anlamına gelmektedir. Bu ipliklerin kısmi kristalin yapıya sahip (semi-crystalline structure) oldukları görülmektedir. Yalancı büküm tekstüre işleminde ikinci fırının devreden çıkarılması ile kısmi kristalin yapıya sahip ve elastik veya yüksek uzama kabiliyetine sahip iplikler olarak adlandırılan filament iplikler üretilir (Hearle ve ark., 2001; Smith, 1978). Böylelikle, farklı filament inceliğine sahip PES filament iplikler kısmi kristalin yapıya sahip elastik ipliklerdir ki özellikle mikrofilament ipliklerin tekstüre işleminde tekstüre bölgesinin kısa tutulması ve ikinci fırının iptal edilmesi gerekmektedir (Mukhopadhyay, 2002; Mukhopadhyay ve Ramakrishnan, 2008; Purane ve Panigrahi, 2007; Smith, 1978).

4.2. Sert Özlü ve Konvansiyonel Ring İplik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

4.2.1. İplik Numarası ve İplik Bükümü Ölçüm Sonuçları

Çalışma kapsamında, Ne 16/1, Ne 20/1, Ne 24/1 ve Ne 28/1 olmak üzere 4 farklı numarada sert özlü iplikler ve konvansiyonel ring iplikler üretilmiştir. Bu iplik numunelerinin numaraları özellikle iplik mukavemetini belirlemek için gerekli olduğundan ilk olarak gerçek numaraları ölçülmüştür. Buna ilaveten, eğirme

sistemde üretilmesi planlanan iplik numarası için fitile gerekli çekim verilmektedir. Bu değişen çekim oranı ile aynı büküm faktörüne sahip farklı numaralarda ipliklerin üretilmesi için tek etkili parametre iplik bükümüdür (Vuruşkan, 2010). Çizelge 4.2'de verilmiş olan iplik numaraları ve büküm değerleri her bir iplik tipi için 20 ölçümün ortalama değerleridir.

Çizelge 4.2. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin ölçülen iplik numara ve iplik büküm tablosu

İplik Numarası, (Ne)	**İplik Bükümü, Hesaplanan (Tur/metre)**	**Filament İnceliği, (dtex)**	**İplik Numarası, Ölçülen (Ne)**	**İplik Bükümü, Ölçülen (Tur/Metre)**
16/1	614	0 (%100 Co)	16,13	651
	614	3,05	16,16	618
	614	1,15	15,85	605
	614	0,76	15,93	604
	614	0,57	15,85	605
	614	0,33	15,66	605
20/1	687	0 (%100 Co)	20,38	726
	687	3,05	20,00	676
	687	1,15	19,76	668
	687	0,76	19,84	674
	687	0,57	19,55	672
	687	0,33	19,32	678
24/1	752	0 (%100 Co)	23,75	798
	752	3,05	24,11	762
	752	1,15	23,28	756
	752	0,76	23,65	756
	752	0,57	23,24	760
	752	0,33	23,23	756
28/1	812	0 (%100 Co)	27,57	860
	812	3,05	28,53	855
	812	1,15	27,87	841
	812	0,76	27,93	839
	812	0,57	27,39	836
	812	0,33	27,28	844

Çizelge 4.2 incelendiğinde, üretilen sert özlü ve konvansiyonel ring ipliklerinin beklenen ve ölçülen numaraları arasında büyük farklar bulunmadığı görülmektedir. Yapılan piyasa araştırması neticesinde, özlü iplik üretimini

gerçekleştiren iplik işletmelerinde beklenen ve ölçülen iplik numaraları arasındaki farkın ±1 Ne kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu ve üretimlerin bu limitler arasında gerçekleştiği belirlenmiştir. İplik numarası; iplik kopma mukavemeti ve kopma uzaması testi için önemli bir parametredir ve bu test için ipliklerin ölçülen gerçek numaraları kullanılmıştır. 3,9 büküm faktörüne (α_e) göre üretimi gerçekleştirilen sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ipliklerin, beklenen ve ölçülen büküm değerleri incelendiğinde, ikili değerler arasındaki fark en yüksek %8 olarak belirlenmiştir. Yapılan piyasa araştırması neticesinde, özlü iplik üretimini gerçekleştiren iplik işletmelerinde beklenen ve ölçülen iplik büküm değerleri arasındaki farkın ±50 tur/metre durumda bu ölçülen büküm değerinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu ve üretimlerin bu sınırlar arasında gerçekleştiği belirlenmiştir. Dolayısıyla, ölçülen iplik numaraları ve büküm değerleri farklılıkları, tez çalışması kapsamında kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. Sonuçlar incelendiğinde, her bir iplik numarasında %100 Co ipliklerinin büküm değerlerinin sert özlü ipliklerin büküm değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum, pamuk ipliklerin sert özlü ipliklere nazaran ortada rijit bir öz materyali bulunmamasından dolayı daha fazla bükümü üzerine aldığı şeklinde yorumlanabilir.

4.2.2. İplik Kopma Mukavemeti ve Kopma Uzaması Ölçüm Sonuçları

İplik kopma mukavemeti ve kopma uzaması test sonuçlarının ortalamadan sapma değerlerinin grafik üzerinde aynı anda analiz edilmesi açısından grafikte %95 güven aralığında hata çubukları ile birlikte gösterilmiş sütun grafiği Çizelge 4.3'de verilmiştir. Ölçümler sonucunda, kopma mukavemet değerleri (cN/tex) ve kopma uzama değerleri (%) olarak verilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlar her iplik tipi için seçilen 3 bobine uygulanan 10'ar testin toplamı olan 30 testin ortalamasıdır. Her bir iplik tipi için ölçümler arasındaki varyasyonu göstermek amacıyla Çizelge üzerinde ölçümlerin değişim katsayısı (% CV) ayrı bir sütun olarak verilmiştir.

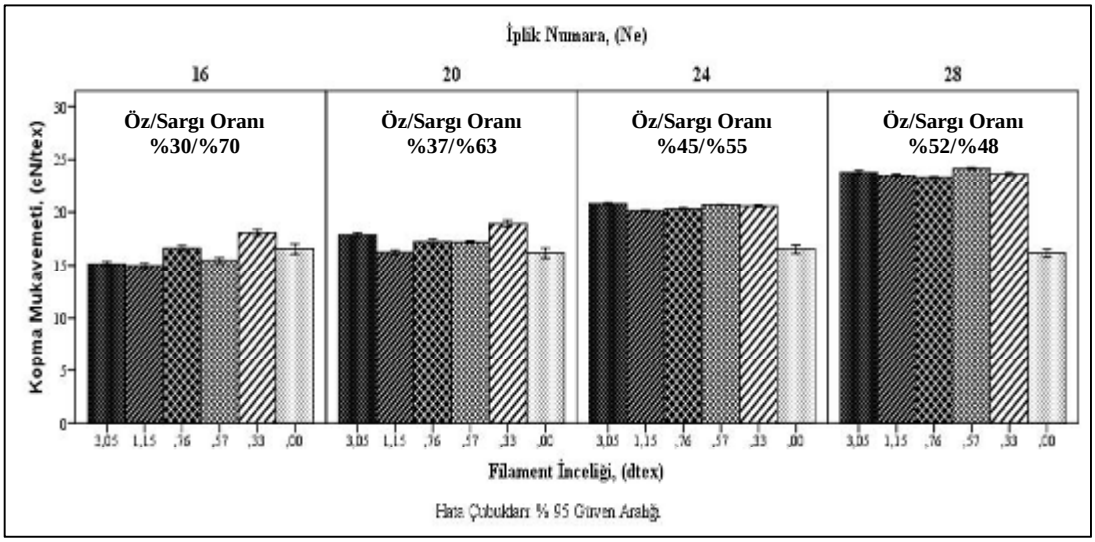
Çizelge 4.3. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri

İplik Numara, (Ne)	Filament İnceliği, (dtex)	Kopma Mukavemeti, (cN/tex)		Kopma Uzaması, (%)	
		Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
16/1	0 (%100 Co)	16,56	7,47	7,41	5,22
	3,05	15,17	3,56	9,03	4,97
	1,15	14,98	4,50	8,68	4,75
	0,76	16,64	4,23	8,87	4,47
	0,57	15,48	4,69	8,24	5,73
	0,33	18,10	4,45	9,22	6,85
20/1	0 (%100 Co)	16,18	7,62	6,87	5,00
	3,05	17,89	3,26	9,41	6,58
	1,15	16,24	3,46	10,25	6,42
	0,76	17,25	3,59	10,99	5,41
	0,57	17,21	1,91	12,32	7,77
	0,33	18,94	4,00	9,39	4,53
24/1	0 (%100 Co)	16,55	6,47	6,70	4,68
	3,05	20,79	1,29	30,40	5,93
	1,15	20,14	0,79	37,42	4,03
	0,76	20,32	1,01	36,51	4,40
	0,57	20,68	0,57	36,85	2,90
	0,33	20,58	1,46	26,22	6,31
28/1	0 (%100 Co)	16,18	5,81	6,42	5,20
	3,05	23,81	2,20	29,55	8,13
	1,15	23,53	1,42	39,51	4,10
	0,76	23,32	1,11	37,99	4,40
	0,57	24,19	0,90	36,59	3,53
	0,33	23,65	1,90	30,41	5,04

Dört farklı iplik numarası ve altı farklı filament inceliği için iplik kopma mukavemeti ile ilgili analiz sonuçları %95 güven aralığında çizilen hata çubukları sütun grafiği formunda Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

Sert özlü iplik kopma mukavemet sonuçları incelendiğinde, kopma mukavemetinin numara artışı (ipliğin incelmesi) ile birlikte artış gösterdiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Tez çalışması kapsamında, aynı büküm faktörüne sahip farklı numaralarda üretilen sert özlü ipliklerin kopma mukavemet değerlerinin numara artışıyla birlikte arttığı görülmektedir. Bunun nedeni olarak iplik incelmesiyle

birlikte öz oranının arttığı dolayısıyla mukavemeti pamuktan daha yüksek olan öz materyalinin ipliğe dayanıklılık açısından katkı sağladığı söylenebilir.



Şekil 4.2. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin kopma mukavemeti sütun grafiği

Ancak, konvansiyonel ipliklerin (%100 Co ipliklerin) numara artışıyla ortaya çıkan kopma mukavemetleri sert özlü ipliklerin kopma mukavemetlerinden farklı olarak birbirlerine yakın bir eğilim içerisinde bulunduğu ve kopma mukavemeti değerlerinin birbirlerine yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Sert özlü ipliklerde numara artışıyla birlikte kesitte öz oranı artmaktadır. Ne 16/1 ve Ne 20/1 sert özlü ipliklerin öz/sargı oranlarının sırasıyla %30/%70 ve %37/%63 olduğu durumda pamuk lif özelliklerinin etkisi ile kopma mukavemet değerlerinde değişkenlikler gözlemlenmiştir. Buna karşılık, Ne 24/1 ve Ne 28/1 sert özlü ipliklerin öz/sargı oranlarının sırasıyla %45/%55 ve %52/%48 olduğu durumda ise öz materyalinin kopma mukavemeti üzerindeki etkisinin yüksek olduğu söylenebilir. Öz materyali olarak kullanılan farklı filament inceliğine sahip PES tekstüre filament ipliklerin mukavemet değerlerinin pamuktan daha yüksek olmasından dolayı kopma mukavemet değerlerinin de arttığı görülmektedir. Öz materyalinin sert özlü iplik kopma mukavemetine sağladığı katkı en yüksek Ne 28/1 numarada 0,57 dtex filament inceliğine sahip PES filament özlü iplikte %49,5 olarak belirlenmiştir. Öz oranının kopma mukavemeti üzerindeki olumlu

etkisi literatürdeki çalışmaları da destekler niteliktedir (Erez, 2011; Yeşilkütük, 2000; Jeddi ve ark., 1997; Pramanik ve Patil, 2009; Shahbaz ve ark., 2002; Ertekin ve Kırtay, 2015). Filament inceliğinin kopma mukavemet üzerindeki etkisi daha ayrıntılı bir şekilde ANOVA analizi ile değerlendirilmiştir.

Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin kopma mukavemeti test sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi amacıyla Design Expert 6.01 paket programı kullanılarak öncelikle bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisini belirleyebilmek için uygun model seçimi yapılmıştır. Öncelikli olarak programın önerdiği regresyon model baz alınarak modelin standart sapma, *p* değerleri, R^2, $R_{adj.}^2$ ve $R_{pred.}^2$ değerleri incelenmiştir. Standart sapma değeri, dağılımdaki her bir değerin ortalamaya göre uzaklığının ne olduğunu gösteren bir terimdir ve küçük bir değere sahip olması beklenir. *P* değeri modelin ortaya çıkardığı terimlerin modele olan katkısının %5 anlamlılık seviyesinde anlamlı veya anlamsız olmasında kullanılan bir değerlendirme ölçüsüdür ve her terimin modele olan katkısının anlamlı sayılabilmesi için *p* değerinin <0,05 olması gerekmektedir. Önerilen modele göre hesaplanan R^2 değeri, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenleri ne kadar açıkladığının yüzde olarak ifadesidir. Ancak, hiyerarşik geriye doğru eleme metodu ile hiyerarşiyi bozmayacak şekilde modele katkısı olmayan terimlerin modelden çıkartılmasıyla oluşan tahmin gücü daha yüksek yeni modelin belirlilik katsayısına ise $R_{adj.}^2$ ve modelin yeni olayları tahmin edebilme katsayısına ise $R_{pred.}^2$ denilmektedir (Vuruşkan, 2010; Kaynak, 2013). Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin kopma mukavemetleri için oluşturulan model tablosu ve uygun modele göre yapılan ANOVA analizi Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelge içerisinde bağımsız değişkenler için programın önerdiği model koyu olarak gösterilmiştir ki bundan sonraki bağımlı değişkenler için yapılan istatistiksel analizlerde de tablo içerisinde koyu şekilde gösterilecektir.

Çizelge 4.4'de verilmiş olan model istatistiği değerleri incelendiğinde, en iyi regresyon modelinin program tarafından önerilen kübik model olduğu ve modeldeki bağımsız değişkenlerin modeli yaklaşık %93 oranında açıklayabildiği ve *p* değerinin 0,0009 etki seviyesine sahip olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle, kopma mukavemeti için oluşturulan kübik modelin, bağımsız değişkenler ile bağımlı

değişken arasındaki ilişkiyi yüksek bir oranda ifade ettiği anlamına gelmektedir. Aynı çizelgede verilen ANOVA tablosu incelendiğinde, modeli oluşturan bağımsız değişkenlerin modele katkısının anlamlı olup olmadıkları belirlenmektedir. Bağımsız değişkenlerin model için anlamlı olup olmadıkları F değerleri ve bu değerlere karşılık gelen *p* değerleri ile değerlendirilmektedir. F değeri modelin açıkladığı değişimin, açıklanamayan değişime oranıdır ve bu değerin yüksek olması istenmektedir. Burada daha öncede belirtildiği gibi *p* değerinin <0,05 olması gerekmektedir ki bu durum bağımsız değişkenlerin modele katkısı olduğu anlamına gelmektedir. Ancak, regresyon analizinde *p*>0,05 ve modele katkısı olmayan terimlerin hiyerarşiyi bozmayacak şekilde modelden çıkarılmasıyla daha doğru bir sonuç ve regresyon eşitliği için modelin indirgenmesi gerekmektedir.

Modele anlamlı bir katkısı olmayan terimlerin modelden çıkarılması için; bağımsız değişkenlerin anlamlılığının değişmemesi, model istatistik değerlerinin kötüleşmemesi, model hiyerarşisinin bozulmaması ve model F değerinin yükselmesi durumları göz önüne alınmalıdır (Kaynak, 2013). Bu açıdan, bağımsız değişkenler olan filament inceliğinin (A), iplik numarasının (B), AB ve A^3 ve A^2B etkileşimlerinin modele katkısının anlamlı olmasına karşın A^2, B^2, B^3 ve AB^2 etkileşimlerinin modele katkısının anlamsız olduğu görülmektedir. Çizelgede koyu olarak verilen terimler modeli daha sade bir hale getirmek amacıyla geriye doğru eleme metodu ile modelden çıkartılarak ANOVA tablosu yeniden yapılandırılmıştır (Çizelge 4.5). Analiz sonucunda modele katkısı olmadığı yani anlamlılık değerinin *p*>0,05 olduğu görülen A^2 terimi hiyerarşinin bozulmaması açısından modelde tutulmuştur. Çünkü A^2 terimi A^3 teriminin alt bileşeni olduğundan ve A^3 teriminin modele anlamlı bir katkısı olduğundan A^2 terimi de modelden çıkarılmamıştır.

Çizelge 4.4. Kopma mukavemeti için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi

Model İstatistiği Değerleri					
Model	**Standart Sapma**	**R^2**	**$R_{adj.}^2$**	**$R_{pred.}^2$**	***p* Değeri**
Lineer	1,87	0,6575	0,6248	0,5372	< 0,0001
2FI	1,76	0,7109	0,6675	0,5443	0,0690
Kuadratic	1,69	0,7598	0,6930	0,4877	0,1888
Kübik	**1,02**	**0,9322**	**0,8886**	**0,7213**	**0,0009**
ANOVA Tablosu					
Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**	***p* Değeri, Anlamlılık**
Model	200,06	9	22,23	21,38	< 0,0001 Anlamlı
A: Filament İnceliği	14,67	1	14,67	14,11	0,0021 Anlamlı
B: İplik Numarası	34,11	1	34,11	32,81	< 0,0001 Anlamlı
A^2	**3,02**	**1**	**3,02**	**2,91**	**0,1102 Anlamsız**
B^2	**1,96**	**1**	**1,96**	**1,89**	**0,1912 Anlamsız**
AB	18,13	1	18,13	17,44	0,0009 Anlamlı
A^3	19,20	1	19,20	18,47	0,0007 Anlamlı
B^3	**0,58**	**1**	**0,58**	**0,55**	**0,4692 Anlamsız**
A^2B	17,10	1	17,10	16,45	0,0012 Anlamlı
AB^2	**0,12**	**1**	**0,12**	**0,12**	**0,7341 Anlamsız**
Artık	14,56	14	1,04		
Toplam	214,62	23			

Çizelge 4.5. Kopma mukavemeti için indirgenmiş kübik model ANOVA tablosu

Model İstatistiği Değerleri					
Model	**Standart Sapma**	**R^2**	**$R_{adj.}^2$**	**$R_{pred.}^2$**	***p* Değeri**
İndirgenmiş Kübik	1,04	0,9139	0,8835	0,8254	< 0,0001
ANOVA Tablosu					
Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**	***p* Değeri, Anlamlılık**
Model	196,14	6	32,69	30,07	< 0,0001 Anlamlı
A: Filament İnceliği	15,68	1	15,68	14,42	0,0014 Anlamlı
B: İplik Numarası	100,28	1	100,28	92,25	< 0,0001 Anlamlı
A^2	3,02	1	3,02	2,78	0,1136 Anlamsız
AB	18,13	1	18,13	16,68	0,0008 Anlamlı
A^3	19,20	1	19,20	17,67	0,0006 Anlamlı
A^2B	17,10	1	17,10	15,73	0,0010 Anlamlı
Artık	18,48	17	1,09		
Toplam	214,62	23			

Çizelge 4.5'de indirgenmiş veya yeniden yapılandırılmış modelin varyans analizi incelendiğinde, filament inceliğinin (A), iplik numarasının (B) ve AB, A^3, A^2B etkileşimlerinin modele katkısı olduğu belirlenmiştir. Tablo incelendiğinde, kopma mukavemeti üzerindeki en yüksek etkinin B teriminin olduğu (F değeri 92,25), en düşük etkinin ise A^2 teriminin olduğu (F değeri 2,78) görülmektedir. İplik numuneleri aynı büküm faktöründe üretildiği için iplik inceldikçe büküm miktarı artmaktadır. Dolayısıyla iplik numara değişiminin kopma mukavemet değeri üzerindeki etkisinin diğer etkileşimlerden daha yüksek olduğu söylenebilir. Modelin indirgenmesi ile modele katkısı olmayan terimlerin elenmesi neticesinde yeniden hesaplanan R^2 değeri bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenleri %91olarak açıkladığını göstermektedir.

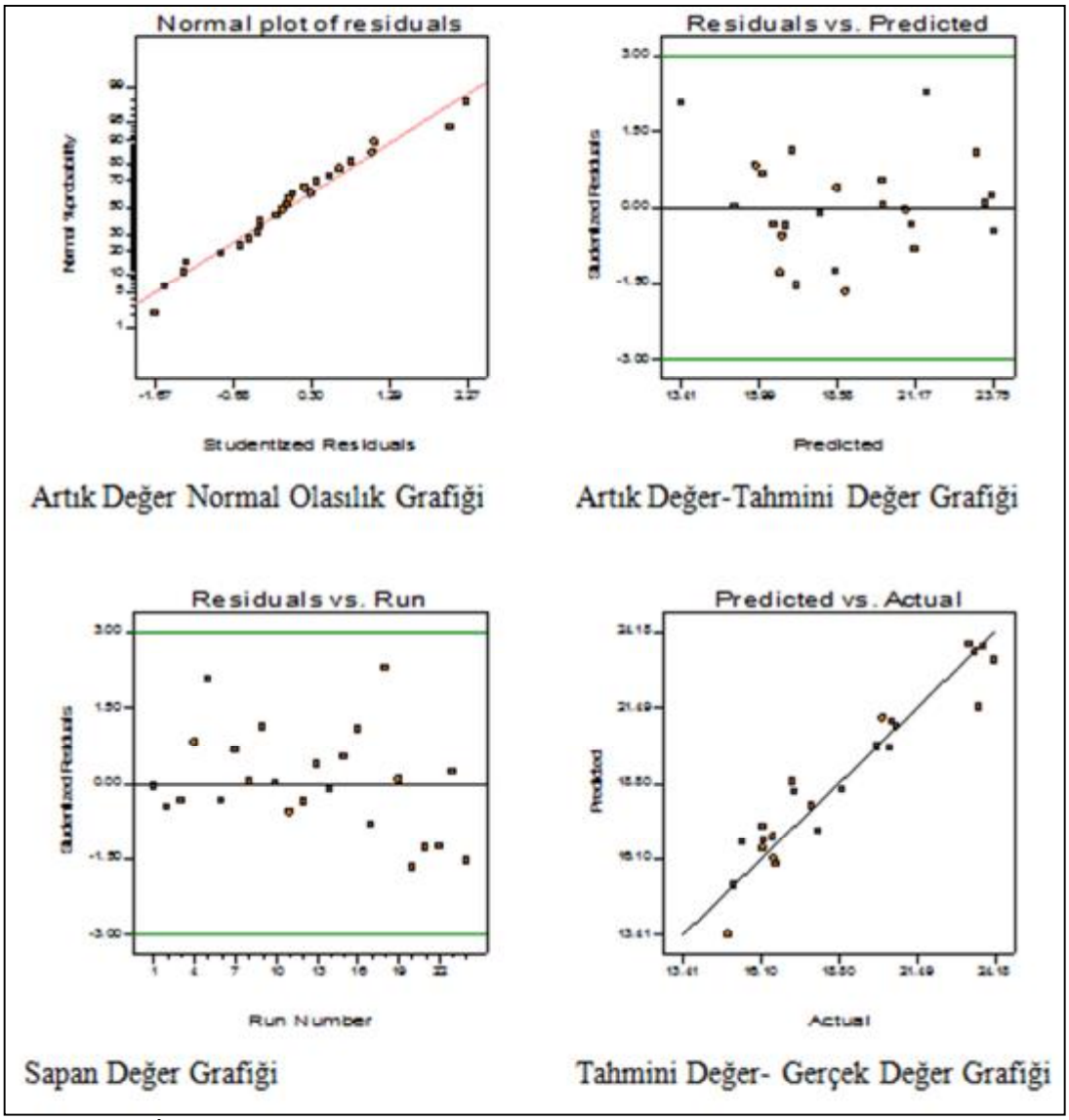
Filament inceliğinin ve iplik numarasının sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin kopma mukavemeti üzerindeki etkisini belirleyebilmek için yapılan istatistiksel analizde modele etkisi az olan terimlerin çıkartılmasıyla oluşturulan normal dağılım grafiğinin incelenmesi model sapmalarının (artıklarının) normal dağılıma uygun olup olmadıklarının belirlenmesi açısından önemlidir. Model sapmalarının, normal dağılım grafiğinde yaklaşık olarak bir doğru üzerinde olmaları gerekmektedir. Bu şekilde seçilen modelin teyidi yapılmış olacaktır. Kopma mukavemeti için uygulanan kübik modelin varyans analizinde modele etkisi çok az olan değerlerin modelden çıkartılmasının ardından oluşturulan sapmaların normal dağılım grafiği Şekil 4.3'de verilmiştir.

Şekilde görüldüğü gibi, sapmaların normal dağılıma uygun dağıldığı görülmektedir. Ayrıca aynı şekilde sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin kopma mukavemetinde kübik model için uygunluk grafikleri de verilmiş olup model uygunluğu bu grafiklerden de kontrol edilmiştir.

Kübik modele göre, çalışmada kullanılan filament inceliği (A) ve iplik numarası (B) bağımsız değişkenlerine bağlı olarak iplik kopma mukavemetinin oluşturulan regresyon denklemi Eşitlik 4.1.'de verilmiştir.

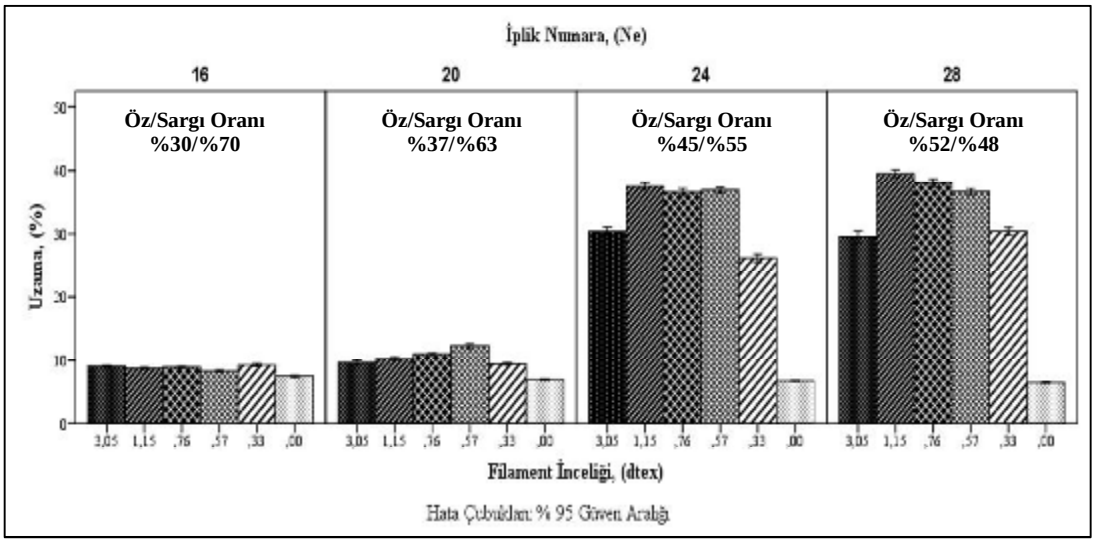
$$\text{Kopma Mukavamet (cN/tex)} = 14{,}57607 - 8{,}50610A + 0{,}095310B - 6{,}81608A^2 + 0{,}91543AB + 2{,}76985A^3 - 0{,}23413A^2B \quad (4.1.)$$

Kopma mukavemetinin istatistiksel değerlendirilmesinde, kurulan model için verilen ilk ve düzeltilmiş ANOVA tablolarının diğer tüm test sonuçları için verilmesinin karışıklığa neden olacağı düşünülmektedir. Bundan sonraki bağımlı değişkenler için yapılacak olan istatistiksel analizlerde kurulacak modele anlamlı bir katkısı olmayan terimlerin modelden çıkartıldığı düzeltilmiş sonuçlar, programın önerdiği ve hiyerarşik geriye doğru eleme metodu ile indirgenmiş model istatistiği verilecektir.



Şekil 4.3. İplik kopma mukavemeti için indirgenmiş kübik model için uygunluk grafikleri

Çizelge 4.3'de kopma uzama değerleri verilen sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin kopma uzama grafiği %95 güven aralığında çizilen hata çubukları sütun grafiği üzerinde Şekil 4.4'de gösterilmektedir. İplik numunelerinin kopma uzama sütun grafiği incelendiğinde, PES filament öz materyal oranının artmasıyla birlikte sert özlü ipliklerin konvansiyonel ring ipliklerine kıyasla yüksek kopma uzama değerlerine sahip oldukları görülmektedir.



Şekil 4.4. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin kopma uzaması sütun grafiği

Şekil 4.4'de görüldüğü gibi, Ne 16/1 ve Ne 20/1 sert özlü ipliklerinin (öz/sargı oranlarının sırasıyla %30/%70 ve %37/%63) kopma uzama değerleri aynı numaralarda üretilen konvansiyonel ipliklerle kıyaslandığında yakın kopma uzama değerlerine sahip oldukları görülmektedir. Sargı olarak kullanılan pamuk lifinin etkisinin burada net olarak görüldüğü söylenebilir. Öz/sargı oranının kopma uzaması üzerindeki etkisi Ne 20/1'den Ne 24/1'e iplik numara geçişinde net bir şekilde görülmektedir. Sert özlü ipliklerde, öz oranının artışıyla birlikte öz materyalinin kopma uzama özelliği açısından ipliğe olumlu bir katkı sağladığı söylenebilir. Literatürle paralel olarak, özlü ipliklerde öz oranının artması ile birlikte kopma uzamasının arttığı görülmektedir (Jeddi ve ark., 1997). Filament inceliğinin sert özlü ipliklerin kopma uzama değerleri üzerindeki etkilerini belirleyebilmek amacıyla sütun grafiği iplik numaralarına göre iki bölüm şeklinde yorumlanabilir. Birincisi, sargı lifinin karakteristik özelliğinin görüldüğü Ne 16/1 ve Ne 20/1 sert özlü iplikler, ikincisi ise öz oranının artmasıyla birlikte öz materyalinin karakteristik özelliğinin görüldüğü Ne 24/1 ve Ne 28/1 sert özlü ipliklerdir. Filament inceliğinin kopma uzama üzerindeki etkisini net bir şekilde ortaya koyabilmek amacıyla veriler istatistiksel analiz yardımıyla değerlendirilmiştir.

Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin kopma uzama değerleri için oluşturulan Çizelge 4.6'da verilmiş olan model tablosunda programın önerdiği

model koyu olarak yazılmıştır. Model analizinde programın önerdiği modelin kübik model olduğu görülmektedir. Kübik modele göre katkısı olmayan terimlerin modelden çıkartılmasıyla yapılan varyans analizi ANOVA tablosu olarak aynı çizelgede gösterilmiştir. Tablodaki model istatistiği değerleri incelendiğinde, program tarafından önerilen modelin kübik model olduğu görülmektedir. Kopma uzaması için ANOVA tablosunda görüldüğü gibi, A^2, B^2 ve AB^2 etkileşimlerinin modele katkısının anlamsız olduğu ancak A^2 ve B^2 terimlerinin çıkarılmasının model hiyerarşisini bozacağından bu terimler modelde tutulmuştur. Oluşturulan indirgenmiş modelin ANOVA tablosu incelendiğinde A, B, AB, A^3, B^3 ve A^2B etkileşimlerinin modele katkısı olduğu görülmektedir. Terimlerin modele katkıları incelendiğinde, B etkileşiminin modele katkısının $p<0,0001$ anlamlılık seviyesine sahip olduğu ve F değerinin 126,25 olduğu ve modele katkısının diğer terimlere göre en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir.

İndirgenmiş kübik modeldeki bağımsız değişkenlerin modeli yaklaşık %96 oranında açıklayabildiği görülmektedir. Kübik model için p değerinin <0,0001 etki seviyesine sahip olduğu ve kopma uzaması için oluşturulan kübik modelin, bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi yüksek bir oranda ifade ettiği anlamına gelmektedir.

Çizelge 4.6. Kopma uzaması için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi

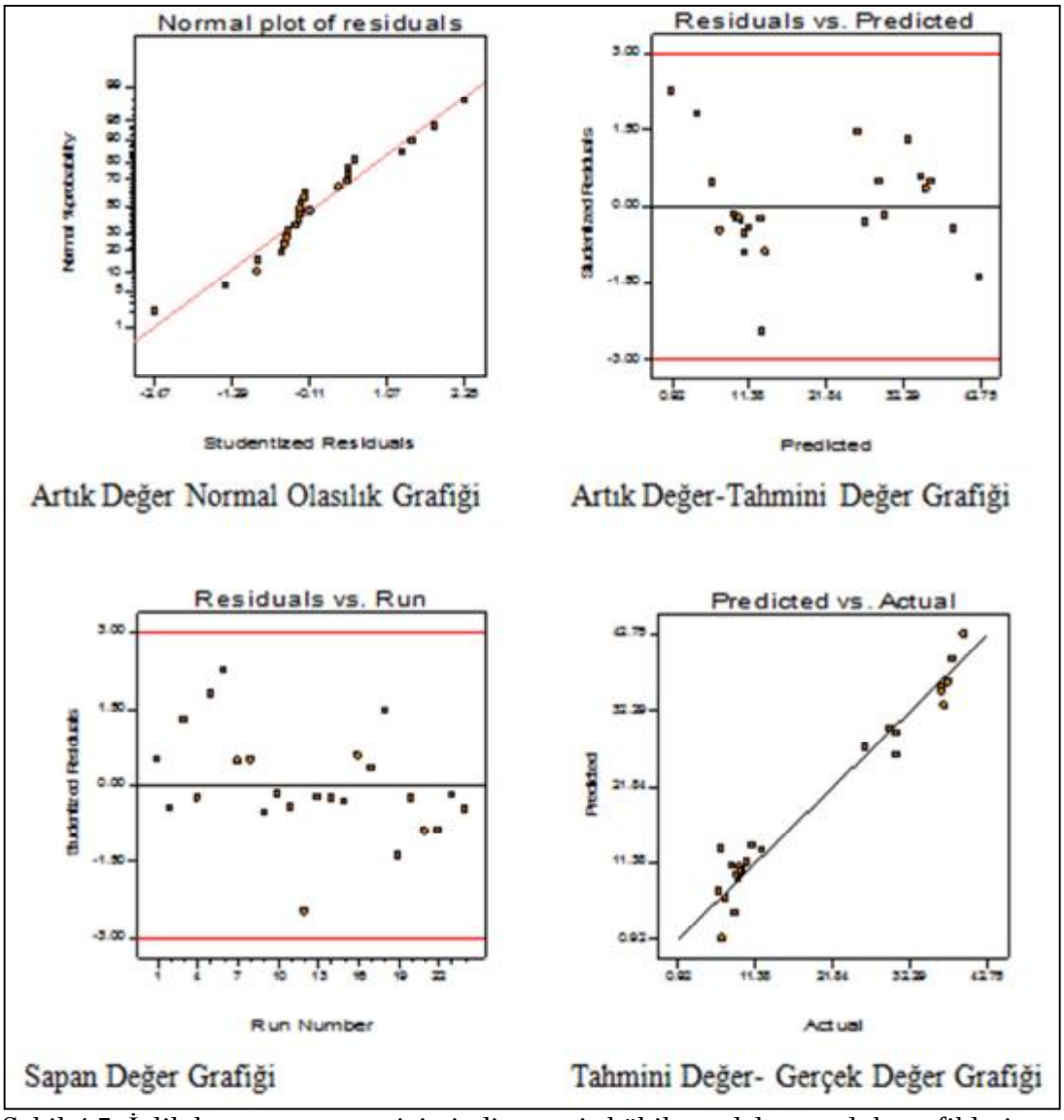
Model İstatistiği Değerleri					
Model	**Standart Sapma**	**R^2**	**$R_{adj.}^2$**	**$R_{pred.}^2$**	***p* Değeri**
Lineer	9,17	0,5531	0,5105	0,4216	0,0002
2FI	9,27	0,5646	0,4993	0,2503	0,4747
Kuadratik	7,78	0,7241	0,6475	0,3506	0,0165
İndirgenmiş Kübik	**3,37**	**0,9569**	**0,9339**	**0,8839**	**< 0,0001**
ANOVA Tablosu					
Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**	***p* Değeri, Anlamlılık**
Model	3781,21	8	472,65	41,59	< 0,0001 Anlamlı
A: Filament İnceliği	80,83	1	80,83	7,11	0,0176 Anlamlı
B: İplik Numarası	1434,70	1	1434,70	126,25	< 0,0001 Anlamlı
A^2	46,01	1	46,01	4,05	0,0625 Anlamsız
B^2	0,11	1	0,11	0,010	0,9215 Anlamsız
AB	127,12	1	127,12	11,19	0,0044 Anlamlı
A^3	129,59	1	129,59	11,40	0,0041 Anlamlı
B^3	384,67	1	384,67	33,85	< 0,0001 Anlamlı
A^2B	405,50	1	405,50	35,68	< 0,0001 Anlamlı
Artık	170,46	15	11,36		
Toplam	3951,67	23			

İstatistiksel analizde modele etkisi az olan terimlerin modelden çıkartılmasıyla oluşturulan normal dağılım grafiğinin incelenmesi model artıklarının normal dağılıma uygun olup olmadığının belirlenmesi açısından önemli olduğundan artık değer normal olasılık grafiği oluşturulmuştur. Şekil 4.5'de gösterilmiş olan model sapmalarının uygunluk grafiklerinden artık değer normal olasılık grafiği incelendiğinde sapmaların doğruya yakın homojen bir şekilde dağıldığı görülmektedir. Artık değer-tahmini değer grafiğinde, tahmin edilen kopma uzama

değerlerinin artıklarının aynı homojen şekilde dağıldığı görülmektedir. Sapan değer grafiği incelendiğinde ise, analizin dışında bırakılması gereken hiçbir kopma uzama tahmin noktasına rastlanmamıştır. Tahmini değer-gerçek değer grafiğinde ise deneysel olarak elde edilen kopma uzama değerlerine karşı, program tarafından önerilen kübik model ile hesaplanmış olan tahmini değerler görülmektedir. Bu grafikte gerçek değerler ile tahmini değerler arasında bir uyum sorunu gözükmemektedir.

Tez çalışması kapsamında farklı filament inceliğine sahip tekstüre PES filament ipliklerinin özde kullanılmasıyla üretilen farklı numaralardaki sert özlü ipliklerin ve aynı parametrelerde üretilen konvansiyonel ring ipliklerin kopma uzama değerleri için indirgenmiş kübik modele göre oluşturulan regresyon denklemi Eşitlik 4.2.'de verilmiştir. Eşitlikteki filament inceliği (A) ve iplik numarası (B) bağımsız değişkenlerine bağlı olarak iplik kopma uzamasının regresyon denklemi modele etkisi olmayan terimlerin çıkarılması sonucunda elde edilmiştir.

$$\text{Kopma Uzaması (\%)} = 922{,}17761-42{,}21829A-131{,}76747B-10{,}58853A^2+6{,}15026B^2+4{,}01042AB+7{,}19567A^3-0{,}093251B^3-1{,}14009A^2B \quad (4.2.)$$



Şekil 4.5. İplik kopma uzaması için indirgenmiş kübik model uygunluk grafikleri

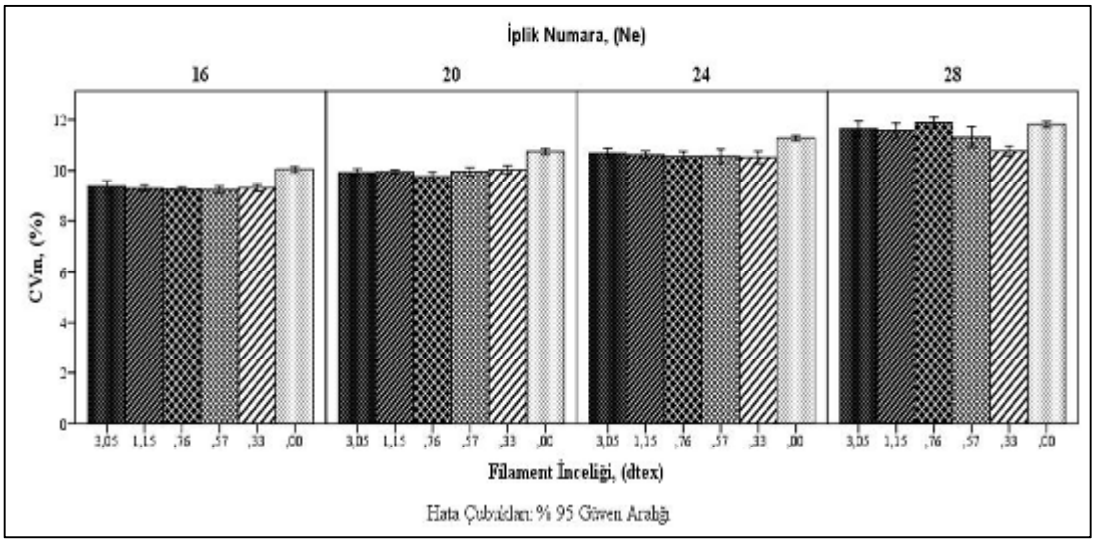
4.2.3. İplik Düzgünsüzlüğü (%CVm) Ölçüm Sonuçları

Tez çalışması kapsamında sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerinin kütlesel değişim katsayısı (%CVm) değerleri her iplik tipi için 4 bobine uygulanan 5'er testin toplamı olan 20 testin ortalaması olarak Çizelge 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin %CVm değerleri

İplik Numara, (Ne)	**Filament İnceliği, (dtex)**	**İplik Düzgünsüzlüğü, (%CVm)**	**%CV**
16/1	0 (%100 Co)	10,04	2,30
	3,05	9,36	5,08
	1,15	9,29	2,64
	0,76	9,26	1,69
	0,57	9,23	2,99
	0,33	9,30	3,03
20/1	0 (%100 Co)	10,75	2,15
	3,05	9,92	2,94
	1,15	9,94	1,56
	0,76	9,75	4,07
	0,57	9,96	3,52
	0,33	10,02	3,60
24/1	0 (%100 Co)	11,28	1,83
	3,05	10,68	3,86
	1,15	10,63	2,83
	0,76	10,56	3,75
	0,57	10,56	5,52
	0,33	10,52	4,76
28/1	0 (%100 Co)	11,81	1,94
	3,05	11,65	5,17
	1,15	11,58	5,26
	0,76	11,89	3,61
	0,57	11,31	7,53
	0,33	10,77	3,74

Şekil 4.6'da, %CVm verilerinin %95 güven aralığında çizilen hata çubukları sütun grafiği verilmiştir. İplik numunelerinin %CVm sütun grafiği incelendiğinde, ipliğin incelmesiyle birlikte iplik düzgünsüzlüğünün de arttığı görülmektedir. Literatürle paralel olarak gerçekleşen bu durumda ipliğin incelmesiyle birlikte iplik düzgünsüzlüğünün de arttığı görülmüştür (Qadir ve ark., 2014; Demirbaş, 2005; Vuruşkan, 2010).



Şekil 4.6. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin %CVm sütun grafiği

Şekil 4.6'da gösterilmiş olan sütun grafiğinden anlaşıldığı gibi, konvansiyonel ring ipliklerinin %CVm değerleri sert özlü iplik numunelerinden genel olarak daha yüksek olduğu görülmektedir ki bu durum literatürü desteklemektedir (Jeddi ve ark., 1997; Pramanik ve Patil, 2009). Bu durum doğal liflere göre daha düzgün lif yapısına sahip olan yalacı büküm tekstüre PES filament ipliklerin öz olarak kullanılmasıyla üretilen sert özlü ipliklerin beklenildiği gibi düzgünsüzlüğünün azalması ve iplik inceldikçe kesitteki lif sayısının azalması sonucunda ise düzgünsüzlüğün artması şeklinde açıklanabilir. Filament inceliğinin %CVm üzerindeki etkisi incelendiğinde ise, en düşük mikro inceliğe sahip (0,33 dtex) PES filament özlü Ne 24/1 ve Ne 28/1 ipliklerin %CVm değerlerinin orta ve ince PES filament özlü ipliklerden daha düşük çıktığı görülmektedir.

Çizelge 4.8'de iplik %CVm verileri için yapılan istatistiksel analiz çerçevesinde oluşturulan model tablosu ve koyu halde işaretlenmiş olan indirgenmiş olan uygun modele göre oluşturulan ANOVA tablosu verilmiştir. İplik düzgünsüzlüğü için elde edilen %CVm için önerilen model kübik model olup istatistiksel analiz ise bu modele göre yapılmıştır.

Çizelge 4.8. %CVm değerleri için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi

Model İstatistiği Değerleri					
Model	**Standart Sapma**	**R^2**	**$R_{adj.}^2$**	**$R_{pred.}^2$**	***p* Değeri**
Lineer	0,33	0,8610	0,8478	0,8176	< 0,0001
2FI	0,33	0,8674	0,8475	0,7862	0,3372
Kuadratik	0,30	0,9038	0,8770	0,8334	0,0560
İndirgenmiş Kübik	**0,24**	**0,9342**	**0,9204**	**0,8992**	**< 0,0001**
ANOVA Tablosu					
Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**	***p* Değeri, Anlamlılık**
Model	15,68	4	3,92	67,46	< 0,0001 Anlamlı
A: Filament İnceliği	0,54	1	0,54	9,25	0,0067 Anlamlı
B: İplik Numarası	14,38	1	14,38	247,40	< 0,0001 Anlamlı
A^2	0,025	1	0,025	0,44	0,5160 Anlamsız
A^3	0,66	1	0,66	11,28	0,0033 Anlamlı
Artık	1,10	19	0,058		
Toplam	16,78	23			

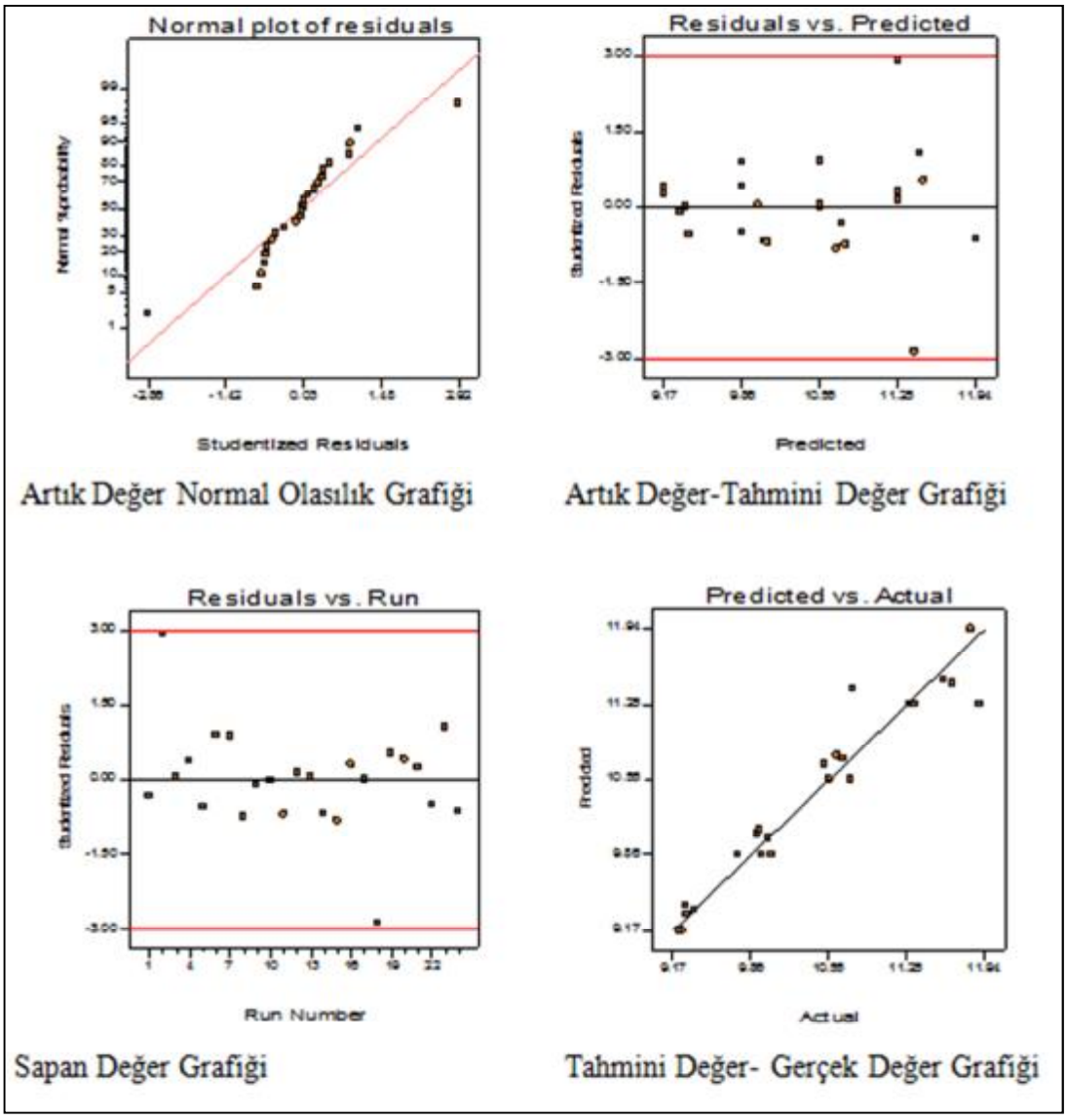
Tablodaki model istatistiği değerleri incelendiğinde, hiyerarşik geriye doğru eleme metodu ile indirgenmiş ve program tarafından önerilen kübik modeldeki bağımsız değişkenlerin modeli yaklaşık %93 oranında açıklayabildiği görülmektedir. İndirgenmiş Kübik model için *p* değerinin < 0,0001 etki seviyesine sahip olduğu ve %CVm için indirgenmiş olan kübik modelin, bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi yüksek bir oranda ifade ettiği anlamına gelmektedir. ANOVA tablosu incelendiğinde ise iplik numarasının 247,40 F değeri ile %CVm üzerindeki etkisinin en yüksek olduğu söylenebilir. Modele katkısı olmayan terimlerin çıkarılması ile elde edilmiş ANOVA tablosunda A^2 terimi oluşturulan regresyon modelinde hiyerarşiyi bozmaması amacıyla modelde tutularak analize dahil edilmiştir.

Çoklu regresyon model analizinde, hiyerarşik geriye doğru eleme metodu ile modele etkisi az olan terimlerin modelden çıkartılması veya modelde tutulması ile

oluşturulan normal dağılım grafiğinin incelenmesi model artıklarının normal dağılıma uygun olup olmadığının belirlenmesi açısından önemli olduğundan kaynaklı artık değer normal olasılık grafiği çizilmiştir. Şekil 4.7'de gösterilmiş olan artık değer normal olasılık grafiği incelendiğinde, sapmaların doğruya yakın bir şekilde dağıldığı görülmektedir ki bu durum model seçiminin doğru olduğunu göstermektedir. Sapmalarının diğer uygunluk grafikleri de, artık değer-tahmini değer grafiği, sapan değer grafiği ve tahmini değer-gerçek değer grafiği, aynı şekil üzerinde verilmektedir. Artık değer-tahmini değer grafiğinde, tahmin edilen %CVm değerlerinin artıklarının referans aralıkları arasında kaldığı görülmektedir. Sapan değer grafiği incelendiğinde ise sınırda iki verinin bulunmasına karşı analizin dışında bırakılması gereken hiçbir %CVm tahmin noktasına rastlanmamıştır. Tahmini değer -gerçek değer grafiğinde ise deneysel olarak elde edilen %CVm değerlerine karşı, program tarafından önerilen ve indirgenmiş olan kübik model ile hesaplanmış olan tahmini değerler görülmektedir. Bu grafikte gerçek değerler ile tahmini değerler arasında bir uyum sorunu olmadığı görülmektedir.

Geriye doğru eleme metodu ile indirgenmiş olan kübik modelin çoklu regresyon analizi neticesinde belirlenen regresyon denklemi Eşitlik 4.3.'te gösterilmiştir. Eşitlikteki filament inceliği ve iplik numarası sırasıyla A ve B terimi olarak ifade edilmektedir.

$$\text{İplik Düzgünsüzlüğü (\%CVm)} = 7{,}09372 - 2{,}34663\ A + 0{,}17307B + 2{,}27638A^2 - 0{,}51171A^3 \quad (4.3.)$$



Şekil 4.7. %CVm için indirgenmiş kübik model uygunluk grafikleri

4.2.4. İplik Hataları Ölçüm Sonuçları

İplik hataları, iplik kesitinde meydana gelen incelme, kalınlaşma ve topaklaşma (neps) olarak değerlendirilmektedir. Çalışma kapsamında kullanılan farklı filament inceliğine sahip tekstüre PES filament özlü ipliklerinin ve konvansiyonel ring ipliklerinin ince yer, kalın yer ve neps analizleri ölçüm sonuçları Çizelge 4.9'da birlikte verilmiştir. İplik hataları analizinde tabloda verilen değerler her bir iplik çeşidi için 20 adet ölçümün ortalamasıdır. Her bir iplik hatası ince yer, kalın yer ve neps olarak ayrı başlıklar altında değerlendirilecektir.

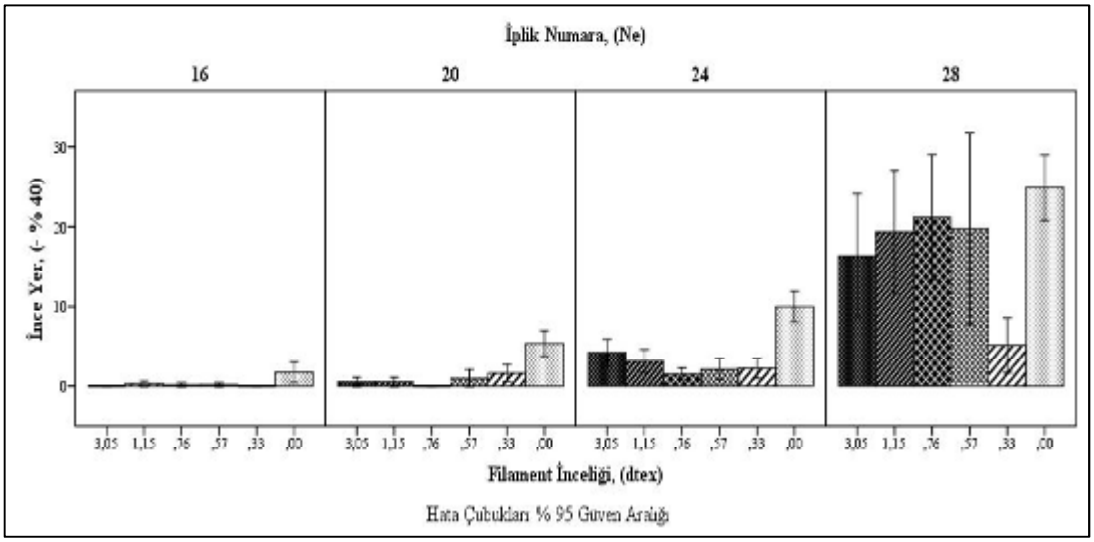
Çizelge 4.9. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin iplik hataları tablosu

İplik Numara, (Ne)	**Filament İnceliği, (dtex)**	**İnce Yer, (-%40)**	**Kalın Yer, (+%50)**	**Neps, (+%200)**
16/1	0 (%100 Co)	1,71	4,08	5,53
	3,05	0,00	6,84	7,89
	1,15	0,26	4,34	6,71
	0,76	0,13	3,90	4,63
	0,57	0,13	7,63	6,71
	0,33	0,00	8,75	9,03
20/1	0 (%100 Co)	5,38	7,38	16,75
	3,05	0,50	9,88	13,63
	1,15	0,50	6,63	12,13
	0,76	0,00	7,13	10,88
	0,57	0,97	13,47	18,89
	0,33	1,63	9,00	14,50
24/1	0 (%100 Co)	10,00	12,00	17,25
	3,05	4,23	15,50	22,13
	1,15	3,16	11,32	18,68
	0,76	1,50	20,25	25,25
	0,57	2,11	24,61	30,79
	0,33	2,24	14,08	19,74
28/1	0 (%100 Co)	24,88	16,38	22,63
	3,05	16,38	32,13	39,38
	1,15	19,38	47,25	63,25
	0,76	21,18	43,55	43,29
	0,57	19,74	35,92	38,16
	0,33	5,14	21,53	32,50

4.2.4.1. İnce Yer (-%40) Hatası Sonuçları

Tez çalışması kapsamında Uster® Tester 4 cihazında analizleri gerçekleştirilen sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin iplik hatalarından ince yer “-%40” değeri baz alınarak analiz edilmiştir. İnce yer hatası “-%40”, iplik kesitindeki ince yerlerin %60 veya daha azı kadar ince yerin dikkate alınarak belirlendiği ve yüzde olarak ifade edilen bir değerdir. Çalışma kapsamında, sargı lifi olarak penye pamuk lifi kullanılmıştır. İnce yer analizleri neticesinde, “-%50” ince yer hatasında birçok iplik numunesinin “0” değere sahip olduğu görülmüştür. İnce yer hatasında filament inceliğinin ve iplik numarasının etkilerini belirleyebilmek amacıyla “-%40” ince yer hatası baz alınmıştır ve değerlendirme bu ölçüm

sonularına göre gerçekleştirilmiştir. İplik numunelerinin ince yer hatası (-%40) için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları sütun grafiği Şekil 4.8'de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin ince yer hatası (-%40) sütun grafiği

Sütun grafiği incelendiğinde, iplik incelmesi (numara artışı) ile birlikte iplik kesitindeki ince yerlerin arttığı ve her bir iplik numarası için %100 Co ipliklerinin veya konvansiyonel ring ipliklerinin ince yer hatası değerlerinin diğer sert özlü ipliklerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, iplik kesitinde bulunan filament ipliklerin bükümden kaynaklı incelmeye daha fazla direnç gösterdiği şeklinde yorumlanabilir. Bu durum literatürde bulunan çalışmalarla paralel ve benzer olarak gerçekleşmiştir (Vuruşkan, 2010; Pramanik ve Patil, 2009; Jeddi ve ark., 1997).

Çizelge 4.10'da, -%40 ince yer hatası için yapılan istatistiksel analiz çerçevesinde, oluşturulan model istatistiği değerleri ve programın önerdiği indirgenmiş modelin geriye doğru eleme metodu ile modele katkısı olmayan terimlerin modelden çıkarılmasıyla veya alıkoyulmasıyla yeniden oluşturulan istatistiksel değerleri koyu olarak verilmektedir. İndirgenmiş modele göre yeniden yapılandırılan varyans analiz sonuçları aynı tablo üzerinde gösterilmektedir. İplik numunelerinin ince yer hatası için yapılan istatistiksel analiz sonucunda program

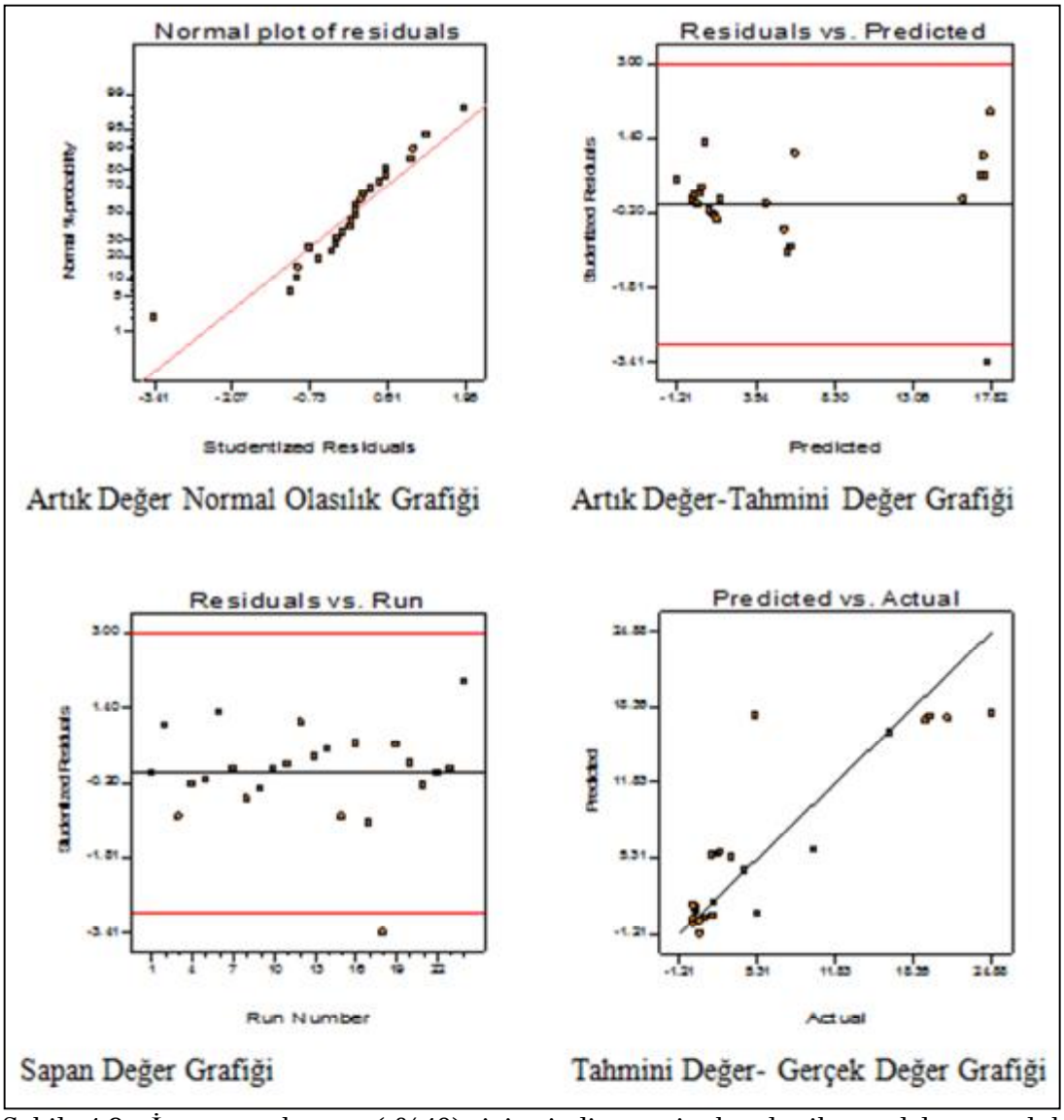
tarafından önerilen model kuadratik model olup, varyans analizi bu modelin indirgenmesiyle son halini alarak tabloda verilmiştir.

Çizelge 4.10. İnce yer hatası (-%40) için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi

Model İstatistiği Değerleri					
Model	**Standart Sapma**	**R^2**	**$R_{adj.}^2$**	**$R_{pred.}^2$**	***p* Değeri**
Lineer	5,21	0,6124	0,5754	0,4947	< 0,0001
2FI	5,34	0,6124	0,5542	0,3793	0,9841
İndirgenmiş Kuadratik	**4,04**	**0,7789**	**0,7457**	**0,6833**	**< 0,0001**
Kübik Model	3,96	0,8511	0,7554	0,4738	0,2969
ANOVA Tablosu					
Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**	***p* Değeri, Anlamlılık**
Model	1147,14	3	382,38	23,48	< 0,0001 Anlamlı
A:Filament İnceliği	7,47	1	7,47	0,46	0,5061 Anlamsız
B: İplik Numarası	894,44	1	894,44	54,93	< 0,0001 Anlamlı
B^2	245,24	1	245,24	15,06	0,0009 Anlamlı
Artık	325,69	20	16,28		
Toplam	1472,84	23			

Programın önerdiği kuadratik modelde katkısı olmayan A^2 ve AB terimlerinin çıkarılmasıyla sadeleştirilmiş olan bu modelin R^2 değerinin 0,78 olduğu ve bağımsız değişkenlerin ince yer hatasını %78 oranında açıklayabildiği görülmektedir. Hiyerarşik geriye doğru eleme metodu ile $p>0,05$ olan terimlerin modelden çıkarılmasıyla oluşturulan ANOVA tablosu incelendiğinde bağımsız değişken olan filament inceliğinin ince yer hatası üzerinde etkisinin anlamlı olmadığı ancak ana faktörden biri olduğundan dolayı modelde tutularak varyans analizi A, B, B^2 değişkenlerine göre yeniden yapılandırılmıştır. Tablodan da anlaşılacağı üzerine iplik numarasının iplik ince yer hatası üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu ve F değerinin 54,93 ile en yüksek olduğu modele en az katkı sağlayan değişkenin ise 0,46 F değeri ile filament inceliği olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Model sapmalarının normal dağılıma uygun olup olmadığının incelenmesi ve normal dağılım grafiğinde yaklaşık bir doğru üzerinde dağılıp dağılmadıklarının analizi modelin teyidi için önemlidir. Şekil 4.9'da verilmiş olan indirgenmiş kuadratik modelin uygunluk grafikleri incelendiğinde, artık değer normal olasılık grafiğinde sapmaların bir değer dışında normal dağılıma uygun dağıldığı görülmektedir. Genel dağılımın normale yakın olmasından kaynaklı bu durum göz önüne alınmayacaktır.



Şekil 4.9. İnce yer hatası (-%40) için indirgenmiş kuadratik model uygunluk grafikleri

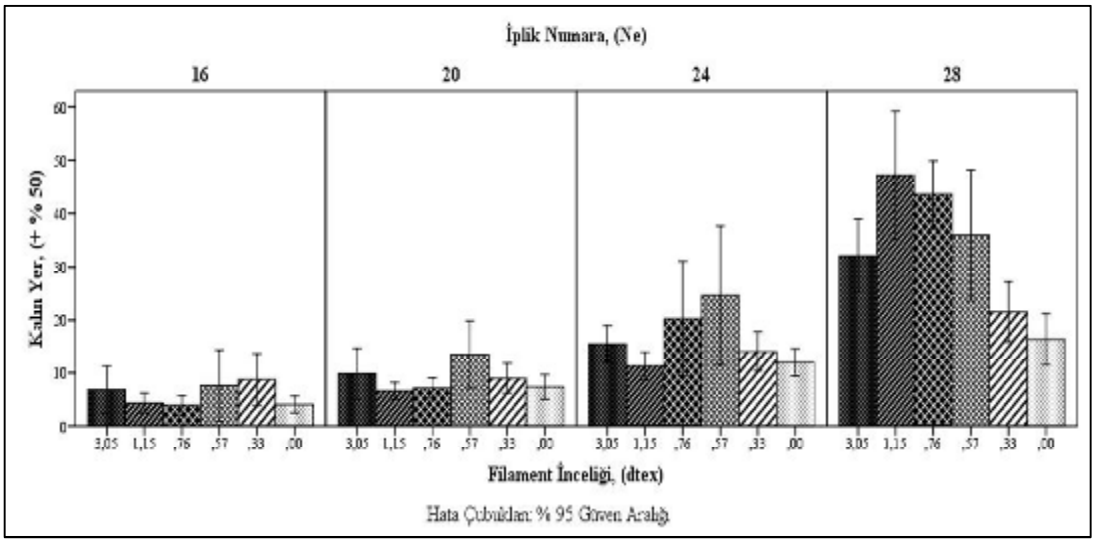
Şekil 4.9'da artık değer-tahmini değer grafiği incelendiğinde, Ne 28/1 numara iplik numuneleri arasında 0,33 dtex filament inceliğine sahip PES filament özlü ipliğin ince yer hata yüzdesinin diğerlerine kıyasla çok düşük olduğu dolayısıyla belirlenmiş referans aralığı dışında kaldığı görülmektedir. Sapan değer grafiğinde de aynı eğilim söz konusudur. İndirgenmiş kuadratik model için tahmini değer-gerçek değer grafiği incelendiğinde ise, gerçek değerler ile tahmini değerlerin normal dağılıma uygun olmadığı görülmektedir ki bu durum bağımsız değişken olan filament inceliğinin modele katkısı olmamasından kaynaklanmaktadır.

Geriye doğru eleme metodu ile indirgenmiş olan kuadratik modelin çoklu regresyon analizi neticesinde belirlenen regresyon denklemi Eşitlik 4.4.'te, gösterilmiştir. Modele katkısı olmadığı halde ana faktör olan filament inceliği regresyon eşitliğine dahil edilmiştir. Eşitlikteki filament inceliği A olarak, iplik numarası ise B olarak ifade edilmektedir.

$$\text{İnce Yer (-\%40)} = 69{,}09781 - 0{,}56188A - 7{,}42553B + 0{,}19979B^2 \qquad (4.4.)$$

4.2.4.2. Kalın Yer (+%50) Hatası Sonuçları

Tez çalışması kapsamında kalın yer sonuçları için piyasada yaygın şekilde kullanılan, "+%50" değeri analiz edilmiştir. "+%50" kalın yer hatası, iplik kesitindeki kalın yerlerin %50 veya daha fazlası kadar kalın yerin dikkate alınarak belirlendiği ve yüzde olarak ifade edilen bir değerdir. İplik numunlerinin kalın yer sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlar her iplik tipi için 20 testin ortalamasıdır. İplik numunelerinin kalın yer hatası (+%50) için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları aynı sütun grafiği üzerinde Şekil 4.10'da gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin kalın yer hatası (+%50) sütun grafiği

Kalın yer hatası sütun grafiği incelendiğinde, ipliğin incelmesiyle birlikte kalın yer hatasında artış olduğu ve Ne 28/1 1,15 dtex filament inceliğine sahip PES filament özlü ipliğin kalın yer hatasında en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Konvansiyonel ring ipliklerinin her bir iplik tipi için genel olarak düşük değere sahip olduğu bu durumun özde kullanılan 110 dtex yalancı büküm tekstüre PES filament ipliklerin bükülmeye karşı verdiği direncin pamuktan daha yüksek olduğu şeklinde yorumlanabilir. Şekilden de anlaşılacağı üzere, filament inceliğinin iplik kalın yer hatasında anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Bağımsız değişkenlerin (filament inceliği ve iplik numarası) iplik kalın yer hatası üzerindeki etkisini belirleyebilmek amacıyla gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda model istatistiği değerleri Çizelge 4.11'de verilmiştir. Hiyerarşik geriye doğru eleme metodu ile indirgenmiş olan ve programın önerdiği model tabloda koyu olarak yazılmış olan kuadratik modeldir ve istatistiksel analiz bu modele göre gerçekleştirilmiştir.

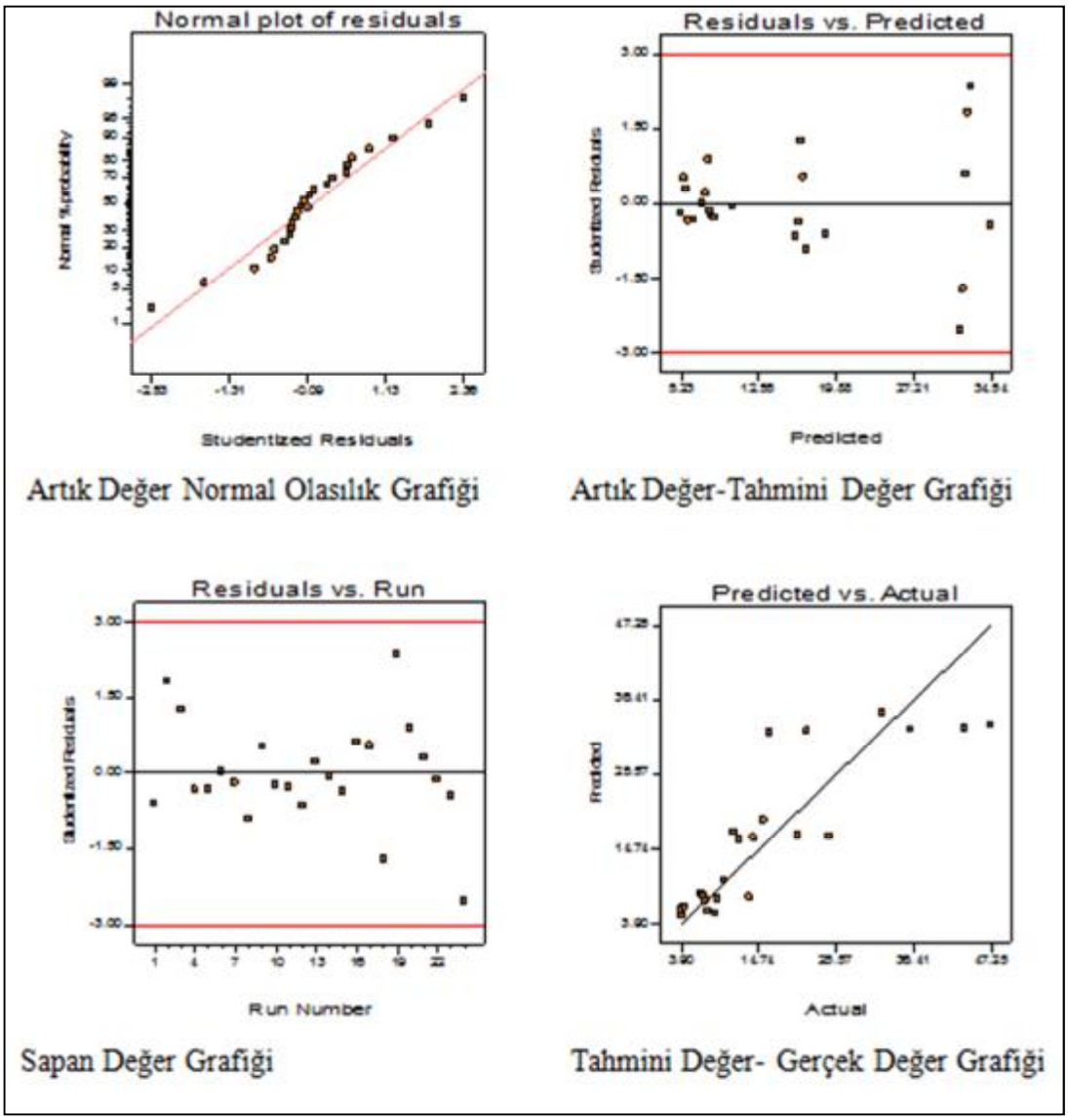
Çizelge 4.11. Kalın yer hatası (+%50) için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi

Model İstatistiği Değerleri					
Model	**Standart Sapma**	**R^2**	**$R_{adj.}^2$**	**$R_{pred.}^2$**	***p* Değeri**
Lineer	7,49	0,6655	0,6336	0,5655	< 0,0001
2FI	7,59	0,6730	0,6239	0,5119	0,5069
İndirgenmiş Kuadratik	**6,72**	**0,7433**	**0,7048**	**0,6301**	**< 0,0001**
Kübik	4,71	0,9118	0,8551	0,3478	0,0152
ANOVA Tablosu					
Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**	***p* Değeri, Anlamlılık**
Model	2617,85	3	872,62	19,30	< 0,0001 Anlamlı
A: Filament İnceliği	21,68	1	21,68	0,48	0,4966 Anlamsız
B: İplik Numarası	2322,30	1	2322,30	51,36	< 0,0001 Anlamlı
B^2	273,87	1	273,87	6,06	0,0231 Anlamlı
Artık	904,24	20	45,21		
Toplam	3522,10	23			

Çizelge 4.11'deki model tablosu incelendiğinde, modele katkısı olmayan terimlerin çıkarılmasıyla analiz edilen indirgenmiş kuadratik modelin R^2 değerinin 0,74 olduğu görülmektedir. Bunun anlamı, indirgenmiş modeldeki bağımsız değişkenlerin modeli yaklaşık %74 oranında açıklayabildikleri şeklinde yorumlanmaktadır. Bu durum, kalın yer hatası için oluşturulan modelin bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi iyi bir doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

Modele katkısı olmayan terimlerin modelden çıkarılmasıyla indirgenen modelin varyans analiz tablosu Çizelge 4.11'de verilmiştir. ANOVA tablosu incelendiğinde, filament inceliğinin modele anlamlı bir katkısının olmadığı görülmektedir ancak filament inceliği ana faktör olduğu için modelden çıkartılmamıştır ve regresyon analizine dahil edilmiştir. Geriye doğru eleme metodu ile modele katkısı olmayan A^2ve AB terimleri modelden çıkartılmıştır.

Çizelgede ANOVA tablosu incelendiğinde, iplik numarasının kalın yer hatası üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu (p<0,0001) ve 51,36 ile en yüksek F değerine sahip olduğu, modele en az katkı sağlayan değişkenin ise 0,48 F değerine sahip filament inceliği olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Model sapmalarının normal dağılıma uygun olup olmadığının incelenmesi ve normal dağılım grafiğinde yaklaşık bir doğru üzerinde dağılıp dağılmadıklarının analizi modelin teyidi için önemli olup Şekil 4.11'de verilmiştir.



Şekil 4.11. Kalın yer hatası (+%50) için indirgenmiş kuadratik model uygunluk grafikleri

Şekil 4.11'de indirgenmiş kuadratik modelin uygunluk grafikleri incelendiğinde, artık değer normal olasılık grafiğinde sapmaların normal dağılıma uygun dağıldığı görülmektedir. Sapmalarının diğer uygunluk grafikleri olan artık değer-tahmini değer grafiği, sapan değer grafiği ve tahmini değer-gerçek değer grafiği aynı şekil üzerinde verilmektedir. Artık değer-tahmini değer grafiğinde, tahmin edilen kalın yer hatası değerlerinin artıklarının referans aralıkları arasında kaldığı görülmektedir. Sapan değer grafiği incelendiğinde, analizin dışında bırakılması gereken hiçbir kalın yer hatası tahmin noktasına rastlanmamıştır. Tahmini değer-gerçek değer grafiğinde ise, deneysel olarak elde edilen kalın yer hatası değerlerine karşı, program tarafından önerilen indirgenmiş kuadratik model ile hesaplanmış olan tahmini değerler görülmektedir. Bu grafikte gerçek değerler ile tahmini değerler arasında genel olarak bir uyum sorunu gözükmektedir. Ancak bazı verilerde uyum sorunu olduğu ve bu durumun filament inceliğinin modele katkısı olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

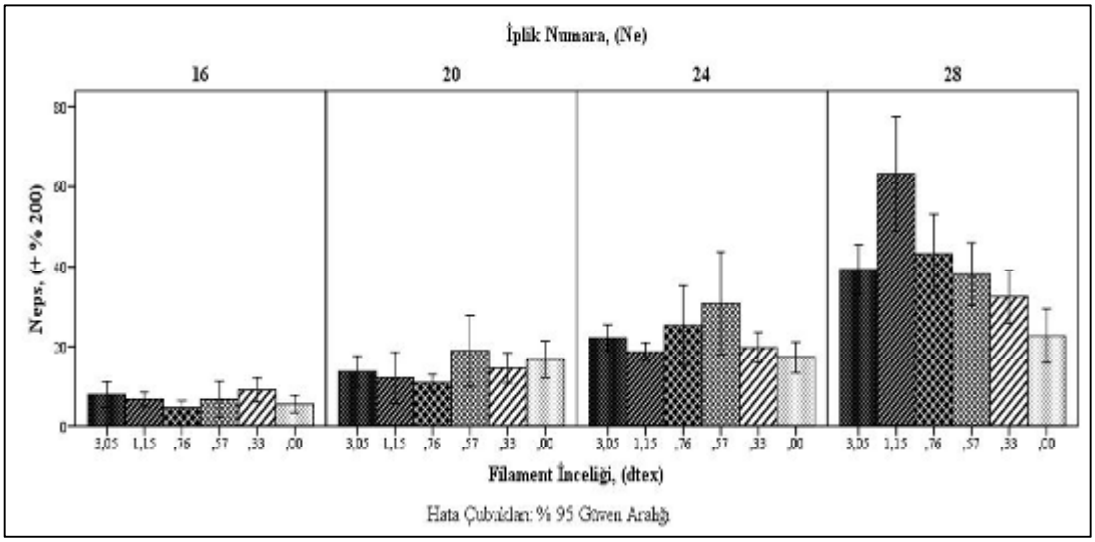
Geriye doğru eleme metodu ile indirgenmiş olan kuadratik modelin çoklu regresyon analizi neticesinde belirlenen regresyon denklemi Eşitlik 4.5.'te gösterilmiştir. Modele katkısı olmadığı halde ana faktör olan filament inceliği regresyon eşitliğine dahil edilmiştir. Eşitlikteki filament inceliği A olarak iplik numarası ise B terimi olarak ifade edilmektedir.

$$\text{Kalın Yer (+\%50)} = 64{,}61872 + 0{,}95730A - 7{,}09015B + 0{,}21113B^2 \qquad (4.5.)$$

4.2.4.3. Neps (+%200) Hatası Sonuçları

Tez çalışması kapsamında, sert özlü ipliklerinin ve konvansiyonel ring ipliklerinin modifiye dilmiş ring eğirme sisteminde üretilmesinden dolayı neps hata değerlerinin analizinde konvansiyonel ring ipliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan "+%200" değeri baz alınmıştır. Bunun anlamı, neps hatası (+%200) iplik kesit alanının üç katı veya daha fazla kalınlaşmaların 1 km uzunluğundaki iplikteki sayısıdır. Çizelge 4.9'da her bir iplik tipi için 20 ölçümün ortalaması olarak verilmiş

neps hata değerleri (+%200) için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları aynı sütun grafiği üzerinde Şekil 4.12'de gösterilmiştir.



Şekil 4.12. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin neps hatası (+%200) sütun grafiği

Sert özlü iplik ve konvansiyonel ring iplik numunelerinin neps hatası (+%200) sütun grafiği sonuçları incelendiğinde, ipliğin incelmesiyle birlikte iplik üzerindeki neps sayısının da arttığı görülmektedir. Literatürle paralel olarak, neps sayısı iplik özelliklerinden iplik doğrusal yoğunluğu ile bağlantılı olduğu görülmektedir (Vuruşkan, 2010; İlhan, 2010).

Filament inceliği ve iplik numarası bağımsız değişkenlerinin iplik neps hatası üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda model istatistiği değerleri Çizelge 4.12'de gösterilmiştir. Hiyerarşik geriye doğru eleme metodu ile indirgenmiş olan ve programın önerdiği model tabloda koyu olarak yazılmış olan kübik modeldir ve istatistiksel analiz bu modele göre gerçekleştirilmiştir.

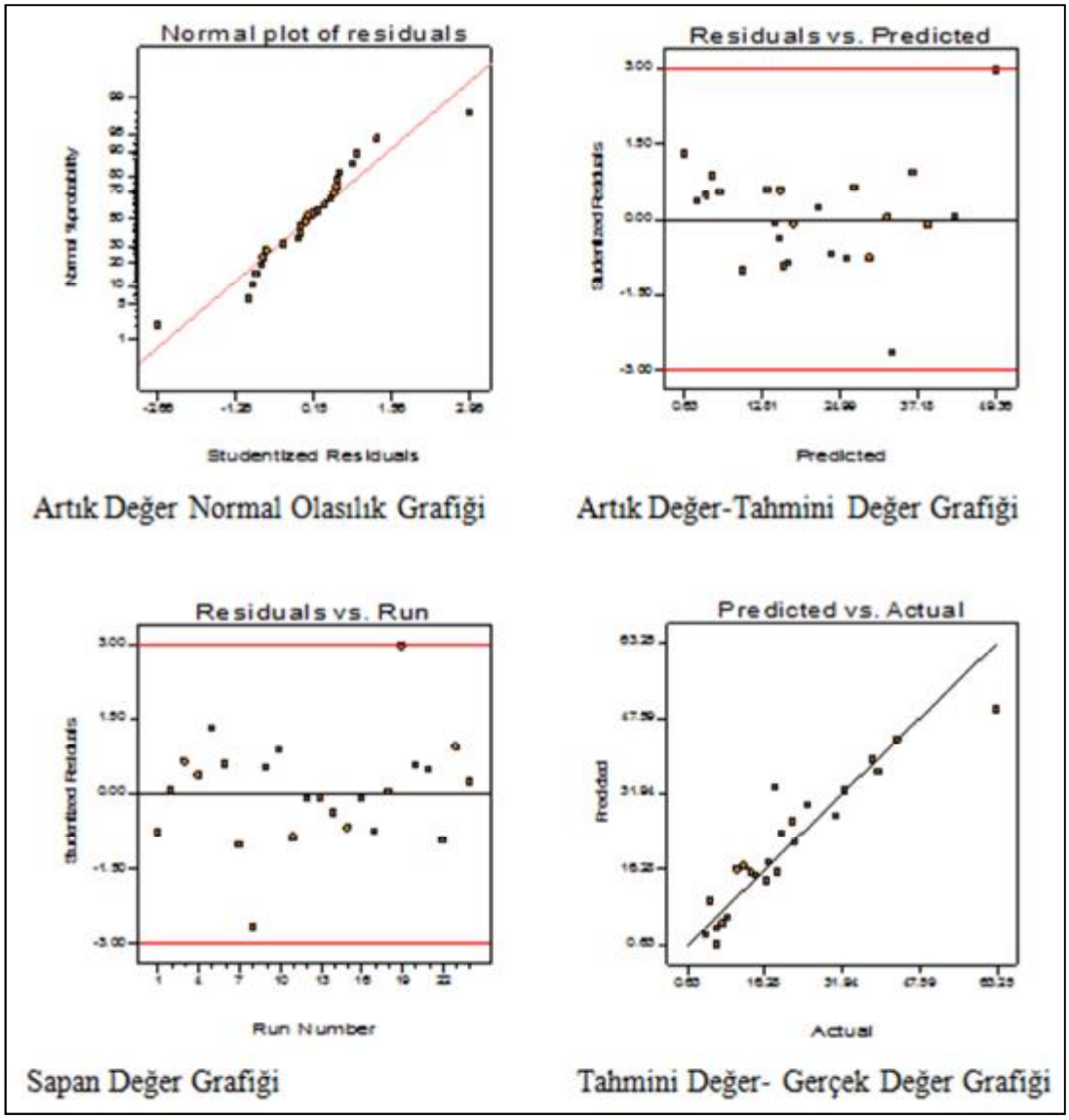
Çizelge 4.12. Neps hatası (+%200) için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi

Model İstatistiği Değerleri					
Model	**Standart Sapma**	**R^2**	**$R_{adj.}^2$**	**$R_{pred.}^2$**	***p* Değeri**
Lineer	7,70	0,7358	0,7107	0,6574	< 0,0001
2FI	7,75	0,7454	0,7072	0,6136	0,3965
Kuadratik	6,98	0,8139	0,7622	0,6070	0,0596
İndirgenmiş Kübik	**5,91**	**0,8669**	**0,8299**	**0,7149**	**< 0,0001**
ANOVA Tablosu					
Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**	***p* Değeri, Anlamlılık**
Model	4088,25	5	817,65	23,45	< 0,0001 Anlamlı
A: Filament İnceliği	60,20	1	60,20	1,73	0,2054 Anlamsız
B: İplik Numarası	2183,03	1	2183,03	62,61	< 0,0001 Anlamlı
A^2	177,49	1	177,49	5,09	0,0367 Anlamlı
AB	124,84	1	124,84	3,58	0,0747 Anlamsız
A^2B	395,53	1	395,53	11,34	0,0034 Anlamlı
Artık	627,65	18	34,87		
Toplam	4715,89	23			

Çizelge 4.12'de gösterilmiş olan model tablosu incelendiğinde, modele katkısı olmayan terimlerin çıkarılmasıyla analiz edilen indirgenmiş kübik modelin R^2 değerinin 0,87 olduğu görülmektedir. Bunun anlamı, indirgenmiş modeldeki bağımsız değişkenlerin modeli yaklaşık %87 oranında açıklayabildikleridir. Bu durum, neps hatası için oluşturulan modelin bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi oldukça yüksek bir doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

Modele katkısı olmayan B^2, A^3, B^3 ve AB^2 terimlerinin modelden çıkarılmasıyla indirgenmiş modelin varyans analiz tablosu Çizelge 4.12'de verilmiştir. Modele katkısı olmayan (p>0,05) ancak hiyerarşik geriye doğru eleme metodu ile yapılan analiz neticesinde A, A^2 ve AB terimleri modelde tutularak regresyon analizine dahil edilmiştir. Çizelge 4.12'de ANOVA tablosu

incelendiğinde, iplik numarasının neps hatası üzerindeki etkisinin diğer terimlere göre en yüksek F değerine sahip olduğu (F= 62,61) ve modele en az katkı sağlayan değişkenin ise F= 1,78 değerine sahip filament inceliği olduğu görülmektedir. Model sapmalarının normal dağılıma uygun olup olmadıklarının incelenmesi ve normal dağılım grafiğinde yaklaşık bir doğru üzerinde dağılıp dağılmadıklarının analizi modelin teyidi için önemli olup, Şekil 4.13'de verilmiştir.



Şekil 4.13. Neps hatası (+%200) için indirgenmiş kübik model uygunluk grafikleri

İndirgenmiş kübik modelin uygunluk grafikleri incelendiğinde, artık değer normal olasılık grafiğinde sapmaların normal dağılıma uygun dağıldığı görülmektedir. Artık değer-tahmini değer grafiğinde, tahmin edilen neps hatası değerlerinin artıklarının referans aralıkları arasında kaldığı görülmektedir. Ne 28/1 %100 Co ipliğinin ise artık değer-tahmini değer grafiğinde sınırda çıktığı görülmektedir ki bu durum referans aralıkları içerisinde değerlendirilmiştir. Sapan değer grafiği incelendiğinde, analizin dışında bırakılması gereken hiçbir neps hatası tahmin noktasına rastlanmamıştır. Tahmini değer-gerçek değer grafiğinde ise, deneysel olarak elde edilen neps hatası değerlerine karşı, program tarafından önerilen indirgenmiş kübik model ile hesaplanmış olan tahmini değerler görülmektedir. Bu grafikte gerçek değerler ile tahmini değerler arasında genel olarak bir uyum sorunu görülmemektedir.

Modele katkısı olmayan terimlerin hiyerarşik geriye doğru eleme metodu ile modelden çıkartılması veya modelde tutulması neticesinde indirgenmiş olan kübik modelin çoklu regresyon analizi sonucunda belirlenen regresyon denklemi Eşitlik 4.6.'da verilmiştir. Eşitlikteki bağımsız değişkenler olan filament inceliği ve iplik numarası sırasıyla A ve B olarak ifade edilmektedir.

$$Neps(+\%200)=-6,12033-75,24842A+0,99351B+21,39855A^2+3,96261AB-1,12599A^2B \quad (4.6.)$$

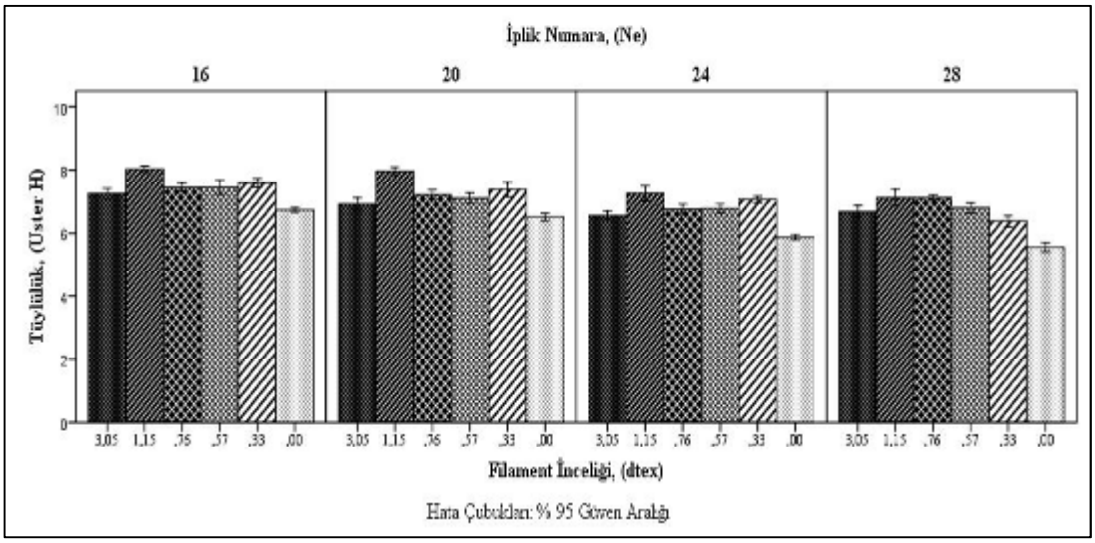
4.2.5. İplik Tüylülüğü Ölçüm Sonuçları

İplik tüylülüğü, iplik doğrusal yoğunluğu boyunca iplik yüzeyinden çıkan lif uçları olup birim iplik uzunluğundan çıkan liflerin sayısı olarak ifade edilmektedir. Sert özlü iplikerin ve konvansiyonel ring ipliklerin tüylülük ölçümleri Uster® Tester 4 cihazında düzgünüsüzlük testi esnasında eş zamanlı gerçekleştirilmiştir. İplik tüylülüğü; 1 cm iplik uzunluğundaki çıkıntı yapan liflerin "cm" olarak toplam uzunluğu olarak ölçülmektedir. Cihaz tüylülük ölçüm çıktısı "H" olarak ifade edilen ve boyutsuz bir değer olan tüylülük değeridir. Çalışmada, ölçümleri Uster® cihazında gerçekleştirilen iplik tüylülük değerleri Uster® H olarak verilmiştir. İplik numunelerinin Uster® H ölçüm sonuçları Çizelge 4.13'de

gösterilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlar her iplik tipi için 20 testin ortalamasıdır. İplik numunelerinin tüylülük değerleri için %95 güven aralığında çizilen hata çubukları aynı sütun grafiği üzerinde Şekil 4.14'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin tüylülük değerleri

İplik Numara, (Ne)	**Filament İnceliği, (dtex)**	**Tüylülük, (Uster® H)**	**%CV**
16/1	0 (%100 Co)	6,73	2,29
	3,05	7,25	4,70
	1,15	8,03	2,65
	0,76	7,44	4,02
	0,57	7,44	6,42
	0,33	7,59	3,84
20/1	0 (%100 Co)	6,51	3,88
	3,05	6,92	5,89
	1,15	7,97	3,37
	0,76	7,21	4,34
	0,57	7,11	4,83
	0,33	7,38	6,42
24/1	0 (%100 Co)	5,88	2,87
	3,05	6,56	4,30
	1,15	7,25	6,96
	0,76	6,76	4,88
	0,57	6,77	4,58
	0,33	7,06	2,90
28/1	0 (%100 Co)	5,56	5,33
	3,05	6,68	5,82
	1,15	7,12	7,63
	0,76	7,12	2,29
	0,57	6,80	5,17
	0,33	6,38	5,89



Şekil 4.14. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin tüylülük sütun grafiği

Sert özlü ipliklerinin ve konvansiyonel ring ipliklerinin tüylülük sütun grafikleri incelendiğinde, konvansiyonel ring eğirme sisteminde üretilmiş olan %100 Co ipliklerinin Uster® H değerlerinde ipliğin incelmesiyle birlikte azalma görülmektedir. Tüylülüğe etki eden parametrelerden en önemli iki tanesini iplik numarası ve eğirme esnasında ipliğe verilen büküm olarak sıralayabiliriz. Genellikle iplik kalınlaştıkça ve büküm miktarı azaldıkça tüylülük artmaktadır (Can ve Kırtay, 2003; Tanır, 2007; Jeremy, 2001). Aynı fitil numarasından (Ne 0,6) farklı çekimlerle elde edilen Ne 16/1, Ne 20/1, Ne 24/1 ve Ne 28/1 ipliklerin (Çizelge 3.3) incelmesiyle ipliğin birim yüzeyinde daha az sayıda pamuk lifi bulunacağından tüylülük azalacaktır. İplik kalınlaştıkça birim iplik uzunluğundan çıkan lif sayısı ve birim iplik uzunluğundan çıkan lif uçlarının sayısı artacağı için tüylülüğü artar (Kılıç, 2010; Tanır, 2007; İlhan, 2010; Vuruşkan, 2010; Altaş ve Kadoğlu, 2009). Konvansiyonel ring ipliklerinin tüylülük eğilimleri genel olarak sert özlü iplik numunelerinin tüylülük değerleri ile benzer durumdadır. Bu durum yine aynı şekilde iplik inceldikçe kesitteki lif sayısının azalması dolayısıyla iplik yüzeyinde çıkan lif uçlarının da azalması şeklinde açıklanabilmektedir.

Sert özlü iplik kesitindeki öz varlığının (yalancı büküm tekstüre PES filament iplikleri) iplik tüylülük değerleri üzerindeki etkisini belirleyebilmek amacıyla çizilen sütun grafiği incelendiğinde, bu iplikler konvansiyonel ring ipliklerle kıyaslandığında tüylülük değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum sargı lifi olarak

kullanılan pamuk lifinin filament ipliklerin etrafına sarılmasıyla gerçekleştirilen sert özlü iplik üretiminde pamuk lifinin kontrol altına alınamayan muhtemel dışa doğru hareket etme eğilimden kaynaklandığı söylenebilir (Das ve Chakraborty, 2013; Babaarslan, 2001). Ayrıca, iplik bükümünün tüylülük üzerindeki etkisi incelendiğinde; Ne 16/1'den Ne 28/1'e büküm değerinin artmasıyla birlikte üretilen sert özlü iplik numunelerinin tüylülük değerlerinde azalma görülmektedir. İpliğe verilen büküm değerinin artması, literatürle paralel olarak sargı olarak kullanılan pamuk lifinin filament etrafına daha düzgün bir şekilde sarılmasını sağlamaktadır ve dolayısıyla tüylülükte azalma meydana gelmektedir (Das ve Chakraborty, 2013; Çelik ve ark., 2009).

Filament inceliği ve iplik numarası bağımsız değişkenlerinin iplik tüylülüğü üzerindeki etkilerini belirleyebilmek amacıyla gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda model istatistiği değerleri Çizelge 4.14'de verilmiştir. Hiyerarşik geriye doğru eleme metodu ile indirgenmiş olan ve programın önerdiği model tabloda koyu olarak yazılmış olan kuadratik modeldir ve istatistiksel analiz bu modele göre gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.14. İplik tüylülüğü için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi

Model İstatistiği Değerleri					
Model	**Standart Sapma**	**R^2**	**$R_{adj.}^2$**	**$R_{pred.}^2$**	***p* Değeri**
Lineer	0,48	0,3520	0,2902	0,1512	0,0105
2FI	0,49	0,3615	0,2658	0,0632	0,5899
İndirgenmiş Kuadratik	**0,25**	**0,8320**	**0,8068**	**0,7705**	**< 0,0001**
Kübik	0,26	0,8757	0,7958	0,7259	0,5069
ANOVA Tablosu					
Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**	***p* Değeri, Anlamlılık**
Model	6,30	3	2,10	33,01	< 0,0001 Anlamlı
A:Filament İnceliği	0,72	1	0,72	11,31	0,0031 Anlamlı
B: İplik Numarası	2,49	1	2,49	39,19	< 0,0001 Anlamlı
A^2	3,63	1	3,63	57,13	< 0,0001 Anlamlı
Artık	1,27	20	0,064		
Toplam	7,57	23			

Çizelge 4.14'de verilmiş olan model tablosu incelendiğinde, modele katkısı olmayan B^2 ve AB terimlerinin modelden çıkarılmasıyla yeniden oluşturulan indirgenmiş kübik modelin R^2 değerinin 0,83 olduğu görülmektedir. Bir diğer deyişle, indirgenmiş modeldeki bağımsız değişkenlerin modeli yaklaşık %83 oranında açıklayabildikleri anlamına gelmektedir. Bu durum, tüylülük için oluşturulan modelin bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi yüksek sayılabilecek bir doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

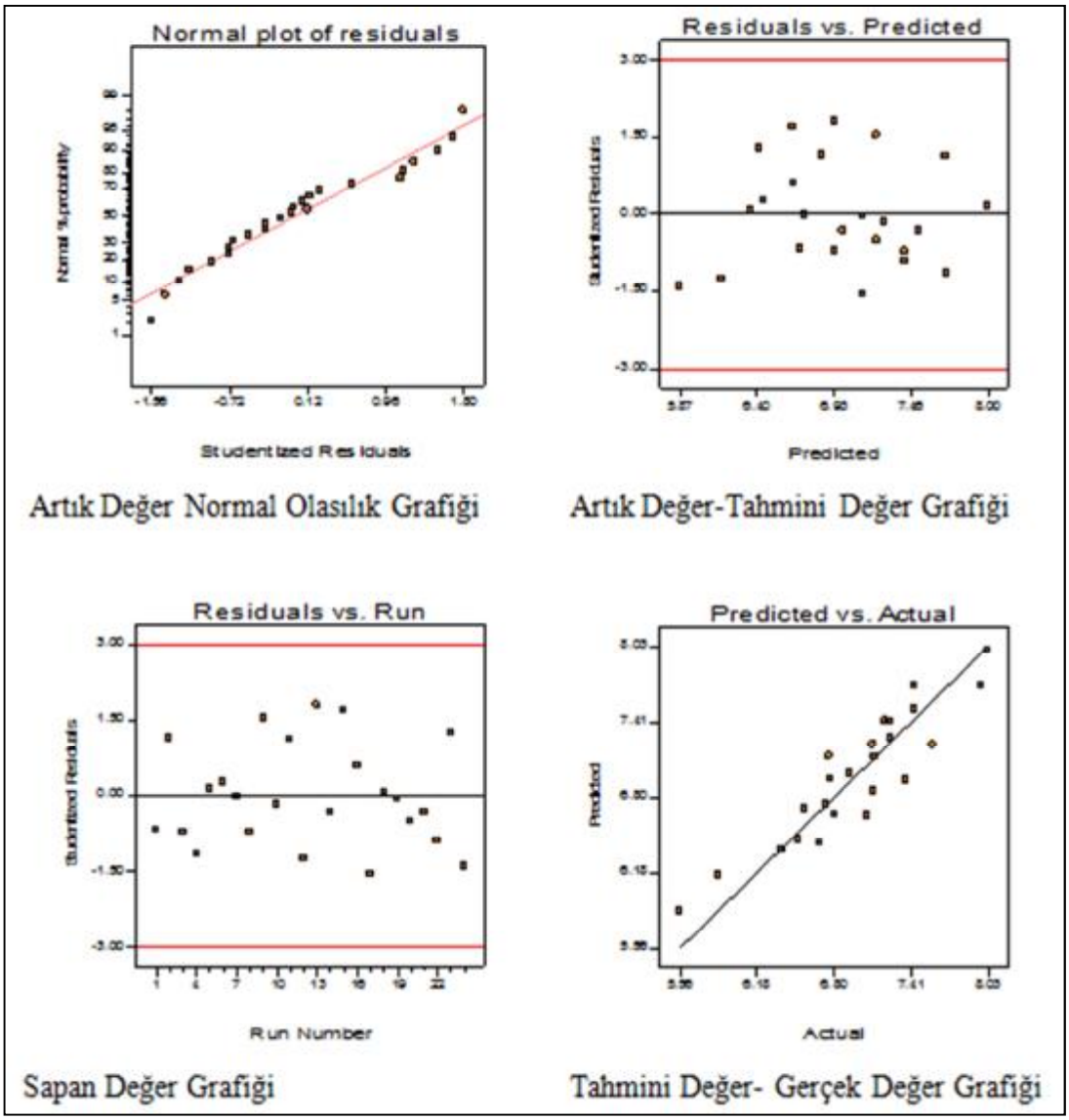
Modele katkısı olmayan B^2 ve AB terimlerinin modelden çıkarılmasıyla yeniden oluşturulan indirgenmiş modelin varyans analiz tablosu yine aynı tablo üzerinde gösterilmiştir. Çizelge 4.14'de ANOVA tablosu incelendiğinde, A^2'nin tüylülük üzerindeki etkisinin diğer terimlere göre 57,13 olarak en yüksek F değerine sahip olduğu ve modele en az katkı sağlayan değişkenin ise 11,31 olarak en düşük F değerine sahip filament inceliği olduğu görülmektedir. Model sapmalarının normal dağılıma uygun olup olmadığının incelenmesi ve normal dağılım grafiğinde yaklaşık

bir doğru üzerinde dağılıp dağılmadıklarının analizi modelin teyidi için önemli olup Şekil 4.15'de verilmiştir.

Şekil 4.15'te indirgenmiş kuadratik modelin artık değer normal olasılık grafiği incelendiğinde, model artıklarının normal dağılıma uygun bir şekilde yaklaşık bir doğru üzerinde oldukları görülmektedir. Artık değer-tahmini değer, sapan değer ve tahmini değer-gerçek değer grafiklerinde model uygunluğuna ters düşecek herhangi bir durum gözlemlenmemiştir.

Modele katkısı olmayan B^2 ve AB terimlerinin hiyerarşik geriye doğru eleme metodu ile modelden çıkarılmasıyla yeniden elde edilmiş olan indirgenmiş kuadratik modelin çoklu regresyon analizi sonucunda belirlenen regresyon denklemi Eşitlik 4.7.'de verilmiştir. Eşitlikteki bağımsız değişkenler olan filament inceliği A olarak ve iplik numarası ise B olarak verilmiştir.

$$\text{Tüylülük (Uster}^{®}\text{ H)} = 7{,}88843 + 1{,}65131A - 0{,}072058B - 0{,}48261A^2 \qquad (4.7.)$$



Şekil 4.15. Tüylülük için indirgenmiş kuadratik model uygunluk grafikleri

4.2.6. İplik Sürtünme Ölçüm Sonuçları

İplik sürtünme özelliği ileriki aşamalarda bu ipliklerin işlenmesi ve üretilecek kumaşın sürtünme özelliklerini dolayısıyla kumaşın gerilme özelliklerini ve mukavemetini, tutum ve konforunu, aşınma ve boncuklanma direncini, dökümlülüğünü ve sıkıştırılabilirliğini etkilemektedir.

İplik sürtünme özelliği sürtünme kuvveti ve sürtünme katsayısı olarak belirlenmektedir. İplik sürtünme kuvveti, temas halindeki iki cismin yüzeylerinin bağıl hareketini engelleyici ve harekete zıt yönde etkiyen kuvvet şeklinde

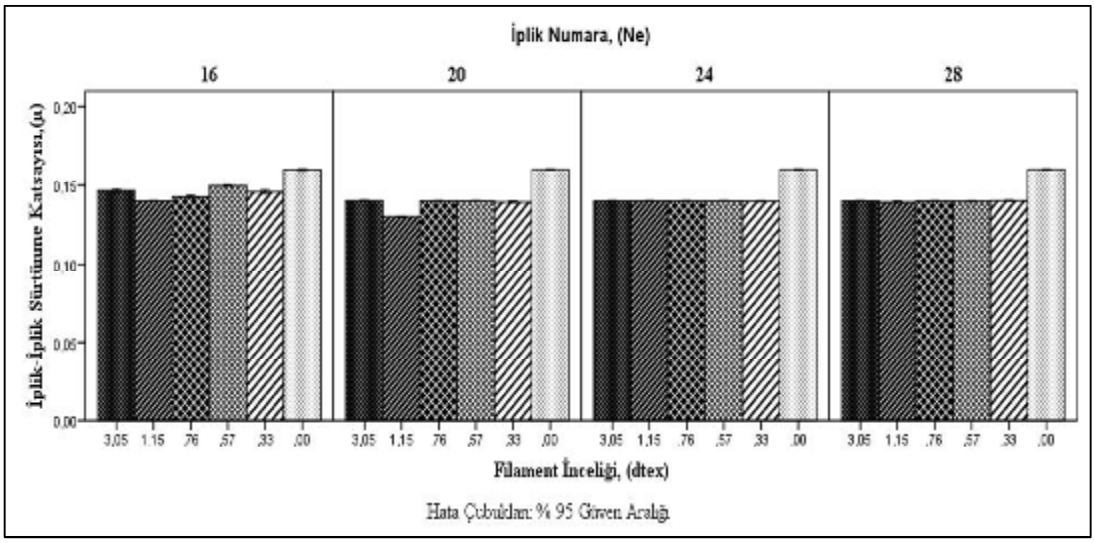
tanımlanmaktadır ve Sentinewton (cN) olarak ifade edilmektedir. Sürtünme katsayısı ise, iki yüzey arasındaki sürtünme kuvvetinin yüzeyler arasındaki normal kuvvete oranı olarak tanımlanan ve "μ" olarak ifade edilen boyutsuz bir değere sahiptir.

Tez çalışması kapsamında, her bir iplik tipi için 100 ölçüm alınarak iplik-iplik ve iplik metal sürtünme katsayıları belirlenmiştir. Çizelge 4.15'te sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayıları gösterilmiştir. Tablo üzerinde, sert özlü ipliklerin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayıları incelendiğinde önemli bir farkın bulunmadığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla her bir iplik numarası için 3,05 dtex, 1,15 dtex, 0,76 dtex, 0,57 dtex ve 0,33 dtex filament inceliğine sahip yalancı büküm tekstüre PES filament özlü ipliklerin sürtünme katsayılarının ortalamaları hesaplanmıştır. Tablo üzerinde ortalama iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayıları da ayrıca verilmiştir.

Çizelge 4.15. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin sürtünme özellikleri

İplik Numara, (Ne)	Filament İnceliği, (dtex)	Giriş Gerginliği, (cN)	İplik-İplik Sürtünme Katsayısı, (μ)		%CV	Yüzde Değişim, (%)	İplik-Metal Sürtünme Katsayısı, (μ)		%CV	Yüzde Değişim, (%)
16/1	0 (%100 Co)	37	0,160		1,40	6,25	0,265		1,89	13,20
	3,05		0,146	Ortalama: 0,150	3,28		0,242	Ortalama: 0,230	2,03	
	1,15		0,140		0,00		0,212		1,69	
	0,76		0,143		3,08		0,238		1,77	
	0,57		0,150		1,14		0,250		0,40	
	0,33		0,146		3,41		0,234		2,09	
20/1	0 (%100 Co)	30	0,160		0	12,5	0,259		1,1	11,20
	3,05		0,140	Ortalama: 0,140	0,71		0,251	Ortalama: 0,230	1,41	
	1,15		0,130		0		0,214		2,40	
	0,76		0,140		0		0,228		1,61	
	0,57		0,140		0		0,250		0	
	0,33		0,139		1,70		0,222		1,73	
24/1	0 (%100 Co)	25	0,160		0	12,5	0,270		0,63	14,81
	3,05		0,140	Ortalama: 0,140	0		0,247	Ortalama: 0,230	1,94	
	1,15		0,140		0		0,217		2,15	
	0,76		0,140		0		0,230		1,56	
	0,57		0,140		0		0,231		1,18	
	0,33		0,140		1,00		0,228		1,76	
28/1	0 (%100 Co)	21	0,160		0	12,5	0,260		0,77	15,30
	3,05		0,140	Ortalama: 0,140	0		0,243	Ortalama: 0,220	1,83	
	1,15		0,139		1,70		0,204		2,39	
	0,76		0,140		0		0,224		2,13	
	0,57		0,140		1,00		0,228		1,90	
	0,33		0,140		0,71		0,213		2,09	

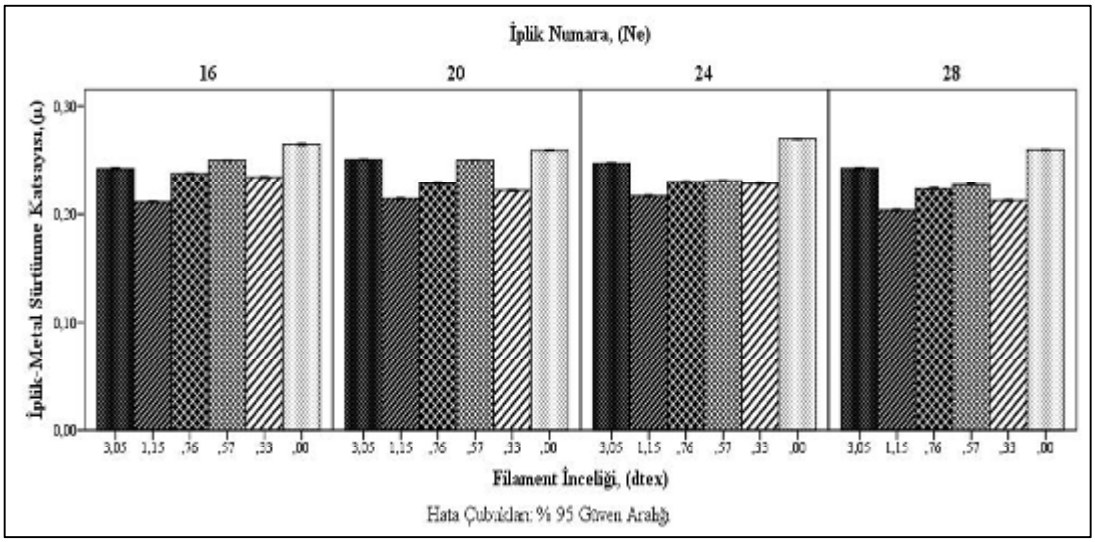
Bükülmüş iplik yöntemine göre her bir iplik tipi için ölçülen iplik-iplik sürtünme testi neticesinde elde edilen iplik-iplik sürtünme katsayısıları Şekil 4.16'da %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile birlikte sütun grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.16. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin iplik-iplik sürtünme katsayısı (μ) sütun grafiği

Sert özlü ipliklerinin ve konvansiyonel ring ipliklerinin iplik-iplik sürtünme katsayısı sütun grafikleri incelendiğinde, her bir iplik numarası için konvansiyonel ring ipliklerin iplik-iplik sürtünme katsayısı değerlerinin sert özlü ipliklerin iplik-iplik sürtünme katsayısı değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. İpliklerin sürtünme özellikleri genel olarak iplik yüzey pürüzlülüğünden veya iplik düzgünsüzlüğünden etkilenmektedir. İpliklerin sürtünme katsayısı iplik düzgünsüzlüğü ile doğru orantılı olarak iplikteki temas yüzeyinin artmasıyla birlikte arttığı bir çok literatür çalışmaları tarafından desteklenmektedir (Ghosh ve ark., 2008; Altaş ve Kadoğlu, 2009; Özdil ve ark., 2012; Nair ve ark., 2013; Ho, 2010). %100 Co ipliklerinin düzgünsüzlüğü (%CVm) değerleri sert özlü ipliklere kıyasla daha yüksek olduğu ve buradan hareketle iplik-iplik sürtünme katsayı değerlerinin daha yüksek çıktığı Şekil 4.16'da net bir şekilde görülmektedir. Filament inceliğinin ve iplik numarasının iplik-iplik sürtünme katsayısı üzerinde etkisinin olmadığı Şekil 4.16'da net bir şekilde görülmektedir. Ne 16/1 ve Ne 20/1 sert özlü ipliklerin iplik-iplik sürtünme katsayı değerleri arasında ortalama olarak 0,01 fark var iken, Ne 24/1 ve Ne 28/1 sert özlü ipliklerde iplik-iplik sürtünme katsayısı değerlerinin eşit ve ortalama 0,14 olduğu belirlenmiştir.

Her bir iplik tipi için gerçekleştirilen iplik-metal sürtünme testi neticesinde elde edilen iplik-metal sürtünme katsayıları Şekil 4.17'de %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile birlikte sütun grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.17. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin iplik-metal sürtünme katsayısı (μ) sütun grafiği

Sert özlü ipliklerinin ve konvansiyonel ring ipliklerinin iplik-metal sürtünme katsayısı sütun grafikleri incelendiğinde, her bir iplik numarası için konvansiyonel ring ipliklerin iplik-metal sürtünme katsayısı değerlerinin sert özlü ipliklerin iplik-metal sürtünme katsayısı değerlerinden daha yüksek olduğu ve iplik-iplik sürtünme katsayısı sonuçlarına benzer bir eğilime sahip olduğu görülmektedir. Daha öncede belirtildiği gibi konvansiyonel ring ipliklerinin düzgünsüzlüğü (%CVm) sert özlü ipliklerden daha yüksek değerlere sahip olduklarından dolayı sürtünme özelliklerinin yüksek çıkması beklenen bir sonuç olarak düşünülmelidir. Dolayısıyla, konvansiyonel ipliklerin iplik-metal sürtünme katsayı değerleri sert özlü ipliklerden daha yüksek çıktığı belirlenmiştir. İplik numarasının iplik-metal sürtünme katsayısı üzerinde etkisinin olmadığı şekil üzerinde net bir şekilde görülmektedir. Konvansiyonel ring ipliklerin iplik-metal sürtünme katsayısı iplik numarasına göre 0,26 ile 0,27 olarak birbirlerine yakın bir şekilde değişmektedir.

Filament inceliğinin iplik-metal sürtünme katsayısı üzerindeki etkisi incelendiğinde, genel olarak 3,05 dtex filament inceliğine sahip PES filament özlü

ipliklerin iplik-metal sürtünme katsayı değerlerinin daha yüksek çıktığı görülmektedir. 1,15 dtex ince filament inceliğine sahip PES filament özlü ipliklerin ise en düşük iplik-metal sürtünme katsayısı değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Mikro inceliğe sahip filament ipliklerden üretilmiş olan sert özlü ipliklerin iplik-metal sürtünme katsayı değerleri incelendiğinde ise 0,33 filament inceliğine sahip PES filament özlü ipliklerin iplik-metal sürtünme katsayı değerleri diğer mikro inceliğe sahip PES filament özlü ipliklerden daha düşük olduğu görülmektedir.

Filament inceliğinin ve iplik numarasının sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayıları üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı Şekil 4.16 ve Şekil 4.17'de net bir şekilde görülmektedir. Ayrıca, istatistiksel analiz neticesinde bağımsız değişken olan filament inceliğinin ve iplik numarasının iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

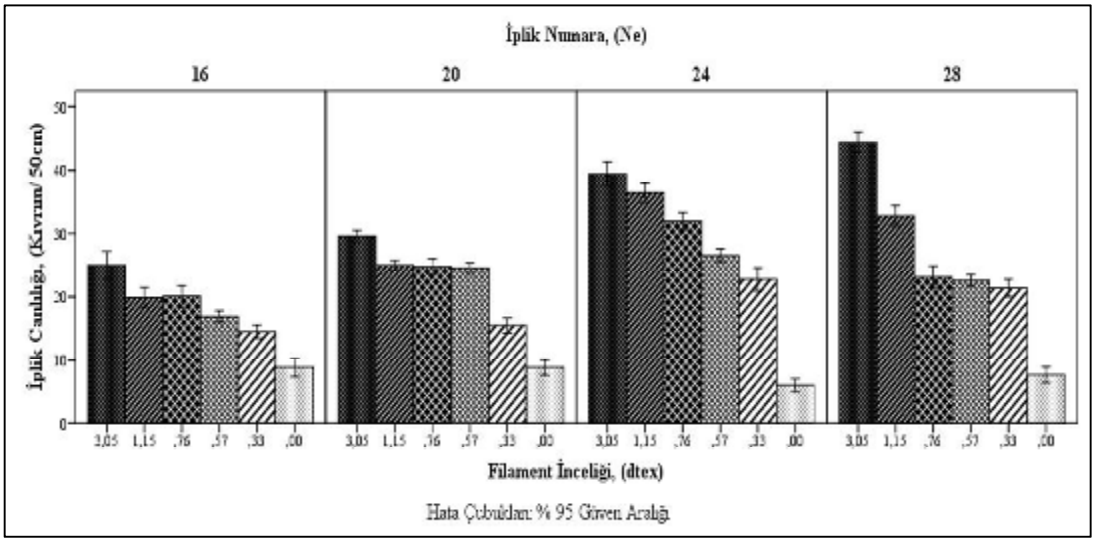
4.2.7. İplik Canlılığı Ölçüm Sonuçları

İplik canlılığı veya büküm canlılığı ipliğin serbest halde bırakılmasıyla birlikte kendi üzerine kıvrılma eğiliminin belirli bir uzunlukta kıvrım sayısı olarak ifade edilmektedir. İplik canlılığı yüksek olan ipliğin tekstil üretim aşamalarda kendi üzerinde kıvrılması neticesinde daha dolaşabilir duruma gelmesi ve bu durumdan kaynaklı kopuşların meydana gelmesi istenmeyen bir özelliktir. Bu olumsuz durumun yaşanmaması için iplik canlılığı değerinin düşük olması istenmektedir. Genel olarak iplik canlılığı, büküm değerinden, iplik inceliğinden ve ipliğin büküm alması sırasında ortaya çıkan bükme momentinden (tork) etkilenmektedir (Çelik, 2006). İpliğin kendi üzerine kıvrılma eğiliminin miminum olması için ipliğin optimum büküm değerine sahip olması gerekmektedir.

Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin iplik canlılığı ölçüm sonuçları Çizelge 4.16'da gösterilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlar her iplik tipi için 10 ölçümün ortalamasıdır. Her bir iplik tipi için gerçekleştirilen iplik canlılığı testi neticesinde elde edilen iplik canlılığı değerleri Şekil 4.18'de %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile birlikte sütun grafiği üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin iplik canlılığı test sonuçları

İplik Numara, (Ne)	Filament İnceliği, (dtex)	İplik Canlılığı, (kıvrım/50cm)	%CV
16/1	0 (%100 Co)	8,8	22,03
	3,05	25	11,73
	1,15	19,9	10,41
	0,76	20,1	11,22
	0,57	16,9	7,22
	0,33	14,5	9,38
20/1	0 (%100 Co)	8,8	18,88
	3,05	29,6	4,05
	1,15	25	4,00
	0,76	24,8	6,94
	0,57	24,6	4,53
	0,33	15,5	10,10
24/1	0 (%100 Co)	6	22,36
	3,05	39,4	6,54
	1,15	36,4	5,66
	0,76	31,9	5,69
	0,57	26,6	5,10
	0,33	22,8	10,89
28/1	0 (%100 Co)	7,6	22,17
	3,05	44,4	4,64
	1,15	32,8	6,51
	0,76	23,2	9,79
	0,57	22,6	5,31
	0,33	21,4	8,67



Şekil 4.18. Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin iplik canlılığı sütun grafiği

Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin iplik canlılığı sütun grafiği incelendiğinde, ipliğin incelmesiyle birlikte Ne 28/1 numaraya kadar büküm canlılığı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Her bir iplik tipi için en düşük iplik canlılığı değerine sahip olan ipliklerin ölçülen büküm değerlerinin yüksek olmasına karşın konvansiyonel ring iplikleri olduğu görülmektedir. Bu noktada iplik incelmesiyle öz oranı artmakta ve bununla birlikte farklı filament inceliğine sahip yalancı büküm tekstüre PES filament ipliklerin kendi üzerine kıvrılma eğilimlerinin etkisiyle sert özlü ipliklerin iplik canlılığı değerlerinin de daha yüksek değere sahip olduğu söylenebilir. Şekil 4.18'de filament inceliğinin iplik canlılığı üzerindeki etkisi incelendiğinde ise 3,05 dtex filament inceliğine sahip PES filament özlü ipliklerin her bir iplik tipi için en yüksek iplik canlılığı değerine sahip olduğu görülmektedir. Buna ilaveten, mikro inceliğe sahip PES filament ipliklerden elde edilen sert özlü ipliklerin iplik canlılığı değerleri her bir numara için orta ve ince PES filament ipliklerden elde edilen sert özlü ipliklerden düşük çıktığı görülmektedir. Aynı doğrusal yoğunluğa sahip PES filament ipliklerin iplik kesitindeki filament sayısının artmasının (orta incelikten mikro inceliğe) iplik canlılığı üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu söylenebilir.

Filament inceliği ve iplik numarasının iplik canlılığı üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda model istatistiği değerleri Çizelge 4.17'de verilmiştir. Programın önerdiği model tabloda koyu olarak yazılmış olan kuadratik modeldir ve istatistiksel analiz bu modele göre gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.17. İplik canlılığı için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi

Model İstatistiği Değerleri					
Model	**Standart Sapma**	**R^2**	**$R_{adj.}^2$**	**$R_{pred.}^2$**	***p* Değeri**
Lineer	6,15	0,6499	0,6165	0,5365	< 0,0001
2FI	5,74	0,7096	0,6660	0,5684	< 0,0562
Kuadratik	**3,24**	**0,9167**	**0,8936**	**0,8318**	**< 0,0001**
Kübik	2,77	0,9527	0,9223	0,7215	< 0,0769
ANOVA Tablosu					
Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**	***p* Değeri, Anlamlılık**
Model	2078,75	5	415,75	39,64	< 0,0001 Anlamlı
A:Filament İnceliği	1499,68	1	1499,68	142,99	< 0,0001 Anlamlı
B: İplik Numarası	385,09	1	385,09	36,72	< 0,0001 Anlamlı
A^2	421,08	1	421,08	40,15	< 0,0001 Anlamlı
B^2	48,73	1	48,73	4,65	< 0,0449 Anlamlı
AB	135,30	1	135,30	12,90	< 0,0021 Anlamlı
Artık	188,79	18	10,49		
Toplam	2267,54	23			

Çizelge 4.17'de gösterilmiş olan model tablosu incelendiğinde, modele katkısı olmayan herhangi bir terimin bulunmamasından dolayı modelin indirgenmesine gerek duyulmamıştır. Programın önerdiği ve tablo üzerinde koyu olarak gösterilen kuadratik modelin R^2 değerinin 0,92 olduğu görülmektedir. Bir diğer deyişle, modeldeki bağımsız değişkenlerin modeli yaklaşık %92 oranında açıklayabildikleri anlamına gelmektedir. Bu durum, iplik canlılığı için oluşturulan modelin bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi oldukça yüksek sayılabilecek bir doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

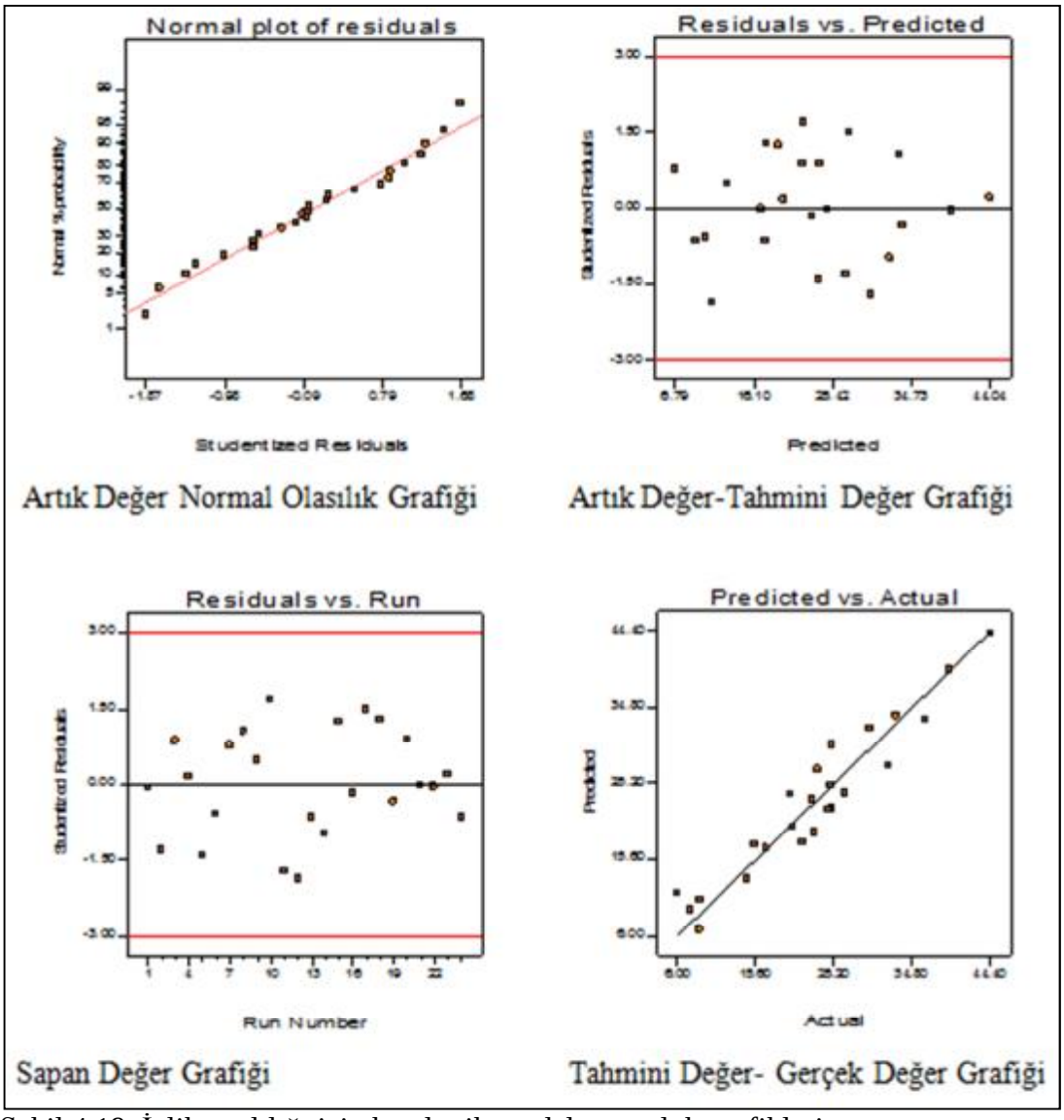
Program tarafından önerilen kuadratik modelin varyans analiz tablosu yine aynı tablo üzerinde gösterilmiştir. Çizelge 4.17'de ANOVA tablosu incelendiğinde, filament inceliğinin iplik canlılığı üzerindeki etkisinin diğer terimlere göre 142,99 olarak en yüksek F değerine sahip olduğu görülmektedir. Filament inceliğinin ve

iplik numarasının iplik canlılığı üzerindeki etkisinin yüksek bir anlamlılık derecesine (p<0,001) sahip olduğu belirlenmiştir.

Kuadratik modelin model sapmalarının normal dağılıma uygun olup olmadığının incelenmesi ve normal dağılım grafiğinde yaklaşık bir doğru üzerinde dağılıp dağılmadıkları Şekil 4.19'da gösterilmektedir ki bu modelin teyidi için önemlidir. Artık değer normal olasılık grafiği incelendiğinde, model artıklarının normal dağılıma uygun bir şekilde yaklaşık bir doğru üzerinde oldukları görülmektedir. Artık değer-tahmini değer, sapan değer ve tahmini değer-gerçek değer grafiklerinde model uygunluğuna ters düşecek herhangi bir durum gözlemlenmemiştir.

İplik canlılığı istatistiksel analizi neticesinde program tarafından önerilen kuadratik modelin çoklu regresyon analizinde belirlenen regresyon denklemi Eşitlik 4.8.'de verilmiştir. Eşitlikteki bağımsız değişkenler olan filament inceliği A olarak ve iplik numarası ise B olarak verilmiştir.

$$\text{İplik Canlılığı (kıvrım/50cm)} = -36{,}43435 + 12{,}27054A + 4{,}12643B - 5{,}19570A^2 - 0{,}089063B^2 + 0{,}53480AB \quad (4.8.)$$



Şekil 4.19. İplik canlılığı için kuadratik model uygunluk grafikleri

4.3. Kumaş Özelliklerinin Değerlendirilmesi

İnsanların günlük yaşamlarında hareketlerini sınırlandırmamak amacıyla makul mukavemet değerine sahip elastan özlü ipliklerin yaygın olarak kullanılmakatdır. Bu avantajı sayesinde elastikiyeti yüksek denim ürünlerin üretilmesine olanak sağlamaktadır. Elastik denim üretiminin neredeyse tamamı elastan özlü ipliklerin atkıda kullanılmasıyla gerçekleşmektedir. Ayrıca elastan yapıların dışında PES, PP, PA vb. filament iplikleri de artan bir eğilimle kullanılmaktadır. PES filament iplikleri sahip oldukları mukavemet, elastana göre

daha düşük elastikiyet değeri ve daha iyi geri dönebilme yeteneği, bitim işlemlerinin kolay uygulanabilirliği ve daha düşük çekme değerlerinin elde edilmesi gibi özellikleri sayesinde tercih edilebilmektedir (Çataloğlu, 2007). Bu sebeple, özde kullanılabilecek değişik özellikteki PES filament ipliklerinin kullanılmasıyla üretilecek sert özlü ipliklerin denim kumaş özellikleri üzerinde olumlu etkisi olacağı düşünülmektedir.

Bu noktadan hareketle, tez çalışması kapsamında, farklı filament inceliğine sahip (3,05 dtex, 1,15 dtex, 0,76 dtex, 0,56 dtex ve 0,33 dtex) yalancı büküm tekstüre PES filament iplikleri öz materyali olarak kullanılarak dört farklı iplik numaralarında sert özlü iplikler ve konvansiyonel ring iplikler üretilmiştir. Denim kumaş üretiminde atkı ipliği olarak kullanılan bu sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin özelliklerinin denim kumaş performansı üzerindeki etkisini belirleyebilmek amacıyla dokuma parametrelerinden doku tipi sabit tutulmuştur. Ancak iplik numunelerin numaraları (Ne 16/1, Ne 20/1, Ne 24/1 ve Ne 28/1) arasındaki fark yüksek olması sebebiyle denim numuneleri her bir iplik numarası için aynı örtme faktörü baz alınarak belirlenen atkı sıklıklarına göre gerçekleştirilmiştir. Denim kumaşların ilgili standartlara göre belirlenen yapısal özellikleri Çizelge 4.18'de gösterilmiştir.

Denim kumaş numunelerine uygulanan kopma kuvvet-uzama, statik ve dinamik yırtılma kuvvet analizleri kumaş özelliklerini belirlemek açısından hem atkı hem de çözgü yönünde gerçekleştirilmiştir. Üretimde çözgü yönü parametreleri sabit tutulmuştur. Sert özlü iplikler ve konvansiyonel ring iplikler ise atkıda kullanılmıştır. Çözgü yönü parametrelerinin sabit olduğu birçok çalışmada, farklı atkı ipliği ve farklı atkı sıklık değeri gibi değişkenler kullanılarak üretilen dokuma kumaş performanslarının belirlenmesinde çözgü yönü özelliklerinin kumaş performansını yorumlarken genel bir eğilim yaratmadığı düşünüldüğü veya belirlendiği için sadece atkı yönü kumaş performansları incelenmiştir (Kaynak, 2013; Özdil, 2008; Mourad ve ark., 2012; AL-ansary, 2011; Almetwally ve Mourad, 2013; Çataloğlu, 2007; Haque, 2009; Demirel, 2010; Teli, 2008; Almetwally ve Salem, 2010; Ziaee ve ark., 2011). Dolayısıyla, tez çalışması kapsamında farklı özelliklere sahip atkı iplikleri kullanıldığı ve diğer kumaş parametreleri (çözgü sıklığı, doku tipi, örtme faktörü) sabit tutulduğu için test sonuçlarının analizleri atkı yönünde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.18. Denim kumaşların ölçülen yapısal özellikleri

İplik Numara, (Ne)	Filament İnceliği, (dtex)	Çözgü Sıklığı, (çözgü/cm)	Atkı Sıklığı, (atkı/cm)	Kumaş Gramaji, (g/m^2)	Kumaş Kalınlığı, (mm)	Çözgü Krimpi, (%)	Atkı Krimpi, (%)	Kumaş Örtme Faktörü
16/1	0 (%100 Co)	41	22	215,18	0,44	10,00	6,40	0,834
	3,05	41	22	217,18	0,44	10,00	6,44	0,836
	1,15	41	22	217,78	0,44	10,20	6,70	0,836
	0,76	40	22	219,23	0,44	10,00	6,10	0,836
	0,57	42	22	219,30	0,44	9,80	6,14	0,836
	0,33	41	22	216,90	0,44	10,30	6,37	0,836
20/1	0 (%100 Co)	42	24	204,37	0,41	10,00	6,65	0,832
	3,05	41	24	206,53	0,41	10,00	6,35	0,834
	1,15	42	24	209,17	0,41	9,60	6,73	0,834
	0,76	42	24	210,17	0,42	9,80	6,25	0,834
	0,57	42	24	211,46	0,42	10,00	6,79	0,834
	0,33	41	24	204,88	0,41	10,00	6,69	0,834
24/1	0 (%100 Co)	41	26	201,11	0,40	9,80	6,54	0,832
	3,05	41	26	201,43	0,40	9,80	6,39	0,834
	1,15	41	26	205,22	0,41	9,80	6,50	0,834
	0,76	42	26	205,56	0,41	9,80	6,62	0,834
	0,57	42	26	207,10	0,41	9,80	6,01	0,834
	0,33	41	26	205,72	0,41	9,80	6,35	0,834
28/1	0 (%100 Co)	42	28	198,07	0,39	10,00	6,43	0,832
	3,05	41	28	198,18	0,39	10,00	6,37	0,835
	1,15	41	28	201,81	0,39	10,00	6,75	0,835
	0,76	41	28	201,91	0,39	9,80	6,52	0,835
	0,57	41	28	203,16	0,39	9,80	6,56	0,835
	0,33	41	28	200,69	0,38	10,00	6,69	0,835

4.3.1. Atkı Yönü Kumaş Kopma Kuvveti ve Kopma Uzaması Ölçüm Sonuçları

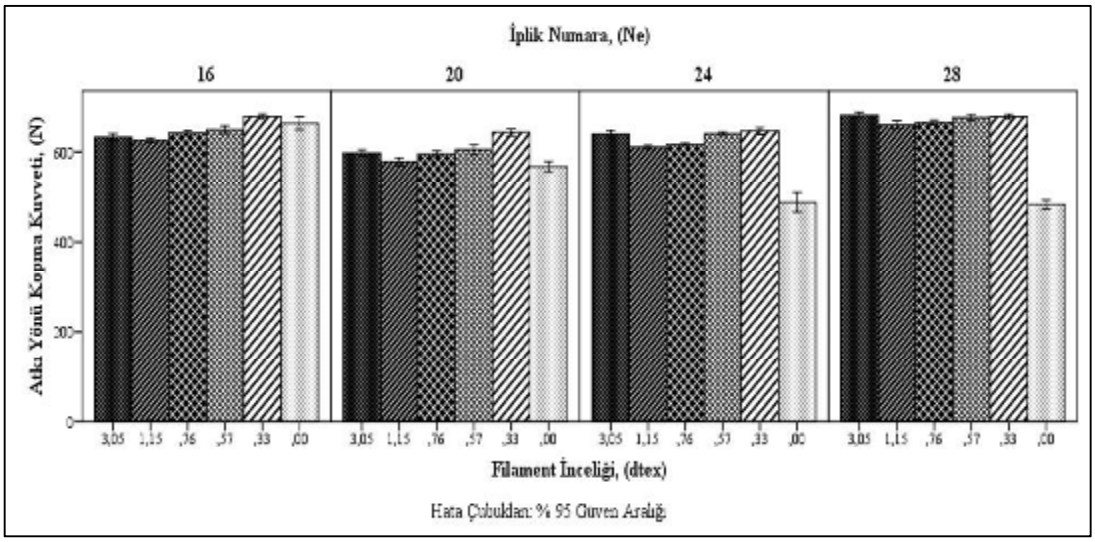
Sert özlü iplikler kullanılarak üretilen denim kumaşların elastik denim kumaşlar ile kıyaslandığında, yeterli bir mukavemet ve yüksek elastikiyet kabiliyetine sahip olması gerekmektedir. Dokuma kumaşlarda, doku tipi ve atkı-çözgü sıklığı kumaş atkı-çözgü yönü kopma kuvvetini ile kopma uzamasını etkileyen parametreler arasında yer almaktadır. Bu parametreler göz önünde bulundurularak, sert özlü ipliklerden ve konvansiyonel ipliklerden üretilecek dokuma kumaş numunelerinin doku tipi ve çözgü sıklığı sabit tutulmuştur. Atkı sıklık değerleri ise her bir iplik numarası için aynı kumaş örtme faktörüne sahip olacak şekilde hesaplanmıştır. Dolayısıyla, belirlenen atkı sıklıklarına göre üretilen denim kumaşların atkı ve çözgü yönünde ölçülen kopma kuvveti ve kopma uzama değerleri, atkı ve çözgü yönünde ölçülen 10 değerin ortalaması olup, Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Denim kumaşların kopma kuvveti ve kopma uzaması ölçüm sonuçları

İplik Numara, (Ne)	Filament İnceliği, (dtex)	Kopma Kuvveti, (N)				Kopma Uzaması, (%)			
		Çözgü Yönü	%CV	Atkı Yönü	%CV	Çözgü Yönü	%CV	Atkı Yönü	%CV
16/1	0 (%100 Co)	1339,91	2,45	663,26	2,87	11,19	13,83	7,97	10,12
	3,05	1346,64	1,57	632,81	1,53	15,03	7,62	14,20	9,44
	1,15	1342,45	3,20	625,65	0,98	15,07	10,42	16,03	6,96
	0,76	1365,18	3,09	641,90	1,13	15,61	5,77	16,94	7,51
	0,57	1353,21	1,43	649,04	1,76	15,19	8,31	15,59	8,81
	0,33	1327,19	2,27	678,13	1,16	14,73	10,50	13,74	8,80
20/1	0 (%100 Co)	1304,49	3,64	567,19	2,69	13,60	6,04	10,23	13,67
	3,05	1309,36	4,15	597,62	1,47	14,01	8,20	22,61	12,83
	1,15	1298,66	3,74	577,74	1,99	13,24	7,70	19,08	11,67
	0,76	1343,45	3,16	595,36	1,49	14,44	7,13	18,29	9,61
	0,57	1323,57	3,87	605,44	2,38	15,26	6,39	18,84	12,38
	0,33	1330,55	2,81	643,00	1,62	15,30	6,53	18,12	6,60
24/1	0 (%100 Co)	1247,39	4,00	487,14	5,86	13,12	10,94	11,82	7,73
	3,05	1296,29	3,40	639,46	1,56	15,76	8,17	31,11	7,98
	1,15	1287,18	2,96	610,66	1,07	14,32	5,59	38,21	6,59
	0,76	1306,35	2,99	616,55	0,62	14,35	7,40	33,82	8,77
	0,57	1309,34	2,70	639,90	0,70	14,38	4,46	32,28	6,78
	0,33	1295,19	2,27	646,29	1,56	14,15	8,75	21,39	9,84
28/1	0 (%100 Co)	1261,99	3,03	482,32	2,77	12,46	8,79	10,66	11,19
	3,05	1304,51	5,11	681,59	1,13	13,79	6,68	32,64	10,22
	1,15	1329,36	3,52	659,50	1,85	14,79	7,99	38,26	12,67
	0,76	1312,09	4,15	665,01	0,98	14,31	4,74	42,31	8,37
	0,57	1343,16	2,71	675,84	1,26	14,99	8,01	40,66	8,88
	0,33	1359,05	3,52	677,79	1,10	14,39	9,65	28,48	9,52

Farklı numaralarda üretilen sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin atkı olarak kullanılmasıyla aynı örtme faktöründe belirlenen farklı atkı sıklıklarında üretilen denim kumaşların atkı yönü kopma mukavemet değerleri Şekil 4.20'de %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile birlikte sütun grafiği olarak gösterilmiştir.

Denim kumaş numunelerinin atkı yönü kopma kuvveti sütun grafiği incelendiğinde, konvansiyonel ring ipliklerin kopma kuvvet değerlerinin iplik inceldikçe (sıklık arttıça) azaldığı görülmektedir. Öz oranının artmasıyla birlikte atkı yönü kopma kuvvetinin %100 Co ipliklerinden üretilen denim kumaşların kopma kuvveti arasındaki farkın arttığı görülmektedir. Bu durum literatürdeki bazı çalışmalar ile örtüşmektedir (Ziaee ve ark.,2011).



Şekil 4.20. Denim kumaşların atkı yönü kopma kuvveti sütun grafiği

Filament inceliğinin, denim kumaş numunelerinin kopma kuvveti üzerindeki etkisi incelendiğinde ise 0,33 dtex filament inceliğine sahip PES filament özlü Ne 16/1 (22 atkı/cm), Ne 20/1 (24 atkı/cm) ve Ne 24/1 (26 atkı/cm) ipliklerin kumaş mukavemetlerinde en yüksek kopma kuvvetine sahip olduğu görülmektedir. 0,76 dtex, 0,57 dtex ve 0,33 dtex mikro filament inceliğine sahip PES filament özlü ipliklerin her bir iplik numarası için filament sayısının artmasıyla birlikte atkı yönü kopma kuvvetinin de arttığı görülmektedir. Genel olarak, 3,05 dtex filament inceliğine sahip PES filament özlü ipliklerden elde edilen denim kumaşların kopma kuvveti hariç, ince filament inceliğinden mikro filament inceliğine doğru kopma kuvvetinde kesit alanındaki filament sayısının artmasıyla birlikte kumaşa uygulanan kuvvete karşı direnç artmakta dolayısıyla kumaşı koparmak için daha yüksek kuvvete ihtiyaç duyulmaktadır. Mikro inceliğe sahip PES filament özlü ipliklerden elde edilen denim kumaşların kopma kuvvet değerleri her bir iplik numarası için 0,76 dtex'ten 0,33 dtex'e arttığı görülmektedir. Denim kumaş numunelerinin belirlenen özelliklerinin istatistiksel analizlerinde filament inceliği ve iplik numarası ipliklerin performans analizinde olduğu gibi bağımsız değişkenler olarak ele alınmıştır. Denim kumaş numunelerinin üretiminde aynı örtme faktörüne göre belirlenen sıklıklar bağımsız değişken olarak incelenmemiştir. Bunun sebebi, atkı sıklık değerlerinin iplik numarasına bağlı olarak belirlendiği ve dolayısıyla numara

değişimine göre değişen bir değişken olduğundan kumaş analizlerinde de iplik numarası bağımsız değişken olarak alınmıştır.

Denim kumaş numunelerinin atkı yönü kopma kuvveti için oluşturulan Çizelge 4.20'de verilmiş olan model tablosunda programın önerdiği model koyu olarak yazılmıştır.

Çizelge 4.20. Atkı yönü kopma kuvveti için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi

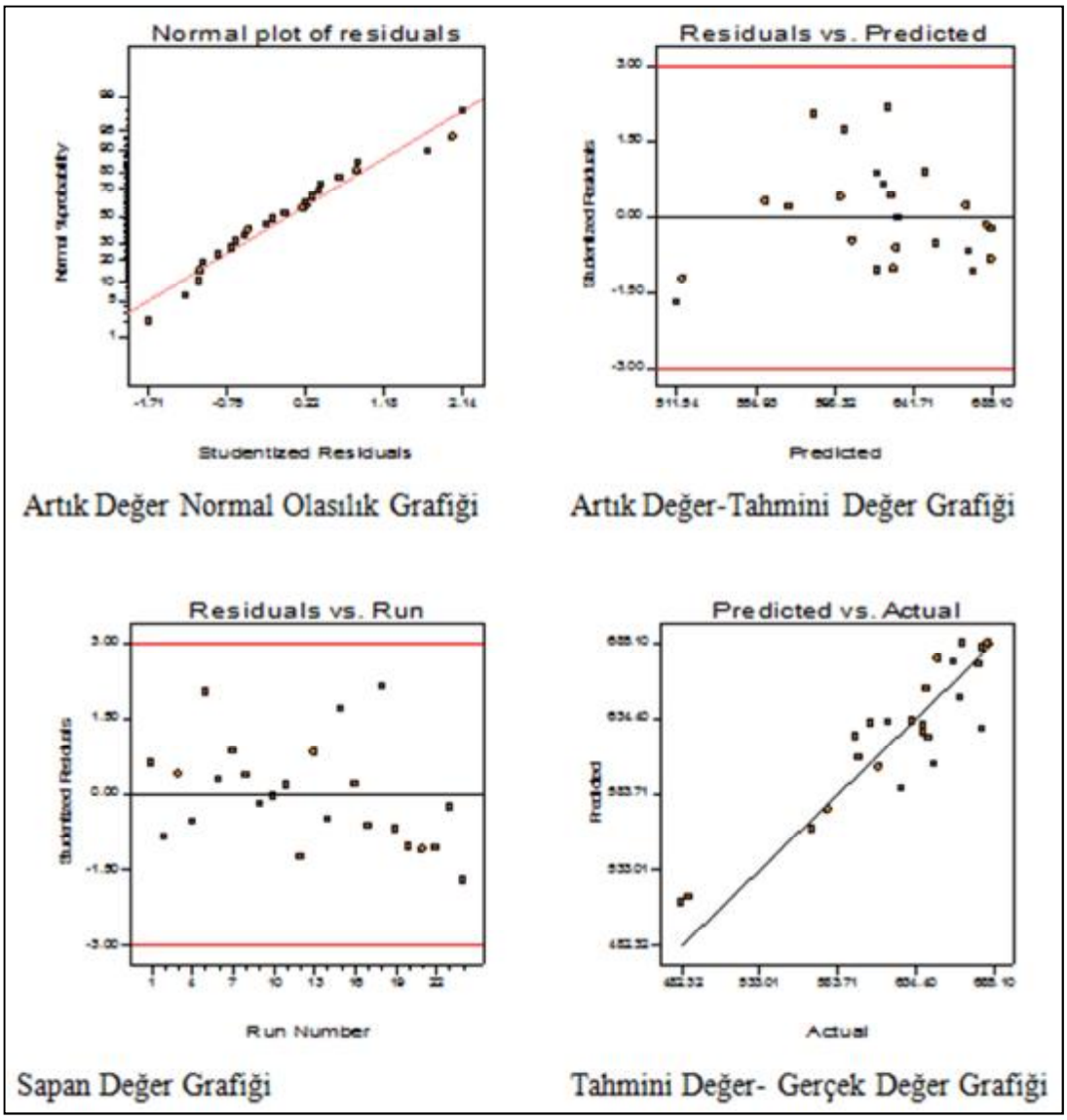
Model İstatistiği Değerleri					
Model	**Standart Sapma**	**R^2**	**$R_{adj.}^2$**	**$R_{pred.}^2$**	***p* Değeri**
Lineer	54,26	0,0481	-0,0426	-0,2658	0,5959
2FI	52,02	0,1666	0,0416	-0,2712	0,1073
Kuadratic	45,76	0,4197	0,2585	-0,2039	0,0385
İndirgenmiş Kübik	**26,99**	**0,8205**	**0,7420**	**0,5615**	**<0,0001**
ANOVA Tablosu					
Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**	***p* Değeri, Anlamlılık**
Model	53284,60	7	7612,09	10,45	< 0,0001 Anlamlı
A: Filament İnceliği	12772,55	1	12772,55	17,53	0,0007 Anlamlı
B: İplik Numarası	10845,53	1	10845,53	14,89	0,0014 Anlamlı
A^2	2549,20	1	2549,20	3,50	0,0798 Anlamsız
B^2	10688,75	1	10688,75	14,67	0,0015 Anlamlı
AB	11893,06	1	11893,06	16,33	0,0009 Anlamlı
A^3	15687,04	1	15687,04	21,53	0,0003 Anlamlı
A^2B	10341,72	1	10341,72	14,20	0,0017 Anlamlı
Artık	11656,13	16	728,51		
Toplam	64940,73	23			

Çizelge 4.20'de gösterilen model analizinde programın önerdiği model kübik model olarak belirlenmiştir. Kübik modele göre modele katkısı olmayan terimlerin çıkarılmasıyla yapılan varyans analizi ANOVA tablosu olarak aynı çizelgede gösterilmiştir. Tablodaki model istatistiği değerleri incelendiğinde, program tarafından önerilen ve hiyerarşik geriye doğru eleme metodu ile modele katkısı olmayan terimlerin modelden çıkarılmasıyla elde edilen modelin kübik model olduğu görülmektedir. Kumaş atkı yönü kopma kuvveti için ANOVA tablosu incelendiğinde, A^2, B^3 ve AB^2 etkileşimlerinin modele katkısının anlamsız olduğu ancak A^2 teriminin modelden çıkarılmasının hiyerarşiyi bozacağından dolayı bu terimin modelde tutulmuştur. Yeniden oluşturulan indirgenmiş kübik modelin ANOVA tablosu incelendiğinde A, B, AB, A^3 ve A^2B etkileşimlerinin modele katkısı olduğu görülmektedir. Terimlerin modele katkıları incelendiğinde, A teriminin veya filament inceliğinin modele katkısının p=0,0007 anlamlılık seviyesine sahip olduğu ve F değerinin 17,53 olduğu ve modele katkısının iplik numarasına (F=14,89) göre daha yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Tablodan da anlaşılacağı gibi, filament inceliğinin ve iplik numarasının denim kumaş numunelerinin kopma kuvveti üzerinde anlamlı etkilerinin olduğu ve bu bağımsız değişkenlerin modele katkısı olmayan terimlerin çıkarılmasıyla birlikte modeli yaklaşık %82 gibi yüksek bir oranda açıklayabildikleri görülmektedir.

Şekil 4.21'de hiyerarşik geriye doğru eleme yöntemiyle indirgenmiş kübik modelin artık değer normal olasılık grafiği incelendiğinde, model artıklarının normal dağılıma uygun bir şekilde yaklaşık bir doğru üzerinde oldukları görülmektedir. Artık değer-tahmini değer, sapan değer ve tahmini değer-gerçek değer grafiklerinde model uygunluğuna ters düşecek herhangi bir durum gözlemlenmemiştir.

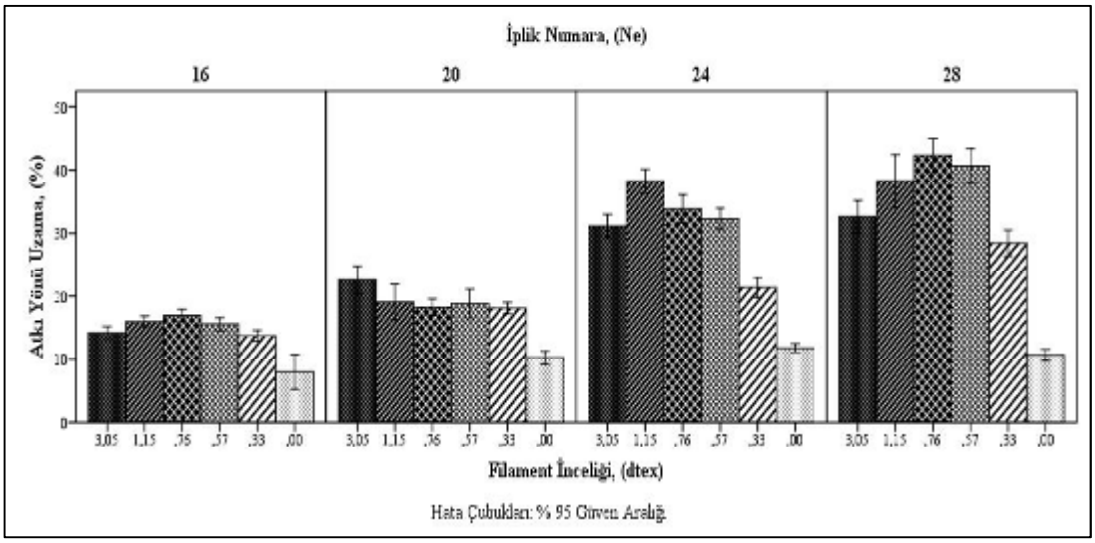
Modele katkısı olmayan B^3 ve AB^2 terimlerinin hiyerarşik geriye doğru eleme metodu ile modelden çıkartılmasıyla yeniden elde edilmiş olan indirgenmiş kübik modelin çoklu regresyon analizi sonucunda belirlenen regresyon denklemi Eşitlik 4.9.'da olduğu gibi belirlenmiştir. Eşitlikteki bağımsız değişkenler olan filament inceliği A olarak ve iplik numarası ise B olarak verilmiştir.

Atkı Yönü Kopma Kuvveti (N) = 1421,83855-168,02888A-69,44217B-215,05852A^2+1,31898B^2+22,71755AB+79,16924A^3-5,75763A^2B (4.9.)



Şekil 4.21. Atkı yönü kopma kuvveti için indirgenmiş kübik model uygunluk grafikleri

Denim kumaş numunelerin atkı yönü kopma uzama değerleri Şekil 4.22'de %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile birlikte sütun grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.22. Denim kumaşların atkı yönü kopma uzaması sütun grafiği

Şekil 4.22'de verilen denim kumaş numunelerinin atkı yönü kopma uzama değerleri incelendiğinde, konvansiyonel ring ipliklerin kumaş kopma uzama değerlerinin ipliğin incelmesiyle veya atkı sıklığının artmasıyla birlikte genel olarak arttığı ancak Ne 28/1 konvansiyonel ring ipliğininden üretilen kumaşın en düşük kopma uzama değerine sahip olduğu görülmektedir. İplik numarasının sert özlü ipliklerin atkı olarak kullanılmasıyla üretilen denim kumaşların kopma uzamaları üzerindeki etkileri incelendiğinde, ipliğin incelmesiyle birlikte kumaş uzama değerlerinin de arttığı görülmektedir. Literatürle paralel olarak öz oranının artmasıyla kumaş atkı yönü uzamanın da arttığı belirlenmiştir (AL-ansary, 2011; Mourad ve ark., 2012). Bu durum ipliğin incelmesiyle birlikte öz/sargı oranı artması dolayısıyla kopma uzama değerlerinin de artması şeklinde açıklanabilir. Öz materyalinin, denim kumaş numunelerinin kopma uzamaları üzerindeki etkileri incelendiğinde ise 0,33 dtex filament inceliğine sahip PES filament özlü ipliklerden elde edilen kumaşların kopma uzama değerlerinin en düşük değere sahip olduğu görülmektedir.

Denim kumaş numunelerinin atkı yönlü kopma uzama verileri için oluşturulan Çizelge 4.21 'de verilmiş olan model tablosunda programın önerdiği kübik model koyu olarak yazılmıştır.

Çizelge 4.21. Atkı yönü kopma uzaması için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi

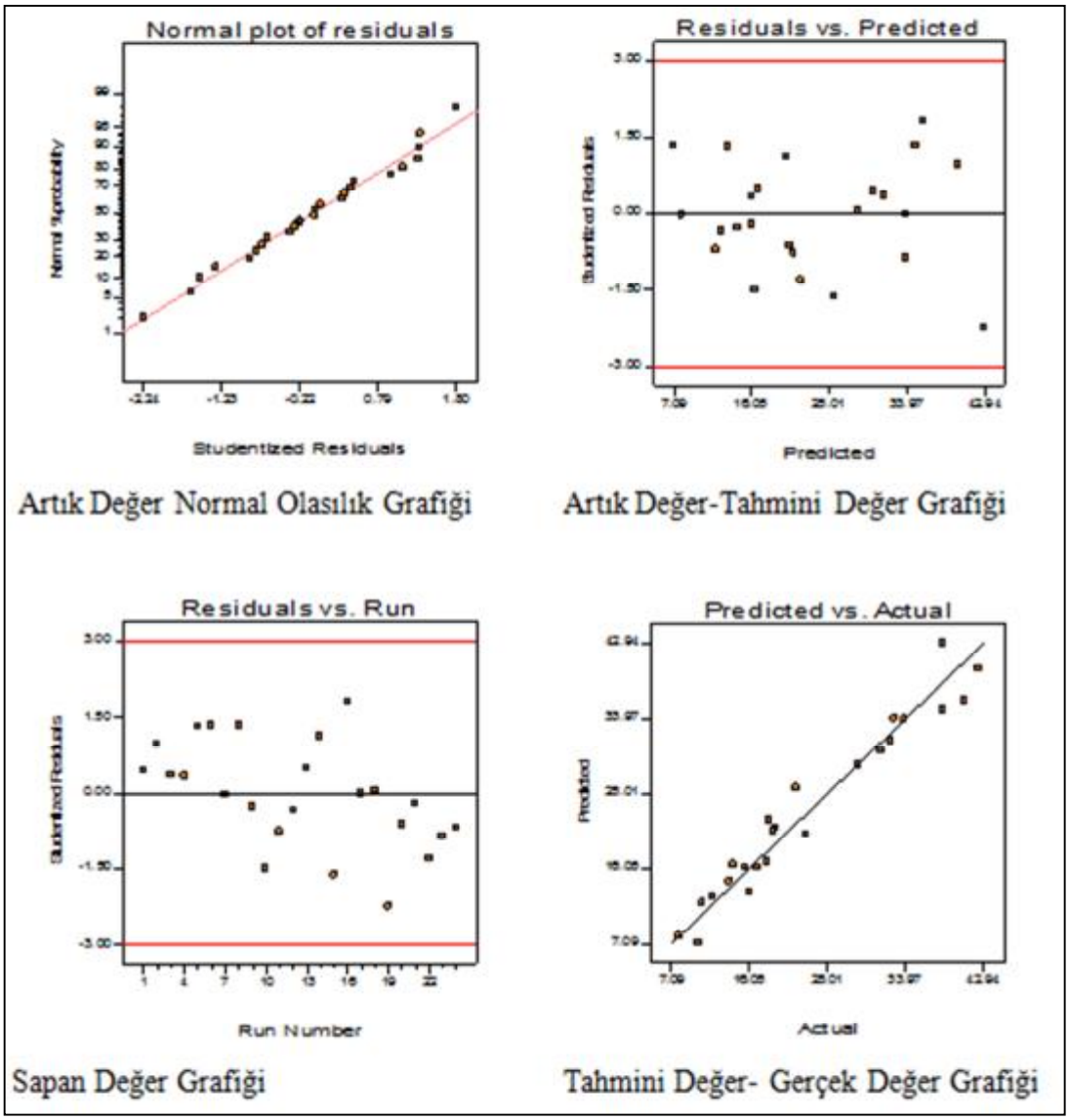
Model İstatistiği Değerleri					
Model	**Standart Sapma**	**R^2**	**$R_{adj,}^2$**	**$R_{pred,}^2$**	***p* Değeri**
Lineer	7,40	0,5560	0,5138	0,4136	0,0002
2FI	7,51	0,5646	0,4993	0,2202	0,5386
Kuadratic	5,15	0,8159	0,7648	0,5909	0,0004
İndirgenmiş Kübik	**3,00**	**0,9478**	**0,9200**	**0,8289**	**< 0,0001**
ANOVA Tablosu					
Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**	***p* Değeri, Anlamlılık**
Model	2456,83	8	307,10	34,05	< 0,0001 Anlamlı
A: Filament İnceliği	49,07	1	49,07	5,44	0,0340 Anlamlı
B: İplik Numarası	458,87	1	458,87	50,88	< 0,0001 Anlamlı
A^2	65,29	1	65,29	7,24	0,0168 Anlamlı
B^2	0,12	1	0,12	0,013	0,9095 Anlamsız
AB	61,03	1	61,03	6,77	0,0200 Anlamlı
A^3	101,20	1	101,20	11,22	0,0044 Anlamlı
B^3	47,99	1	47,99	5,32	0,0358 Anlamlı
A^2B	192,65	1	192,65	21,36	0,0003 Anlamlı
Artık	135,28	15	9,02		
Toplam	2592,11	23			

Kübik modele göre modele katkısı olmayan terimlerin çıkartılmasıyla yapılan varyans analizi ANOVA tablosu olarak aynı çizelgede gösterilmiştir. Atkı yönü kopma uzaması için ANOVA tablosu incelendiğinde, B^2 ve AB^2 etkileşimlerinin modele katkısının anlamsız olduğu ancak B^2 teriminin çıkarılmasının model hiyerarşisini bozacağından bu terim modelde tutulmuştur. İndirgenmiş kübik modelin ANOVA tablosu incelendiğinde, A, B, A^2, AB, A^3, B^3 ve A^2B etkileşimlerinin modele katkısı olduğu görülmektedir. Terimlerin modele katkıları incelendiğinde,

B teriminin modele katkısının p<0,0001 anlamlılık seviyesine sahip olduğu, F değerinin 50,88 olduğu ve modele katkısının diğer terimlere göre en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir.

Tablo üzerinde indirgenmiş kübik model istatistiği incelendiğinde, bağımsız değişkenlerin modeli yaklaşık %95 oranında açıklayabildiği görülmektedir. Kübik model için p değerinin <0,0001 etki seviyesine sahip olduğu ve kopma uzaması için oluşturulan kübik modelin, bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi çok yüksek bir oranda ifade ettiği görülmektedir.

İstatistiksel analizde modele etkisi az olan terimlerin modelden çıkartılmasıyla oluşturulan modelin normal dağılım grafiğinin incelenmesi ve model artıklarının normal dağılıma uygun olup olmadığının belirlenmesi için artık değer normal olasılık grafiği oluşturulmuştur. Şekil 4.23'de gösterilmiş olan model sapmalarının uygunluk grafiklerinden artık değer normal olasılık grafiği incelendiğinde sapmaların normal olarak dağıldığı görülmektedir. Artık değer-tahmini değer grafiğinde, tahmin edilen atkı yönü kopma uzama değerlerinin artıklarının aynı şekilde homojen olarak dağıldığı görülmektedir. Sapan değer grafiği incelendiğinde ise, analizin dışında bırakılması gereken hiçbir kopma uzama tahmin noktasına rastlanmamıştır. Tahmini değer-gerçek değer grafiğinde ise deneysel olarak elde edilen kopma uzama değerlerine karşı, program tarafından önerilen kübik model ile hesaplanmış olan tahmini değerler görülmektedir. Bu grafikte gerçek değerler ile tahmini değerler arasında bir uyum sorunu gözükmemektedir.



Şekil 4.23. Atkı yönü kopma uzaması için indirgenmiş kübik model uygunluk grafikleri

Tez çalışması kapsamında, sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ring ipliklerin denim kumaş kopma uzama değerleri için indirgenmiş kübik modele göre oluşturulan regresyon denklerimi Eşitlik 4.10.'da verilmiştir. Eşitlikteki filament inceliği (A) ve iplik numarası (B) bağımsız değişkenlerine bağlı olarak kumaş kopma uzamasının regresyon denklemi modele etkisi olmayan terimlerin çıkarılması sonucunda elde edilmiştir.

Atkı Yönü Kopma Uzaması (%) =329,34822 -16,30279A - 46,50304B-15,07932A^2+2,17824B^2+2,76624AB+6,35879A^3-0,032937B^3-0,78584A^2B (4.10.)

4.3.2. Kumaş Yırtılma Özelliklerinin Değerlendirilmesi

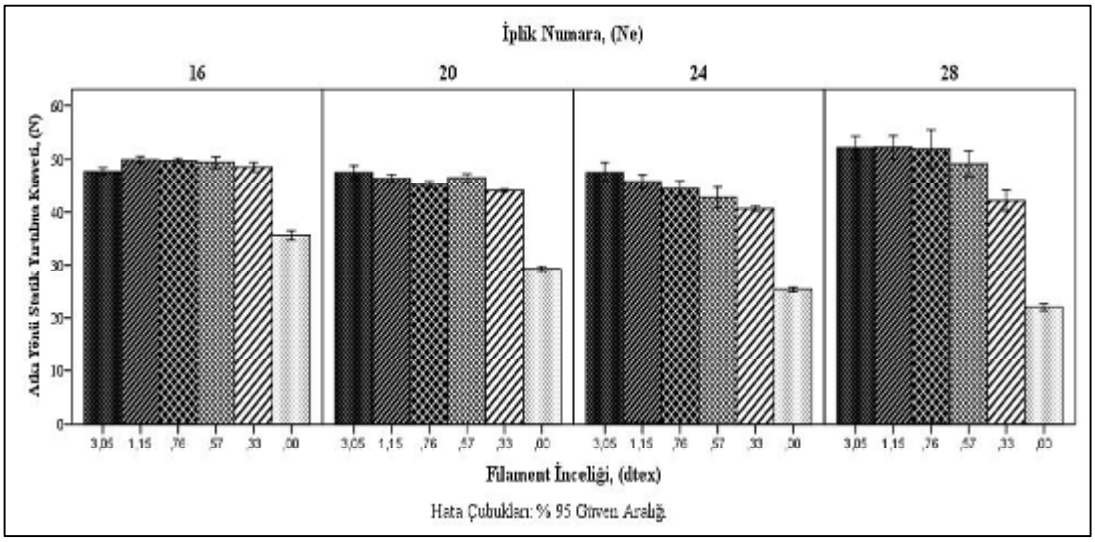
Tez çalışması kapsamında, denim kumaşların statik ve dinamik kuvvetlere karşı yırtılma özelliklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen statik ve dinamik yırtılma testleri sonucunda çözgü ve atkı yönünde elde edilen yırtılma dayanımları Çizelge 4.22'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.22. Denim kumaşların statik ve dinamik yırtılma kuvveti ölçüm sonuçları

İplik Numara, (Ne)	Filament İnceliği, (dtex)	Statik Yırtılma Kuvveti, (N)				Dinamik Yırtılma Kuvveti, (N)			
		Çözgü Yönü	%CV	Atkı Yönü	%CV	Çözgü Yönü	%CV	Atkı Yönü	%CV
16/1	0 (%100 Co)	46,49	5,89	35,66	3,17	63,04	2,57	61,27	1,15
	3,05	43,59	4,72	47,77	1,94	65,39	0,91	64,78	0,70
	1,15	45,21	3,10	49,94	1,67	65,75	1,13	64,05	0,93
	0,76	45,14	3,10	49,71	1,26	64,32	1,71	64,17	0,55
	0,57	43,64	5,82	49,41	3,04	64,88	1,02	64,53	0,92
	0,33	46,06	4,75	48,54	2,28	64,06	1,12	64,62	0,51
20/1	0 (%100 Co)	48,14	4,41	29,28	2,21	62,60	1,09	55,88	0,78
	3,05	43,44	2,93	47,56	3,55	61,67	1,30	61,09	1,10
	1,15	42,05	2,47	46,36	2,21	62,25	0,92	61,58	0,93
	0,76	42,76	1,75	45,25	1,69	61,69	0,88	61,61	0,57
	0,57	42,46	2,59	46,50	2,26	61,44	1,47	60,86	1,00
	0,33	42,89	2,04	44,09	0,94	61,42	1,77	61,74	1,28
24/1	0 (%100 Co)	45,74	7,99	25,36	2,11	60,79	1,51	51,26	1,20
	3,05	39,11	1,60	47,58	5,07	60,93	1,43	59,71	1,29
	1,15	37,69	1,36	45,79	3,85	60,70	1,04	59,02	1,47
	0,76	38,32	3,05	44,53	4,02	60,33	1,44	58,90	1,51
	0,57	38,60	2,41	42,76	6,26	60,48	0,72	60,25	1,09
	0,33	38,54	2,08	40,65	1,57	60,18	1,17	59,60	0,83
28/1	0 (%100 Co)	39,87	7,89	21,99	4,06	59,18	0,84	48,79	1,11
	3,05	37,89	2,85	52,16	5,57	59,52	1,09	59,24	0,56
	1,15	36,99	2,10	52,22	5,60	59,26	0,86	58,68	1,00
	0,76	36,50	1,43	51,94	6,66	59,18	0,78	57,77	1,16
	0,57	35,93	2,16	49,13	6,56	59,10	1,29	57,86	1,66
	0,33	36,68	1,82	42,19	6,11	58,87	1,09	58,35	0,77

4.3.2.1. Atkı Yönü Kumaş Statik Yırtılma Ölçüm Sonuçları

Tez çalışması kapsamında, filament inceliğinin ve iplik numarasının denim kumaş numunelerinin statik yırtılma özellikleri "Tek Yırtma Metodu" na göre Titan 2 mukavemet cihazında gerçekleştirilmiştir. Aynı kumaş örtme faktöründe belirlenen farklı atkı sıklıklarında üretilen denim kumaşların atkı yönü yırtılma kuvveti Şekil 4.24'de, %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile birlikte sütun grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.24. Denim kumaşların atkı yönü statik yırtılma kuvveti sütun grafiği

Şekil 4.24'te verilen konvansiyonel ring ipliklerden (%100 Co ipliklerden) elde edilen kumaşların atkı yönü statik yırtılma sütun grafiği incelendiğinde, ipliğin incelmesiyle atkı yönü statik yırtılma kuvvetinin düştüğü görülmektedir. İpliğin incelmesiyle birlikte kumaş atkı yoğunluğu artmaktadır. Atkı yoğunluğunun artmasıyla birlikte iplik-iplik sürtünmesinin arttığı ve ipliklerin kumaş içerisinde serbest halde hareket etmelerini engellediği dolayısıyla statik yırtılma dayanımının azaldığı literatürle örtüşmektedir (Dhamija ve Chopra, 2007; Eryürük ve Kalaoğlu, 2015). Ancak bu durum sert özlü ipliklerden üretilmiş denim kumaş numunelerinde görülmemektedir. Filament inceliğinin atkı yönü statik yırtılma kuvveti üzerindeki etkisi incelendiğinde, Ne 16/1 sert özlü ipliklerden elde edilmiş kumaş numunelerinin statik yırtılma dayanımları hariç genel olarak iplik kesitindeki

filament sayısının artmasıyla birlikte yırtılma kuvvetinin düştüğü görülmektedir. Farklı filament inceliğine sahip öz materyallerinin denim kumaş statik yırtılma dayanımlarının aynı numarada üretilmiş olan %100 Co ipliklerinin atkı olarak kullanıldığı denim kumaş numunelerinin statik yırtılma dayanımlarından daha yüksek değere sahip oldukları söylenebilir. Mikro inceliğe sahip PES filament özlü ipliklerden elde edilen denim kumaşların yırtılma dayanımları orta ve ince PES filament ipliklerden elde edilen denim kumaş numunelerinin yırtılma dayanımlarından her bir iplik numarasında daha düşük çıktığı görülmektedir. Denim kumaş numunelerinin atkı yönlü statik yırtılma kuvveti için oluşturulan Çizelge 4.23'de verilmiş olan model tablosunda programın önerdiği kübik model koyu olarak yazılmıştır.

Kübik modele göre modele katkısı olmayan terimlerin çıkartılmasıyla yapılan varyans analizi ANOVA tablosu olarak aynı çizelgede gösterilmiştir. Atkı yönü statik yırtılma kuvveti için ANOVA tablosu incelendiğinde, iplik numarasının (B) ve filament inceliği*iplik numara^2 (AB^2) etkileşimlerinin modele katkısının anlamsız olduğu için modelden çıkarılmıştır. Ancak iplik numarasının modelden çıkarılmasının model hiyerarşisini bozacağından ve ana bağımsız değişken olmasından dolayı bu terim modelden çıkartılmamıştır. Belirlenen indirgenmiş kübik modelin ANOVA tablosu incelendiğinde A, B, A^2, AB, A^3, B^3 ve A^2B etkileşimlerinin modele katkısı olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.23. Atkı yönü statik yırtılma kuvveti için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi

Model İstatistiği Değerleri					
Model	**Standart Sapma**	**R^2**	**$R_{adj,}^2$**	**$R_{pred,}^2$**	***p* Değeri**
Lineer	7,29	0,2721	0,2028	0,0258	0,0356
2FI	7,25	0,3143	0,2115	-0,0284	0,2802
Kuadratic	4,11	0,8016	0,7465	0,6296	< 0,0001
İndirgenmiş Kübik	**1,74**	**0,9705**	**0,9548**	**0,9089**	**< 0,0001**
ANOVA Tablosu					
Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**	***p* Değeri, Anlamlılık**
Model	1487,21	8	185,90	61,75	< 0,0001 Anlamlı
A: Filament İnceliği	104,63	1	104,63	34,76	< 0,0001 Anlamlı
B: İplik Numarası	1,26	1	1,26	0,42	0,5278 Anlamsız
A^2	24,51	1	24,51	8,14	0,0121 Anlamlı
B^2	84,35	1	84,35	28,02	< 0,0001 Anlamlı
AB	89,98	1	89,98	29,89	< 0,0001 Anlamlı
A^3	202,65	1	202,65	67,32	< 0,0001 Anlamlı
B^3	5,51	1	5,51	1,83	0,1963 Anlamsız
A^2B	50,73	1	50,73	16,85	0,0009 Anlamlı
Artık	45,16	15	3,01		
Toplam	1532,37	23			

Çizelge 4.23'de verilmiş olan model istatistiği değerleri incelendiğinde, modele katkısı olmayan AB^2 teriminin modelden çıkarılmasıyla analiz edilen indirgenmiş kübik modelin R^2 değerinin 0,97 olduğu görülmektedir. Bir diğer deyişle, indirgenmiş kübik modeldeki bağımsız değişkenlerin modeli yaklaşık %97 oranında açıklayabildikleri anlamına gelmektedir. Bu durum, atkı yönü statik yırtılma kuvveti için oluşturulan modelin bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken

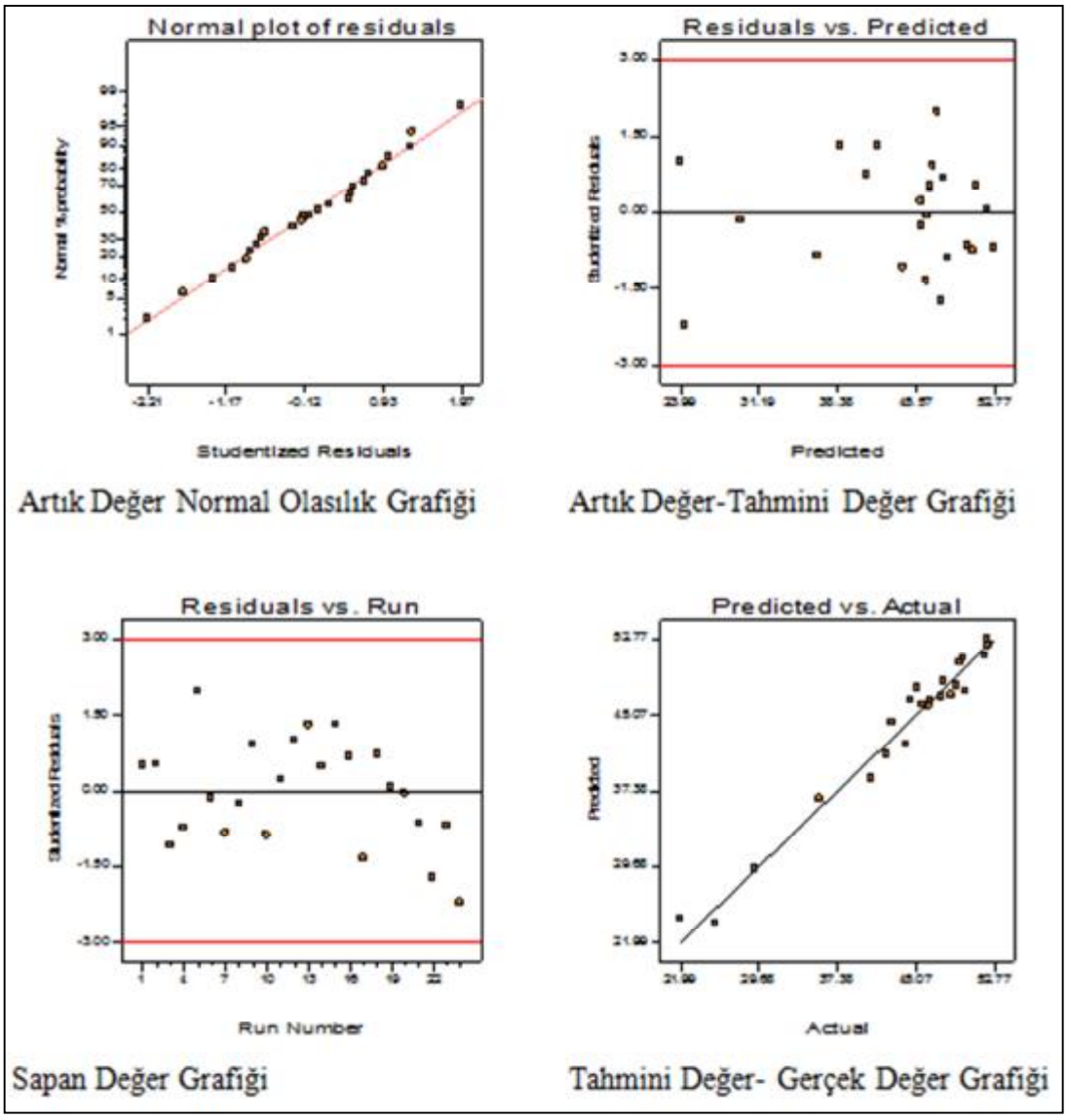
arasındaki ilişkiyi çok yüksek sayılabilecek bir doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

Modele katkısı olmayan AB^2 terimlerinin modelden çıkarılmasıyla yeniden oluşturulan indirgenmiş kübik modelin varyans analiz tablosu Çizelge 4.23 üzerinde gösterilmiştir. Çizelgede ANOVA tablosu incelendiğinde, A^3'ün atkı yönü statik yırtılma kuvveti üzerindeki etkisinin diğer terimlere göre daha yüksek olduğu (F=67,32) görülmektedir. Atkı yönü statik yırtılma kuvveti için indirgenmiş kübik modelde iplik numarasının dolayısıyla atkı sıklığının modele katkısı olmadığı yani iplik numarasının denim kumaş yırtılma kuvveti üzerinde etkisinin anlamlı olmadığı (p>0,05) belirlenmiştir.

Şekil 4.25'de atkı yönü statik yırtılma kuvveti için program tarafından önerilen ve hiyerarşik geriye doğru eleme metodu ile indirgenmiş olan kübik modelin artık değer normal olasılık grafiği incelendiğinde, model artıklarının normal dağılıma uygun bir şekilde yaklaşık bir doğru üzerinde oldukları görülmektedir. Artık değer-tahmini değer, sapan değer ve tahmini değer-gerçek değer grafiklerinde model uygunluğuna ters düşecek herhangi bir durum gözlemlenmemiştir.

Modele katkısı olmayan AB^2 etkileşiminin modelden çıkartılmasıyla yeniden elde edilmiş olan indirgenmiş kübik modelin çoklu regresyon analizi sonucunda belirlenen regresyon denklemi Eşitlik 4.11.'de verilmiştir. Eşitlikteki bağımsız değişkenler olan filament inceliği A olarak ve iplik numarası ise B olarak verilmiştir.

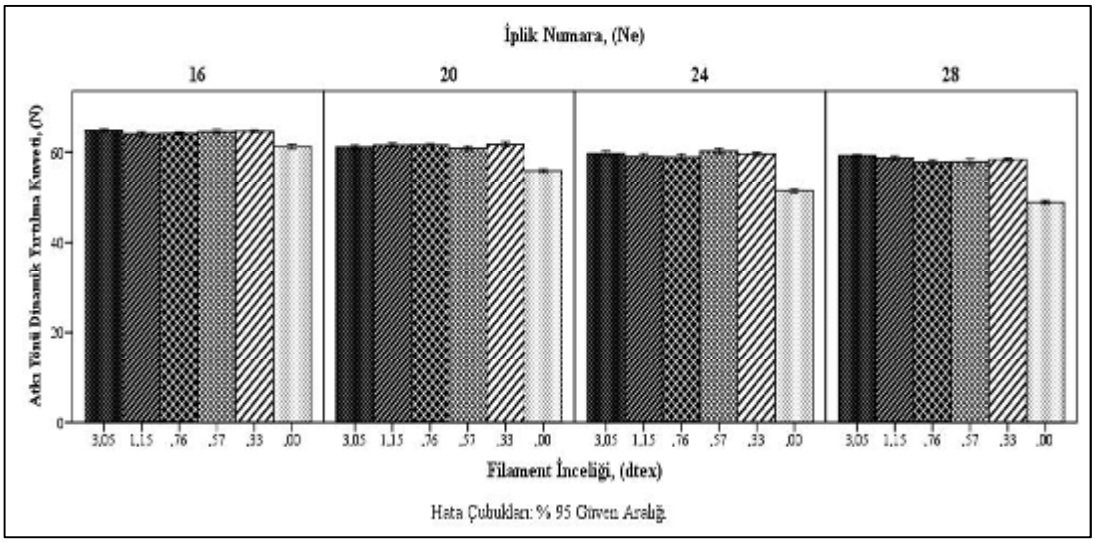
$$\text{Atkı Yönü Statik Yırtılma Kuvveti (N)} = -4{,}63159+17{,}66151A+9{,}62599B-34{,}30290A^2 - 0{,}61914B^2 + 1{,}67847AB + 8{,}99826A^3 + 0{,}011156B^3-0{,}40325A^2B \quad (4.11.)$$



Şekil 4.25. Atkı yönü statik yırtılma kuvveti için indirgenmiş kübik model uygunluk grafikleri

4.3.2.2. Atkı Yönü Kumaş Dinamik Yırtılma Ölçüm Sonuçları

Tez çalışması kapsamında, filament inceliğinin ve iplik numarasının denim kumaş numunelerinin dinamik yırtılma özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla ölçümler Balistik Sarkaç Metodu'na göre Elmetear test cihazında gerçekleştirilmiştir. Aynı kumaş örtme faktörü baz alınarak belirlenen atkı sıklıklarında üretilen denim kumaşların atkı yönü yırtılma kuvveti Şekil 4.26'da, %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile birlikte sütun grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.26. Denim kumaşların atkı yönü dinamik yırtılma kuvveti sütun grafiği

Şekil 4.26'da gösterilen denim kumaş numunelerinin atkı yönü dinamik yırtılma kuvveti sütun grafiği incelendiğinde, statik yırtılma özellikleri ile benzer olarak konvansiyonel ring ipliklerin (%100 Co ipliklerin) dinamik yırtılma dayanımlarının ipliğin incelmesiyle birlikte azaldığı görülmektedir. Literatür ile paralel olarak ipliğin incelmesiyle birlikte dinamik yırtılma mukavemeti düşmektedir (Teli ve ark., 2008; Almetwally ve Salem, 2010; Dhamija ve Chopra, 2007). Birim uzunluktaki atkı yoğunluğunun artmasıyla birlikte atkı ipliklerinin kumaş içerisinde hareketi zorlaşmakta dolayısıyla ipliklerin gruplaşması engellenmektedir. İpliklerin bu şekilde yırtılma kuvvetine grup olarak bir arada karşı koyamadıkları için kumaş yırtılma performansı düşmektedir. Bu durum literatür ile örtüşmektedir (Mourad ve ark. 2012). Benzer durum sert özlü ipliklerin atkıda kullanılmasıyla üretilen denim kumaş numunelerinde de görülmektedir. Filament inceliğinin atkı yönü dinamik yırtılma kuvveti üzerindeki etkisi incelendiğinde ise farklı filament inceliğine sahip sert özlü ipliklerden üretilen denim kumaşların dinamik yırtılma özelliklerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Farklı filament inceliğine sahip öz materyallerinin denim kumaş numunelerinin dinamik yırtılma özellikleri aynı numarada üretilmiş olan %100 Co ipliklerinin atkı olarak kullanıldığı denim kumaş numunelerinin dinamik yırtılma dayanımları ile kıyaslanınca olumlu bir etkisi olduğu söylenebilir.

Denim kumaş numunelerinin atkı yönlü dinamik yırtılma kuvveti için oluşturulan Çizelge 4.24'de verilmiş olan model tablosunda programın önerdiği kübik model koyu olarak yazılmıştır.

Çizelge 4.24. Atkı yönü dinamik yırtılma kuvveti için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi

Model İstatistiği Değerleri					
Model	**Standart Sapma**	**R^2**	**$R_{adj,}^2$**	**$R_{pred,}^2$**	***p* Değeri**
Lineer	2,61	0,5845	0,5450	0,4545	< 0,0001
2FI	2,62	0,6026	0,5429	0,4269	0,3521
Kuadratic	1,99	0,7934	0,7360	0,6130	0,0028
İndirgenmiş Kübik	**1,18**	**0,9357**	**0,9076**	**0,8634**	**< 0,0001**
ANOVA Tablosu					
Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**	***p* Değeri, Anlamlılık**
Model	323,21	7	46,17	33,27	< 0,0001 Anlamlı
A: Filament İnceliği	26,61	1	26,61	19,17	0,0005 Anlamlı
B: İplik Numarası	9,76	1	9,76	7,03	0,0174 Anlamlı
A^2	0,023	1	0,023	0,017	0,8981 Anlamsız
B^2	6,63	1	6,63	4,78	0,0441 Anlamlı
AB	9,74	1	9,74	7,02	0,0175 Anlamlı
A^3	40,35	1	40,35	29,07	< 0,0001 Anlamlı
A^2B	8,81	1	8,81	6,35	0,0227 Anlamlı
Artık	22,21	16	1,39		
Toplam	345,41	23			

Tablodan da anlaşılacağı gibi, filament inceliğinin ve iplik numarasının denim kumaş numunelerinin dinamik yırtılma kuvveti üzerinde anlamlı etkilerinin olduğu ve bu bağımsız değişkenlerin modele katkısı olmayan terimlerin çıkarılmasıyla birlikte modeli yaklaşık %94 gibi çok yüksek bir oranda açıklayabildikleri görülmektedir.

Hiyerarşik geriye doğru eleme metodu ile kübik modele göre modele katkısı olmayan terimlerin modelden çıkartılmasıyla veya modelde tutulmasıyla yapılan varyans analizi ANOVA tablosu olarak Çizelge 4.24'de gösterilmiştir. Atkı yönü dinamik yırtılma kuvveti için ANOVA tablosu incelendiğinde, filament inceliği^2 (A^2), iplik numara^3 (B^3) ve filament inceliği*iplik numara^2 (AB^2) etkileşimlerinin modele katkısının anlamsız olduğu için modelden çıkarılmışlardır. Ancak A^2'nin modelden çıkarılmasının model hiyerarşisini bozacağından bu terim modelden tutulmuştur. Son olarak, belirlenen indirgenmiş kübik modelin ANOVA tablosu incelendiğinde A, B, B^2, AB, A^3 ve A^2B etkileşimlerinin modele katkısı olduğu görülmektedir.

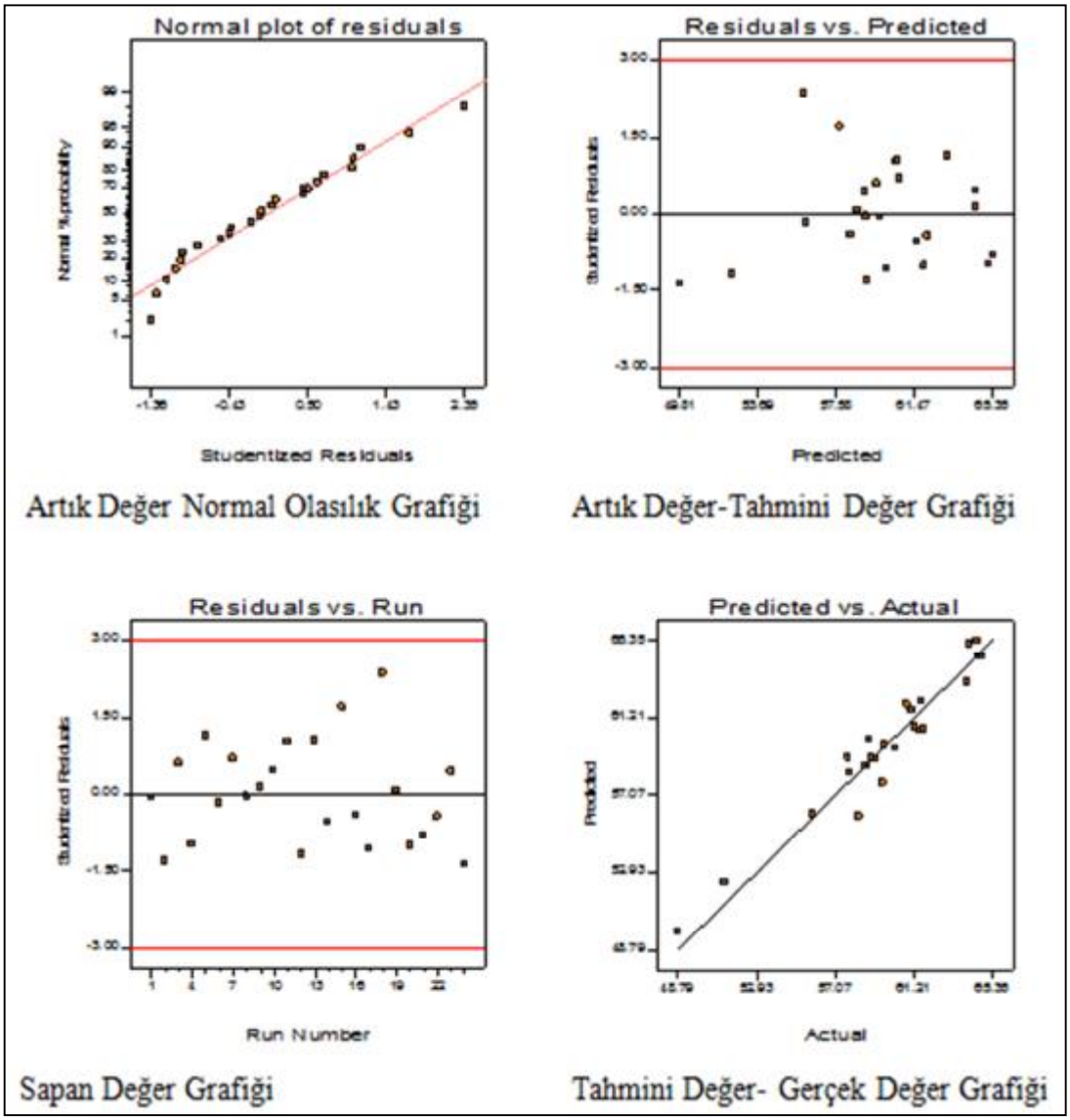
Çizelgede ANOVA tablosu incelendiğinde, A^3'ün atkı yönü dinamik yırtılma kuvveti üzerindeki etkisinin diğer terimlere göre daha yüksek olduğu (F=29,07) görülmektedir. Atkı yönü dinamik yırtılma kuvveti için oluşturulan indirgenmiş kübik modelde filament inceliğinin ve iplik numarasının atkı yönü dinamik yırtılma kuvveti üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu (p<0,001) görülmektedir.

Şekil 4.27'de atkı yönü dinamik yırtılma kuvveti için program tarafından indirgenmiş olan kübik modelin artık değer normal olasılık grafiği incelendiğinde, model artıklarının normal dağılıma uygun bir şekilde yaklaşık bir doğru üzerinde oldukları görülmektedir. Artık değer-tahmini değer, sapan değer ve tahmini değer-gerçek değer grafiklerinde ise model uygunluğuna ters düşecek herhangi bir durum gözlemlenmemiştir.

Atkı yönü dinamik yırtılma kuvveti için program tarafından önerilen ve hiyerarşik geriye doğru eleme metodu ile indirgenmiş olan kübik modelin çoklu regresyon analizi sonucunda belirlenen regresyon denklemi Eşitlik 4.12.'de verilmiştir.

Eşitlikteki bağımsız değişkenler olan filament inceliği A olarak ve iplik numarası ise B olarak verilmiştir.

Atkı Yönü Dinamik Yırtılma Kuvveti (N) =90,04067+6,07920A-2,35649B-14,60852A^2 +0,032844B^2 +0,66022AB +4,01497A^3 -0,16808A^2B (4.12.)



Şekil 4.27. Atkı yönü dinamik yırtılma kuvveti için indirgenmiş kübik model uygunluk grafikleri

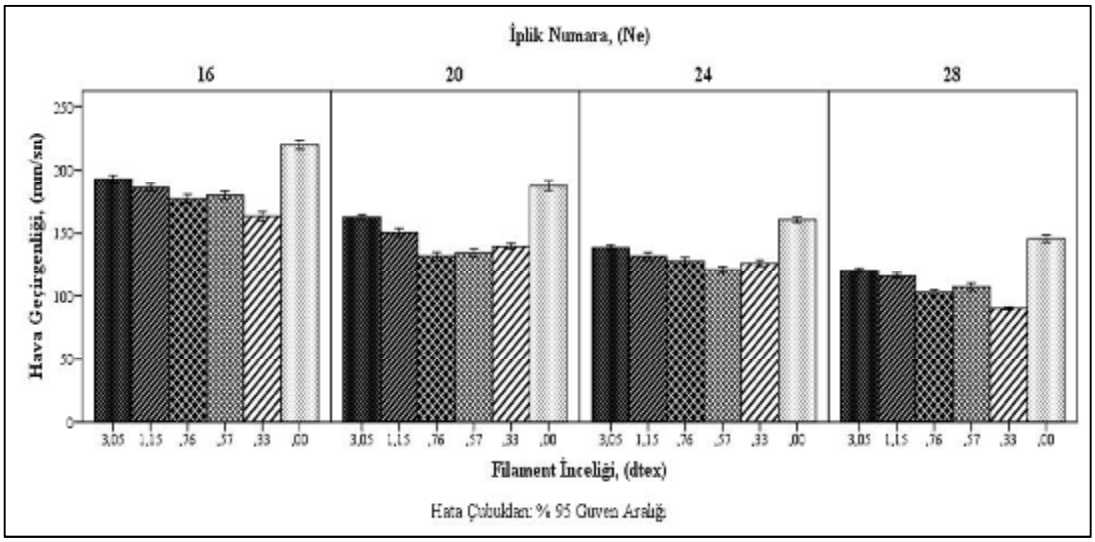
4.3.3. Hava Geçirgenliği Ölçüm Sonuçları

Tez çalışması kapsamında; 100 Pa basınç altında ve 20 cm^2'lik alanda denim kumaş numunelerinden geçen havanın geçiş hızı değerleri dolayısıyla hava geçirgenliği ölçüm sonuçları Çizelge 4.25'de gösterilmiştir. Çizelgede verilen değerler her kumaş tipi için gerçekleştirilen 20 ölçümün ortalamasıdır.

Çizelge 4.25. Denim kumaşların hava geçirgenliği ölçüm sonuçları

İplik Numara, (Ne)	**Filament İnceliği, (dtex)**	**Hava Geçirgenliği, (mm/s)**	**%CV**
16/1	0 (%100 Co)	220,10	3,29
	3,05	192,60	3,49
	1,15	185,90	3,12
	0,76	176,75	4,11
	0,57	179,55	3,68
	0,33	163,10	4,70
20/1	0 (%100 Co)	187,30	4,59
	3,05	162,65	2,61
	1,15	150,65	4,34
	0,76	132,00	4,53
	0,57	134,65	4,98
	0,33	139,75	3,50
24/1	0 (%100 Co)	160,45	2,54
	3,05	138,80	2,62
	1,15	131,85	4,48
	0,76	128,20	4,55
	0,57	121,00	4,12
	0,33	126,45	4,20
28/1	0 (%100 Co)	145,55	3,93
	3,05	120,45	3,28
	1,15	116,20	4,11
	0,76	103,04	4,44
	0,57	107,19	5,56
	0,33	90,33	2,54

Her bir denim kumaş tipi için gerçekleştirilen hava geçirgenliği testi neticesinde elde edilen hava geçirgenliği değerleri Şekil 4.28'de, %95 güven aralığında çizilen hata çubukları ile birlikte sütun grafiği üzerinde gösterilmiştir.

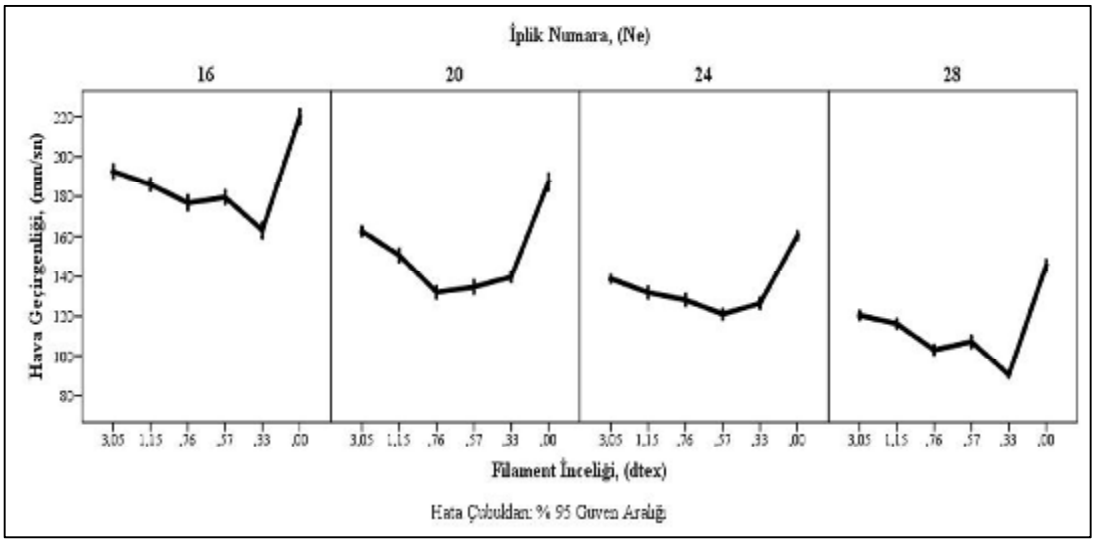


Şekil 4.28. Denim kumaşların hava geçirgenliği sütun grafiği

Şekil 4.28'de denim kumaş numunelerinin hava geçirgenliği için oluşturulan sütun grafiği incelendiğinde; konvansiyonel ring ipliklerden üretilen kumaşların her bir iplik numarası için hava geçirgenliği değerleri sert özlü ipliklerden üretilen kumaşların hava geçirgenliği değerlerinden çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Konvansiyonel ring ipliklerden üretilen kumaşların hava geçirgenlikleri iplik inceldikçe (sıklık artmasıyla) kumaş birim uzunluktaki atkı ipliği sayısı artacağından (bütün kumaş numuneleri için çözgü sıklığı sabit) kumaşın bariyer özelliği artmakta ve havanın iplikler arası boşlulardan geçişi zorlaşmaktadır. Bu durum beklenen bir sonuç olup, bu noktada literatürde de benzer çalışmalar bulunmaktadır (Turan ve Okur, 2010; Natarajan, 2003; Oğulata, 2006; Havlova, 2013). Bunun yanı sıra farklı filament inceliğine sahip ipliklerin %100 olarak kullanılmasıyla elde edilen dokuma kumaşların hava geçirgenliklerinin iplik kesitindeki filament sayısının artmasıyla (filament inceliğinin azalmasıyla) birlikte azalmaktadır (Kaynak, 2013). Filament inceliğinin kumaş hava geçirgenliği üzerindeki etkisini daha net bir şekilde göstermek amacıyla hava geçirgenliği değerleri Şekil 4.29'da, çizgi grafiği üzerinde gösterilmiştir.

Şekil 4.29'da görüldüğü gibi atkı ipliğinde kullanılan sert özlü ipliklerin kesitteki filament sayısı arttıkça genel olarak kumaştan havanın geçiş hızı azalmıştır dolayısıyla kumaş hava geçirgenlik özelliği düşmüştür. Farklı filament inceliğine sahip PES filament özlü ipliklerden farklı atkı sıklıklarında ve farklı doku tipinde

elde edilen dokuma kumaşlarda ince filamentlerin kullanılmasının hava geçirgenliğini azaltıcı etkisi bu durum gözlemlenmiştir. Denim kumaşlardan üretilecek kıyafetlerin her mevsime uygun olarak kullanılacağı düşünüldüğünde özellikle kış aylarında rüzgara karşı yüksek bariyer etkisine sahip olmaları istenmektedir. Dolayısıyla, öz materyalinin kullanıldığı sert özlü ipliklerden üretilen kumaşların kullanım alanı olarak hava geçirgenlik değerlerinin düşük olması gerekmektedir. Mikro inceliğe sahip PES filament özlü ipliklerden elde edilen denim kumaş numunelerinin hava geçirgenlik özelliklerinin her bir iplik numarasında orta ve ince PES filament özlü ipliklerden elde edilen denim kumaş numunelerinin hava geçirgenlik özelliklerinden daha düşük çıktığı görülmektedir. Bu durum, mikro inceliğe sahip ipliklerden elde edilen dokuma kumaşların diğer kumaşlar ile kıyaslanınca iyi bir bariyer özelliğine sahip olmasının bu kumaşlara avantaj sağladığı söylenebilir.



Şekil 4.29. Denim kumaşların hava geçirgenliği çizgi grafiği

Çizelge 4.26'da denim kumaş numunelerinin hava geçirgenliği için yapılan istatistiksel analiz çerçevesinde oluşturulan model tablosu verilmiştir. Model istatistiği değerleri incelendiğinde, programın önerdiği ve koyu olarak yazılan kübik model olup istatistiksel analiz ise bu modele göre yapılmıştır.

Kübik modele göre modele katkısı olmayan terimlerin çıkartılmasıyla yapılan varyans analizi ANOVA tablosu olarak aynı çizelgede gösterilmiştir. Hava

geçirgenliği için ANOVA tablosu incelendiğinde, hiyerarşik geriye doğru eleme metodu ile filament inceliği^2 (A^2), filament inceliği*iplik numarası (AB), iplik numarası^3 (B^3), filament inceliği^2*iplik numarası (A^2B) ve filament inceliği*iplik numarası^2 (AB^2) etkileşimlerinin modele katkılarının anlamsız olduğundan kaynaklı modelden çıkarılmışlardır. Ancak A^2 teriminin modelden çıkarılmasının model hiyerarşisini bozacağından bu terim modelde tutulmuştur. Son olarak belirlenen indirgenmiş kübik modelin ANOVA tablosu incelendiğinde A, B, B^2,A^3, terimlerinin modele katkısı olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.26. Hava geçirgenliği için istatistiksel model tablosu ve varyans analizi

Model İstatistiği Değerleri					
Model	**Standart Sapma**	**R^2**	**$R_{adj,}^2$**	**$R_{pred,}^2$**	***p* Değeri**
Lineer	18,63	0,6934	0,6642	0,6020	< 0,0001
2FI	19,09	0,6934	0,6474	0,5250	0,9973
Kuadratic	15,56	0,8166	0,7656	0,6868	0,0098
İndirgenmiş Kübik	**8,14**	**0,9499**	**0,9359**	**0,9202**	**< 0,0001**
ANOVA Tablosu					
Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**	***p* Değeri, Anlamlılık**
Model	22568,21	5	4513,64	68,19	< 0,0001 Anlamlı
A: Filament İnceliği	2913,45	1	2913,45	44,02	< 0,0001 Anlamlı
B: İplik Numarası	16473,63	1	16473,63	248,89	< 0,0001 Anlamlı
A^2	145,08	1	145,08	2,19	0,1560 Anlamsız
B^2	315,38	1	315,38	4,76	0,0425 Anlamlı
A^3	3166,76	1	3166,76	47,84	< 0,0001 Anlamlı
Artık	1191,40	18	66,19		
Toplam	23759,61	23			

Çizelge 4.26'da verilmiş olan model tablosu incelendiğinde, modele katkısı olmayan terimlerin modelden çıkarılmasıyla yeniden analiz edilen indirgenmiş kübik modelin R^2 değerinin 0,95 olduğu görülmektedir. Bir diğer deyişle, indirgenmiş

modeldeki bağımsız değişkenlerin modeli yaklaşık %95 oranında açıklayabildikleri anlamına gelmektedir. Bu durum, hava geçirgenliği için oluşturulan modelin bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi çok yüksek sayılabilecek bir doğrulukla ifade ettiğini göstermektedir.

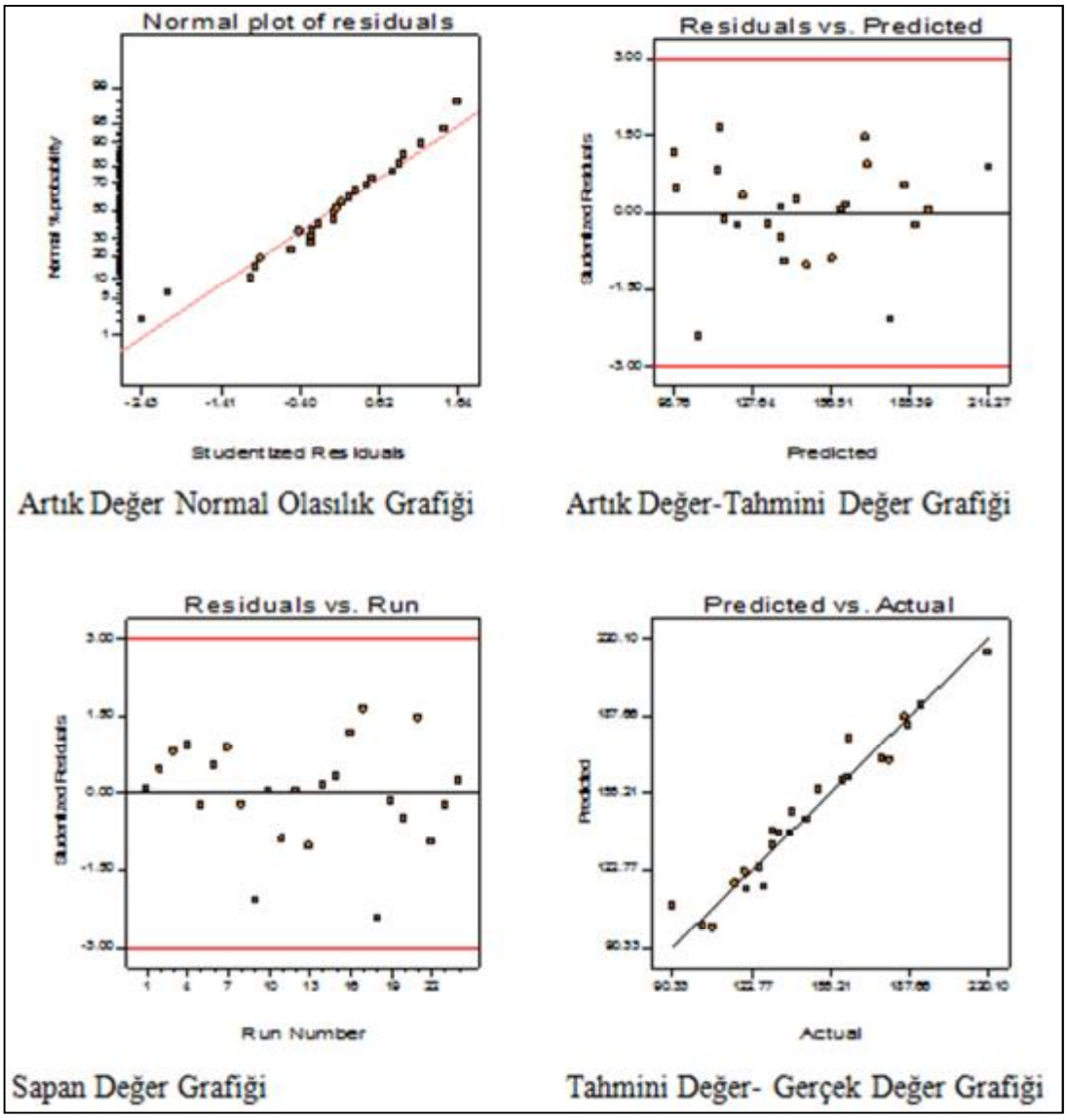
Çizelgede ANOVA tablosu incelendiğinde, iplik numarasının diğer terimlere göre en yüksek F değerine sahip olduğu (F=248,89) olduğu ve modele en az katkı sağlayan değişkenin ise 2,19 olarak en düşük F değerine sahip filament inceliği^2 olduğu görülmektedir. Tablo üzerinde bağımsız değişkenlerin hava geçirgenliği üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu açıkça görülmektedir (p<0,001).

Model sapmalarının normal dağılıma uygun olup olmadıklarının incelenmesi ve normal dağılım grafiğinde yaklaşık bir doğru üzerinde dağılıp dağılmadıklarının analizi modelin teyidi için önemlidir. Şekil 4.30'da gösterilen indirgenmiş kübik modelin artık değer normal olasılık grafiği incelendiğinde, model artıklarının normal dağılıma uygun bir şekilde yaklaşık bir doğru üzerinde oldukları görülmektedir. Artık değer-tahmini değer, sapan değer ve tahmini değer-gerçek değer grafiklerinde ise model uygunluğuna ters düşecek herhangi bir durum gözlemlenmemiştir.

Modele katkısı olmayan terimlerin hiyerarşik geriye doğru eleme metodu ile modelden çıkartılmasıyla yeniden elde edilmiş olan indirgenmiş olan kübik modelin çoklu regresyon analizi sonucunda belirlenen regresyon denklemi Eşitlik 4.13.'te verilmiştir.

Eşitlikteki bağımsız değişkenler olan filament inceliği A olarak ve iplik numarası ise B olarak verilmiştir.

$$\text{Hava Geçirgenliği (mm/s)} = 409{,}50440 - 157{,}74201A - 15{,}82708B + 157{,}85238A^2 + 0{,}22656B^2 - 35{,}57081A^3 \quad (4.13.)$$



Şekil 4.30. Hava geçirgenliği için indirgenmiş kübik model uygunluk grafikleri

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan bu tez çalışmasında, sert özlü iplik üretiminde çeşitliliği arttıracağı düşüncesinden hareketle mikro inceliğe sahip filament ipliklerin öz materyali olarak kullanılmasıyla ipliğe sağlayacağı avantajların veya dezavantajların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, 3,05 dtex orta filament incelikte PES filament iplik, 1,15 dtex ince filament incelikte PES filament iplik ve 0,76 dtex, 0,57 dtex ve 0,33 dtex mikro filament incelikte PES filament ipliklerin özde kullanılmasıyla birlikte pamuk sargılı sert özlü ipliklerin üretilmesi hedeflenmiştir. Sert özlü iplik üretimleri, modifiye edilmiş ring eğirme makinesinde aynı üretim parametrelerinde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, öz/sargı oranının etkisini belirleyebilmek amacıyla Ne 16/1, Ne 20/1, Ne 24/1 ve Ne 28/1 iplik numaralarında sabit büküm faktöründe (α_e= 3,9) sert özlü iplik numuneleri aynı üretim parametrelerinde üretilmiştir. Bununla birlikte, öz etkisinin iplik özellikleri üzerindeki etkisini belirmek amacıyla %100 Co ipliklerinin üretimleri de aynı üretim parametrelerinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen iplik numunelerinin nihai ürün olarak kullanılabilirliğini, bu ipliklerden üretilecek kumaş özelliklerini belirlemek ve kullanımlarının avantaj ve dezavantajlarını ortaya koyabilmek amacıyla denim kumaş numuneleri üretilmiştir. Bu amaçla, sert özlü iplikler ve %100 Co iplikler atkı olarak kullanılmış ve aynı örtme faktöründe olacak şekilde hesaplanan atkı sıklıklarında indigo boyalı denim kumaş nunumeleri dokunmuştur. Sert özlü ipliklere ve bu ipliklerden dokunan denim kumaşlara çeşitli kalite testleri uygulanmış ve sonuçlar Design Expert istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

5.1. Sonuç ve Değerlendirme

Yapılan tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen analizlerden ve istatistiksel uygulamalardan elde edilen sonuçların değerlendirmesi aşağıda özetlenmiştir.

- Tez çalışması kapsamında seçilen orta, ince ve mikro PES filament ipliklerin iplik canlılığı sonuçları incelendiğinde, kesitteki filament sayısının artmasıyla

(filament inceliği azaldığında) bilikte iplik canlılığında düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Kıvrım kısalmasının kesitteki filament sayısının artmasıyla birlikte azaldığı belirlenmiştir. Bu kapsamda, kesitteki filament sayısı arttığında kıvrım kısalma yüzdesi azalmakta ve buna bağlı olarak ipliğin kendi üzerine kıvrılma eğilimi düşmektedir. Bu durum, bu ipliklerden üretilecek olan örme kumaşlarda may dönmesini ve dokuma kumaşlarda ise kumaş eğriliğini filament inceliği daha yüksek olan ipliklerden elde edilecek örme ve dokuma kumaşlara kıyasla azaltacaktır.

- Filament kristalinite oranlarının belirlenmesi amacıyla yapılan termal analiz sonuçları incelendiğinde, farklı filament inceliklerine sahip tekstüre PES filament ipliklerin kısmi kristalin yapıya sahip oldukları görülmektedir. Tekstüre PES filament ipliklerin morfolojik özellikleri hakkında bir fikir vereceğinden kaynaklı termal analizlerin yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur.
- Farklı filament inceliğine sahip orta, ince ve mikro PES filamentlerin özde kullanılmasıyla üretilen pamuk sargılı sert özlü ipliklerin kopma mukavemeti sonuçları incelendiğinde, iplik inceldikçe öz oranının artmasıyla birlikte iplik kopma mukavemetinin de arttığı gözlenmiştir. İpliğin incelmesiyle kesitteki pamuk lif sayısı azalmakta dolayısıyla öz oranı artmaktadır. Sert özlü ipliklerde öz oranın artmasının iplik mukavemetine katkı sağlaması literatürdeki çalışmaları da desteklemektedir. Konvansiyonel ipliklerde doğrusal yoğunluğunun azalmasıyla (ipliğin incelmesiyle) kesitteki lif sayısının azalması dolayısıyla kopma mukavemetinde azalma olması beklenir. Ancak, bu çalışmada büküm artışı (büküm faktörü sabit) ile birlikte kopma mukavemet değerlerinin birbirlerine yakın olduğu gözlemlenmiştir. Kurulan istatistiksel model incelendiğinde, model terimlerinin iplik kopma mukavemetini %91 gibi çok yüksek bir oranda açıklayabildikleri görülmektedir. Filament inceliğinin ve iplik numarasının konvansiyonel ring ipliklerin (%100 Co ipliklerin) ve sert özlü ipliklerin kopma mukavemeti üzerinde etkilerinin anlamlı olduğu gözlenmiştir. İplik numarası faktörünün, kopma mukavemeti üzerine ciddi anlamda etki ettiği istatistiksel olarak da görülmüştür.

- Sert özlü ipliklerin ve konvansiyonel ipliklerin kopma uzama analiz sonuçları incelendiğinde, öz oranının artmasıyla birlikte kopma uzama değerlerinin konvansiyonel ipliklere göre çok daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Özellikle öz/sargı oranının %45/%55 ve %52/%48 olduğu Ne 24/1 ve Ne 28/1 sert özlü ipliklerde kopma uzama artışı konvansiyonel ring ipliklerinin kopma uzama değerleriyle kıyasla çok daha yüksek çıktığı görülmüştür. Kopma uzama değerleri için kurulan istatistiksel model incelendiğinde, filament inceliğinin ve iplik numarasının modeli yaklaşık %96 oranında açıklayabildiği gözlenmiştir. İplik incelmesiyle birlikte kesitteki pamuk lif oranı azalacağından ve iplik öz materyalinin karakteristiğini göstereceğinden dolayı sert özlü ipliklerde kopma uzama değerinin artması beklenen bir durumdur. Bu durum literatürdeki çalışmaları da desteklemektedir.
- İplik düzgünsüzlüğü değerlerinde, ipliğin incelmesiyle birlikte (doğrusal yoğunluğunun azalmasıyla) artış gözlenmiştir. Başka bir değişle, iplik inceldikçe düzgünsüzlüğü artmıştır. Konvansiyonel ring ipliklerinin düzgünsüzlük değerlerinin sert özlü iplik numunelerinin düzgünsüzlük değerlerinden genel olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Dört farklı iplik numarası için de benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Filament iplikler doğal liflere göre daha düzgün lif yapısına sahip olduğundan ve ipliğin incelmesiyle birlikte kesitteki pamuk lif sayısı azalacak ve iplikteki öz oranı artacaktır. Sonuç olarak, öz oranının artmasıyla birlikte iplik düzgünsüzlüğünde azalma olduğu görülmüştür. İplik düzgünsülüğü için kurulan istatistiksel model incelendiğinde, iplik numarasının ve filament inceliğinin iplik düzgünsüzlüğü üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Bağımsız değişkenlerin modeli yaklaşık %93 oranında açıklayabildiği gözlenmiştir. İplik düzgünsüzlüğü üzerindeki en büyük etkinin iplik numarasından kaynaklandığı belirlenmiştir.
- İplik hataları sonuçları incelendiğinde, ince yer, kalın yer ve neps hataları için ipliğin incelmesiyle genel olarak hataların arttığı gözlenmiştir. Dört farklı iplik numarası için konvansiyonel ring ipliklerinin ince yer hatası değerlerinin sert özlü ipliklerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kalın yer hatası ve

neps için ise durum tam tersi bulunmuştur. %100 Co ipliklerinin kalın yer ve neps değerlerinin sert özlü ipliklerden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Kurulan istatistiksel modellerdeki terimlerin modeli açıklama yüzdeleri, ince yer için %78, kalın yer için %74, neps için %87 gibi yüksek orandadır. İplik numarasının ince yer, kalın yer hatası ve neps üzerindeki etkisinin anlamlı olduğu belirlenmiştir. Ancak, filament inceliğinin ince yer, kalın yer hatası ve neps üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

- İpliklerin tüylülük analiz sonuçları incelendiğinde, %100 Co ipliklerinin tüylülük değeri ipliğin incelmesiyle birlikte azalmıştır. İplik inceldiğinde birim alanda daha az sayıda pamuk lifi bulunduğu ve iplik kesitinde çıkan pamuk lif sayısı azalacak dolayısıyla tüylülük de azalacaktır. Sert özlü ipliklerin tüylülük özelliklerinin ise konvansiyonel ipliklerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Filament inceliğinin ve iplik numarasının bağımsız değişken olarak incelendiği bu çalışmada, kurulan istatistiksel analizde bağımsız değişkenlerin modeli yaklaşık %83 oranında açıklayabildikleri sonucu tespit edilmiştir. Tüylülük üzerindeki en yüksek etkinin iplik numarası olduğu gözlenmiştir.
- İplik sürtünme testi sonucunda belirlenen iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayı değerleri incelendiğinde, konvansiyonel ring ipliklerin sürtünme özelliklerinin sert özlü ipliklerden daha yüksek çıktığı görülmüştür. Filament inceliğinin ve iplik numarasının iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı üzerinde etkisinin olmadığı gözlenmiştir.
- İplik canlılığı test sonuçlarına bakıldığında, konvansiyonel ring ipliklerin kendi üzerine kıvrılma eğiliminin sert özlü ipliklerden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu noktada, farklı filament inceliğine sahip yalancı büküm tekstüre PES filament ipliklerin kendi üzerine kıvrılma eğilimlerinin etkisiyle bu ipliklerden elde edilen sert özlü ipliklerin iplik canlılığı değerlerinin de %100 Co ipliklere nazaran daha yüksek değere sahip olduğu söylenebilir. Sert özlü ipliklerde merkezde beslenen öz materyalinin filament sayısındaki artış iplik canlılığını azalttığı belirlenmiştir. Öz materyali olarak kullanılan farklı filament inceliğindeki PES filament ipliklerin kendi üzerine kıvrılma

eğilimlerinin bu filamentlerden elde edilen sert özlü ipliklerin iplik canlılığını doğrudan etkilendiği görülmüştür. İstatistiksel analiz sonucunda, filament inceliği ve iplik numarasının iplik canlılığını yaklaşık %92 açıklayabildikleri belirlenmiştir.

- Sert özlü ve konvansiyonel ring ipliklerin atkı olarak kullanılmasıyla aynı örtme faktöründe elde edilen denim kumaşlarının atkı yönü kopma mukavemeti test sonuçları incelendiğinde, ipliğin incelmesiyle (atkı sıklığının artmasıyla) atkı yönü kopma kuvvetinin azaldığı görülmüştür. Konvansiyonel ring ipliklerden üretilen denim kumaşların kopma kuvvet değerlerinin sert özlü ipliklerden elde edilen denim kumaşlardan daha düşük olduğu (3,05 dtex, 1,15 dtex, 0,76 dtex ve 0,57 dtex filament inceliğine sahip PES filament özlü Ne 16/1 ipliklerden elde edilen denim kumaş numuneleri hariç) gözlemlenmiştir. İplik kesitindeki öz oranın artmasıyla atkı yönü kopma kuvvetinin de arttığı görülmüştür. Atkıda kullanılan sert özlü ipliklerin incelmesiyle birlikte kumaş kopma kuvvetlerinin konvansiyonel ring ipliklerden elde edilen kumaşların kopma kuvvetlerinden çok daha yüksek olduğu görülmüştür. Kurulan model istatistiği sonucunda, filament inceliği ve iplik numarası bağımsız değişkenlerinin modeli yaklaşık %82 gibi yüksek bir oranda açıklayabildikleri gözlenmiştir. Sonuç olarak, iplik numarasının ve filament inceliğinin atkı yönü kopma kuvveti üzerinde etkilerinin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
- Denim kumaş numunelerinin atkı yönü kopma uzaması incelendiğinde, öz oranının artmasıyla birlikte kopma uzama değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle, atkıda kullanılan ipliğin incelmesiyle öz oranı artmış ve dolayısıyla kumaş kopma uzaması da artmıştır. Bu durum her bir dört iplik numarasından üretilen denim kumaşlarda açıkça görülmüştür. Atkı yönü kopma uzaması için kurulan istatistiksel model incelendiğinde, terimlerin modeli yaklaşık %95 oranında açıklayabildikleri görülmüştür. Filament inceliğinin ve iplik numarasının atkı yönü kopma uzaması üzerinde etkilerinin anlamlı olduğu belirlenmiştir. Atkı yönü kopma uzaması üzerinde en yüksek etkinin ise iplik numarası olduğu gözlenmiştir.

- Denim kumaşların atkı yönü statik yırtılma test sonuçlarına bakıldığında, konvansiyonel ring ipliklerden elde edilen denim kumaşların statik yırtılma dayanımının sert özlü ipliklerden üretilen denim kumaşların yırtılma dayanımından daha düşük olduğu görülmüştür. İplik numarasının veya atkı sıklığının statik yırtılma kuvveti üzerindeki etkisi incelendiğinde, 28 atkı/cm sıklıkta üretilen denim kumaş numuneleri hariç diğer atkı sıklıklarında statik yırtılma kuvvetinde genel olarak azalma gerçekleşmiştir. Analiz edilen istatistiksel modelde, filament inceliği ve iplik numarası bağımsız değişkenlerin modeli yaklaşık %97 oranında açıklayabildikleri gözlemlenmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda, atkı yönü statik yırtılma kuvveti için iplik numarasının atkı yönü kumaş yırtılma kuvveti üzerinde etkisinin anlamlı olmadığı (p>0,05) belirlenmiştir.
- Atkı yönü dinamik yırtılma test sonuçları incelendiğinde, atkı yönü statik yırtılma özellikleri ile benzer olarak konvansiyonel ring ipliklerden elde edilen denim kumaş numunlerinin atkı yönü dinamik yırtılma dayanımının ipliğin incelmesiyle azaldığı görülmüştür. İpliğin incelmesiyle birlikte dinamik yırtılma kuvvetinin düştüğü literatür ile paralel olarak belirlenmiştir. Filament inceliğinin atkı yönü dinamik yırtılma kuvveti üzerindeki etkisi incelendiğinde, farklı filament inceliğine sahip sert özlü ipliklerden elde edilen denim kumaşların atkı yönü dinamik yırtılma özelliklerinin birbirine yakın olduğu gözlemlenmiştir. Öz materyalinin atkı yönü dinamik yırtılma dayanımına olumlu bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Atkı yönü dinamik yırtılma için kurulan istatistiksel analiz incelendiğinde, filament inceliğinin ve iplik numarasının denim kumaş numunelerinin dinamik yırtılma kuvveti üzerinde anlamlı etkilerinin olduğu ve bu bağımsız değişkenlerin modeli yaklaşık %94 gibi çok yüksek bir oranda açıklayabildikleri görülmüştür.
- Sert özlü ipliklerinin ve konvansiyonel ring ipliklerinin atkıda kullanılarak elde edilen denim kumaş numunelerinin hava geçirgenliği test sonuçları incelendiğinde ise, konvansiyonel ring ipliklerden üretilen kumaşların hava geçirgenliklerinin ipliğin incelmesiyle (sıklığın artmasıyla) birlikte azaldığı gözlemlenmiştir. İpliğin incelmesiyle birlikte kumaş birim uzunluktaki atkı

ipliği sayısı artmakta ve havanın iplikler arası boşlulardan geçişi zorlaşmaktadır. İpliğin incelmesiyle kumaşın diğer tarafına geçen hava miktarının azalması literatür tarafından desteklenmektedir. Bu duruma ilaveten, sert özlü ipliklerden elde edilen denim kumaşların hava geçirgenliklerinin aynı üretim parametrelerinde üretilen %100 Co ipliklerinden elde edilen denim kumaşlardan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum, iplik kesitindeki öz materyalinin kumaş hava geçirgenliğini düşürdüğü görülmüştür. Kurulan istatistiksel model incelendiğinde, model terimlerinin hava geçirgenliğini %95 gibi çok yüksek bir oranda açıklayabildikleri belirlenmiştir. Filament inceliğinin ve iplik numarasının konvansiyonel ring ipliklerin ve sert özlü ipliklerin hava geçirgenliği üzerinde anlamlı etkilerinin olduğu gözlenmiştir. Hava geçirgenliği üzerinde en yüksek etkinin ise iplik numarası veya atkı sıklığı olduğu belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada farklı filament inceliğine sahip tekstüre PES filament özlü ipliklerinden ve aynı parametrelerde üretilen %100 Co ipliklerinden elde edilen denim kumaşların performans özellikleri incelendiğinde, %45-%52 öz/sargı oranlarında üretilen sert özlü ipliklerden elde edilen denim kumaşların yüksek mukavemete, yüksek uzama kabiliyetine, yüksek statik ve dinamik yırtılma dayanımlarına sahip oldukları görülmektedir. Buna ilaveten, sert özlü ipliklerden elde edilen denim kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin de daha düşük olduğu ve dolayısıyla daha yüksek bariyer özelliklerine sahip oldukları söylenebilir. Bu sonuçlara dayanarak istenilen özelliklere göre belirlenecek filament inceliklerinde üretilecek sert özlü ipliklerden elde edilecek dokuma kumaşların kullanımlarının sadece denim sektöründe değil erkek ve kadın dış giyim alanında da uygun olduğu düşünülmektedir.

5.2. Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler

Yapılan bu tez çalışması esas alınarak gelecekte yapılabilecek çalışmalar için aşağıdaki araştırma önerileri sunulabilir.

- Yalancı büküm tekstüre işleminde üretim parametreleri (çekim oranı, disk yerleşimi, 1. fırın sıcaklığı vb.) sabit tutulmak kaydıyla mikro inceliğe sahip PES, PP (Polipropilen), Poliamid veya PBT filamentlerinden elde edilecek kısmi oryante olmuş tekstüre iplikler üretilebilir. Böylelikle, hammadde değişiminin mikrofilament iplik performans özellikleri üzerindeki etkileri incelenebilir.
- Tekstüre işleminde fikse fırının eklenmesiyle farklı filament inceliklerine sahip set iplikler üretilebilir. Bu üretilen set ipliklerden pamuk sargılı sert özlü iplikler elde edilerek sert özlü iplik özellikleri üzerindeki etkileri incelenebilir.
- Mikrofilament ve konvansiyonel filament iplik üretimlerinin maliyet analizi yapılarak avantaj ve dezavantajları belirlenebilir.
- Farklı sargı lifleri (PES, bambu, viskon, lyocell veya belirli oranlarda harmanlanmış lifler) kullanılarak farklı lif inceliklerine sahip mikro filament özlü iplikler üretilebilir. Sargı lifinin iplik kalite özellikleri üzerindeki etkileri belirlenebilir.
- İplik canlılığının; iplik çalışma/işlenme performansı ile sonraki işlemler ve kumaş performansı üzerindeki etkisini belirleyebilmek amacıyla farklı filament sayısına sahip mikrofilament ipliklerden elde edilecek olan sert özlü iplikler örme kumaş üretiminde kullanılabilir. Böylelikle, filament inceliğinin ve iplik canlılığının örme kumaş may dönmesi üzerindeki etkileri incelenebilir.
- Mikro inceliğe sahip PES filament özlü iplikler farklı eğirme sistemlerinde (Siro iplik eğirme sistemi, kompakt iplik eğirme sistemi, Vortex iplik eğirme sistemi vb.) üretilerek iplik performans özellikleri belirlenebilir ve birbirleriyle kıyaslanabilir.

- Aynı doğrusal yoğunluğa sahip olacak şekilde mikrofilament ve elastan elde edilebilir. Bu ipliklerin öz materyali olarak kullanılmasıyla aynı üretim parametrelerinde sert ve elastan özlü iplikler üretilebilir. Bu üretilen ipliklerin birbirlerine olan üstünlükleri belirlenebilir.
- Filament özlü iplikler kullanılarak geliştirilen denim kumaşlara farklı yıkama işlemleri (enzim yıkama, taş yıkama, enzim ve taş yıkama vb.) uygulanarak yıkama sonrası kumaş performansları incelenebilir.
- PES, Poliamid, PBT vb. mikro inceliğe sahip filamentler %100 olarak atkıda kullanılarak üretilen denim kumaşların performans özellikleri belirlenebilir.

KAYNAKLAR

ADELI, B., GHAREAGHAJI, A.A., and SHANBEH, M., 2011. Structural Evaluation of Elastic Core-Spun Yarns and Fabrics Under Tensile Fatigue Loading. Textile Research Journal, 81(2): 137-147.

AL-ANSARY, M.A.R., 2011. Effect of Spandex Ratio on the Properties of Woven Fabrics Made of Cotton / Spandex Spun Yarns. Journal of American Science, 7(12): 63-67.

ALAŞEHİRLİ, G., 2009. Ring İplik Eğirme Makinesinde İçi Boş İplik (Hollow Yarn) Eğirme Tekniklerinin Araştırılması ve İplik Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 115 sayfa.

ALMETWALLY, A.A., and SALEM, M.M., 2010. Comparison Between Mechanical Properties of Fabrics Woven From Compact And Ring Spun Yarns. Autex Research Journal, 10(1): 35-40.

ALMETWALLY, A.A., and MOURAD, M.M., 2013. Effects of Spandex Drawing Ratio and Weave Structure on The Physical Properties of Cotton/Spandex Woven Fabrics. The Journal of Textile Institute, 105(3): 235-245.

ALTAŞ, S., ve KADOĞLU, H., 2009. İplik-İplik ve İplik-Metal Sürtünme Katsayısı ile Bazı İplik Özellikleri Arasındaki İlişki. Tekstil ve Mühendis Dergisi, 16(73-74): 1-5.

ANDREOLI, C., and FRETI, F., 2004. Man-made Fibres Reference Books of Textile Technologies. Fondazione Acimit, Italia, s.1-71.

ANONİM, 2014. İstatistiklerle Türkiye'nin Denim Kumaş ve Konfeksiyon Dışı Ticareti 2013. İTKİB Genel Sekreterliği Ar&Ge ve Mevzuat Şubesi, 24-25.

ATKINSON, C., 2012. False Twist Textured Yarns-Principles, Processes and Applications. Woodhead Publishing Limited, England, 203 pages.

BABAARSLAN, O., 2001. Method of Producing a Polyester/Viscose Core-Spun Yarn Containing Spandex Using a Modified Ring Spinning Frame. Textile Research Journal, 71(4): 367-371.

BABAARSLAN, O., BALCI, H., ve GÜLER, Ö., 2007. Elastan (Spandex) İlavesinin Poliester/Viskon Karışımlı Dokuma Kumaş Özellikleri Üzerindeki Etkisi. Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, 2: 110-114.

BALCI, G., 2010. İplik Sürtünme Özelliklerini Etkileyen Faktörler. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 153 sayfa.

BALCI, G., ve SÜLAR, V., 2010. İpliklerde Sürtünme Özelliği: Önemi ve Ölçüm Yöntemleri. Tekstil ve Mühendis Dergisi, 16(73-74): 6-15.

BASU, G., and ROY, A.N., 2002. Effect of Thermal Treatment on Wrap-spun Jute Yarns. Indian Journal of Fibre&Textile Research, December, 27: 369-375.

BEHERA, B.K., and HARI, P.K., 2010. Woven Textile Structure: Theory and Applications. The Textile Institute Woodhead Publishing, England, 436 pages.

BHATIA, D., and SINHA, S.K., 2014. Comparative Assessment & Empirical Modeling For Aesthetic Behavior of Vortex & Ring Yarn Knitted Fabrics on Laundering. International Journal of Fiber and Textile Research, 4(4): 62-70.

BROWN, B.E., 2011. Introduction to Thermal Analysis: Techniques and Applications. Springer Science & Business Media, New York, 264 pages.

BRUNK, N., 2005. EliCore® and EliCore® Twist – Production of Compact Core Yarns. Spinnovation-The Magazine for Spinning Mills, 21(3): 4-10.

CAN, Y., ve KIRTAY, E., 2003. Pamuk İpliklerinde İplik Tüylülüğü ve Tüylülüğe Etki Eden Faktörler (Kaynak Taraması). Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(3): 379-385.

CELEP, G., ve DAYIK, M., 2009. İçi Boş İplikler ve Üretim Yöntemleri. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3(2): 50-57.

CHEN, T., 2011. Compound Yarns (R.J. GONG Editor). Specialist Yarn and Fabric Structures: Developments and Applications. The Textile Institute Woodhead Publishing, England, s.1-21.

ÇAKMAK, A., 2013. The Evaluatıon of Physical and Comfort Performance of Various Denim Cloths. M.Sc. Thesis, Istanbul Technical University, İstanbul, 67 pages.

ÇATALOĞLU, A., 2007. Elastan Karışımlı Denim Kumaşların Elastikiyet ve Kalıcı Deformasyon Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 63 sayfa.

ÇELİK, P., 2006. Kesikli Lif İpliklerinde Kendi Üzerine Kıvrılma Eğilimi(İplik Canlılığı) ve Bunu Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 180 sayfa.

ÇELİK, P., ÜTE, T.B., ÖZDEN, D., ÇÖMLEKÇİ, H., ve AKKALE, E.C., 2009. Öz/Manto Oranı ve Büküm Sayısının Filament Özlü İpliklerin İplik Özelliklerine Etkisi. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3 (2):29-37.

ÇELİK, P., and KADOĞLU, H., 2009. A Research on Yarn Liveliness Tendency of Staple Yarns. Tekstil ve Konfeksiyon, 3: 189-196.

ÇİRKİN, S., 2006. Yalancı Büküm Tekstüre İşleminde Tekstüre Değişkenlerinin İplik Özellikleri Üzerindeki Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 139 sayfa.

DAS, A., and CHAKRABORTY, R., 2013. Studies on Elastane-Cotton Core-Spun Yarns and Fabrics: Part I:Yarn Characteristics. Indian Journal of Fibre&Textile Research, September, 38: 237-243.

DAŞDAĞ, M.M., 2002. Hiyerarşik Bağlanım (Loglinear Regresyon) Yöntemlerinin Tanıtılması ve Çağdaş Hekimlik Eğitiminde Kullanılan Teknikler ile İlgili Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır, 70 sayfa.

DELOACH, R., 2010. The Role of Hierarchy in Response Surface Modeling of Wind Tunnel Data. American Institute of Aeronautics and Astronautics, http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20100003380.pdf, 07.09.2015

DEMİR, A., 2006. Sentetik Filament İplik Üretim ve Tekstüre Teknolojileri. Şan Ofset, İstanbul, 455 sayfa.

DEMİRBAŞ, S., 2005. Farklı Elastomerik Elyaf Çeşitlerinin Fiziksel Özelliklerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 145 sayfa.

DEMİREL, A., 2010. Selüloz Esaslı İpliklerin Büküm Katsayısının Temel Dokuma Kumaş Yapıların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etkisi Üzerine Bir Çalışma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, 157 sayfa.

DHAMIJA, S., and CHOPRA, M., 2007. Tearing Strength of Cotton Fabrics in Relation to Certain Process and Loom Parameters. Indian Journal of Fibre&Textile Research, December, 32: 439-445.

DHOUIB, A.B., EL-GHEZAL, S., and CHEIKHROUHOU, M., 2006. A Study of the Impact of Elastane Ratio on Mechanical Properties of Cotton Wrapped Elastane-Core Spun Yarns. Journal of the Textile Institute, 97 (2): 167-172.

EAST, A.J., 2005. Polyester Fibres (J. E. McIntyre Editör). Synthetic Fibres: Nylon, Polyester, Acrylic, Polyolefin, Woodhead Publishing Limited, England, s.95-167.

EL-HADY, R.A.M.A., 2014. Enhancing The Functional Properties of Weft Knitted Fabrics Made From Polyester Microfibers For Apparel Use. International Design Journal, 4(2): 219-227.

ERDUMLU, N., ve OXENHAM, W., 2011. Katlı Vortex İpliklerin Mukavemet ve Uzama Özellikleri. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5(3): 1-9.

EREZ, E., 2011. Sert Özlü Pamuk-Polyester İpliklerin İplik Özelliklerini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 121 sayfa.

ERTEKİN, M. and KIRTAY, E., 2015. Tensile Properties Of Some Technical Core Spun Yarns Developed For Protective Textiles. Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, 25(2): 104-110.

ERYÜRÜK, S.H., and KALAOĞLU, F., 2015. The Effect of Weave Construction on Tear Strength of Woven Fabrics. Autex Research Journal, 1-8.

FATAHI, I., and YAZDI, A.A., 2010. Assessment of The Relationship Between Air Permeability of Woven Fabrics and Its Mechanical Properties. Fibres&Textiles in Eastern Europe, 18, 6(83): 68-71.

FREITAS, I.C., and AUIL, F., 2013. Effect Of Fixing Stage From Texturing Synthetic Filaments Yarn Process By False Twist Technology on The Polyester Yarn Skein Shrinkage. Internal Journal of Textile and Fashion Technology (IJTFT), June, 3(2):39-46.

GHOSH, A., PATANAIK, A., ANANDJIWALA, R.D., and RENGASAMY, R.S, 2008. A Study on Dynamic Friction of Different Spun Yarns. Journal of Applied Polymer Science, 108: 3233-3238.

GUPTA, V.B., 1997. Melt Spinning Processes (V.B. GUPTA and V.K. KOTHARI Editor). Manufactured Fiber Technology, Springer Science and Business Media Dordrecht, England, s.67-98.

GÜN, A.D., DEMİRCAN, B., ve ŞEVKAN, A., 2011. Mikroliflerin Üretim Yöntemleri, Özellikleri ve Kullanım Alanları. Tekstil ve Mühendis Dergisi, 18(83): 38-46.

GÜNAYDIN, G.K., ERDEM, R., ve ABDULLA, G., 2015. Murata Hava Jetli (MJS), Murata Vorteks (MVS) ve Rieter Air Jet İplik Eğirme Sistemlerinin ve Üretilen İplik Özelliklerinin Karşılaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Bilimler Dergisi, 5(1): 8-19.

HAQUE, M., 2009. Effect of Weft Parameters on Weaving Performance and Fabric Properties. Daffodil Internatıonal University Journal of Science And Technology, 4(2): 62-69.

HASAN, M.M.B., OFFERMANN, M., HAUPT, M., NOCKE, A., and CHERIF, C., 2013. Carbon Filament Yarn-Based Hybrid Yarns For The Heating of Textile-Reinforced Concrete. Journal of Industrial Textiles, 0(00): 1-15.

HASANI, H., SEMNANI, D., and SHIASI, A., 2011. Optimization of The Processing Variables to Produce The Elastic Core-Spun Yarn By Siro Spinning System, Using SOM Neural Network. Industria Textila, 62(3): 119-122.

HAVLOVA, M., 2013. Air Permeability and Costructional Parameters of Woven Fabrics. Fibres&Textiles in Eastern Europe, 21, 2(98): 84-89.

HEARLE, J.W.S., HOLLICK, L., and WILSON, D.K., 2001. Yarn Texturing Technology. Woodhead Publishing Limited In Association With The Textile Institute, England, 300 pages.

HELAI, H., DHOUIB, A.B., MSAHLI, S., and CHEIKHROUHOU, M., 2011. Influence of Dorlastan® Draft and Yarn Count on Elastic Recovery of The Dorlastan® Core Spun Yarns Following Cyclic Test. The Journal of The Textile Institute, iFirst Article:1-7.

HO, M.K., 2010. Study of Yarn Coeffıcıent of Frıcıton to Smoothness Hand Value. Bachelor of Arts, The Hong Kong Polytechnic University, 100 pages.

http://www.lenzing.com/en/investors/equity-story/global-fiber-market.html, 07.09.2015

http://www.apic2014.com/download/SF%204%20-APIC2014_Global%20Fibers%20Overview.pdf, 07.09.2015

http://www.numrung.co.th/products/compact_core_spun_yarn.html, 07.09.2015

http://www.nptel.ac.in/courses/116102038/32, 07.09.2015

http://www.gmehling.chemie.uni-oldenburg.de/16633.html, 07.09.2015

http://www.perkinelmer.com, 07.09.2015

http://www.lawsonhemphill.com/LH-401-constant-tension-transport.html, 07.09.2015

http://peggyosterkamp.com/peggys-weaving-tips-yarns-unbalanced-plied-single/, 07.09.2015

http://www.carryology.com/interviews-regular/cordura-business-fabrics/, 07.09.2015

İLHAN, İ., 2010. Ring İplik Makinesi İçin Elektronik Kontrollü Şantuk Sisteminin Geliştirilmesi ve Şantuklu İplik Özelliklerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 319 sayfa.

İLSÖZ, M., ÇAKMAK, D. ve ALAY, S., 2008. Su İtici Bitim İşlemi Uygulanmış Mikrolif Polyester Kumaşların Performanslarının Değerlendirilmesi. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3: 21-31.

İYİ, P., 2006. Genetik Algoritma Uygulanarak Ve Bilgi Kriterleri Kullanılarak Çoklu Regresyonda Model Seçimi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 125 sayfa.

JAFFE, M., and EAST, A.J., 2007. Polyester Fibers (M. LEWIN Editor). Fiber Chemistry. CRC Press -Taylor & Francis Group, New York, s.1-30.

JEDDİ, A.A.A., JOHARI, M.S., and MERATI, A.A., 1997. A Study of the Structural and Physical Properties of Cotton-covered Nylon Filament Core-spun Yarns. Journal of Textile Institute, 88(1): 12-20.

JEREMY, J., 2001. Abrasion Characteristics of Ring-Spun and Open-End Yarns. M.Sc.Thesis, North Carolina State University, Raleigh, 87 pages.

JING, L., and HU, J., 2010. Study on the Properties of Core Spun Yarn and Fabrics of Shape Memory Polyurethane. Fibres&Textiles in Eastern Europe, 18(4): 39-42.

KADEM, F.D., 2007. İpliği Boyalı Pamuklu Kumaşlarda Bazı Fiziksel Özelliklerin Seçilmiş Performans Özellikleriyle İlişkisinin Araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, 219 sayfa.

KADOLPH, S.J., and LANGFORD, A.L., 2002. Textiles. Ninth Edition, Prentice Hall, New Jersey, s.154-166.

KAKVAN, A., NAJAR, S.S., SAIDI, R.G., and NAMIL, M., 2007. Effects of Draw Ratio and Elastic Core Yarn Positioning on Physical Properties of Elastic Wool/Polyester Core-Spun Ring Yarns. Journal of the Textile Institute, 98(1): 57-63.

KALE, R.D., 2010. Microfibre: Processing and Applications. Journal of the Textile Association, January-February: 233-239.

KANDHAVADIVU, P., RAMACHANDRAN, T., and MONAHARI, B.G., 2011. Moisture Transmission Behavior of Microfibre Blended Fabrics. Journal of the Textile Association, March-April, 311-315.

KARACA, E., Kahraman, N., ÖMEROGLU, S., and BECERİR, B., 2012. Effects of Fiber Cross Sectional Shape and Weave Pattern on Thermal Comfort Properties of Polyester Woven Fabrics. Fibres&Textiles in Eastern Europe, 20, 3(92):67-72.

KARAKAŞ, H.C., and DAYIOĞLU, H., 2005. Influence of False-twist Texturing Parameters on The Structural Properties of Polyester Yarn. Indian Journal of Fibre&Textile Research, March, 30:37-41.

KAYNAK, H.K., ve BABAARSLAN, O., 2010. Filament İnceliğinin Mikrolif Örgü Spor Giysiliklerin Performans Özelliklerine Etkisinin Araştırılması. Tekstil ve Mühendis Dergisi, 17(18): 20-24.

KAYNAK, H.K., 2013. Filament Mikroliflerden Elde Edilmiş İplikler Kullanılarak Dokunan Kumaşların Performans Özelliklerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana. 271 sayfa.

KILIÇ, M., 2010. Karışım İpliklerinde Düzgünsüzlük ve Tüylülük Analizleri. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 270 sayfa.

KILIÇ, G.B., and SÜLAR, V., 2012. Frictional Properties of Cotton-Tencel Yarns Spun in Different Spinning Systems. Textile Research Journal, 82(8): 755-765.

LAWRENCE, C.A., 2003. Fundamentals of Spun Yarn Technology. CRC Press LLC, Florida, s.316-321.

LOU C.W., CHANG, C.W., LIN, J.H., LEI, C.H., and HSING, W.H., 2005. Production of a Polyester Core-Spun Yarn with Spandex Using a Multi-section Drawing Frame and a Ring Spinning Frame. Textile Research Journal, 75(5): 395-401.

LOU, C.W., 2005. Process of Complex Core Spun Yarn Containing a Metal Wire. Textile Research Journal, 75(6): 466-473.

MAHMOOD, N., JAMIL, N.A., NADEEM, M., and SAEED, M.A., 2003. Effect of Multiple Spinning Variables on the Spinability of Cotton Covered Nylon Filament Core Yarn. Pakistan Textile Journal, LII(2).

MOHAMAD, G.A., 2015. Comparative Study of Air Permeability of Polyester/ Metallic Blended Woven Fabrics. Life Science Journal, 12(6): 78-82.

MONTGOMERY, D.C., 2001. Design and Analysis of Experiments. John Wiley & Sons Inc., New York, 684 pages.

MOURAD, M.M., ELSHAKANKERY, M.H., and ALMETWALLY, A:A., 2012. Physical and Stretch Properties of Woven Cotton Fabrics Containing Different Rates of Spandex. Journal of American Science, 8(4): 567-572.

MUKHOPADHYAY, S., 2002. Microfibres-An Overview. Indian Journal of Fibre&Textile Research, 27:307-314.

MUKHOPADHYAY, S., and RAMAKRISHNAN, G., 2008. Microfibres. Textile Progress, 40(1): 1-86.

MURRELLS, C., 2007. Twist Liveliness of Spun Yarns and The Effects on Knitted Fabric Spirality. PhD. Thesis, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, 215 pages.

NAIR, A.U., SHEELA, M.V., VIVEKANANDAN, M.V., PATWARDHAN, B.A., and NACHANE, R.P., 2013. Studies on Friction in Cotton Textiles: Part I- A Study on The Relationship Between Physical Properties and Frictional Characteristics of Cotton Fibres and Yarns. Indian Journal of Fibre&Textile Research, September, 38: 244-250.

NASSIF, G.A.A., 2014. A Comparative Study Between Physical Properties of Compact and Ring Yarn Fabrics Produced From Medium and Coarser Yarn Counts. Hindawi Publishing Corporation Journal of Textiles, Article ID 569391, 6 pages.

NATARAJAN, K., 2003. Air Permeability of Elastomeric Fabrics As a Function of Uniaxial Tensile Strain. M.Sc. Thesis, North Carolina State University, Raleigh, 132 pages.

NILSSON, C., and LINDSTAM, E., 2012. A Study of The Denim Value Chain and Critical Aspects of Denim Quality. Bachelor Thesis in Textile Technology Swedish School of Textiles, Swedish, 46 pages.

OĞULATA, R.T., 2006. Air Permeability of Woven Fabrics. Journal of The Textile and Apparel, Technology and Management, 5(2): 1-10.

ÖNER, E., 2008. Dokuma Kumaşların Konfor Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Pamukkale, 94 sayfa.

ÖRTLEK., H.G., ve BABAARSLAN. O., 2003. Spandex (Lycra) İçerikli Core-Spun İpliklerin (Pes/Viskon) Tüylülük Özelliklerinin İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 8(1): 79-93.

ÖRTLEK, H.G., KILIÇ, G., OKYAY, G., ve BİLGET, Ö., 2011. Paslanmaz Çelik Tel İçerikli Özlü İplik Üretimi İçin Farklı Ring Eğirme Metodlarının İncelenmesi. Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, 3: 225-235.

ÖZDİL, N., ÖZÇELİK, G., and MENGÜÇ, G.S., 2012. Analysis of Abrasion Characteristics in Textiles (M. ADAMIAK Editor). Abrasion Resistance of Materials, InTech Publishing, Croatia, s.119-146.

ÖZKAN, S., 2008. Filament Kesit Şeklinin, Sayısının ve Lineer Yoğunluğunun POY ve Tekstüre İplik Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 275 sayfa.

ÖZKAN, S., ve BABAARSLAN, O., 2010. İplik Kesitindeki Filament Sayısının Filament ve Tekstüre İpliklerin Özellikleri Üzerindeki Etkisi. Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, 1:17-22.

PERUMALRAJ, R., and DASARADHAN, B.S., 2009. Tensile Properties of Copper Core Yarns. Journal of Textile and Apparel Technology and Management, 6(2): 1-23.

PERUMALRAJ, R., and DASARADHAN, B.S., 2010. Tensile Properties of Copper Core Yarn. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 29(11): 1688-1701.

PERUMALRAJ, R., DASARADHAN, B.S., and NALANKILLI, G., 2010. Copper, Stainless Steel, Glass Core Yarn, and Ply Yarn Woven Fabric Composite Materials Properties. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 29(20): 3074-3082.

POURAHMAD, A., and JOHARI, M.S., 2011. Comparison of The Properties of Ring, Solo, and Siro Core-Spun Yarns. The Journal of The Textile Institute, 102(6):540-547.

PRAMANIK, P., and PATIL, V.M., 2007. Physical Characteristics of Cotton/Polyester Air-Jet Core Spun Yarn. ATNT Proceeding, pp.1-8.

PRAMANIK, P., and PATIL, V.M., 2009. Physical Characteristics of Cotton/Polyester Core Spun Yarn Made Using Ring And Air-Jet Systems. Autex Research Journal, 9(1): 14-19.

PRIMENTAS, A., 2003. Direct Determination of Yarn Snarliess. Indian Journal of Fibre&Textile Research, 28:23-28.

QADIR, M.B., HUSSAIN, T., MALIK, M., AHMAD, F., and JEONG, S.H., 2014. Effect of Elastane Linear Density and Draft Ratio on The Physical and Mechanical Properties of Core-Spun Cotton Yarns. The Journal of The Textile Institute, 105(7):753-759.

PURANE, S.V., and PANIGRAHI, N.R., 2007. Microfibres, Microfilaments & Their Applications. Autex Research Journal, 7(3): 148-158.

RAMAKRISHNAN, G., DHURAI, B., and MUKHOPADHYAY, S., 2009. An Investigation into The Properties of Knitted Fabrics Made From Viscose Microfibers. Journal of Textile and Apparel Technology and Management, 6(1): 1-9.

RAWAL, A., and MUKHOPADHYAY, S., 2014. Melt Spinning of Synthetic Polymeric Filaments (D. ZHANG Editör). Advances in Filament Yarn Spinning of Textiles and Polymers, The Textile Institute Woodhead Publishing, İngiltere, s.73-100.

SALDAEVA, E., 2009. Through Thickness Air Permeability And Thermal Conductivity Analysis for Textile Materials. PhD. Thesis, University of Nottingham, Nottingham, 173pages.

SANKARAN, V., 2012. Predictıng Mechanical Properties and Hand Values From The Parameters of Weave Structures. PhD. Thesis, Faculty of Technology Anna University, Chennaı, 257 pages.

SENTHILKUMAR, M., ANBUMANI, N., and HAYAVADANA, J., 2011. Elastane Fabrics- A Tool For Stretch Applications in Sports. Indian Journal of Fibre&Textile Research, September, 36: 300-307.

SHAHBAZ, B., NAWAZ, S.M., and SAEED, M.A., 2002. Technological Studies on ElasticCore Cotton Covered Yarn. Pakistan Journal of Applied Sciences, 2(6):690-693.

SMITH, C. S., 1978. Termomechanical Repsonces of Textured Yarns. PhD. Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, 332 pages.

SRINIVASAN, J., RAMAKRISHNAN, G., MUKHOPADHYAY, S., and MANOHARAN,S., 2005. A Study of Knitted Fabrics From Polyester Microdenier Fibres. Journal of the Textile Institute, 98(1): 31-35.

STALDER, H., 2009. Rieter İplikçilik El Kitabı- Cilt 6- Alternatif Eğirme Sistemleri (E. KIRTAY Çevirmen). Rieter Machine Works Ltd., İsviçre, s.15-23.

SU, C.I., MAA, M.C., and YANG, H.Y., 2004.Structure and Performance of Elastic Core-Spun Yarn. Textile Research Journal, 74(7):607-610.

ŞEKERDEN, F., 2009. Pes/Vis/Lycra® İçerikli Atkı Elastan Dokumalarda Çeşitli Dokuma Faktörlerinin Kumaşın Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 177 sayfa.

TANIR, S.K., 2007. Karışım Ring İpliklerinde Karışım Oranlarına Bağlı Olarak Tüylülük ve Çeşitli İplik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 131 sayfa.

TASHKANDI, S., FERGUSSON, S.M., and WANG, L., 2013. Thermal Comfort Properties of Wool and Polyester/Wool Woven Fabrics Dyed in Black. Journal of Fiber Bioengineering and Informatics, 6(3): 265-275.

TAVANI , H., ATAEIAN, A., GHASEMI, L., and KARGAR, Z., 2007. Comparison of the Properties of False Twist Textured Super Bright, Semi-dull, Grey and Black Dope Dyed Polyethylene Terephthalate Yarns. Fibres& Textiles in Eastern Europe, 15(4): 54-58.

TELİ, M.D., KHARE, A.R., and CHAKRABARTI, R., 2008. Dependence of Yarn and Fabrıc Strength on The Structural Parameters. Autex Research Journal, 8(3): 63-67.

TEKE, Ş., 2010. Polyester İplik Üretiminde, Düze Sonrası İplik Akışının Fluent Programı Kullanılarak Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 102 sayfa.

TURAN, R.B., ve OKUR, A., 2010. Kumaşlarda Hava Geçirgenliği. Tekstil ve Mühendis Dergisi, 15(72): 16-25.

ULUTAŞ, F.M., 2005. Yalancı Büküm Yöntemi ile Tekstüre Tekniğinde Dıştan Sürtünmeli Başlıklarla Üretilen İpliklerin Çeşitli Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 132 sayfa.

VURUŞKAN, D., 2010. Elastan İçerikli İplik Üretmek Üzere Modifiye Edilen Ring Makinasında Üretim Değişkenlerinin Optimizasyonu ve İplik Kalitesi Üzerindeki Etkisi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana, 235 sayfa.

ÜTE, T.B., ve KADOĞLU, H., 2009. Viskon Sirospun ve Ring İpliklerinin Özelliklerinin Karşılaştırılması. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3(3): 12-23.

YANG, H.W., KIM, H.J., ZHU, C.Y., and HUH, Y., 2009. Comparisons of Core-Sheath Structuring Effects on The Tensile Properties of High-Tenacity Ring Core-Spun Yarns. Textile Research Journal, 79(5): 453-460.

YEŞİLKÜTÜK, N., 2000. Ring İplik Makinelerinde Sargılı İpliklerin (Core Yarn) Eğrilmesinde Bazı Üretim Parametrelerinin İplik Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa,73 sayfa.

YILDIRIM, K., 2007. Pet İpliğinde Kristalinite Oranını Etkileyen Faktörlerin Etki Derecelerinin Tespiti. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 540 sayfa.

YILDIRIM, K., ALTUN, Ş., and ULCAY, Y., 2009. Relationship Between Yarn Properties and Process Parameters in False-Twist Textured Yarn. Journal of Engineered Fibers and Fabrics, 4(2): 26-32.

XU, B.G., MURRELLS, C.M., and TAO, X.M., 2008. Automatic Measurement and Recognition of Yarn Snarls by Digital Image and Signal Processing Methods. Textile Research Journal, 78(5): 439-456.

ZIAEE, M., BORHANI, S., and SHANBEH, M., 2011. Evaluation of Physical and Mechanical Properties of Cotton Covered Polypropylene-Core Yarns and Fabrics. Industria Textila, 62(1): 9-13.

ZHANG, D., and CHENG, L., 2010. Comparison of Two Different Yarn Evenness Test Methods. Modern Applied Science, 4(3): 71-76.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Gaziantep'te doğdu. İlköğrenimini Gaziantep Akyol İlköğretim okulunda, orta öğrenimini Fitnat-Nuri Tekerekoğlu Anadolu Lisesi'nde tamamladıktan sonra 1999 yılında Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde başladığı lisans eğitimini 2004 yılında tamamladı. 2006 yılında Gaziantep Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak atandı. 2009 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2010 yılında Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde doktora eğitimine başladı.