



**POLYESTER TEKSTÜRE İPLİKLERDE FİLAMANT
KESİT ŞEKLİNİN VE TEKSTÜRE İŞLEM
PARAMETRELERİNİN İPLİK VE KUMAŞ
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Fatih Ahmet ÖZAT



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**POLYESTER TEKSTÜRE İPLİKLERDE FİLAMENT KESİT ŞEKLİNİN VE
TEKSTÜRE İŞLEM PARAMETRELERİNİN İPLİK VE KUMAŞ
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Fatih Ahmet ÖZAT

ORCID ID: 0000-0003-3783-8539

Prof. Dr. Özcan ÖZDEMİR

ORCID ID: 0000-0003-2494-6485

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2019

TEZ ONAYI

Fatih Ahmet ÖZAT tarafından hazırlanan “POLYESTER TEKSTÜRE İPLİKLERDE FİLAMENT KESİT ŞEKLİNİN VE TEKSTÜRE İŞLEM PARAMETRELERİNİN İPLİK VE KUMAŞ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman. : Prof. Dr. Özcan ÖZDEMİR

Başkan: Prof. Dr. Özcan ÖZDEMİR

ORCID ID: 0000-0003-2494-6485

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Prof. Dr. Fatma KALAOĞLU

ORCID ID: 0000-0003-4141-6988

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Sibel ŞARDAĞ

ORCID ID: 0000-0001-9177-0059

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

/ /2019

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

17.10.2019

İmza

Fatih Ahmet ÖZAT



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

POLYESTER TEKSTÜRE İPLİKLERDE FİLAMENT KESİT ŞEKLİNİN VE
TEKSTÜRE İŞLEM PARAMETRELERİNİN İPLİK VE KUMAŞ ÖZELLİKLERİNE
ETKİSİ

Fatih Ahmet ÖZAT

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Özcan ÖZDEMİR

Bu çalışmada, farklı lif kesit şekillerine sahip polyester ipliklere uygulanan yalancı büküm tekstüre işleminin tekstüre edilmiş iplik ve bu ipliklerden örülmüş kumaş özelliklerine etkisi incelenmiştir.

Tekstüre işlemindeki çekim, sıcaklık ve büküm işlemlerinin lif kesit şekillerinde neden oldukları değişimleri görmek amacı ile bir ön çalışma yapılmıştır. Ön çalışma neticesinde çalışma parametrelerinden; çekim oranı, büküm elemanı kombinasyonu ve fırın sıcaklıkları belirlenmiştir. Belirlenen çekim oranı ve büküm elemanı kombinasyonu değerleri sabit tutularak, birinci fırın sıcaklığı değerlerinin dört farklı lif kesit şeklindeki tekstüre iplik (DTY) özelliklerine ve bu ipliklerden örülen kumaş özelliklerine etkisi, tam çekimli (FDY) iplik özellikleri ile kıyaslanarak incelenmiştir.

Kuramsal temeller kısmında, polyester lifin özellikleri, polyester POY, FDY ve yalancı büküm tekstüre ipliklerin üretimi ile tez konusuna ilişkin önceki yıllarda yapılan deneysel çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

Deneysel kısımda, üretilen ipliklerin numara, kopma uzaması, kopma mukavemeti, kıvrım elastikiyeti, kıvrım kısalması, kıvrım kalıcılığı ve kaynama çekme değerleri; üretilen kumaşların patlama mukavemeti, patlama gerinmesi, hava geçirgenliği, termal direnç ve termal iletkenlik değerleri ölçülmüş ve sonuçlar istatistiksel olarak yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Polyester, yalancı büküm tekstüre, lif kesit şekli, mukavemet, kıvrım, hava geçirgenliği, termal direnç

2019, x + 95 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECT OF FILAMENT CROSS SECTION SHAPE AND TEXTURING PROCESS PARAMETERS ON YARN AND FABRIC PROPERTIES IN POLYESTER TEXTURED YARNS

Fatih Ahmet ÖZAT

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Textile Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Özcan ÖZDEMİR

In this study, the effect of first heater temperature value on yarn and knitted fabric properties of false twist texturing process applied to polyester yarns with different fiber cross section shapes was investigated.

A preliminary study was conducted to see the changes in fiber cross section shapes caused by drawing, temperature and twisting in the texturing process. As a result of the preliminary study, draw ratio, twist element combination and heater temperatures were determined from the working parameters. By keeping the determined draw ratio and twist element combination values constant, the effects of the first oven temperature values on four different fiber cross-sectional texturized yarn (DTY) properties and on the fabric knitted with this yarn was analyzed by comparing with fully drawn yarn (FDY).

In the theoretical foundations part, information about the properties of polyester fiber, production of polyester POY, FDY and false twist textured yarns and experimental studies on the thesis subject are given.

In the experimental part of the study, the results of the yarn count, breaking elongation, breaking strength, crimp elasticity, crimp contraction, crimp stability and shrinkage; the results of the fabric bursting strength, bursting distension, air permeability, thermal resistance and thermal conductivity values were measured and the results were statistically interpreted.

Key words: Polyester, false twist texturing, fiber cross section, strength, crimp, air permeability, thermal resistance

2019, x + 95 pages.

TEŞEKKÜR

Lisansüstü tez konumun belirlenmesi ve çalışmalarımın yönlendirilmesi konularında bana yol gösterip yardımlarını esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Özcan ÖZDEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans öğrenim hayatım boyunca benden emeklerini esirgemeyen, bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren ve destek olan Sayın Araş. Gör. Mahmut Oğuz KESİMCİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmada kullanılan ipliklerin ve kumaşların üretilmesinde, test imkânlarından faydalanılmasında yardımcı olan ve tecrübelerini esirgemeyen tüm KORTEKS A.Ş. yöneticilerime ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bana daima destek olan, sevgi ve yardımlarını esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürler.

Fatih Ahmet ÖZAT

17/10/2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. Polyester Lifleri.....	3
2.2. Polyester Polimer ve Cips Üretimi.....	4
2.3. Polyester POY/FDY Üretimi.....	8
2.3.1. Direkt üretim.....	8
2.3.2. Ekstrüderli üretim.....	12
2.4. Polyester Liflerinin Fiziksel Özellikleri.....	14
2.5. Polyester Liflerinin Kimyasal Özellikleri.....	15
2.6. Tekstüre İplikçiliği.....	16
2.6.1. Yalancı büküm tekstüre yöntemi.....	17
2.6.2. Hava jetli tekstüre yöntemi.....	18
2.6.3. Yığılma kutusu tekstüre yöntemi.....	19
2.6.4. Örme sökme tekstüre yöntemi.....	20
2.7. Frikasyon Diskli Yalancı Büküm Tekstüre.....	21
2.7.1. Çalışma hızı.....	22
2.7.2. Çekim oranı.....	23
2.7.3. Birinci fırın sıcaklığı.....	24
2.7.4. Büküm elemanı.....	25
2.7.5. D/Y oranı.....	28
2.7.6. Puntalama.....	29
2.7.7. İkinci fırın sıcaklığı ve aşırı besleme.....	30
2.7.8. Yağlama.....	31
2.7.9. Sarım.....	31
2.8. Yalancı Büküm Tekstüre İplikçiliği ve Farklı Kesite Sahip İplikler Üzerine Yapılmış Önceki Çalışmalar.....	32
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	40
3.1. Materyal.....	40
3.2. Yöntem.....	40
3.2.1. Ön çalışma.....	40
3.2.2. İpliklerin üretimi.....	41
3.2.3. Kumaşların üretimi.....	42
3.2.4. İplik test yöntemleri.....	42
3.2.5. Kumaş test yöntemleri.....	46
3.2.6. İstatistiksel analizler.....	48
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	49
4.1. Ön Çalışma Sonuçları.....	49
4.2. Çalışma Ölçüm Sonuçları.....	51
4.2.1. İpliklere ait ölçüm sonuçları.....	51
4.2.2. Kumaşlara ait ölçüm sonuçları.....	54

4.3. Çalışma Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi	57
4.3.1. İpliklere ait ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi	57
4.3.2. Kumaşlara ait ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi.....	73
5. SONUÇ.....	86
KAYNAKLAR	93
ÖZGEÇMİŞ	95



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
α	1. Tip hata
SS	Standart sapma
Xort	Ortalama değer
%	Yüzde
%U _m	İplik düzgünsüzlüğü
%CV _m	İplik düzgünsüzlüğü
%CV	Varyasyon katsayısı
°C	Santigrat derece

Kısaltmalar	Açıklama
ASTM	Amerikan test ve malzeme kurumu
bar	Basınç birimi
cm	Santimetre
cm ²	Santimetre kare
cm ³	Santimetre küp
cN	Santi newton
DEG	Dietilen glikol
denye	İplik numarası
df	Serbestlik derecesi
DIN	Alman standardizasyon enstitüsü
dk	Dakika
dtex	İplik numarası
DTY	Çekimli tekstüre ipilk
DDTY170	170°C' de tekstüre edilen dairesel kesitli ipilk
DDTY150	150°C' de tekstüre edilen dairesel kesitli ipilk
DDTY130	130°C' de tekstüre edilen dairesel kesitli ipilk
DFDY	Dairesel kesitli FDY iplik
EN	Avrupa normu
F	Test istatistiği
FDY	Tam çekimli ipilk
g	Gram
H2O	Hidrojen dioksit
HTM	Isı transfer ortamı
IBDDTY170	170°C' de tekstüre edilen içi boş dairesel kesitli ipilk
IBDDTY150	150°C' de tekstüre edilen içi boş dairesel kesitli ipilk
IBDDTY130	130°C' de tekstüre edilen içi boş dairesel kesitli ipilk
IBDFDY	İçi boş dairesel kesitli FDY iplik
IMG	Puntalama
ISO	Uluslararası standardizasyon organizasyonu
KÇ	Kaynama çekme
KE	Kıvrım elastikiyeti
kg	Kilogram
KK	Kıvrım kısalması
kpa	Kilopaskal
KS	Kıvrım kalıcılığı

m	Metre
m ²	Metre kare
mbar	Megabar
MEG	Monoetilen glikol
mm	Milimetre
mol	Molarite
MS	Kareler ortalaması
NaOH	Sodyum hidroksit
NSF	Durmadaan alıřan filtre
ODTY170	170°C' de tekstüre edilen oktolobal kesitli ipilk
ODTY150	150°C' de tekstüre edilen oktolobal kesitli ipilk
ODTY130	130°C' de tekstüre edilen oktolobal kesitli ipilk
OFDY	Oktolobal kesitli FDY iplik
P	Olasılık
PET	Polietilen tereftalat
POY	Ön çekimli iplik
ppm	Milyonda bir
PTA	Poli tereftalik asit
rpm	Dakikadaki devir sayısı
Sb(Ac) ₃	Amonyum triasetat
sn	Saniye
SNK	Student newman keuls
SS	Kareler ortalaması
tex	Iplik numarası
TiO ₂	Titanyum dioksit
UV	Ultraviyole
WDTY170	170°C' de tekstüre edilen W kanal kesitli ipilk
WDTY150	150°C' de tekstüre edilen W kanal kesitli ipilk
WDTY130	130°C' de tekstüre edilen W kanal kesitli ipilk
WFDY	W kanal kesitli FDY iplik

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. 1990-2017 yılları arasında lif üretim miktarları	1
Şekil 2.1. Polyester lifinin molekül yapısı	3
Şekil 2.2. Glikol ve dimetil tereftalat kullanılan polyester üretim yöntemi.....	4
Şekil 2.3. Etilen glikol ve tereftalik asidin kullanıldığı polyester sentezi	4
Şekil 2.4. Birinci reaktör temsili gösterimi.....	5
Şekil 2.5. İkinci reaktör temsili gösterimi.....	6
Şekil 2.6. Üçüncü reaktör temsili gösterimi.....	6
Şekil 2.7. Dördüncü reaktör temsil gösterimi	7
Şekil 2.8. Beşinci reaktör temsili gösterimi	7
Şekil 2.9. Polyester polimer kabloları ve cipsi	8
Şekil 2.10. Düze paketi	10
Şekil 2.11. Farklı kesitlerdeki filamentlerin lif enine kesit görüntüleri.....	11
Şekil 2.12. Yalancı büküm oluşum prensibi	17
Şekil 2.13. Farklı büküm elemanlarıyla yalancı büküm tekstüre işlemleri.....	18
Şekil 2.15. Hava jeti çizimi ve iplik yapısı	19
Şekil 2.16. Yığılma kutusu tekstüre işlemi	20
Şekil 2.17. Örme sökme tekstüre yöntemi	21
Şekil 2.18. Tekstüre işlem akışı	22
Şekil 2.19. Moleküler zincirler boyunca kristalin ve amorf bölgeler modeli	24
Şekil 2.20. Birinci fırın çıkışı büküm almış iplik	25
Şekil 2.21. Friksiyon disklerinin yer aldığı büküm bölgesi	26
Şekil 2.22. Seramik ve poliüretan disklerle çalışıldığında oluşan iplik yüzeyleri	27
Şekil 2.23. Puntalama jetinin yalancı büküm tekstüre işleminde yerleşim bölgeleri	29
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan lif enine kesit şekilleri.....	41
Şekil 3.2. Kıvrım değerlerini hesaplamak için yapılan ölçümler.....	44
Şekil 4.1. Çalışmada kullanılan ipliklerin numara değerleri.....	59
Şekil 4.2. Çalışmada kullanılan ipliklerin kopma uzama değerleri	62
Şekil 4.3. Çalışmada kullanılan ipliklerin mukavemet değerleri.....	64
Şekil 4.4. Çalışmada kullanılan DTY ipliklerin kıvrım elastikiyeti değerleri	66
Şekil 4.5. Çalışmada kullanılan DTY ipliklerin kıvrım kısılması değerleri.....	68
Şekil 4.6. Çalışmada kullanılan DTY ipliklerin kıvrım kalıcılığı değerleri	70
Şekil 4.7. Çalışmada kullanılan ipliklerin kaynama çekme değerleri.....	72
Şekil 4.8. Çalışmada kullanılan kumaşların patlama mukavemeti değerleri	75
Şekil 4.9. Çalışmada kullanılan kumaşların patlama gerinimi değerleri	77
Şekil 4.10. Çalışmada kullanılan kumaşların hava geçirgenliği değerleri.....	80
Şekil 4.11. Çalışmada kullanılan kumaşların termal direnç değerleri	82
Şekil 4.12. Çalışmada kullanılan kumaşların termal iletkenlik değerleri	85

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Poliüretan ve seramik diskin avantajları ve dezavantajları.....	27
Çizelge 3.1. Polyester polimer ve cips özellikleri.....	40
Çizelge 3.2. Eriyikten çekim üretim parametreleri.....	41
Çizelge 3.3. Tekstüre işlem parametreleri	42
Çizelge 4.1. Dynafil Me test cihazındaki fırın sıcaklığı denemeleri sonucu lif kesit şekli görüntüleri.....	49
Çizelge 4.2. Tekstüre makinesindeki çekim oranı denemeleri sonucu lif kesit şekli görüntüleri.....	50
Çizelge 4.3. Tekstüre makinesindeki disk kombinasyonu denemeleri sonucu lif kesit şekli görüntüleri	50
Çizelge 4.4. Tekstüre makinesindeki birinci fırın sıcaklığı denemeleri sonucu lif kesit şekli görüntüleri	51
Çizelge 4.5. Tekstüre işleminde kullanılan POY ipliklerin fiziksel özellikleri	51
Çizelge 4.6. İpliklerin numara, kopma uzama ve mukavemet ölçüm sonuçları	52
Çizelge 4.7. DTY ipliklerin kıvrım elastikiyeti, kıvrım kısalması ve kıvrım kalıcılığı ölçüm sonuçları	53
Çizelge 4.8. İpliklerin kaynama çekme ölçüm sonuçları.....	54
Çizelge 4.9. Üretilen kumaşların yapısal özellikleri.....	55
Çizelge 4.10. Kumaşların patlama mukavemeti ve patlama gerinimi ölçüm sonuçları..	56
Çizelge 4.11. Kumaşların hava geçirgenliği, termal direnç ve termal iletkenlik ölçüm sonuçları	57
Çizelge 4.12. DTY iplik numarası varyans analizi	58
Çizelge 4.13. DTY iplik numarası SNK testi	58
Çizelge 4.14. FDY iplik numarası varyans analizi	59
Çizelge 4.15. DTY iplik kopma uzaması varyans analizi.....	60
Çizelge 4.16. DTY iplik kopma uzaması SNK testi	60
Çizelge 4.17. FDY iplik kopma uzaması varyans analizi.....	61
Çizelge 4.18. FDY iplik kopma uzaması SNK testi	61
Çizelge 4.19. DTY iplik mukavemeti varyans analizi.....	62
Çizelge 4.20. DTY iplik mukavemeti SNK testi	63
Çizelge 4.21. FDY iplik mukavemeti varyans analizi	63
Çizelge 4.22. FDY iplik mukavemeti SNK testi.....	64
Çizelge 4.23. DTY iplik kıvrım elastikiyeti varyans analizi	65
Çizelge 4.24. DTY iplik kıvrım elastikiyeti SNK testi.....	65
Çizelge 4.25. DTY iplik kıvrım kısalması varyans analizi.....	67
Çizelge 4.26. DTY iplik kıvrım kısalması SNK testi	67
Çizelge 4.27. DTY iplik kıvrım kalıcılığı varyans analizi.....	68
Çizelge 4.28. DTY iplik kıvrım kalıcılığı SNK testi	69
Çizelge 4.29. DTY iplik kaynama çekmesi varyans analizi	70
Çizelge 4.30. DTY iplik kaynama çekmesi SNK testi.....	71
Çizelge 4.31. FDY iplik kaynama çekmesi varyans analizi	71
Çizelge 4.32. FDY iplik kaynama çekmesi SNK testi.....	72
Çizelge 4.33. DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama mukavemeti varyans analizi	73
Çizelge 4.34. DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama mukavemeti SNK testi.....	74

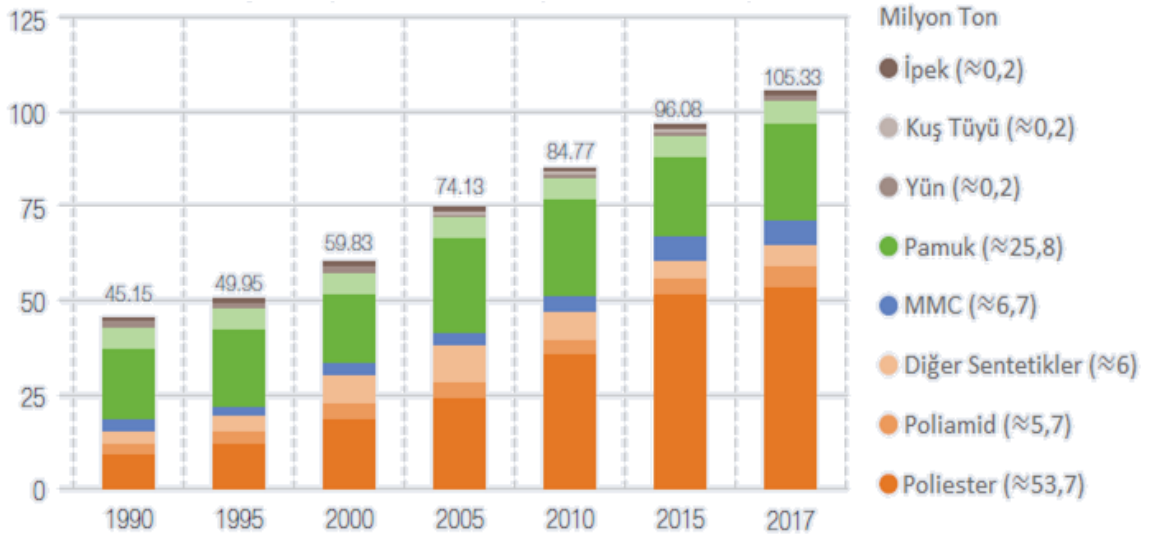
Çizelge 4.35. FDY ipliklerden örülmüş kumaşların patlama mukavemeti varyans analizi	74
Çizelge 4.36. FDY ipliklerden örülen kumaşların patlama mukavemeti SNK testi.....	75
Çizelge 4.37. DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama gerinimi varyans analizi	76
Çizelge 4.38. DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama gerinimi SNK testi.....	76
Çizelge 4.39. FDY ipliklerden örülmüş kumaşların patlama gerinimi varyans analizi..	77
Çizelge 4.40. DTY ipliklerden örülen kumaşların hava geçirgenliği varyans analizi	78
Çizelge 4.41. DTY ipliklerden örülen kumaşların hava geçirgenliği SNK testi	78
Çizelge 4.42. FDY ipliklerden örülmüş kumaşların hava geçirgenliği varyans analizi .	79
Çizelge 4.43. FDY ipliklerden örülen kumaşların hava geçirgenliği SNK testi.....	79
Çizelge 4.44. DTY ipliklerden örülen kumaşların termal direnç varyans analizi	80
Çizelge 4.45. DTY ipliklerden örülen kumaşların termal direnç SNK testi.....	81
Çizelge 4.46. FDY ipliklerden örülmüş kumaşların termal direnç varyans analizi.....	81
Çizelge 4.47. FDY ipliklerden örülen kumaşların termal direnç SNK testi	82
Çizelge 4.48. DTY ipliklerden örülen kumaşların termal iletkenlik varyans analizi	83
Çizelge 4.49. DTY ipliklerden örülen kumaşların termal iletkenlik SNK testi.....	83
Çizelge 4.50. FDY ipliklerden örülmüş kumaşların termal iletkenlik varyans analizi...	84
Çizelge 4.51. FDY ipliklerden örülen kumaşların termal direnç SNK testi	84
Çizelge 5.1. İplik özellikleri test sonuçları	87
Çizelge 5.2. Kumaş özellikleri test sonuçları	90

1. GİRİŞ

İlk olarak üretimi 1941 yılında başlayan polyester, üretim ve ard işlem maliyetlerinin düşük olması ile birlikte sahip olduğu mukavemet, uzama, haslık vb. fiziksel özellikleri sayesinde günümüzde geniş bir alanda kullanılmaktadır.

Polyester ürünleri; polimer, iplik, kumaş ya da terbiye işlemleri gibi üretimin her aşamasında katılabilecek fiziksel ve kimyasal özellikler ile birlikte kullanım alanına bağlı olarak farklı fonksiyonlar gösterebilmektedir. Bu sebeple polyester, çok çeşitli bayan ve erkek giyiminde (tshirt, gömlek, pantolon vb.), ev tekstillerinde (perde, döşemelik vb.) ve endüstriyel alanlarda (çadır, tente, branda, kompozit vb.) kullanılmaktadır. Ayrıca bu olumlu özelliklerinden yararlanılması amacı ile diğer doğal ve sentetik liflerle karışımları da üretilmektedir.

Sentetik lifler içerisindeki polyester üretim miktarı Şekil 1.1'de gösterilmektedir. Bu şekle göre, 2005 yılına kadar lif üretim miktarında pamuk lifi polyester lifine karşı liderliğini korumuştur. Fakat liflerin tüketim miktarlarının zamanla artması ile birlikte üretimi kısıtlı olan pamuk lifinin yerini polyester lifinin aldığı görülmektedir. Polyester lifi günümüzde toplam lif üretiminin yarısından fazlasına sahip olarak pazarda liderlik etmektedir. (Anonim 2018).



Şekil 1.1. 1990-2017 yılları arasında lif üretim miktarları (Anonim 2018)

Polyester üretimini pamuk üretimi üzerine çıkararak nedenlerden bir tanesi polyester lifine doğal bir yapı kazandıran tekstüre işlemi ve bu işlemi gerçekleştiren makinelerdeki teknolojik gelişmelerdir.

Tekstüre işlemi, genel olarak sentetik ipliklere doğal lif yapısında hacimlilik ve görünüm katmaktadır. Birçok tekstüre yöntemi olmasına karşın proses sürekliliği ve verimi, maliyet yapısı ile üretilen ürünlerin olumlu özelliklerinden dolayı günümüzde çoğu firma friksiyon diskli yalancı büküm tekstüre yöntemini kullanmaktadır.

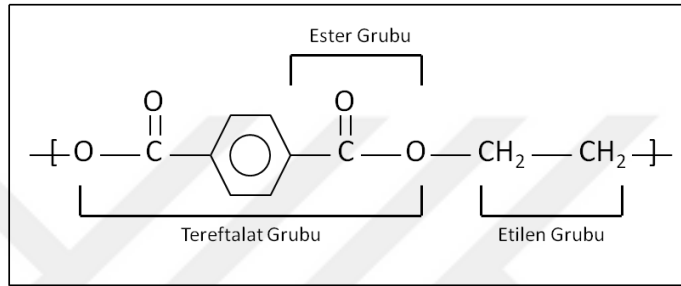
Friksiyon diskli yalancı büküm tekstüre işlemindeki çalışma parametreleri, elde edilen ipliğin özelliklerine etki etmektedir. Bu çalışma parametrelerinden fırın sıcaklığı değeri, polyester lifinin termoplastik bir lif olduğu göz önünde bulundurulduğunda oldukça önemli hale gelmektedir. İşlem sıcaklığının yanı sıra, dönen sürtünme elemanları tarafından iplikte oluşturulan yalancı büküm, filamentlerin kesit şeklinde değişiklik meydana getirebilmekte ve sonuçta iplik ile bu iplikten üretilen kumaş özelliklerinde değişiklik meydana getirebilmektedir.

Bu çalışmada, literatürde yer alan çalışmalardan farklı olarak, tekstüre işlemindeki çekim oranı, sıcaklık ve büküm işlemlerinin lif kesit şekillerinde neden oldukları değişimleri görmek amacı ile bir ön çalışma yapılmıştır. Ön çalışma neticesinde belirlenen çekim oranı ve büküm elemanı kombinasyonları değerleri sabit tutularak, birinci fırın sıcaklığı değerlerinin dört farklı lif kesit şeklindeki tekstüre iplik özelliklerine ve bu ipliklerden örülen kumaş özelliklerine etkisi, tam çekimli (FDY) iplik özellikleri ile kıyaslanarak incelenmiştir ve sonuçlar aktarılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Polyester Lifleri

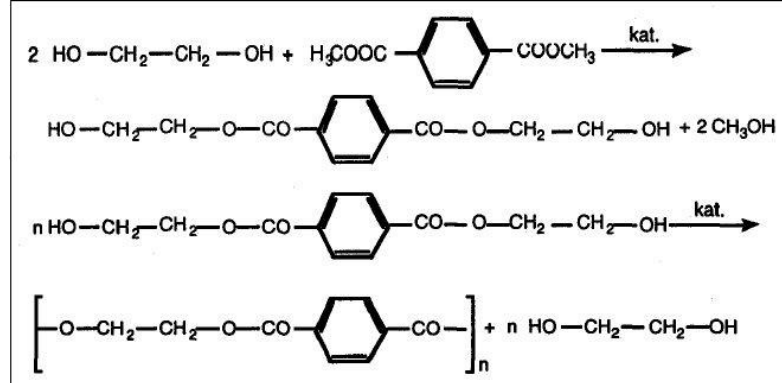
Polietilen tereftalat (PET) polyesteri, Whinfield ve Dickson tarafından keşfedilmiş olup, ilk defa 1941 yılında ticari ölçüde üretilmiştir. PET etilen glikolün tereftalik asid veya tereftalik asid dimetil esteri ile kondenzasyonundan elde edilir. Şekil 2.1’de polyester lifinin molekül yapısı ile yapıdaki ester grubu, etilen grubu ve tereftalat grubu gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Polyester lifinin molekül yapısı (Başer 2002)

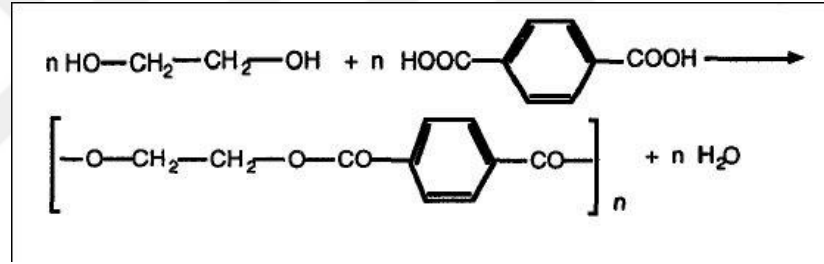
Polyester, bir dialkol ile bir dikarboksilik asidin kondenzasyonu sonucu elde edilen uzun zincirli polimerlere verilen genel bir isimdir. Zincirdeki radikal gruplar alifatik yapıda olursa, polimerin erime sıcaklığı çok düşük olacağından tekstil sektöründe kullanılamaz. Tekstil sektöründe kullanılabilen polimerlerin elde edilmesi için aromatik yapıda bileşenler seçilir. Bu bileşenlere göre farklı yapıda polyesterler elde edilir.

Polyester üretiminde, başlangıç maddelerindeki farklılığa göre iki ayrı yöntem kullanılmaktadır. Birinci yöntem Şekil 2.2’de gösterilen, başlangıç maddesi olarak etilen glikol ve dimetil tereftalat’ın kullanıldığı yöntemdir. Bu iki bileşen arasında ilk önce 200°C civarında katalizör etkisi ile bir ester değişimi, ardından ikinci aşamada daha yüksek sıcaklıklarda katalizöründe yardımıyla kondenzasyon meydana gelir. Bu yöntemde reaksiyon sonucunda metil alkol ortaya çıkar ve ortamdan uzaklaştırılır.



Şekil 2.2. Glikol ve dimetil tereftalat kullanılan polyester üretim yöntemi (Başer 2002)

İkinci elde edilme reaksiyonu, Şekil 2.3’de gösterildiği gibi tereftalik asid dimetil esterinin yerine doğrudan tereftalik asidin kullanıldığı sentezdir. Bu sentez yönteminde kullanılan bileşenlerin saf olması gerekmektedir. Aksi halde polimerleşme reaksiyonu istenilen yönde ilerlememektedir.



Şekil 2.3. Etilen glikol ve tereftalik asidin kullanıldığı polyester sentezi (Başer 2002)

Esterleşme reaksiyonlarında ayrılan su ve metilakol, reaksiyon sıcaklığı olan 270°C’de ortamdan uzaklaştırılır. Bunlardan metilalkol yeniden tereftalik asid dimetilester yapımında kullanılabilir.

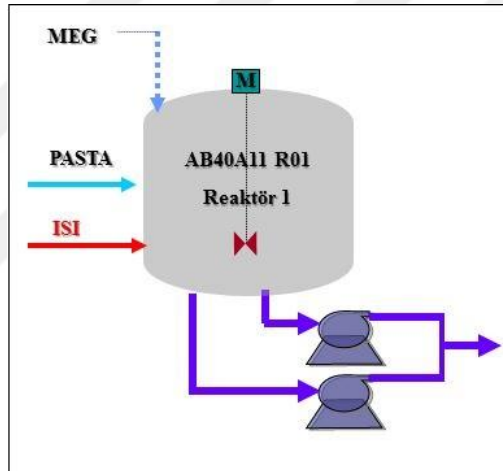
2.2. Polyester Polimer ve Cips Üretimi

Sürekli filament polyester ipliği, poli tereftalik asit (PTA) ve mono etilen glikol (MEG) hammaddelerinden ve amonyum triasetat ($\text{Sb}(\text{Ac})_3$), titanyum dioksit (TiO_2) ve dietilen glikol (DEG) yardımcı maddelerinden oluşur. Depolama silolarında bulunan PTA + MEG + DEG + $\text{Sb}(\text{Ac})_3$ reaksiyon öncesi fiziksel karışım için bir tanka beslenir. PTA sevki sırasında ortamda oksijen olması durumunda tepkime ihtimali olduğundan yangın ve patlama riski bulunmaktadır. Bu sebeple PTA, oksijensiz ortamda sevk edilmektedir. Bunun için de azot tankı ve azot jeneratörü kullanılmaktadır. Fiziksel karışım tankının

sıcaklığı 39-40°C'dir. Karışımın %70'ini PTA geri kalanını ise diğer malzemeler oluşturmaktadır. Bu tankta herhangi bir kimyasal reaksiyon oluşmaksızın malzemeler homojen bir biçimde karıştırılır.

Belirtilen hammaddeler ve yardımcı maddeler, oluşumu için bir dizi reaktörde geçerek polimer eriyiğini oluşturmaktadır. Reaktörlerin sayısı işletmeden işletmeye farklılık gösterebilmektedir.

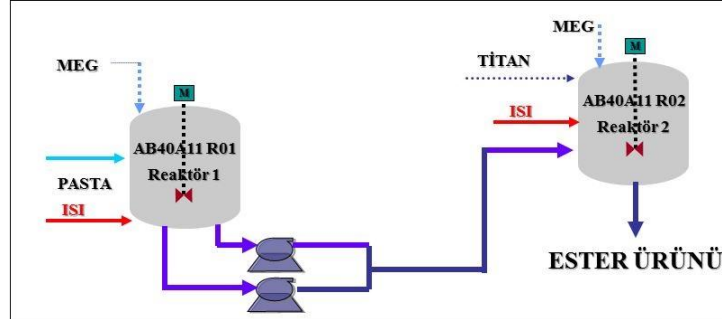
Üretim yapılan işletmede birinci ve ikinci reaktörlerde esterleşme meydana gelmektedir. Şekil 2.4'de temsili olarak gösterilen birinci reaktörde esterleşme için belirli oranlarda sıcaklığa, basınca, süreye ve hammaddelerin karıştırılmasına ihtiyaç vardır.



Şekil 2.4. Birinci reaktör temsili gösterimi (Garip 2005)

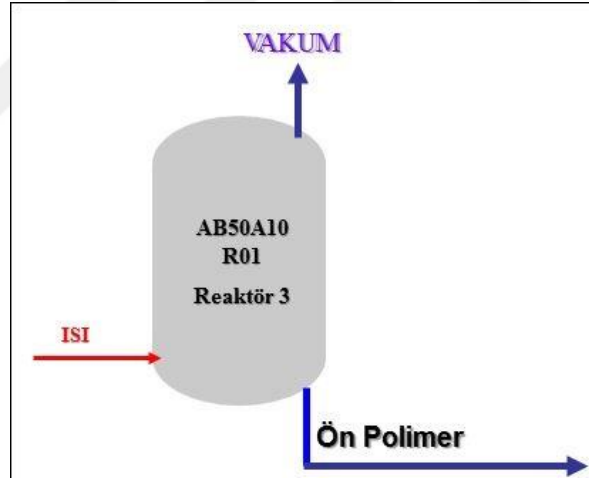
Birinci reaktörde kimyasal bağların oluşması ortama glikol eklenir ve ortam sıcaklığı 180°C'ye yükseltilir. Bu işlemin sonucunda hidrojen dioksit (H_2O) ortaya çıkar. Ortamda glikol ve su buharı istenmediğinden vana ile proses kolonuna aktarılır. Glikol ve suyun kaynama sıcaklıkları farklılığından faydalanarak iki maddenin birbirinden ayrıştırılması ve glikolün geri kazanımı sağlanır.

Birinci reaktörde oluşan ester ürünü, pompa yardımıyla Şekil 2.5'de temsili olarak gösterilen ikinci reaktöre beslenir. Esterleşme reaksiyonu bu reaktörde de devam ederken ortama matlaştırıcı görevi bulunan TiO_2 beslenir. Ortama TiO_2 beslenmez ise elde edilecek polimer parlak görünümde olmaktadır.



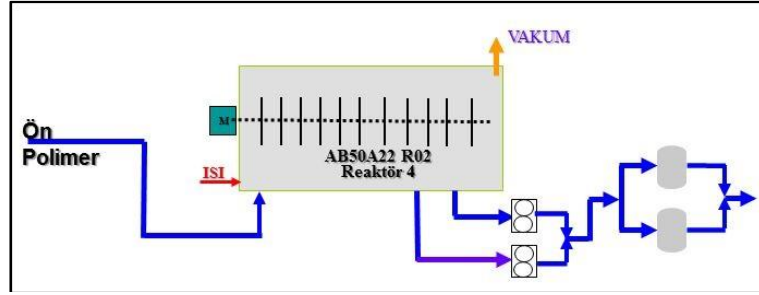
Şekil 2.5. İkinci reaktör temsili gösterimi (Garip 2005)

İkinci reaktördeki ester, basınç ve seviye farkı yardımıyla Şekil 2.6'da temsili olarak gösterilen üçüncü reaktöre gelmektedir. Bu reaktörde polikondenzasyon reaksiyonları meydana gelmektedir. Sıcaklık uygulanmaya devam ederken basınç uygulanmamaktadır. Ancak üçüncü reaktörden beşinci reaktöre doğru giderek etkisi artan vakum uygulanmaktadır. Nedeni ise vakum altında bağların daha rahat oluşması ve viskozitenin istenen seviyede olmasını sağlamaktır.



Şekil 2.6. Üçüncü reaktör temsili gösterimi (Garip 2005)

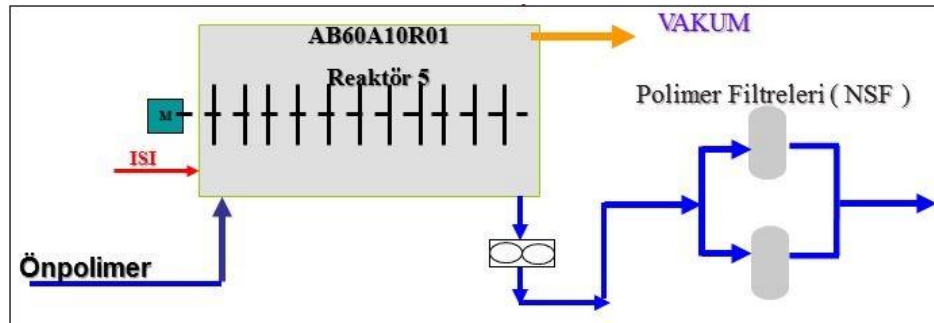
Üçüncü, dördüncü ve beşinci reaktörlerde ortaya çıkan glikol buharı ortamda istenmediğinden vana ile aktarımları yapılır. Başka bir bölümde glikol buharının üstüne aynı maddenin sıvı fazı püskürtülür. Bu sayede glikol buharının yoğunlaşarak geri kazanımı sağlanır. Şekil 2.7'de temsili olarak gösterilen dördüncü reaktör ilk üç reaktörün tersine yatay olarak konumlandırılmıştır. Bunun nedeni, glikol buharının ortaya çıkmasını kolaylaştırmak ve hammaddenin yüzey alanını genişleterek viskoziteyi istenen seviyeye getirmektir.



Şekil 2.7. Dördüncü reaktör temsil gösterimi (Garip 2005)

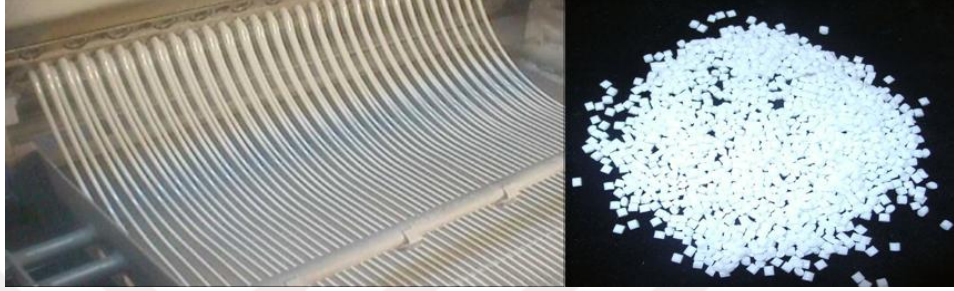
Üretim yapılan işletmede, polimer üretim aşamasında iki adet filtre bulunmaktadır. İlk filtreye ön polimer filtresi ismi verilmiştir. Bu filtre dördüncü ve beşinci reaktör arasında bulunmaktadır. Oluşabilecek safsızlıkları filtrelemek amacıyla kullanılmaktadır.

Dördüncü reaktörden çıkan ve ön polimer filtresinden geçen polimer eriyiği dişli pompalar yardımıyla Şekil 2.8’de temsili olarak gösterilen beşinci ve son reaktöre aktarılır. Bu reaktörde, yaklaşık 1 mbar’lık vakumla polikondenzasyon reaksiyonu gerçekleştirilir. Beşinci reaktörde üç önemli üretim parametresi bulunmaktadır. Bunlar; viskozite, DEG miktarı ve karboksil miktarıdır. DEG miktarı, ipliğin boya almasıyla ilgilidir. DEG miktarı fazla olursa yapı bozulur, az olursa boya alma kabiliyeti istenen seviyede olmaz. Karboksil miktarının düşük seviyede oluşu hammadde olan PTA’nın verimli kullanıldığını göstermektedir. Polimerin viskozite değeri ise iplik çekiminde oldukça önemlidir. Viskozitenin yüksek olması düzelerin tıkanmasına sebep olurken düşük olması ise akışkan bir hala sebep olduğundan iplik çekimini imkânsız hale getirmektedir.



Şekil 2.8. Beşinci reaktör temsili gösterimi (Garip 2005)

Beşinci reaktörden sonra polimer, hatlara dağıtım yapmakla görevli yıldız dağıtım vanasına gelmektedir. Buradan sonra iplik üretim işletmesi, vanayı açarak polimeri alabilmektedir. Üretim işletmesi malzeme akışını kestiği durumlarda polimer, cips kesim hattına sevk edilir. Eriyik polimer soğutulurak polimer kablolarına ve daha sonra kesim ile cips haline dönüştürülmektedir. Şekil 2.9’da polyester polimer kabloları ve kesimi yapılan cipsler gösterilmektedir.



Şekil 2.9. Polyester polimer kabloları ve cipsi

2.3. Polyester POY/FDY Üretimi

2.3.1. Direkt üretim

Polikondenzasyon tesisinden gelen eriyik polimer, direkt üretim yapan partially-oriented yarn - kısmen çekimli iplik (POY) ve fully drawn yarn – tam çekimli iplik (FDY) makinelerine beslenmektedir. Beşinci reaktör çıkışında nihai kaliteye ulaşan polimer, non stop filter - durmadan çalışan filtre (NSF) polimer filtresinden geçtikten sonra dağıtım vana gruplarına yönlendirilmektedir. NSF polimer filtresi, polimer üretim aşamasında kullanılan iki filtreden biridir ve durmaksızın çalışmaktadır. Görevi, polimer eriyiğini safsızlık adı verilen üretimin diğer aşamalarında yapısını bozabilecek maddelerden ayırmaktır.

NSF polimer filtresi kullanılmazsa, sistemde dolaşan ve ölü bölgelerde toplanan karbonize parçalar ipliğin yapısına dâhil olmaktadır. Bu da sonraki süreçlerde ipliğin yapısını bozmaktadır. Filtreden çıkan polimer eriyiği yıldız vana dağıtım grubu olarak adlandırılan bir ana dağıtım bölgesine gelmektedir.

Bu aşamadan sonra, makine gruplarını besleyen yardımcı pompalara dağıtım yapılmaktadır. Bu pompalar sayesinde basıncı düşen polimer eriyiğinin basıncı, tekrar

yükseltilerek üretim makinelerine beslenmektedir. Besleme, borular içerisinde herhangi bir ölü nokta olmadan, tüm noktalarda eşit bir sıcaklıkla çift cidarlı borular vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Aktarım borularının içinden polimer, çevresinden ise heat medium transfer – ısı transfer ortamı (HTM) adı verilen kızgın yağ dolaştırılmaktadır. Böylece polimerin kalitesi dağıtım boyunca sabit tutulmaktadır.

Bu noktadan sonra artık polimer eriyiği çalışacağı makine gruplarına göre dağıtılmaktadır. Direkt üretim sistemlerinde her üretim pozisyonu için polimer eriyiği, eşit geçiş zamanını garanti eden özel olarak tasarlanmış boru dağıtım sistemleriyle beslenmektedir. Bu sisteme eşit zamanda eşit yol prensibi adı verilmektedir. Temelinde ise tekstilin olmazsa olmazı kumaş yüzeyinde abraj problemi yatmaktadır.

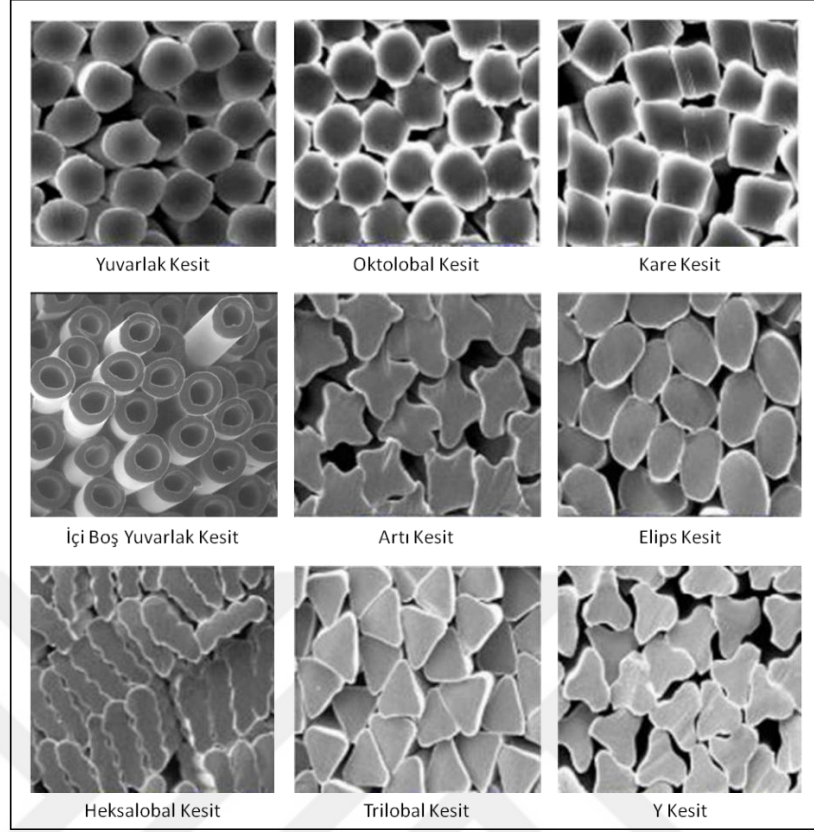
Borularda yolculuğu biten polimer eriyiği, üretim kasalarına girmektedir. Üretim kasalarında eriyiğin ısıtılması farklılık göstermektedir. Kasalara girene kadar sıvı HTM ile ısıtılan eriyik, kasalara girdikten sonra buhar fazındaki HTM ile ısıtılmaktadır. Bunun temelinde ise iki neden yatmaktadır. Birincisi, buhar fazındaki HTM'nin özgül ağırlığının çok daha düşük olması ve böylece kasalara binen yük miktarının azaltılmasıdır. İkincisi ise buhar fazındaki bir malzemenin ısı kontrolünün çok daha iyi yapılmasıdır. Zira polyester eriyiğine düzelerden sağılmadan önce son şeklinin verildiği nokta burasıdır. Bu ısıtma ise evaporatör adı verilen buhar tankları ile gerçekleştirilmektedir.

Üretim kasasının içinde bulunan ve kontrolünü sarım bilgisayarından alan üretim pompası, polimeri filtreleyerek yüksek basınçla Şekil 2.10'da gösterilen düze paketinin içine aktarmaktadır.



Şekil 2.10. Dúze paketi (Garip 2005)

Dúze paketinin içinde farklı filtrasyon işlemleri uygulanarak yaklaşık 100-150 bar'a kadar yükseltile polimer eriyiği dúze deliklerinden fişkırrır. Dúzelerin üzerindeki delik sayısı iplikteki filament sayısını belirlerken dúze deliklerinin şekli ise filamentlerin kesit şekillerini belirler. Şekil 2.11'de kullanılan bazı filament kesit şekilleri gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Farklı kesitlerdeki filamentlerin lif enine kesit görüntüleri (Atkinson 2003)

Düzeden fişkırtılan filamentler, laminer ve üniform olarak kontrol edilip kondisyonlanan hava akımıyla soğutulup katılaştırıldıkları soğutma kabininden geçmektedirler. Bu kabinlere Quench Kabini adı verilmektedir. Quench Kabini, 0,35 m/sn ile 0,70 m/sn arasında istenilen hızda havayı filamentlerin üzerine üfleme yardımcı olmaktadır. Bu soğutma, filamentlerin oryantasyonu kolaylaştırmaya ve çekim için gerekli kolaylığı sağlamaya yardımcı olmaktadır. Buradan çıkan filamentler Quench Kabini içerisinde bulunan yağlama sisteminden geçmektedirler.

Yağlama sisteminde kullanılan yağ, ipliğe, üretimin sonraki aşamalarında karşılaşılabilecek çeşitli gerilimlere ve sürtünmelere karşı direnç kazanmasını sağlamaktadır. Filamentlerin birbirine daha iyi tutunmasını sağlar, iplikte statik elektrikten doğabilecek kopmaları ve zararları engeller, soğumaya yardımcı olur.

2.3.2. Ekstrüderli üretim

Cipsin üretimi esnasında cipsi meydana getiren polimer kabloları, demineralize su vasıtasıyla soğutma işlemine maruz kaldığından yapısında bir miktar su tutmaktadır. Buna depolama koşulları ve atmosferik etmenlerde eklenince iplik üretiminde kullanılamayacak viskozitede bir polimer oluşmaktadır. Her ne kadar cips kesimi sonrasında bir kurutma yapılsa da bu yüzeysel bir kurutmadır ve depolama esnasında cipsin yapısını korumaya yönelik bir işlemdir. Bu amaçla üretimi yapılan cips eriyik olarak kullanılmadan önce mutlak surette kurutulmaktadır. Aksi takdirde yüksek nem miktarından dolayı viskozite düşmektedir. Bu da düzeden akan filamentlerin bağlanamama problemini ya da bağlansa bile yüksek miktarda kopma sayısını beraberinde getirmektedir.

Yaş cipsin kurutulması kristalizasyon ve kurutma olarak iki farklı proses ile yapılmaktadır. Kristalizasyon işlemi, polyester cipsin sıcaklık karşısında yapışmasını önlemek, homojen hale getirmek ve kolay nem atma özelliğini kazandırmak için yapılmaktadır. Temelinde sıcak havanın kristalizasyon tüpüne bir kompresör vasıtasıyla basılmasıdır. Cipsin içindeki nemi almak ve çalışma kolaylığı sağlamak için yapılan kurutma işleminde de uygulama aynı mantıkla yapılmaktadır ancak burada uygulanan proses sıcaklığı kristalizasyon işlemine göre daha yüksektir.

Kristalizasyon ve kurutma işlemi tek bir tüp içerisinde gerçekleştirilmektedir. Kristalizatör kısmında bir karıştırıcı bulunmaktadır. Bu, içeride yaş cips girişiyle beraber topaklanmaları önlemek ve homojen bir kristalizasyon işlemi için önemlidir. Üretim debisine göre kristalizasyon ve kurutma bölümlerinde kalış süreleri belirlenmektedir. Bu süreler oldukça önemlidir. İstenilen nihai değerlere ulaştıracak sıcaklıklar bu süreler dikkate alınarak seçilmektedir. Cipsin kristalizasyon ve kurutma tüpündeki hareketi serbest düşme prensibiyle gerçekleşmektedir.

Kristalizasyon ve kurutma işleminin temelinde cipsin bünyesinde bulunan nemi almak vardır. Eğer içeri verilen ve proseste kullanılan hava atmosferden doğrudan alındığı şekilde kullanılırsa amaçtan uzaklaşmaktadır. Bu nedenle bu tür sistemlerde hava kurutma üniteleri kullanılmaktadır. Hava kurutma üniteleri birbiriyle yedekli olarak çalışan ve içerisinde havanın nemini almaya yarayan özel silika-jeller bulunan bir çift

tüpten ibarettir. Atmosferden bir kompresör vasıtasıyla emilen hava silika-jellerin içerisinden geçilerek nemi alınmaktadır. Ardından büyük kompresörler vasıtasıyla kristalizasyon kurutma tüplerine gönderilmektedir. Bünyesi aldığı nemle doyma noktasına ulaşan tüpte yoğuşma sıcaklığı -40°C 'ye ulaştığında hazırda bekleyen tüp devreye girmektedir ve görevi devralmaktadır. Doyum noktasına ulaşan tüp ise yüksek sıcaklık verilerek yenilenme işleminden sonra hazır konumunda tekrar görevini beklemektedir. Tüm bu işlemler sistem tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmektedir.

İstenilen nem derecesine indirilen cipsler ekstrüder adı verilen bir makineye gönderilmektedir. Ekstrüder, kurutulmuş cipsi basınç kazandırarak eriyik haline getiren bir sistemdir. Makine içerisinde bulunan sonsuz vida ile eriyik polimer homojen bir şekilde karıştırılmaktadır. Cipsi eritmede kullanılan ısı enerjisinin %60'ı mil ile yatak arasındaki sürtünmeden ortaya çıkmaktadır. Kalan miktar ve stabilite ise ekstrüder boyunca yerleşmiş ve büyüklüğü ölçüsünde artan veya azalan ısıtma bölgelerinden sağlanmaktadır. Ekstrüder çıkışında polikondenzasyon tesisinde olduğu gibi ancak daha küçük ölçülerde olan bir NSF polimer filtresi bulunmaktadır. Görevi yine basıncı arttırmak ve safsızlıkları tutmaktır. Yedekli olarak çalışan bir çift mum filtreden oluşmaktadır.

Ekstrüder çıkışı polimer eriyiği direkt üretim hattında olduğu gibi üretim kasasına girmektedir. Bu aşamadan sonra üretim yöntemi ve polimer çeşidi ne olursa olsun iplik düzelerden filament haline getirilip yağlandıktan sonra sıra sarıma gelmektedir. Sarım bölümünde POY ve FDY ayrımı ortaya çıkmaktadır.

POY: 3 000 – 3 500 m/dk hızla üretilen ipliktir. Moleküler oryantasyon arttırılmıştır. İplik üretiminden sonra uygulanacak çekme işleminde 1,20-1,27 arasında çekim uygulanabilmektedir. Yüzde olarak uzaması %130 olan ve kesin surette çekim uygulanarak kullanımı mümkün olan iplik türüdür (Garip 2005).

FDY: 4 000 – 4 500 m/dk hızla üretilen ipliktir. Moleküler oryantasyon tamamlanmıştır ve kullanıma hazırdır. Kullanılacağı proses için tekrardan çekim işlemi gerektirmeyen iplik türüdür (Garip 2005).

Çekim işlemi tamamlanan filamentleri çift silindirli sarım makinesi yüksek hızda bobinlere sarar. Filament kopuklarını algılayan bir sensör, kopma durumunda sarma kafasına ve travers sistemine gelebilecek zararı engellemek için kesme ve emme sistemleri ile donatılmıştır. Bir takım saati, bobinin çalışma zamanını esas alarak tam bobin ağırlığını belirler. Takım saati tamamlanan bobinler otomasyon uyumlu takım değiştirici robotlar yardımıyla sarma kafasının milinden alınmaktadır ve görsel kontrol istasyonuna gönderilmek üzere her makinenin ucunda bulunan mekik arabalarına yüklenmektedir. Yüksek hızlı sarım prosesi ile üretilen iplikler uzun bir saklama ömrüyle sonuçlanacak bir ön oryantasyon kazanmış olurlar. Sarım kafasında bulunan kelebek kılavuzlar vasıtasıyla bobin yüzeyinde belirlenen açıyla gezdirilen iplikler düzgün bir formasyon kazanmış olurlar.

2.4. Polyester Liflerinin Fiziksel Özellikleri

Polyester liflerinin fiziksel özellikleri aşağıda maddeler halinde verilmiştir;

- Polyester liflerinin yoğunluğu bazı yapay ve doğal liflere oranla yüksektir (1,36-1,45 g/cm³). Bu değer, polimerdeki kristalin alanların oranı ile değişir. Kristalin bölge oranı fazla olan liflerde daha yüksek, az olan liflerde ise daha düşüktür.
- Polimerizasyon derecesi 115-140 arasındadır.
- Liflerin gerilme ve ısınmaya karşı direnci fazladır. Filamentlerin mukavemeti 4-7 g/denye, kesikli liflerin ise 4-5 g/denye'dir.
- Kristalin bölge oranının yüksekliği ve polar yapısından dolayı, nem çekme özelliği azdır. Su molekülleri ancak bir moleküler film tabakası şeklinde lif yüzeyinde tutunabilirler. Oda sıcaklığında ve standart koşullarda en fazla %0,4 nem absorplar.
- Tamamıyla hidrofobik karakterde olması nedeniyle, ıslandığında mukavemette azalma görülmez. Kristal yapısı, su moleküllerinin etkisini önler. Lifin hidrofobik yapısı, onun yağlar ve yağlı kirlere karşı ilgisini arttırır.
- Termoplastik karakterde olduğundan 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda büzülme gösterir. Bu nedenle kaynar yıkamada ve ütülemeye dikkatli davranılmalıdır. Ütülme sıcaklığı 135-140°C olmalıdır.

- Polyester lifleri 200°C civarında yumuşama gösterir. Belirli bir süre kaynar su veya su buharı etkisinde kaldığında ester bağlarında hidroliz ve mukavemette bir miktar azalma görülür. Termofikse sıcaklığı 180-220°C'dir.
- Sert bir tuşeye sahiptir. Bükülme ve kıvrılmaya karşı direnç gösterir. Bu nedenle buruşmaya karşı dayanıklıdır.
- Polyester lifleri hem plastik hem de elastik özelliklere sahiptir. Çok fazla gerilme ve çekmeye karşı Van Der Waals kuvvetleri, polimer sistemin kaymasını önler. Aşırı etkilenmelerde zayıf hidrojen bağları kopar (Başer 2002).

2.5. Polyester Liflerinin Kimyasal Özellikleri

Polyester liflerinin asitlere, bazlara, yükseltgenlere karşı olan tepkisi ve diğer kimyasal özellikleri şunlardır;

- Polyester liflerinde mukavemeti arttırmak için yapılan çekim işleminde kristalinite ile birlikte kimyasal reaktiflere karşı direnç de artar. Bu nedenle polyester lifleri, zayıf asit çözeltilerine karşı soğukta ve sıcakta oldukça dayanıklıdır. Kuvvetli anorganik asitlerden de oda sıcaklığında etkilenmez fakat sıcaklık arttıkça etkilenme düzeyi de artar. Özellikle nitrik asitte tamamen çözünür. Buna karşın polyester lifleri, derişik sülfürik asit çözeltilerinden sıcakta dahi kısa sürede etkilenmez. Bu özellik, polyester liflerin selülozik liflerden ayrıştırılmasında kullanılır.
- Polyester lifleri zayıf bazik çözeltilere karşı dayanıklıdır. Bu nedenle sabun ve deterjanlara karşı direnç gösterebilirler. Fakat kuvvetli bazik çözeltiler molekül zincirindeki ester bağlarını koparır. Derişik sodyum hidroksit (NaOH) ile yapılan işlemlerde, lif yüzeyi pürüzlü bir hal alır. İnceltme olarak bilinen bu işlem, polyester lifinin tuşesinin yumuşamasına ve dökümlülüğünün artmasına katkıda bulunur. Ancak çok derişik NaOH çözeltileri özellikle sıcaklık yükseldiğinde liflere zarar vererek dayanıklılığını azaltır.
- Polyester liflerinin yükseltgenlere karşı da dayanıklılığı fazladır. Ağartıcılarla, problemsiz bir şekilde muamele edilebilir.
- Güneş ışığına dayanıklıdır fakat ultraviyole (UV) ışınlar bir süre sonra mukavemette azalmaya yol açmaktadır.

- Termoplastik malzeme olduğundan yakıldığında erir ve isli bir alev çıkarır. Dumanları karakteristik aromatik kokudadır.
- Filament, stapel ve tow şeklinde üretilen polyester liflerin çözdürülmesinde fenol kullanılmaktadır.
- Kimyasal reaktiflerden etkilenmeyen yapısının avantajı, boyama işlemlerinde görülür. Polyester lifleri boyarmaddelerle kimyasal ilişkiye giremez. Boyama, dispersiyon boyarmaddeleri denilen ve suda çok az çözünürlüğü olan boyarmaddelerle yapılır. Lifin boyanması, kimyasal bağlanma şeklinde değil, boyarmaddenin lif içinde çözünmesi şeklinde gerçekleşir (Başer 2002).

2.6. Tekstüre İplikçiliği

20. yüzyıl ortalarında tekstil dünyasının yeni bir dalı olan kesiksiz filament tekstüre işlemi, o dönemde doğal lifler, esnek iplikler ve kıvrımlı iplikler daha yaygın kullanılmasına rağmen ticari bir başarı olarak ortaya çıkmıştır. Bu dönemlerde bir tekstil ürünüde beklenen özellikler albenili görünümle birlikte iyileştirilmiş termal konfor, elastikiyet ve kullanıcıyı memnun edebilecek kullanım özellikleridir. Tüm bu beklenen özelliklere yün, pamuk, keten gibi doğal liflerden üretilmiş iplikler doğaları gereği sahiptirler. Fakat görülmüştür ki doğal ürünlerin bazı özellikleri tekstüre işleminde sentetik lifler ile taklit edilebilmektedir.

Tekstüre işlemi kısaca, sıkı ve paralel geometride yerleşmiş kesiksiz sentetik filamentlerin hacimli bir yapı haline dönüştürülmesi tekniğidir. Bu teknik için çeşitli yöntemler uygulansa da ilk amaç sonsuz filamentleri hacimlendirerek ipliği sentetik algısından uzaklaştırmaktır.

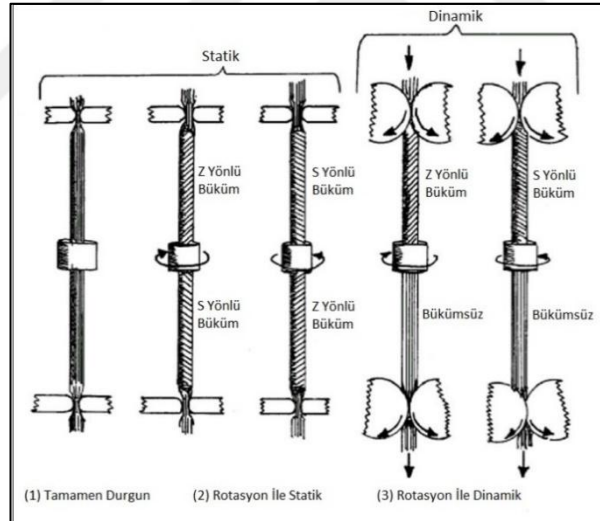
Tekstüre iplik üretiminde kullanılan bazı yöntemler şunlardır;

- Yalancı Büküm Tekstüre Yöntemi
- Hava Jetli Tekstüre Yöntemi
- Yığılma Kutusu Tekstüre Yöntemi
- Örme Sökme Tekstüre Yöntemi

2.6.1. Yalancı büküm tekstüre yöntemi

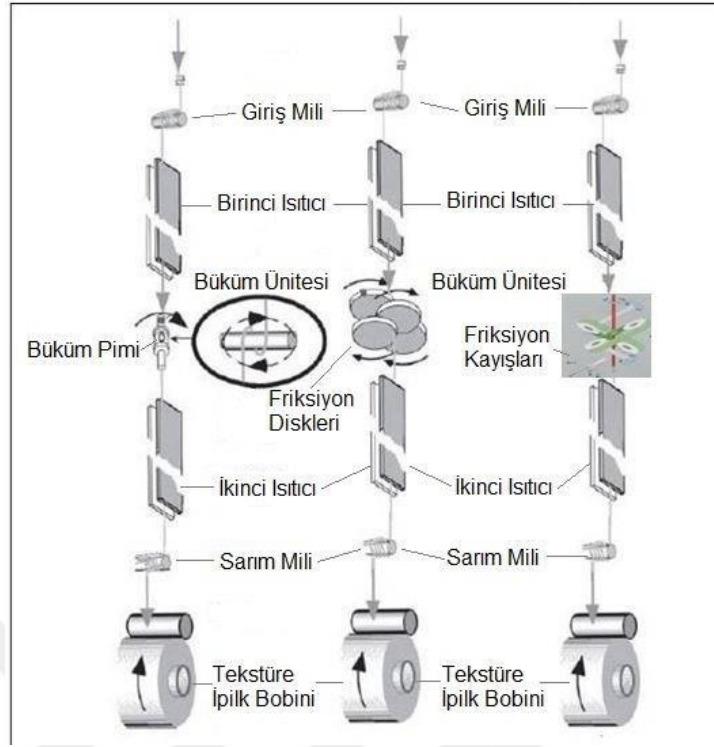
Bu yöntemde iplik sıcaklıkla birlikte çekime uğrar, bükülür daha sonra büküm ortadan kalkar ve bu yüzden iplik helisel sargılı bir yapıya kavuşur. Sonuç olarak sentetik iplik düz geometriden uzaklaşarak kıvrımlı bir yapıya sahip olur.

İpliğe büküm veren iğ ya da sürtünme elemanları besleme ve orta silindirler arasında bulunmaktadır. Sabit filament iplik iki ucundan tutulur ve bir büküm elemanı ile ortadan bükülürse, büküm elemanının her iki tarafında eşit miktarda ve ters yönlerde büküm meydana gelmektedir. Büküm elemanının bir tarafı 'S' bükümlü, diğer tarafı 'Z' bükümlü olabilir. Büküm elemanı sürekli dönerken, iplik ileri yönde çekildiğinde besleme silindirleri ile büküm elemanı arasında hareket eden iplikte büküm oluşmakta ancak büküm elemanından sonra aksi yöndeki bükümün tersiyle iplik bükümsüz kalmaktadır. Bu nedenle bu metoda yalancı büküm tekstüre metodu denmektedir. Şekil 2.12'de yalancı büküm oluşum prensibi gösterilmiştir.



Şekil 2.12. Yalancı büküm oluşum prensibi (Atkinson 2003)

Yalancı büküm tekstüre işleminde ipliğe büküm veren elemanlar iki grupta incelenebilir. Bunlar; büküm iği ve sürtünme (friksiyon) yöntemiyle çalışan elemanlardır. İşlem akışı olarak benzer süreçler gibi görünse de farklı büküm elemanlarıyla üretilen tekstüre ipliklerin özellikleri ve görünüşleri birbirinden farklı olmaktadır. Şekil 2.13'de farklı büküm elemanlarıyla yapılan tekstüre işlemi gösterilmiştir.

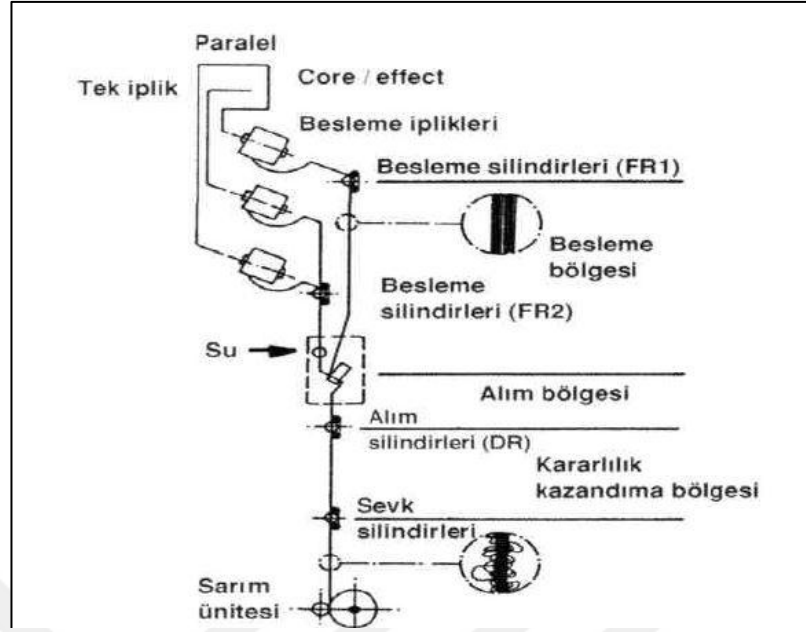


Şekil 2.13. Farklı büküm elemanlarıyla yalancı büküm tekstüre işlemleri (Atkinson 2003)

2.6.2. Hava jetli tekstüre yöntemi

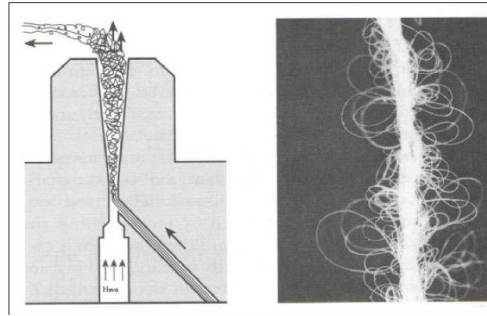
Hava jetli tekstüre yöntemi ilk defa Du Pont firması tarafından 1956 yılında tanıtılmasına karşın, o dönemde kısa stapel eğirmede ticari olarak %100 başarılı olarak değerlendirilmemiştir (Basu 1999). Filament ipliklerin yüzeyinde oluşan ilmekler ipliğe hacimlilik kazandırmaktadırlar. Kullanılan hammaddenin de yapısına bağlı olan ilmek yapısı, geleneksel kesikli lif ipliklerine benzer özellikte iplik eldesi ile sonuçlanır (Acar ve ark. 2006).

Hava jetli tekstüre prosesinde ana prensip, hava jetinin içerisine aşırı besle yapmaktır. Aşırı besleme yapabilmek için jetten çıkış silindirinin jete giriş silindirinden hızlı dönmesi gerekmektedir. Bu aşırı beslemeyle birlikte jetin içindeki hava türbülansı ipliği tekstüre etmektedir. Hava jetli tekstüre proses şeması Şekil 2.14’de gösterilmiştir.



Şekil 2.14. Hava jeti ile tekstüre işleminin temel gereksinimleri (Demir 2006)

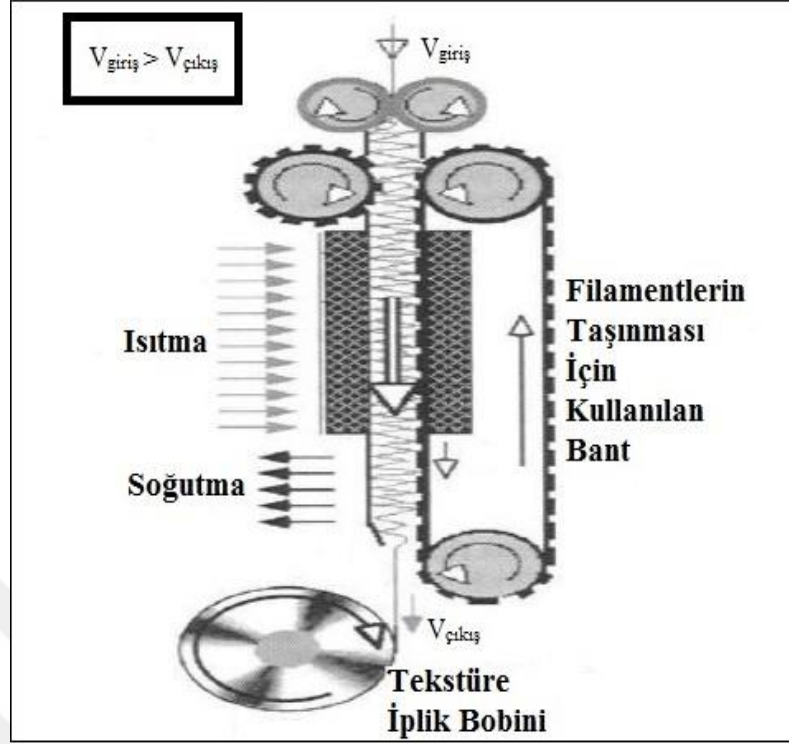
Çekimi tamamlanmamış sürekli filament iplikler hava jeti üzerine beslenir. Hava akımı sayesinde filamentler arasında küçük ilmekler meydana gelir. Hava akımının şiddeti ilmek büyüklüğünü etkilemektedir. Bu yöntemde kullanılan örnek hava jeti çizimi ve ipliğin hacimlenmesini gösteren görsel Şekil 2.15’de verilmiştir.



Şekil 2.15. Hava jeti çizimi ve iplik yapısı (Kadolp ve ark. 2002)

2.6.3. Yığılma kutusu tekstüre yöntemi

Yığılma kutusu tekstüre yönteminde filament iplikler ısıtılmış bir kutu içerisine yığılırlar. İplikler, kutunun diğer ucundan kıvrımlı bir biçimde çekilerek çıkarlar. Bu yöntem ile ipliklerin hacminde büyük bir artış olur. Yöntemin hızlı ve maliyeti düşük oluşu yaygın olarak kullanılmasına sebep olmaktadır. Yığılma kutusu tekstüre yöntemi Şekil 2.16’da verilmiştir.

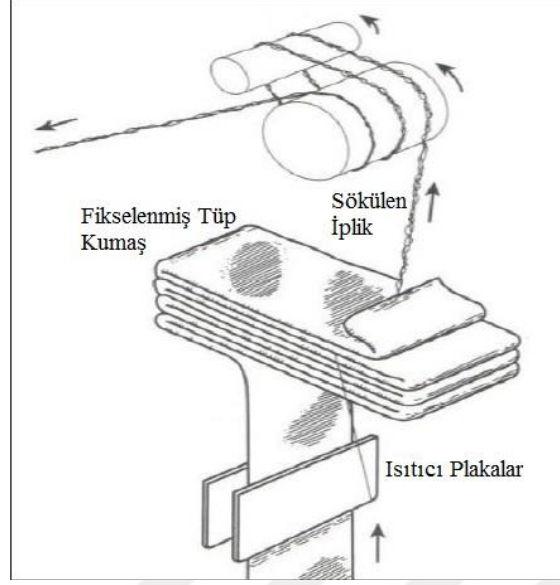


Şekil 2.16. Yığılma kutusu tekstüre işlemi (Lord 2003)

Sistemdeki bir çift besleme silindiri, ipliği yığılma kutusuna besler. İplikte yığılmayla oluşan hacimlilik sıcaklık etkisiyle kalıcı hale getirilir ve çekilerek bobine sarılır. Bu şekilde işlem görmüş iplik hem hacimlenir hem de tuşesi yumuşar. Bu yöntem ile üretilen ipliklerde uzama özellikleri ise yalancı büküm tekstüre yönteminde üretilen ipliğe göre oldukça düşüktür. Bu yöntemin bir avantajı ise ipliğe tork uygulanmadığı için dönme eğiliminin olmamasıdır. Bu yöntemle üretilen iplikler özellikle halı üretiminde kullanılmaktadır.

2.6.4. Örme sökme tekstüre yöntemi

Örme sökme tekstüre yönteminde iplikler öncelikle tüpler şeklinde örülür. Örülen kumaşa sıcaklık uygulanarak oluşan ilmek formlarının kalıcı hale gelmesi sağlanır. Ardından kumaş sökülür ve çekilen iplik bobine sarılır. Böylelikle sökülmüş iplikte örmeyle kazanılan ilmekli form korunur. Örme sökme tekstüre yöntemiyle elde edilen iplik prosesi Şekil 2.17’de verilmiştir.



Şekil 2.17. Örme sökme tekstüre yöntemi (Kadolp ve ark. 2002)

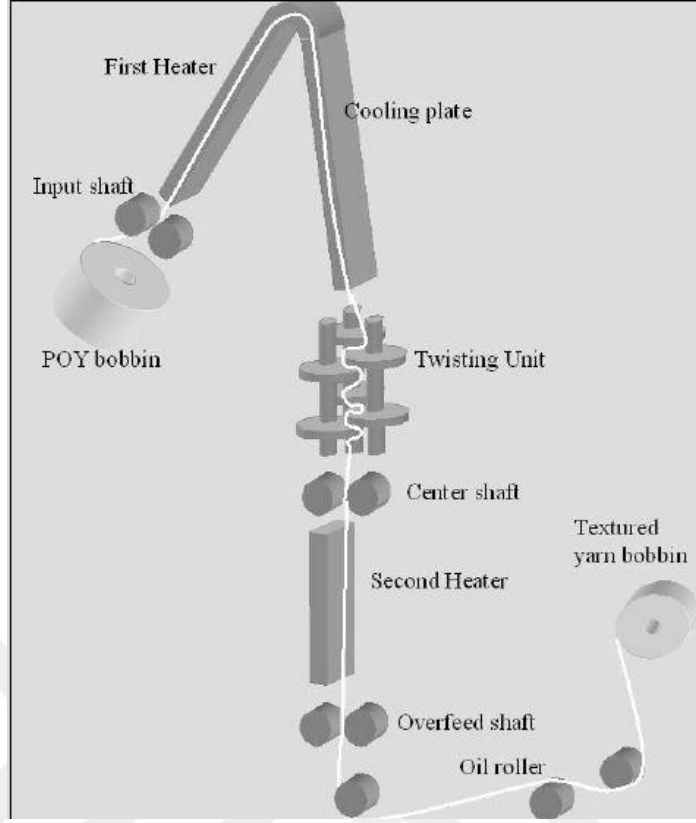
Bu tekstüre yöntemini geliştirmeye yönelik çalışmalar olsa da, günümüzün modern tekstil endüstrisi için kullanışlı değildir. Bunun en önemli nedeni, bu tip ipliklere az ya da çok benzer özellik taşıyan tekstüre iplikleri daha hızlı üretebilen makinelerin geliştirilmiş olmasıdır. Ayrıca, örme sökme tekstüre ipliklerine olan ilgi günün moda ve trendlerine bağlı olarak değişmektedir (Demir 2006).

2.7. Friksiyon Diskli Yalancı Büküm Tekstüre

İnsan yapımı liflerin en büyük dezavantajlarından biri düz geometri ve pürüzsüz yüzeydir. Lifin hacimlenmesi ya da kıvrımlı hale gelmesi tuşe, esneklik, nem emme gücü vb. özelliklerini arttırmaktadır. Tekstüre yöntemleri bu sorunun üstesinden gelmek için geliştirilmiştir. Yalancı büküm tekstüre yöntemi ise sahip olduğu hız, proses verimliliği, tekrarlanabilirlik ve maliyet gibi avantajlarından dolayı kullanılan en yaygın yöntemdir. (Hearle ve ark. 2001).

Friksiyon diskli yalancı büküm tekstüre yöntemini şeması Şekil 2.18’de verilmiştir. Bu tip tekstüre işleminde 3 temel basamak bulunmaktadır. Bu işlem basamakları;

- Filamentlerin ısıtılması,
- Tekstüre özelliğinin verilmesi,
- Verilen özelliğin fikse edilmesi şeklinde sıralanmaktadır (Özkan 2008).



Şekil 2.18. Tekstüre işlem akışı (Yıldırım ve ark. 2009)

Tekstüre işleminde öncelikle POY ipliğine ait bobinler tekstüre makinesinin çablıklarına yüklenir. Giriş ve orta millerin farklı dönüş hızları ve birinci fırındaki (tekstüre fırını) ısıtma işlemi sayesinde POY iplikte ki yarım kalmış olan çekim işlemi tamamlanır. Böylelikle iplik tam oryante hale gelmiş olur.

Friksiyon diskli yalancı büküm tekstüre işlemi temel proses parametreleri aşağıda başlıklar halinde açıklanmaktadır.

2.7.1. Çalışma hızı

Çalışma hızı, öncelikle ipliğin fırında kalış süresini belirlemektedir. Termoplastik malzemelerle çalışıldığı düşünülürse bu süre, işlemin etkinliği açısından son derece önemlidir. Yüksek hızlara çıktığında yeteri kadar sıcaklık alamayan lifler, bünyelerine aldıkları büküm miktarını koruyamadıklarından dolayı istenen kıvrımlı yapıyı oluşturamayacaklardır. Düşük hızlarda çalışıldığında ise ipliğin fırında kalma süresi artar ve lifler sıcaklıktan zarar görmeye başlar. Bu sebeple her üretim için optimum hız değeri belirlenmektedir.

Günümüzde rekabetin bir neticesi olan düşük maliyetli üretim çabaları tekstüre makinelerine de yansımıştır. Makine üreticileri maliyetleri düşürmek için çalışma hızı arttırmanın yollarını aramaktadır. Bu sebeple makinede bulunan parçaların birbiriyle uyumlu çalışma sürecine odaklanmışlardır. Tekstüre işleminde ise yüksek hızlı çalışmanın tek yolu ipliği olduğunca hızlı ısıtmak ve büküm ünitesi öncesi hızlı bir şekilde soğutmaktır. Dolayısıyla elektronik kontrollü sistemlerin yanında ipliği istenen seviyede ısıtabilecek ve ardından soğutabilecek sistemler üzerinde araştırmalar yoğunlaşmıştır.

2.7.2. Çekim oranı

Çekim oranı, ipliğin giriş mili ile orta mil arasında gerildiği miktardır ve bu iki milin hızlarının bir oranı olarak hesaplanır. Nihai tekstüre ipliğin uzamasını, lineer yoğunluğunu ve mukavemetini etkilemektedir. Ayrıca çekim oranı; filamentlerin kopma derecesini (yüksek bir çekim oranı çok sayıda filamentlerin kopmasına sebep olur), iplik proses stabilitesini (düşük bir çekim oranı iplik kararsızlığına ve tekstüre olmamış bölgelere sebep olur) ve boya alımını (yüksek çekim oranı düşük boya alımına, düşük çekim oranı yüksek boya alımına sebep olur) etkilemektedir (Atkinson 2003).

Yalancı büküm tekstüre işleminde kullanılan POY iplikleri, yüksek moleküler ağırlıklarda uzun moleküler polimer zincirlerini içerirler. Moleküllerin filament ekseninde bulunduğu yönelim derecesi eğirme hızından etkilenir. Bu moleküller ayrıca bitişik moleküler zincirlerle kimyasal ve polar bağlar vasıtasıyla rastgele çapraz bağlanır, böylece büyük ölçüde amorf bir moleküler yapı oluşmaktadır. POY ipliğe tekstüre işleminde çekim uygulaması halinde moleküler yapı daha düzenli hale gelir ve kristal bölgelerde büyük bir artış olur (Atkinson 2003). Şekil 2.19'da kristalin ve amorf bölgeler temsili olarak gösterilmektedir.



Şekil 2.19. Moleküler zincirler boyunca kristalin ve amorf bölgeler modeli, (a)amorf bölgeler, (b)kristalin bölgeler (Atkinson 2003)

Çekim oranları, genellikle %22-28 aralığında iplik uzamalarını sağlamak üzere ayarlanır.

2.7.3. Birinci fırın sıcaklığı

Giriş ve orta milleri arasındaki ipliğe sıcaklık uygulanmaktadır. Bu, ipliğin yumuşatılması (daha kolay işlenebilmesi) ile ipliğin gerilmesi ve bükülmesinin mekanik etkisine yardımcı olmaktadır. Birinci fırın sıcaklıkları, iplik hacimliliğini (kıvrım), iplik boyanabilirliğini ve filament kopmalarını etkilemektedir.

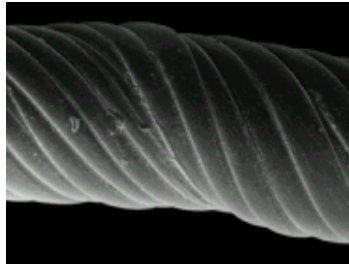
Seçilen birinci fırın sıcaklığı, hem filament ve iplik kopmalarının en aza indirilmesi hem de üniform bir şekilde boyanabilirlik ve gerekli hacim seviyesine ulaşılması için optimum olmalıdır. Sıcaklık normal olarak temaslı fırınlar 180-230°C aralığında ayarlanmaktadır (Hearle ve ark. 2001).

Birinci fırın sıcaklığı düşünüldüğünde bazı önemli istisnalar bulunduğunu belirtmek gerekmektedir. Modifiye polimerler doğalarına göre filament hasarına daha duyarlıdır. Örneğin katyonik boyanabilir polyester iplikler üretmek üzere modifiye edilmiş olanlar veya alev geciktirici özelliklere sahip olanlar, bu riski azaltmak için birinci fırın standart polyestere göre yaklaşık 15-20°C daha düşük sıcaklıkta çalıştırılmaktadır.

Yakın zamana kadar, tüm birinci fırınlar temaslı (kontakt) fırın türündeydi. Günümüzde hemen hemen tüm büyük makine üreticileri, kısa, temassız, yüksek sıcaklıklı birinci fırınlara sahip makineler sunmaktadır (Hearle ve ark. 2001).

Temas fırınları, güvenilir ve düşük maliyetli çalışmanın avantajına sahip olsalar da yüksek hızlı makinelerde kullanılmak üzere uygun olmayan bir takım dezavantajları barındırmaktadırlar. Fırını kontrol etmek için ısıtıcı tabanı içinde bir termokupl ile kontrol edilen elektrikli ısıtma elemanı bulunmaktadır. Sıvı, ısıtıcı çalışma sıcaklığında düşük bir basınç ile buharı üretecek şekilde karıştırılmış, iki bileşenli çok fazlı bir karışımdır. Bu sıvı karışım iki fırın türünde de kullanılabilir (Hearle ve ark. 2001).

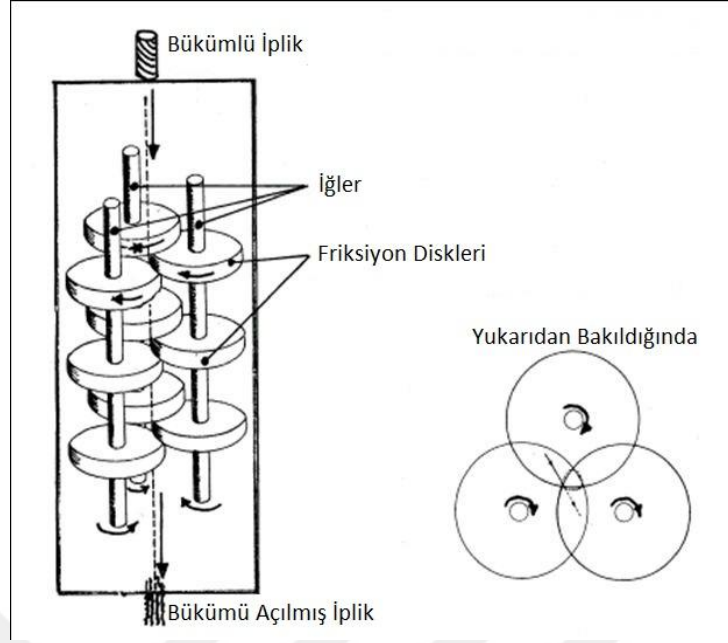
Buhar fazlı fırınlar nispeten düşük sıcaklıklarda (110-235°C) çalıştığı için, ipliğe sıcaklığı aktarmak için sınırlı bir yeteneğe sahiptirler. Bu, makine hızının artmasıyla birlikte ipliğe yeterli sıcaklık aktarmak için fırının uzun olması gerektiği anlamına gelmektedir. Düşük sıcaklıklarda 2 m uzunluğunda bir fırın yeterli olsa da, 900 m/dk'lık bir çalışma için minimum 2,5 m uzunluğunda bir fırına ihtiyaç vardır. İşlem sırasında ipliğin ısıtılması ile işlenebilirliğini sağlayan birinci fırınlar, aynı zamanda verilen ve fırına kadar ilerleyen bükümün malzeme hafızasına alınmasını sağlayarak iplikte kıvrım oluşturmaktadır. Büküm elemanları tarafından fırına doğru çıkan bükümün iplik üzerindeki görüntüsü Şekil 2.20'de verilmiştir.



Şekil 2.20. Birinci fırın çıkışı büküm almış iplik (Hearle ve ark. 2001)

2.7.4. Büküm elemanı

Birinci fırının ardından ipliğe kılavuzluk eden ve ipliğin soğumasına yardımcı olan soğutma plakasını terk eden iplik, büküm almak üzere sürtünme disklerinin bulunduğu Şekil 2.21'de gösterilen büküm bölgesine gelmektedir. Temel ilke, ipliğin, merkezleri eşkenar üçgenin tepelerini oluşturan iğlere monte edilen disklerin çakışmalarının merkezinden geçmesidir. İplik, üç iğ birimi üzerinde bulunan dönen disklerle sürtünme yoluyla temas ederek büküm almaktadır. Friksiyon ünitesinin tasarımı, ipliğin, millerin merkez eksenini boyunca sarmal bir yol boyunca geçmesini sağlayacağı şeklindedir .



Şekil 2.21. Frikasyon disklerinin yer aldığı büküm bölgesi (Hearle ve ark. 2001)

Her bir friksiyon diskiyle temas sonucu ipliğe büküm torku uygulanmaktadır. İğlere takılan friksiyon disklerinin sayısı ne kadar fazlaysa, ipliğe uygulanan bükümde o kadar yüksek olur. Üniteden sürekli olarak geçen iplik, giriş diskinin üzerinden yani sıcaklık ile ayarlanmış bölgeye devamlı olarak beslenmektedir ve çıkış diskinde hemen sonra sıfır bükümle diğer bir deyişle kıvrılmış dokulu bir iplik olarak serbest bırakılmaktadır.

Frikasyon disklerin üretimi için çeşitli malzemeler kullanılmaktadır. Bunların en yaygın olanları şunlardır:

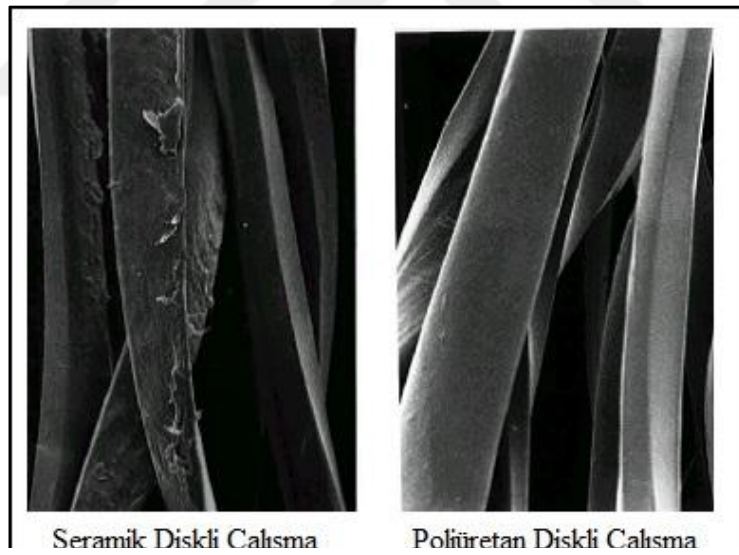
- Seramik,
- Poliüretan,
- Nikel/elmas,
- Plazma kaplı seramik.

Bu malzemeler içinde ticari olarak yaygın kullanılan malzemeler seramik ve poliüretandır. İki malzemenin avantajları ve dezavantajları Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Poliüretan ve seramik diskin avantajları ve dezavantajları

Poliüretan Disk	Seramik Disk
Avantajlar	Avantajlar
Düşük oligomer tozu birikimi	Düşük maliyetli
Kumaşta yumuşak tuşe	Uzun süreli kullanım ömrü
Yüksek iplik hacimliliği	Kumaşta sert tuşe
Dezavantajlar	Dezavantajlar
Yüksek maliyetli	Yüksek oligomer tozu birikimi
Kullanım ömrü kısıtlı	Düşük iplik hacimliliği
Kolay hasar görebilir	İpliğe mekanik zarar verebilir

Her iki malzemeyle çalışmanın avantajları ve dezavantajları doğrultusunda iplik yüzeylerine olan etkileri farklıdır. Seramik diskler yapıları gereği ipliği zedeler ve mukavemet kaybının yanında kopma uzama değerinde de düşüşe sebep olur. Poliüretan disk ise ipliğin yüzeyine zarar vermez fakat yüksek filamentli tekstüre işlemlerinde ya da yüksek iplik numaralı tekstüre işlemlerinde çalışma gerginliği fazla olduğundan kendi yapıları bozulmaya uğramaktadır. Bu sebeple kullanım süreleri kısadır. Her iki disk ile çalışılmış iplik yüzeyleri Şekil 2.22’de verilmiştir.



Şekil 2.22. Seramik ve poliüretan disklerle çalışıldığında oluşan iplik yüzeyleri (Atkinson 2003)

Kullanılan friksiyon diskin çapı ve kalınlığı, diskler arasındaki boşluk, disk malzemesinin türü ve dönme hızı ipliğe verilen büküm miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Disk çapı ve diskler arasındaki boşluk, yüzey üzerindeki sarılma açısını

etkilemektedir. Disklerin kalınlığı, iplik ile disk arasındaki temas miktarını etkiler. Disk sayısı hem sarım açısını hem de temas noktasını belirlemektedir.

2.7.5. D/Y oranı

İpliğe verilen büküm miktarını ayarlamanın en yaygın yöntemi disklerin hızını değiştirerek, disk sayısını ve aralıklarını sabit tutmaktır. Friksiyon diskleri hızları ile ipliğin doğrusal hızı arasındaki oran D/Y oranını verir.

Friksiyon ünitesinin veya diğer büküm verici elamanın dönüşü genellikle iki aracın biri tarafından sağlanmaktadır. En yaygın olanı, makineyi çevreleyen ve tahriki, sürtünme ünitesinin tabanındaki bir kasnak sisteminden alan ve her bir mile ileten, motorlu teğetsel bir kemer sistemidir. Alternatif olarak, daha modern makinelerde, her bir friksiyon ünitesinin kendi motoruyla tahrik edilmesi mümkündür. Bu da bir inverter kontrollü güç kaynağı ile sağlanmaktadır (Atkinson 2003).

Friksiyon ünitesinden önceki iplik gerginliği ve sürtünme ünitesinden sonraki iplik gerginliği, D/Y oranını belirlemek için kullanılabilir. D/Y oranını belirlerken, bu gerginliklerin dengelenmesi, sürtünme ünitesinin her iki tarafında da ipliğe uygulanan gerilimin sabit bir duruma getirilmesi gerekir. Genellikle çıkış geriliminin giriş gerilimine oranının 1 olması beklenir (Atkinson 2003).

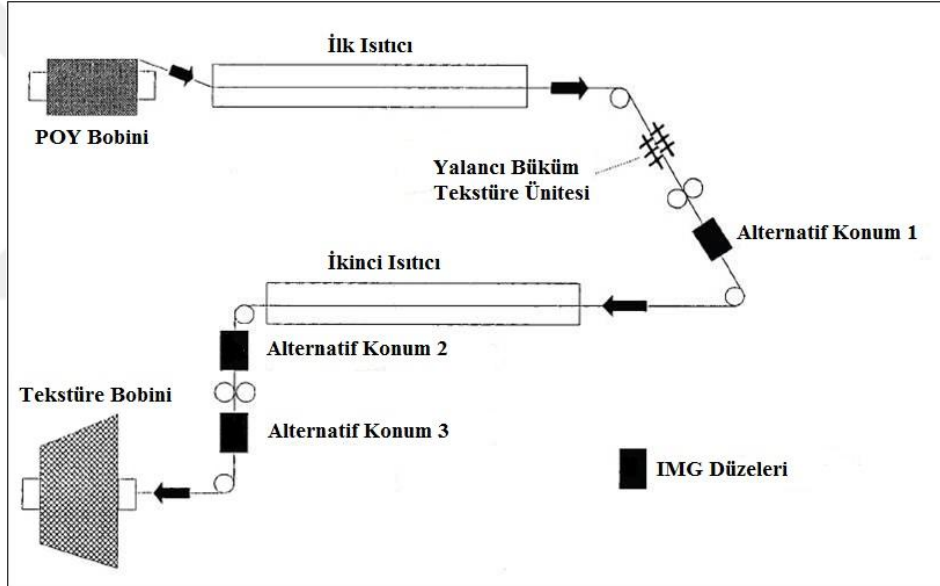
Çıkış gerilimi ile giriş gerilimin dengede olmadığı durumlarda;

- Çıkış gerilimi giriş geriliminden düşük ise; sürtünme diskleri çok hızlı dönüyor demektir ve iplik sürtünme disklerinde yığılma yapıyordur. Bu dengesiz durumda oran, 0,80' in altına düşerse iplik boyunca homojen olmayan büküm yerleşimi görülür. Bu da iplik uzunluğu boyunca tekstüre olmuş ve olmamış bölgeler meydana getirerek üniform iplik yapısını bozar.
- Çıkış gerilimi giriş geriliminden yüksek ise; sürtünme diskleri çok yavaş dönüyor demektir ve iplik sürtünme disklerinden çekilmektedir. Bu durumda sürtünme ünitesi içerisinde oldukça kararlı bir durum vardır. Ancak oranın yüksek olması, filamentlerin kırılmasına, iplik kopmalarına ve poliüretan disklerde aşınmalara sebebiyet verir. Bu da friksiyon disklerinin kullanım ömrünü kısaltarak maliyetin yükselmesine sebep olmaktadır.

2.7.6. Puntalama

Puntasız tekstüre iplikler bükümde, yuvarlak örmeye, düz örmeye ve dokumada atkıda gibi birçok proseste kullanılabilir. Ancak özellikle dokumada çözgü ipliği gibi, ipliğe uygulanan gerilimin fazla olduğu proseslerde bu ipliklerin kullanımı haşıl veya büküm işlemi ile mümkün olabilir. Büküm yada haşıl gibi ek prosesleri ortadan kaldırmak ve ya özel üretimlerde efekt elde etmek için puntalama işlemi yapılır.

Yalancı büküm tekstüre makinesinde Şekil 2.23’de gösterildi gibi farklı konumlara takılabilecek intermingling – puntalama (IMG) düzesine uygulanan basınç sürekli. Düze içinde bulunan hava çıkış kanalı, basınçlı havayı ipliğin merkezine gönderdiği için filamentler bu hava akımı vasıtasıyla boğumlanır (Demir 2006).



Şekil 2.23. Puntalama jetinin yalancı büküm tekstüre işleminde yerleşim bölgeleri (Demir 2006)

IMG kalitesini belirleyen faktörler;

- Puntalama sıklığı: İpliğin bir metresindeki ortalama punta sayısıdır. IMG sayısı belirli sınırlar içerisinde isteğe göre ayarlanabilir.
- Puntalama düzgünlüğü: Birim uzunluktaki puntalar arası mesafenin varyasyon göstermemesidir. Punta aralıkları ölçüldüğü takdirde minimum ve maksimum değerler ile belirtilir.

- Punta kalıcılığı: İplik iki ucundan çekildiğinde kabarık bölgeler ve punta aynı hizaya gelir. Gerilim ortadan kaldırıldığında yok olan puntaların tekrar açığa çıkmadığı görülür. İplik üzerinde yok olmadan kalan punta sayısı kalıcılığın ölçüsüdür. Yüksek IMG kalıcılığı, ipliklerde havlanma riskini arttıracığından filamantasyon hatası görülebilir.

2.7.7. İkinci fırın sıcaklığı ve aşırı besleme

Büküm bölgesinden çıkan ve orta silindirden geçen iplik, kontrollü bir gevşeme altında ikinci fırından geçirilmektedir. Bunun sebebi, büküm ünitesinden çıkan iplikte bulunan kıvrımın ve gerilimin miktarını azaltmaktır. Bu yapılmazsa, yani ipliğe ikinci bir sıcaklık uygulanmazsa, üretilen iplik yüksek uzamalı iplik olarak bilinmektedir. Bu durumda üretilen iplik, esnek kumaşın gerekli olduğu bazı son kullanımlar için uygun olsa da pek çok başka uygulama için uygun olmayabilir (Atkinson 2003).

İkinci fırın sıcaklığı ve aşırı besleme kombinasyonu, iplik büzülmesinde belirgin bir etkiye sahip olduğu için bu iki parametre birlikte düşünülmelidir. İplik, ikinci fırına girmeden önce birçok son kullanım kumaşı için fazla çekmeye sahiptir. Bu çekmeyi azaltmak için iplik, yaygın olarak 150°C ile 240°C arasındaki sıcaklıklara ayarlanmış kapalı tüp tipi ve temassız fırınlara girmektedir. İkinci fırının sıcaklığı ne kadar yüksek olursa nihai iplikte ki çekme de o kadar düşük olur. İkinci fırına aşırı besleme ile iplik gerilimi arttırılabilmekte veya azaltılabilmektedir.

İkinci fırına aşırı besleme düzeni, makine tasarımına ve ürün gereksinimlerine bağlı olarak genellikle %3-12 aralığındadır. İkinci fırına yüksek bir aşırı besleme uygulanırsa, fırın tüpündeki ipliğin gerginliği düşer ve mevcut sıcaklık maksimum etkiye sahip olmaktadır. İkinci fırına düşük aşırı besleme yapılırsa uygulanan sıcaklığın etkisi düşmektedir. Aşırı besleme çok yüksekse, iplik, makinenin orta miline sarılabilmekte ve kopmalara neden olabilmektedir (Atkinson 2003).

Kıvrım miktarını azaltmak veya değiştirmek için ikinci fırın, geleneksel tekstüre iplik üretim teknolojisinde genellikle 150°C ile 235°C arasında ki sıcaklıklara ayarlanmaktadır. Temassız, yüksek sıcaklıklı ikinci fırınlarda kural, fırın sıcaklığı ne kadar yüksek olursa, ipliğin içindeki kıvrım miktarı da o kadar düşer. Bu tür ipliklere

fikseli veya set iplikler de denmektedir. Her türlü kumaş üretiminde kullanılabilmekte ve daha düşük çekme özelliğinden ötürü gevrek hissi vermektedirler. Ayrıca tek fırınlı ipliklerden üretilmiş kumaşlara oranla daha dökümlü kumaşlar üretilebilmektedir.

İkinci fırınlar genellikle buhar fazlı ısıtmalı, kapalı tüp tasarımında ve yaklaşık olarak 1,00 - 1,30 m uzunluğunda kullanılmaktadır. Günümüzde elektrik ile ısıtmalı, yüksek sıcaklıklı ve temassız ikinci fırınlar da kullanılmaktadır (Atkinson 2003).

Temassız tipi fırınlar, operatör tarafından kolayca iplik geçirebilme avantajına sahiptir. Fakat iplikte statik elektriklenmeye sebep olduğu için önemli bir dezavantaja sahiptir. Bu problem, ipliği ikinci fırından geçirirken istenilen iplik yolundan sapma eğilimi olarak kendini göstermektedir. Bunun yaşanması halinde ısıtıcının duvarları, kendisine temas eden filamentlerin erimesine yetecek kadar sıcaktır. Bu problem, boya lekelerinin kumaşta belirginleşmesine ve aynı zamanda ipliğin kopmasına neden olabilmektedir.

2.7.8. Yağlama

Tekstüre işlemini tamamlanan ipliğin, kumaş üretimi sırasında daha randımanlı çalışmasını sağlamak için sarımdan önce bağlayıcı yağ uygulanmaktadır. Böylece, iplik ile örme veya dokuma makinesinin metal bileşenleri arasındaki sürtünme azalmaktadır. Uygulanan yağlar genellikle mineral bazlı olmasına karşın, son zamanlarda sentetik, biyolojik olarak bozunabilir yağların kullanımı yönünde bir eğilim de vardır. En yaygın yağ uygulama yöntemi silindir vasıtasıyla olmaktadır ancak daha sofistike yöntemler mevcuttur.

Bir silindir ve kanal sistemi ile yağın ipliğe aktarılma hızı dört etmene bağlıdır;

- Yağlama silindirlerinin hızı,
- Yağlama silindirleri ve iplik arasındaki temas alanı
- Yağ viskozitesi,
- Yağlama silindirlerinin yüzeyi

2.7.9. Sarım

Yağlama bölgesinden geçen iplik son olarak sarım bölgesine gelmektedir. Örmeye ya da dokuma kumaş üretiminde tekstüre iplik bobinlerinden iyi sağılma performansı almak

için temel kural sarım yoğunluğunu en üst düzeye çıkarılmasıdır. Yüksek sarım yoğunluğu, proses verimliliğini ve ürün kalitesini etkileyen, sağılma geriliminin artmasına ve sağılma sırasında oluşan takılmaların önüne geçmektedir.

İplik karakteri, bobinin sağılma performansına şu sebeplerden dolayı etki edebilir;

- İplikte hav oluşumu, takılmalara ve dolayısıyla iplik sağılırken gerilimlerde artışa neden olur.
- Yüksek filamentli iplikler, takılmalara sebep olabilir. Bu yüzden sarım yoğunluğu belirli değerlere kadar arttırılabilir.

2.8. Yalancı Büküm Tekstüre İplikçiliği ve Farklı Kesite Sahip İplikler Üzerine Yapılmış Önceki Çalışmalar

Sharma ve ark. (1985) tarafından yapılan bir araştırmada, tekstüre fırın sıcaklığının iplik ve kumaş karakteristik özelliklerine etkisi incelemiştir. Beş farklı fırın sıcaklığında (185°C, 195°C, 205°C, 215°C ve 225°C) 230 denye 33 filament POY iplikler kullanılarak 150 denye 33 filament polyester tekstüre iplik üretimleri gerçekleştirilmiştir. Ardından bu iplikler atkı yönünde kullanılarak kumaşlar üretilmiştir. İplikler için mukavemet, kopma uzaması ve kıvrım testleri, kumaşlar için kaynama çekme testleri yapılarak sonuçlar analiz edilmiştir. Fırın sıcaklığı 205°C'ye kadar arttığında iplik mukavemeti de doğru orantılı artmıştır ancak bu sıcaklıktan sonraki artış iplik mukavemetinde azalmaya neden olmuştur. Fırın sıcaklığı arttıkça iplikteki kopma uzaması azalmış ancak kıvrım değerleri artmıştır. Kıvrım değerlerindeki bu artış ise kumaş kaynama çekmesini arttırmıştır.

Canbaz Karakaş ve Dayıoğlu (2004) tarafın yapılan bir çalışmada, yalancı büküm tekstüre işleminde ana proses parametrelerinin poliamid 6,6 ipliklerin yapısal özelliklerine etkisini incelemiştir. Ana parametreler olarak fırın sıcaklığı, ipliğin fırında kalış süresi ve D/Y oranı düşünülmüş, bu parametrelerdeki değişikliğin, ipliğin yapısındaki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada 98 dtex 17 filament POY iplikleri kullanılarak 78 dtex 17 filament tekstüre iplikleri elde edilmiştir. Çalışmalar, fırın sıcaklığı 160-220°C aralığında, iplik hızı 600-900 m/dk aralığında, D/Y oranı 1,80 - 2,20 aralığında ve çekim oranı 1,70 belirlenerek yapılmıştır. Mukavemet ve kıvrım değerleri en yüksek 200°C'de elde edilmiştir. Bununla birlikte 210°C ve 220°C'de bu

değerlerin düştüğü gözlemlenmiştir. İplik hızı arttıkça ipliğin fırında kalma süresi kısaldığından ipliğin kristalin bölge oranı düşmektedir. D/Y oranı arttıkça kırık filament sayısının azaldığı gözlemlenmiştir ancak her çalışma için uygun bir D/Y oranının belirlenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Canbaz Karakaş ve Dayıoğlu (2005) tarafın yapılan bir diğer çalışmada, yalancı büküm tekstüre parametrelerinin polyester iplik özelliklerine etkisi incelemiştir. Çalışmada, 304 dtex 30 filament ve 120 dtex 24 filament POY iplikleri kullanılarak farklı parametrelerde 167 dtex 30 filament ile 76 dtex 24 filament tekstüre iplikleri üretilmiştir. Üretimin ardından parametrelerin etkisini görmek için fiziksel testler gerçekleştirip sonuçlar mukayese edilmiştir. Fırın sıcaklığı dolayısıyla iplik sıcaklığı arttıkça oryantasyon ve kristalin bölge oranı arttığı gözlemlenmiştir. Tekstüre hızı arttırıldığında ise ipliğin fırında kalma süresi azaldığından oryantasyon ve kristalin bölge oranı azalmaktadır.

Karaca ve Özçelik (2007) tarafından yapılan bir incelemede, kesit şeklinin polyester liflerin yapısı ve özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada, dört farklı kesit (dairesel, içi boş dairesel, üçgen ve içi boş üçgen) şeklinde, 167 dtex 48 filament FDY iplikler üretilmiştir. Üretilen ipliklerin kristalinite, maksimum stres, maksimum uzama, modül, akma gerilmesi, kaynama çekme ve düzgünsüzlük değerleri belirlenerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. Entalpi değeri, molekül zinciri kuvvetlerinin bir fonksiyonu olarak, en yüksek dairesel kesit şekline sahip liflerde iken en düşük içi boş dairesel kesit şekline sahip liflerde görülmüştür. Stres değerleri tüm lifler için benzer olsa da uzama değerleri dairesel ve üçgen kesitler için içi boş dairesel ve içi boş üçgene göre daha yüksektir. İçi dolu (dairesel, üçgen) liflerin modülünün, içi boş (içi boş dairesel, içi boş üçgen) liflere oranla daha yüksek olduğu görülmüştür. İçi boş liflerin akma gerilimlerinin, içi dolu liflere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. İçi boş lifler, içi dolu liflere göre kaynar suda daha büyük büzülme değerleri göstermiştir. Düzgünsüzlük değerlerinde, içi boş dairesel kesit şekline sahip lifler diğerlerine göre daha yüksek değerler göstermiştir.

Taşcan ve Vaughn (2008) tarafından yapılan bir araştırmada, lif inceliği, lif kesit şekli ve kumaş yoğunluğunun, dikey iğneleme metoduyla üretilen dokusuz yüzey kumaşlarda

akustik davranışı üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada, üç farklı kesit şekli (dört kanallı kesit, üçgen, dairesel) ve iki farklı iplik denyesi ile beş farklı kumaş üretilmiştir. Dört kanallı kesit ait liflerden üretilen kumaşlar diğer kesite sahip liflerden üretilen kumaşlardan daha az hava geçirgenliğine sahip olduğu görülmüştür. Dairesel kesite sahip liflerden üretilen kumaşlar ise diğer kesitlere sahip liflerden üretilen kumaşlardan daha iyi akustik izolasyon sağlamıştır. Aynı zamanda tüm kumaşlarda lif kalınlığı arttıkça akustik izolasyonun arttığı gözlemlenmiştir.

Yıldırım ve ark. (2009) tarafından yapılan bir araştırmada, yalancı büküm tekstüre yönteminde iplik özellikleri ve işlem parametreleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu çalışmada çekim oranı ve D/Y oranının iplik özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Üretilen iplik 150 denye 96 filament olup proses parametreleri; hız 650 m/dk, birinci fırın 190°C, ikinci fırın 165°C, disk tipi seramik ve kombinasyon 1+6+1 olarak ayarlanmıştır. Bu parametreler sabit olup değişken parametreler ise D/Y oranı ve çekim oranı olarak seçilmiştir. D/Y oranı, 1,50, 2,00 ve 2,50, çekim oranı ise 1,55, 1,60 ve 1,65 olarak ayarlanmıştır. Bu parametrelerde üretilen ipliklere kristâlinite, mukavemet, kıvrım modülü, kıvrım kalıcılığı ve boya alma testleri uygulanarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. %5 anlamlılık düzeyinde çekim oranı ve D/Y oranının kristâlinite üzerinde etkisi görülmemiştir. Çekim oranının ve D/Y oranının artması ile mukavemette de artış gözlemlenmiştir. 1,55 ve 1,60 çekim oranlarında iplikteki kıvrım modülünde farklılık olmamasına rağmen 1,65 çekim oranında kıvrım değerinde azalma görülmüştür. D/Y oranında 2,00'a kadar olan artışta kıvrım değeri artarken 2,50 oranındaki D/Y oranında kıvrımda azalma görülmüştür. Kıvrım kalıcılığında çekim oranının artmasının %5 anlamlılık düzeyinde belirgin bir fark ortaya çıkarmamasına rağmen D/Y oranının artışı daha belirgin olarak gözlemlenmiştir. D/Y oranındaki artış gerginlik artışından dolayı kıvrım kalıcılığında azalmaya yol açmıştır. Boya alma davranışı amorf ve kristâlin bölgelerle alakalı olduğundan çekim oranı arttıkça iplikteki oryantasyon arttığından ipliklerin boya alma kabiliyeti azalmıştır. D/Y oranındaki artış ise boya alma kabiliyetini etkilememiştir.

Canoğlu (2009) tarafından yapılan bir araştırmada, yalancı büküm tekstüre tekniğinde birinci fırın sıcaklık varyasyonlarının polyester ipliğin özelliklerine etkisi incelenmiştir. İncelemede, 140 dtex 36 filament ve 295 dtex 36 filament poy ipliklerinden 83 dtex 36

filament ile 167 dtex 36 filament tekstüre iplikler üretilmiştir. Üretim esnasında birinci fırın sıcaklıkları 175°C, 190°C ve 205°C olarak çalışılmıştır. Ardından üretilen ipliklerin mukavemeti, kopma uzaması, kıvrım modülü, kıvrım kalıcılığı, kıvrım kısılması ve kaynama çekme değerleri ölçülerek fırın sıcaklığının etkisi incelenmiştir. Sonuçta birinci fırın sıcaklığı arttıkça kaynama çekme azalırken, kıvrım modülü, kıvrım kısılması ve kıvrım kalıcılığı artmıştır. Ancak birinci fırın sıcaklığının mukavemet ve kopma uzaması değerlerine etkisi anlamlı bulunmamıştır.

Varshney ve ark. (2011) tarafından yapılan bir incelemede, polyester lif inceliğinin ve kesit şeklinin iplik fiziksel özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada dört farklı kesit şeklinde üretilen lifler kullanılmıştır. Bunlar; dairesel kesit, üçgen kesit, kanallı kesit ve artı kesittir. İplik üretimin ardından fiziksel testler yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Tüm kesitlerde iplik doğrusal yoğunluğu arttıkça lif çapları artmış, düzgünsüzlük artmış ve neps sayısı azalmıştır. Büküm sayısı arttıkça lif çapları azalmış ve düzgünsüzlük artmıştır.

Karaca ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, lif enine kesitinin ve dokuma örgü raporunun, polyester dokuma kumaşlarda konfor özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada tüm eğirme parametreleri sabit tutularak yalnızca lif enine kesit şekli için düze değişimi yapılmıştır. Bu amaçla 135 dtex 48 filament dairesel, içi boş dairesel, üçgen ve içi boş üçgen kesitte FDY iplikler üretilmiştir. Ardından tüm ipliklere 300 t/m büküm uygulanmıştır. Bükümlü ipliklerden hava jetli dokuma makinesinde bezayağı ve dimi 2/1 Z kumaşlar üretilmiştir. Boyama ve iklimlendirme aşamalarının ardından kumaşlara Alambeta, Permatest ve hava geçirgenliği test cihazında testler uygulanarak sonuçlar analiz edilmiştir. İçi boş liflerle dokunan kumaşların termal iletkenliği diğer kesit şeklindeki liflere kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür. Bununla birlikte içi boş liflerin beklenen yalıtım özellikleri gözlemlenmemiştir. Üçgen liflerden dokunan kumaşlar, kompakt iplik yapısı ve ara gözenekleri nedeniyle dairesel liflerden dokunmuş kumaşlara göre daha düşük termal iletkenlik ve termal absorpsiyon değerlerine sahiptir. Dimi kumaşlarda, termal iletkenlik ve termal absorpsiyon değerleri bezayağı kumaşlara göre daha düşük ancak termal direnç değerleri daha yüksek olarak ölçülmüştür. İçi boş liflerden dokunan kumaşlar diğerlerine göre daha düşük su buharı ve hava geçirgenliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Üçgen liflerden üretilen

kumaşların su buharı ve hava geçirgenliği, dairesel liflerden üretilen kumaşlara göre yüksektir. Dimi kumaşlar, yüksek gözenekliliklerinden dolayı bezyağı kumaşlara göre daha yüksek su buharı ve hava geçirgenliği değerleri göstermiştir. Ayrıca üçgen liflerden üretilen dimi kumaşlar, en düşük termal iletkenlik değerine ve en yüksek su buharı ile hava geçirgenliği değerine sahip kumaş olmuştur.

Babaarslan ve Hacıoğulları (2013) tarafından yapılan bir araştırmada, lif enine kesit şeklinin POY iplik özelliklerine etkisini incelenmiştir. Bu incelemede, iki farklı lineer yoğunlukta ve filamentte (283 dtex 34/47 filament ve 133 dtex 34/47 filament) beş farklı kesit şekli (dairesele, üçgen, tetra, hekza ve oktolobal) polyester iplikler kullanılmıştır. Tek tip dtex/filament kullanılmamasının sebebi her kesitte aynı filament sayınsa sahip düzenin bulunmadığı olarak belirtilmiştir. Aynı parametrelerde üretilen iplikler fiziksel testlere tabii tutulmuştur. Mukavemetin en yüksek olduğu değer 133 dtex 34 filament dairesel kesit şekilli iplikte en düşük değer ise 283 dtex 47 filament üçgen kesit şekline sahip olan iplikte görülmüştür. Kopma uzaması en yüksek olduğu değer 133 dtex 34 filament dairesel kesit şekilli iplikte en düşük değer ise 283 dtex 47 filament üçgen kesit şekline sahip iplikte olduğu görülmüştür. Mukavemet ve kopma uzaması değerlerindeki sonuçlar kesit şekillerine bağlı olarak benzerlik göstermiştir. Düzensizliğin en yüksek olduğu değer 133 dtex 34 filament tetra kesit şekilli iplikte, en düşük değer ise 283 dtex 47 filament dairesel kesit şekilli iplikte görülmüştür.

Roy ve Sinha (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı kesit şekline sahip polyester liflerinden yapılmış iplik ve kumaşların dikey emicilik performansı incelenmiştir. Bu incelemede, 44 tex içi boş dairesel kesitli ve üçgen kesitli polyester iplikler üretilmiştir. Dokuma kumaş üretiminde bu ipliklerden tek katlı olanı atkıda, çift katlı olanı ise çözgüde kullanılmıştır. Çift katlı iplik üretimi Two-For-One büküm metoduyla üretilmiştir. Dairesel içi boş liflerden yapılmış iplik, ilk birkaç dakika boyunca maksimum emicilik hızını göstermiştir. Bundan sonra emicilik hızı düşerek yavaş yavaş ilerlemiştir. Dairesel içi boş liflerden üretilen iplik her zaman üçgen liflerinden üretilen iplikten daha yüksek emicilik performansı göstermiştir. Her iki ipliğin tek ve çift katlı emicilik özellikleri, kumaşlarda benzer eğilimler göstermiştir. Yani atkı ve çözgüsü dairesel içi boş liflerden üretilen kumaşın emicilik özellikleri

üçgen liflerden üretilen kumaşın emicilik özelliklerinin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.

Karaca ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, lif enine kesit şeklinin polyester dokuma kumaşların çekme ve yırtılma özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada, 150 denye 48 filament 300 t/m bükümlü FDY polyester iplikler kullanılmıştır. Kullanılan bu ipliklerin kesit şekilleri, içi dolu ve içi boş dairesel ve üçgen kesitte polyester ipliklerdir. Bu ipliklerden aynı koşullarda bezayağı ve 2/1 dimi kumaşlar dokunmuştur. Dokumanın ardından tüm kumaşlar uç uca bağlanarak aynı şartlar altında jet boyamaya tabii tutulmuştur. Boyama ve indirgenmenin ardından sıcak ve soğuk durulama, kurutma yapılarak kopma kuvveti, kopma uzaması ve yırtılma kuvveti özellikleri araştırılmıştır. Testlerin ardından görülmüştür ki, içi dolu liflerden üretilen kumaşlar içi boş liflerden üretilen kumaşlara göre daha yüksek kopma uzaması ve yırtılma kuvveti değerleri göstermiştir. En yüksek kopma kuvveti değeri içi boş dairesel filamentlerden dokunmuş dimi kumaşta elde edilirken, en yüksek yırtılma kuvveti değeri içi dolu dairesel kesite sahip filamentlerden dokunmuş dimi kumaşta elde edilmiştir.

Koral Koc ve ark. (2016) tarafından yapılan bir araştırmada, filament kesit şeklinin otomotiv döşemelik kumaşların performansına etkileri incelenmiştir. Çalışmada, 150 denye 47 filament yuvarlak, oktolobal ve W-kanal kesit şekilli FDY iplikten hava tekstüre polyester iplikler kullanılmıştır. Bu ipliklerden 2/2 dimi dokuma kumaşlar üretilmiştir. Ardından kumaşlar otomotiv döşemelerinde kullandığı gibi lamine edilmiştir ve performans testleri gerçekleştirilmiştir. İpliğin ilmek yapısının etkisine bağlı olarak, kumaşların ışık haslığı sonuçları arasında belirgin bir fark bulunmamıştır. Aşınma testi sonuçlarında filament kesitinin etkisi ve aşırı besleme seviyesinin ve tipinin etkisi gözlenmemiştir. Tüm filament kesitleri için, aşırı beslemedeki artış, kumaşların sertliğinde bir artışa neden olmuştur. Değişen filament kesiti, kumaşların hava geçirgenliği üzerinde en önemli etkiye sahiptir. W-kanal en düşük hava geçirgenliğini verirken, oktolobal kesit en yüksek hava geçirgenliği değeri vermiştir.

Stojanovic ve ark. (2017) tarafından yapılan bir araştırmada, yalancı büküm tekstüre prosesinde işlem parametrelerinin poliamid iplik karakteristiği üzerindeki etkileri

incelenmiştir. İncelemede, 22 dtex 7 filament polamid 6,6 POY ipliği kullanılmıştır. Değişkenlerden fırın sıcaklığı, 200°C, 210°C ve 220°C, proses hızı 600 m/dk, 700 m/dk, 800 m/dk ve 900 m/dk, D/Y oranı ise 1,70, 1,90, 2,10 ve 2,30 olarak belirlenmiştir. Disk materyali seramik ve kombinasyon 1+4+1 kullanılmıştır. Üretimlerin ardından testler uygulanarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Tüm D/Y oranlarında iplik hızının artışıyla yalnızca 210°C’de filament yoğunluğu belirgin olarak azalmıştır. Diğer parametrelerin filament yoğunluğuna etkisi anlamlı bulunmamıştır. Benzer şekilde tüm D/Y oranlarında fırın sıcaklığı arttıkça kristâlinite oranı artmış, iplik hızı arttıkça kristâlinite oranı azalmıştır. Fırın sıcaklığının değişimleri, filamentlerin kristâllenme derecesi, yoğunluğu ve oryantasyonu üzerinde iplik hızı ve D/Y oranından daha yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Test sonuçlarına göre, D/Y oranının optimum değerleri 1.90 ve 2.10 ve D/Y limit değeri test edilen iplik inceliği için 2,10 olmuştur.

Hacıoğulları ve Babaarslan (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı lif kesitleri ile üretilen polyester tekstüre ipliklerin özellikleri üzerine araştırma yapılmıştır. Bu çalışmada araştırmacılar, iki farklı iplik inceliğinde ve filament sayısında (84 dtex 34 filament ve 178 dtex 47 filament), beş farklı kesitte (dairesel, üçgen, tetra, hekza ve Oktolobal) tekstüre iplik kullanmışlardır. Üretilen iplikler için mukavemet, kopma uzaması, kıvrım ve kaynama çekme testleri yapıp sonuçlar analiz edilmiştir. Genel olarak ipliklerin tekstüre işlemi sonrasında mukavemetinin arttığı, kopma uzamasının ise düştüğü gözlemlenmiştir. Dahası, dairesel kesit şekilli iplikler, diğer kesit şekilli ipliklere göre yüksek mukavemet, yüksek kopma uzaması ve yüksek kıvrım değerleri göstermiştir. Ayrıca, üçgen kesit şekline sahip iplikler ise diğer kesit şekline sahip ipliklere göre düşük mukavemet ve kopma uzamasına sahip olduğu görülmüştür. Her iki grupta kaynama çekme değerleri dairesel kesitli ipliklerin en düşük, hekza kesitli ipliklerin ise en yüksektir.

Literatürde bulunan benzer çalışmalara bakıldığında; genellikle bir işlem parametresinin üretilen iplik ya da kumaş özelliklerine etkisinin incelendiği görülmektedir. Fakat FDY ve DTY olarak üretilen ipliklerin ve bu ipliklerden örülen kumaş özelliklerinin kıyaslanmadığı görülmüştür.

Friksiyon diskli yalancı büküm tekstüre işleminde lif kesit şeklinin deforme olduğu tespit edilmiştir. Tekstüre işlemini simule eden Dynafil Me test cihazında ve tekstüre makinesinde parametre (sıcaklık, çekim, kombinasyon) denemeleri yapıp lif kesit şekli görüntüleri incelenmiştir. Lif kesit şekli deformasyonunun minimum olduğu parametreler çalışma parametresi olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra FDY ipliklerin kesit şekillerinin bozulmadığı tespit edilerek, iplik ve kumaş özellikleri değişikliğe uğrayan DTY iplikler ile kıyaslanmıştır.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

Yapılan çalışmada kullanılan materyal, izlenen yöntem, uygulanan testler ve test sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler bu kısımda açıklanmıştır.

3.1. Materyal

Çalışma kapsamında tekstüre işleminde kullanılmak üzere üretilen polyester POY iplikleri ve kıyaslamalarda kullanılan polyester FDY iplikleri üretmek için polyester granül cipsler malzeme olarak kullanılmıştır. Kullanılan polyester polimer ve cipsin özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Polyester polimer ve cips özellikleri

Viskozite	0,645 dL/g
TiO ₂ Oranı	0,3%
Karboksil Uç Grupları	30 mmol/kg
DEG Miktarı	1,25%
Polimer Yoğunluğu	1,18 g/cm ³
Erime Sıcaklığı	260°C
Camlaşma Sıcaklığı	60-80°C
Antimon Miktarı	200 ppm
Nem	0,04%

3.2. Yöntem

Bu bölümde yapılan ön çalışma sonrasında hammadde olarak kullanılan cipslerden ipliklerin ve kumaşların üretimi ile bu ipliklere ve kumaşlara uygulanan test yöntemlerinin yanı sıra yapılan istatistiksel çalışma anlatılmıştır.

3.2.1. Ön çalışma

Çekim oranı, fırın sıcaklığı değerleri ve friksiyon çalışma diski sayısı yapılan ön çalışma neticesinde belirlenmiştir. Değerlendirme ölçütü olarak, yapılan denemeler sonrasında içi boş dairesel lif kesit şeklinin deformasyonu referans alınmıştır ve en az deformasyona uğrayan kesit şeklinin parametreleri çalışma parametresi olarak belirlenmiştir.

Öncelikle Dynafil Me test cihazında fırın sıcaklığı denemeleri yapılmıştır. %55 çekim oranında 150°C, 250°C ve 350°C’de gerçekleştirilen denemeler sonucunda fırın sıcaklığı ve çekim oranı parametrelerinin lif kesit şekline etkisi incelenmiştir. Ardından büküm parametresinin de değerlendirilmesi amacıyla denemelere tekstüre makinesinde devam etmiştir. Tekstüre makinesinde de çalışma diski sayısı, çekim oranı ve sıcaklık parametrelerinin lif kesit şekline etkisi incelenmiştir.

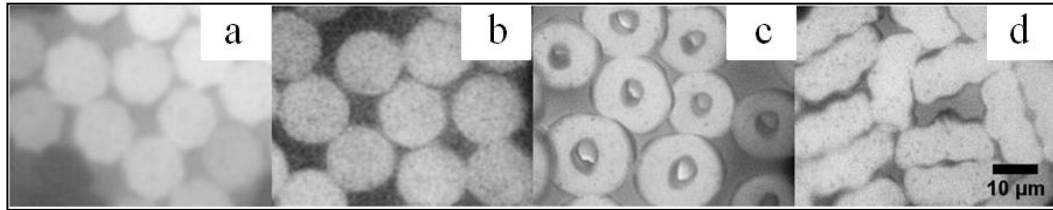
3.2.2. İpliklerin üretimi

İşletme şartlarında kondisyonlanan polyester cipslerden aynı üretim parametrelerinde, eriyikten çekim metodu ile 180 dtex 48 filament POY ve 110 dtex 48 filament FDY iplikler üretilmiştir. İpliklerin üretimi için kullanılan makine parametreleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Eriyikten çekim üretim parametreleri

	FDY	POY
Filament Sayısı	48	48
Çekim Sıcaklığı	286°C	286°C
Winder Hızı	4150/ m/dk	2900 m/dk
Godet Hızı(1/2)	1750/1300 m/dk	2910 m/dk
Godet Hızı(3/4)	4180/2600 m/dk	0
Godet Sıc.(1/2)	80/80°C	0
Godet Sıc.(3)	130°C	0

POY ve FDY ipliklerin üretiminde kullanılan lif enine kesit şekilleri Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan lif enine kesit şekilleri (a)oktolobal, (b)dairesel, (c)içi boş dairesel, (d)W kanal

180 dtex 48 filament POY iplikler kullanılarak gerçekleştirilen tekstüre işlemi, 3 farklı birinci fırın sıcaklığında (130°C, 150°C, 170°C) yapılarak 110 dtex 48 filament draw textured yarn - çekimli tekstüre iplikler (DTY) elde edilmiştir. Tekstüre işlemi, Barmag

AFK M tipi yalancı büküm tekstüre makinesinde Çizelge 3.3'de verilen üretim parametreleriyle gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.3. Tekstüre işlem parametreleri

Disk Kombinasyonu	1+3+1
Disk Tipi	Poliüretan
Kombinasyon Yönü	S
Çekim Oranı	1,60
İmg Mili Büzülmesi w_2 / w_{2x}	-
Fikse Büzülmesi W_2 / W_3 %	-8,5
Sarım Oranı W_2 / W_4 %	-8,0
İplik Hızı W_2	500 m/dk
D/Y Oranı	1,65
Birinci Fırın Sıcaklığı	170°C, 150°C, 130°C
İkinci Fırın Sıcaklığı	160°C
Yağ Devri	0,5 rpm
Sarım Açısı	30

Çalışma kapsamında toplam 4 adet POY iplikten 12 adet DTY iplik ve ayrıca 4 adet FDY iplik üretilmiştir.

3.2.3. Kumaşların üretimi

Örme kumaşlar, Harry Lucas TK-83 iplik kontrol makinesinde, RL düz örgüde, dört farklı kesitten üretilen DTY ile FDY iplikler kullanılarak üretilmiştir. Üretilen örme kumaşlar Ataç-Dye HT 05F marka numune jet boyama makinesinde 130 °C de 30 dakika boyanmıştır.

Çalışma kapsamında 12 adet DTY iplikten ve 4 adet FDY iplikten olmak üzere toplam 16 kumaş üretilmiştir.

3.2.4. İplik test yöntemleri

Bu bölümde üretimi yapılan iplikler için kullanılan test yöntemleri (numara, kopma uzama, mukavemet, düzgünsüzlük, kıvrım elastikiyeti, kıvrım kısalması, kıvrım kalıcılığı, kaynama çekme, kesit kontrolü) başlıklar halinde aktarılmıştır.

Ön çalışmada kullanılan Dynafil Me test cihazı

Dynafil Me test cihazında yapılan çekim kuvveti değeri ölçümü, POY ipliklerin içyapısı hakkında fikir yürütmek için kullanılmaktadır. Üretimden çıkan POY ipliklerin çekim kuvveti değerindeki farklılıklar tekstüre aşamasında gerginlik farklılıkları yaratacağından ipliklerin boya alımları farklı olabilmektedir. Bunu engellemek için her üretim partisinden seçilen POY iplikleri test edilmiştir.

Dynafil Me test cihazı, çekim silindirleri ve fırını ile tekstürede ki sıcaklık ve çekim işlemlerini simule etmektedir. Testler ASTM D5344-99 standardına uygun olarak yapılmıştır. Numuneler sırasıyla %55 çekim oranında 150°C, 250°C ve 350°C fırın sıcaklıklarında, 0,05 cN/dtex ön gerilimle test edilerek lif kesit şekilleri incelenmiştir.

İplik numarası ölçümleri

İpliğin, belirlenmiş bir uzunluğunun ağırlığının saptanması ISO 2060 (1994) standardına göre yapılmıştır.

Ölçüme başlamadan önce numuneler iklimlendirilmiştir ve üzerlerinden 500 m iplik alınmıştır. İplik, iplik ve gerilim ayar kılavuzlarından geçirilip çıkırığa bağlanmıştır. Gerilim 0,05 g/den olarak ayarlanır. Belirlenen sarım sayısında çıkırığa sarılan iplik çilesi çıkırıktan çıkarılarak tartılır. İpliğin denye cinsinden değerini bulmak için hassas teraziden okunan değer dtex için 10000 m ile denye için 9000 m ile çarpılarak çıkırığa sarılan iplik uzunluğuna bölünmüştür ve iplik numarası elde edilmiştir.

İplik kopma uzaması ve mukavemet ölçümleri

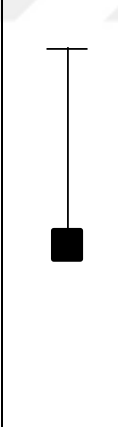

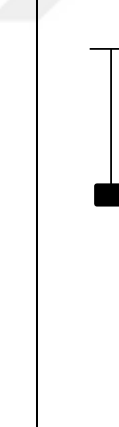
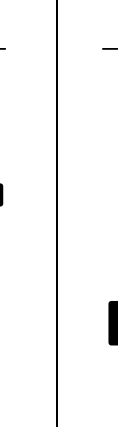
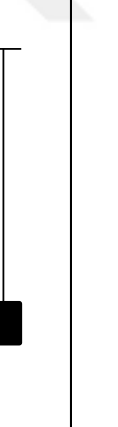
İplik numunelerinin kopma uzaması ve mukavemet ölçümleri, DIN EN ISO 2062 standardına göre Statimat test cihazında yapılmıştır.

POY ipliklerde, kıskaçlar arasındaki mesafe $200 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, test hızı 1500 mm/dk , ön gerilim 0.05 g/dtex olacak şekilde ayarlanmıştır. DTY ve FDY ipliklerde kıskaçlar arasındaki mesafe $500 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, test hızı ipliğin kopma süresi 20 sn olacak şekilde ayarlanmıştır. Her numune için cihaz kopma ve mukavemet testlerine başlamadan önce otomatik olarak iplik numarasını ölçmektedir. Ölçülen iplik numarası mukavemet hesabında kullanılmaktadır.

Maksimum kuvvet anındaki uzama değeri o numuneye ait % uzama değeridir. Maksimum kuvvetin iplik numarasına bölünmesiyle de mukavemet hesaplanır. Beş kere tekrarlanan testler cihazın ekranından okunmuştur.

Kıvrım değerleri ölçümleri

Yalancı büküm tekstüre ipliklerinin kıvrım değerleri DIN 53840-T1 standardına göre Texturmat test cihazında ölçülmüştür. Ölçüm yapabilmek için iplikler çile haline getirilmiştir. 500 denye'den ince olan ipliklerde çile kalınlığı 2 500 dtex, 500 denye'den kalın olan ipliklerde ise çile kalınlığı 10 000 dtex kullanılmıştır. Çile magazinine yerleştirildikten sonra fırında 120°C'de 10 dk bekletilerek kıvrım oluşumu gerçekleştirilmiştir. Fırından çıkarılan magazin 30 dk laboratuvar ortamında şartlandırıldıktan sonra Texturmat cihazının sehpasına konulmuştur. Cihaz sırasıyla, Şekil 3.2'de gösterildiği gibi 500 g (2 cN/tex) ağırlıkta "LG" uzunluğunu, 2,50 g (0,01 cN/tex) ağırlıkta "LZ" uzunluğunu, 25 g (0,10 cN/tex) ağırlıkta "LF" uzunluğunu ve 2 500 g (10 cN/Text) ağırlığa takiben 2,50 g (0,01 cN/Text) ağırlıkta "LB" uzunluğu ölçmektedir.

				
2 cN/dtex	0,01 cN/dtex	0,1 cN/dtex	10 cN/dtex	0,01 cN/dtex
10 sn	10 dk	10 sn	10 sn	30 dk
LG	LZ	LF	LB	LR

Şekil 3.2. Kıvrım değerlerini hesaplamak için yapılan ölçümler

Yapılan ölçümler, kıvrım elastikiyeti için (3.1) numaralı formülde, kıvrım kısalması için (3.2) numaralı formülde ve kıvrım kalıcılığı için (3.3) numaralı formülde kullanılarak kıvrım değerleri hesaplanmıştır.

$$\%KE \text{ (kıvrım elastikiyeti)} = \frac{LG - LZ}{LG} \times 100 \quad (3.1)$$

$$\%KK \text{ (kıvrım kısalması)} = \frac{LG - LF}{LG} \times 100 \quad (3.2)$$

$$\%KE \text{ (kıvrım kalıcılığı)} = \frac{LG - LB}{LZ - LG} \times 100 \quad (3.3)$$

Kaynama çekme ölçümleri

ISO 18066 (2015) standardına göre yapılan kaynama çekme testi, ipliklerin 95°C'de ki su içinde kendini toplama oranını ifade etmektedir. Kaynama çekme ölçümleri, kıvrım değerlerinin ölçüldüğü Texturmat test cihazında gerçekleştirilmiştir. Bobinden sağılarak çile haline getirilen iplik numuneleri test cihazının magazin aparatına yerleştirilir. Her çilenin ucuna 2 cN/tex kuvvet uygulanarak ilk uzunluk boyu (L_o) ölçülür. Ardından magazin, 95°C su ile dolu kazanda on dakika bekletilir. Magazin, kazandan çıkarılarak kaynama çekme işlemi tamamlanır. İki saat laboratuvar ortamında bekletilen iplik numunelerinin ucuna başlangıçta olduğu gibi 2 cN/tex kuvvet uygulanarak son boyları (L_g) ölçülür. İlk uzunluktan, kaynama çekme sonrası ölçülen uzunluk çıkarılmıştır ve ilk uzunluğa bölünerek kaynama çekme değeri bulunmuştur.

Düzensüzlük ölçümleri

POY ve FDY ipliklerine uygulanan düzensüzlük ölçümünün amacı, iplik kondansatörden geçerken yapısındaki değişiklikleri, iplik yüzey düzensüzlüklerini kütsel olarak ölçmektir. Düzensüzlüğü fazla olan POY iplik tekstüre prosesinde kopmaya sebebiyet vereceğinden randıman kaybına yol açmaktadır.

ASTM D1425 standardına göre yapılan teste başlamadan önce tüm numuneler iklimlendirilmiştir. Hatasız sonuçlar elde etmek için her numune test hızı, giriş basıncı, büküm yönü ve gerilim kuvvetleri ayarları minimum düzensüzlük elde edilebilecek şekilde ayarlanmıştır. Sonuçlar ekrandan okunmuştur.

Kesit kontrolü

Kesit kontrolü, lif kesitlerinin incelenmesi amacıyla Projectina marka mikroskopta PAGB33 dijital kamera ve PIA-7000 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Donanım olarak

mikroskop, delikli plaka, numune iplikten farklı renkte fon iplik, tel ve jilet kullanılmıştır.

Kontrol için ince tel, delikli plakanın deliğinde halka oluşturacak şekilde geçirilmiştir. Oluşturulan halkaya farklı renkte fon iplikle birlikte numune iplik yerleştirilmiş ve halka daraltılmıştır. Plaka deliğinin iki tarafında da bulunan iplik fazlalığı jilet yardımıyla kesilerek plaka mikroskoba yerleştirilmiştir ve numuneler incelenmiştir. Tüm görüntülemeler, oküler 40X, ekran 400X ve monitör 880X ölçeklendirme ile çalışma mesafesi 30 mm olacak şekilde yapılmıştır.

3.2.5. Kumaş test yöntemleri

Bu bölümde kumaşlara uygulanan test yöntemleri (gramaj, kalınlık, sıra ve çubuk sıklığı, patlama mukavemeti, patlama gerinimi, hava geçirgenliği, termal direnç, termal iletkenlik) başlıklar halinde aktarılmıştır.

Kumaş gramajı ölçümleri

Kumaşın bir metrekaresinin gram olarak ağırlığına o kumaşın metrekaresine ağırlığı denmektedir. Kumaşın metrekaresine ağırlığının belirlenmesi TSE (1965) standardına göre hassas terazi, dairesel kumaş kesici ve mantar levha kullanılarak yapılmıştır. Numune kumaş fazla gergin ya da fazla bolluk olmadan mantar levha üzerine düzgünce yerleştirilmiştir. Kumaşın üzerine dairesel kumaş kesici yerleştirilmiş, kumaş kesilinceye kadar bastırarak döndürülmüş ve kumaş yüzeyinden belirli bir alana sahip parça kesilerek alınmıştır. Bu parçanın alanı standart cihazlarla alınmış olup 100 cm²'dir. Bu alana sahip kumaşların ağırlığı hassas terazide ölçülmüştür. Bir metrekaresinde ki ağırlığını bulmak için teraziden okunan değerler 100 ile çarpılarak kumaşların m² ağırlığı hesaplanmıştır. Gramaj ölçümlerinde bir numune kumaş için 5 ölçüm yapılarak sonuç için ortalama değer kullanılmıştır.

Kumaş sıra ve çubuk sıklığı ölçümleri

İlmeğin sıra ve çubuk sıklığını ölçmek için numuneler düz bir yüzey üzerine yerleştirilerek lup yardımıyla 1 cm'de yer alan ilmek sıraları ve çubuk sıraları

sayılmıştır. Örne kumaşların esnek yapısı sebebiyle ölçüm her numunenin 5 ayrı yerinden tekrarlanmış ve ortalama değer alınmıştır.

Patlama mukavemeti ve patlama gerinimi ölçümleri

Patlama mukavemeti, örme kumaşta bir patlak oluşturmak için gerekli delici kuvveti ve kumaşın belirli koşullar altında patlamaya karşı koyma kabiliyetini ifade etmektedir. Patlama gerinimi ise kumaşta patlak oluşumu olduğu anda kumaşın, zeminden patlama noktasına kadar olan uzaklığını ifade etmektedir. Bunun için kumaşın esnek bir diyaframa sıkıca tutturulup bir bölgede şişirilerek, kumaşın patlatılması için gerekli basınç dikkate alınır Patlama mukavemeti ve patlama gerinimi ölçümleri SDL Atlas marka PruBurst model patlama mukavemeti cihazında ISO 13938-2 test standardına uygun olarak yapılmıştır. Deney için 20*20 cm boyutlarında kare şeklinde kumaş numuneleri hazırlanmıştır ve kondüsyonlama yapılmıştır. Hazırlanan numune, lastik bir diyafram üzerine dairesel bir mengene şeklindeki germe tertibatı ile bağlanır. Basınç altındaki bir gaz diyafram numuneyi patlayana kadar şişirir ve buna karşılık gelen basınç ve patlama gerinimi cihaz ekranından okunur. Her kumaş için beş adet test işlemi yapılmıştır ve bunların ortalaması kumaşın patlama mukavemeti ve patlama gerinimi değeri olarak belirlenmiştir. Test sonuçlarında patlatma mukavemeti (kPa), patlatma gerinimi (mm) olarak cihaz ekranından okunmuştur.

Hava geçirgenliği ölçümleri

Numune kumaşlarda hava geçirgenliği ölçümleri, numuneler standart klima koşulları altında kondisyonlandıktan sonra SDL Atlas Digital Air Permeability Tester (Model M 021A) cihazında ISO 9237 standardına göre yapılmıştır. Seçilmiş test basıncı 100 Pa olup, test alanı 20 cm²'dir. Ölçümler l/m²/s cinsinden yapılmıştır. Her kumaş numunesi için beş adet ölçüm yapılarak sonuçlar cihaz ekranından okunmuştur.

Kalınlık, termal direnç ve termal iletkenlik ölçümleri

Kalınlık, termal direnç ve termal iletkenlik ölçümleri Alambeta test cihazında gerçekleştirilmiştir. Cihaz bir ölçüm başlığı ile numunenin üzerine yerleştirildiği bir alt plakadan oluşmaktadır. Test başladığında, ısı akış sensörünü taşıyan ölçüm başlığı aşağıya doğru hareket eder ve alt plakaya yatay bir biçimde konulan numuneye temas

eder. Numune, alt ve üst plaka arasında kalırken fotoelektrik sensör numune kalınlığını ölçmektedir. Bu esnada numunenin yüzey sıcaklığı değişmeye başlar ve test cihazının bilgisayarı ısı akış değerlerini kayıt altına alır. Bu işlemler, insan teninin oda sıcaklığında bir kumaşa temas etmesini benzer şekilde simule etmektedir.

Örme kumaşlarda vücuda temas eden yüzey Lilmek tarafı olduğundan, kumaşın bu tarafı alt yüzeye temas edecek şekilde yapılan ölçümler, standart atmosfer koşullarında beş tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir ve sonuçlar test cihazı ekranından okunmuştur.

3.2.6. İstatistiksel analizler

Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi, FDY ve DTY iplikler için ayrı ayrı yapılan analizlerle gerçekleştirilmiştir. Analizlerin gerçekleştirilmesinde IBM SPSS Statistics22 yazılım programı kullanılmıştır.

Tekstüre birinci fırın sıcaklığı ve lif enine kesit şeklinin DTY iplik özellikleri (iplik numarası, kopma uzama, mukavemet, kıvrım elastikiyeti, kıvrım kısılması, kıvrım kalıcılığı, kaynama çekme) ile bu ipliklerden örülen kumaşların özelliklerine (patlama mukavemeti, patlama gerinimi, hava geçirgenliği, termal direnç, termal iletkenlik) etkisini incelemek amacıyla yapılan testler sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde çift faktörlü varyans analizleri yapılmıştır.

Lif enine kesit şeklinin FDY iplikler özellikleri (iplik numarası, kopma uzama, mukavemet, kaynama çekme) ile bu ipliklerden örülen kumaşların özelliklerine (patlama mukavemeti, patlama gerinimi, hava geçirgenliği, termal direnç, termal iletkenlik) etkisini incelemek amacıyla yapılan testler sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde tek faktörlü varyans analizleri yapılmıştır.

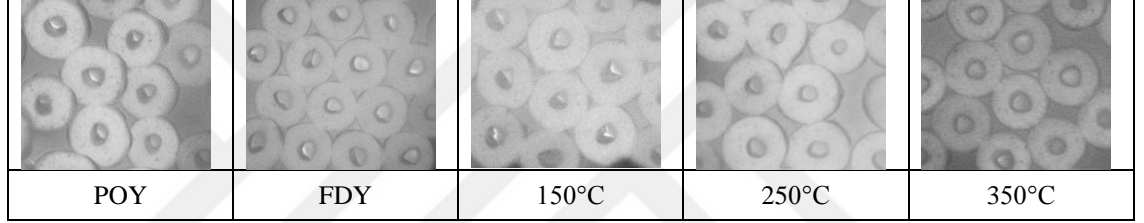
Tüm varyans analiz sonuçları %5 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonucunda bulunan P (olasılık) değeri, $\alpha = 0.05$ ile karşılaştırılmıştır. $P < 0,05$ olduğu durumlarda, SNK (student newman keuls) testi uygulanıp etkilerin birbirlerinden farklı olup olmadığı belirlenmiştir. Etkilerin derecelendirilmesinde a,b,c ve d harfleri sırasıyla kullanılmıştır. SNK testlerinin ardından ortalama değerler grafik üzerinde verilip yorumlanmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Ön Çalışma Sonuçları

Dynafil Me test cihazında sabit çekim altında sıcaklık değişkeninin lif kesit şekline etkisi araştırılmıştır. %55 çekim oranında, 150°C, 250°C ve 350°C sıcaklıklarda yapılan çalışmalarda fırın sıcaklığı değerinin, Çizelge 4.1’de gösterildiği gibi lif kesit şekline etkisi görülmemiştir. Bu sonuca bağlı olarak test cihazında büküm işlemi olmadığından lif kesit şekillerinin deformasyona uğramadığı kanısına varılmıştır. Bu kanıyı, FDY ipliklerin üretim sırasında deforme olmayan kesit şekilleri de destekler niteliktedir.

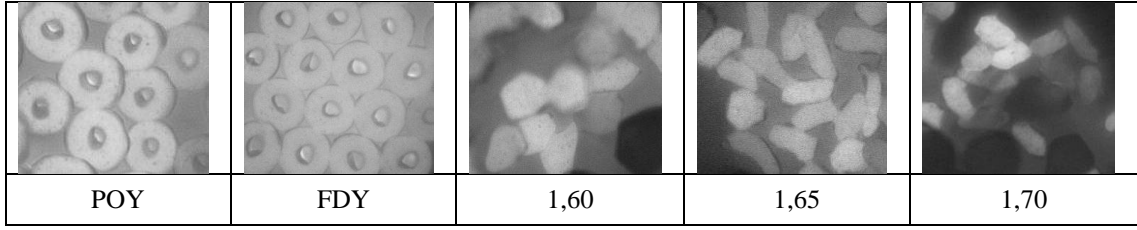
Çizelge 4.1. Dynafil Me test cihazındaki fırın sıcaklığı denemeleri sonucu lif kesit şekli görüntüleri



Fırın sıcaklığı ve çekim oranı ile birlikte liflere uygulanan bükümün sinerjik etkisinden dolayı lif kesit şekillerinde deformasyon meydana geldiği düşünülmüştür. Bu sebeple parametre denemelerine tekstüre makinesinde devam edilmiştir. Sırasıyla çekim oranı, çalışma diski sayısı (verilen büküm miktarını etkilememektedir) ve fırın sıcaklığı denemeleri yapılmıştır.

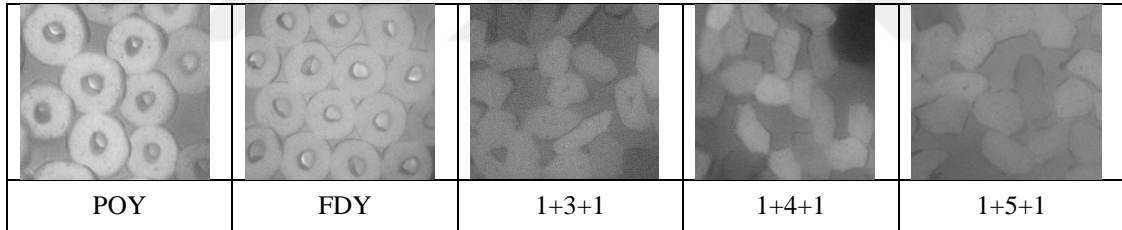
Çekim oranı denemeleri için 1,60, 1,65 ve 1,70 oranları kullanılmıştır. Diğer parametrelerden birinci fırın sıcaklığı 150°C ve disk kombinasyonu 1+4+1 olarak ayarlanmıştır. Çizelge 4.2’ de verilen, çekim oranının lif kesit şekline etkisinde görüldüğü üzere yapılan tüm çekim denemelerinde lif kesit şekli formunu koruyamamakla birlikte çekim oranının artışıyla kesit şeklinde ki deformasyonun arttığı görülmektedir. Bu sebeple denemelerin devamında çekim oranı 1,60 olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.2. Tekstüre makinesindeki çekim oranı denemeleri sonucu lif kesit şekli görüntüleri



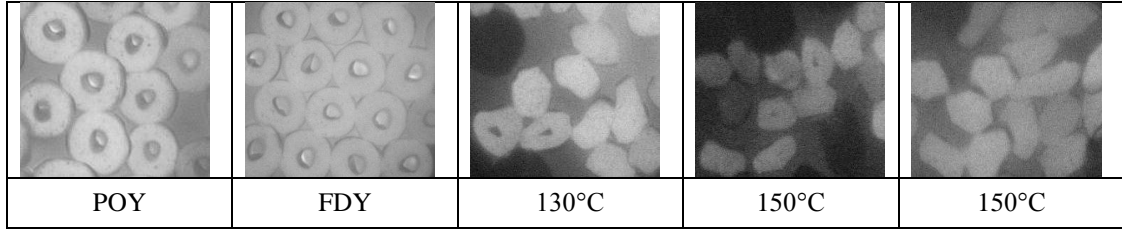
Çalışma diski denemeleri için 1+3+1, 1+4+1 ve 1+5+1 kombinasyonları kullanılmıştır. Diğer parametrelerden birinci fırın sıcaklığı 150°C ve çekim oranı 1,60 olarak ayarlanmıştır. Disk kombinasyonunun lif kesit şekline etkisini gösteren görüntüler Çizelge 4.3’de verilmiştir. Çizelgeye göre, kombinasyondaki çalışma diski sayısı arttıkça lif kesit şeklinin deformasyonu artmaktadır. Bu nedenle sonraki denemede 1,60 olarak belirlenen çekim oranı ile birlikte disk kombinasyonu 1+3+1 olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.3. Tekstüre makinesindeki disk kombinasyonu denemeleri sonucu lif kesit şekli görüntüleri



Çekim oranı ve disk kombinasyonu parametreleri belirlenirken 150°C’de yapılan çalışmalardan sonra yüksek sıcaklık değerinin lif kesit şekline zarar verebileceği öngörülerek fırın sıcaklığı denemeleri 130°C, 150°C ve 170°C’de yapılmıştır. Diğer parametreler, daha önce belirlendiği gibi; çekim oranı 1,60, disk kombinasyonu 1+3+1 olarak ayarlanmıştır. Çizelge 4.4’ de verilen, birinci fırın sıcaklığının lif kesit şekline etkisinde sıcaklık artışı lif kesit şeklinin deforme olmasına sebep olmuştur. Ayrıca birinci fırın sıcaklığı değerinin diğer parametrelere oranla lif kesit şekline etkisinin daha fazla olduğu görüldüğünden bu parametre çalışmada da faktör olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.4. Tekstüre makinesindeki birinci fırın sıcaklığı denemeleri sonucu lif kesit şekli görüntüleri



4.2. Çalışma Ölçüm Sonuçları

Test sonuçları ortalama (X_{ort}), standart sapma (SS) ve varyasyon katsayısı (%CV) değerleri olarak tablolar halinde verilmiştir.

4.2.1. İpliklere ait ölçüm sonuçları

POY ipliklerin fiziksel özellikleri Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Tekstüre işleminde kullanılan POY ipliklerin fiziksel özellikleri

İplik Kodu	İplik Cinsi	Kesit Şekli	Numara (dtex)	Mukavemet (cN/dtex)	Kopma Uzaması (%)	Kaynama Çekmesi (%)	Uster (%)
IBDPOY	POY	İçi Boş Dairesel	180,5	2,63	119,3	61,0	1,20
WPOY	POY	W Kanal	179,7	2,13	129,0	65,5	1,36
OPOY	POY	Oktolobal	180,0	2,53	123,2	62,3	1,83
DPOY	POY	Dairesel	180,7	2,43	130,1	65,7	1,10

Çizelge 4.6’da ipliklere ait numara, kopma uzama ve mukavemet sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.6. İpliklerin numara, kopma uzama ve mukavemet ölçüm sonuçları

İplik Kodu	İplik Numarası (Dtex)			Kopma Uzama (%)			Mukavemet (cN/dtex)		
	Xort	SS	%CV	Xort	SS	%CV	Xort	SS	%CV
IBDDTY170	116,67	1,53	1,31	24,08	1,28	5,32	3,91	0,10	2,63
IBDDTY150	118,67	1,15	0,97	28,41	0,63	2,22	3,79	0,03	0,79
IBDDTY130	119,33	0,58	0,48	30,39	1,24	4,08	3,68	0,09	2,34
IBDFDY	112,00	0,00	0,00	31,25	1,01	3,22	3,78	0,06	1,46
WDTY170	115,67	1,15	1,00	34,21	1,18	3,44	3,58	0,11	3,17
WDTY150	116,00	0,00	0,00	34,50	0,45	1,30	3,47	0,05	1,45
WDTY130	117,67	0,58	0,49	35,44	0,38	1,07	3,28	0,02	0,47
WFDY	110,00	0,00	0,00	37,43	0,98	2,62	3,59	0,09	2,51
ODTY170	117,33	0,58	0,49	28,17	2,51	8,90	3,89	0,18	4,68
ODTY150	119,33	0,58	0,48	27,68	0,31	1,13	3,66	0,09	2,54
ODTY130	120,00	1,73	1,44	30,54	0,63	2,05	3,62	0,08	2,08
OFDY	112,00	0,00	0,00	36,47	0,56	1,53	3,73	0,05	1,42
DDTY170	119,00	0,00	0,00	32,20	1,24	3,84	3,77	0,05	1,38
DDTY150	119,00	0,00	0,00	34,96	0,43	1,23	3,66	0,06	1,51
DDTY130	119,00	1,00	0,84	36,22	0,44	1,21	3,60	0,02	0,56
DFDY	112,00	0,00	0,00	34,30	0,13	0,36	4,06	0,01	0,14

DTY ipliklerine ait kıvrım elastikiyeti, kıvrım kısalması ve kıvrım kalıcılığı ölçüm sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. DTY ipliklerin kıvrım elastikiyeti, kıvrım kısalması ve kıvrım kalıcılığı ölçüm sonuçları

İplik Kodu	Kıvrım Elastikiyeti (%)			Kıvrım Kısalması (%)			Kıvrım Kalıcılığı (%)		
	Xort	SS	%CV	Xort	SS	%CV	Xort	SS	%CV
IBDDTY170	14,12	0,50	3,55	8,81	0,38	4,35	84,31	0,74	0,88
IBDDTY150	8,76	0,36	4,12	5,74	0,37	6,43	78,42	2,57	3,28
IBDDTY130	3,77	0,08	2,16	2,53	0,18	7,16	64,83	8,47	13,06
IBDFDY	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WDTY170	13,38	0,31	2,30	7,88	0,14	1,76	78,81	0,89	1,13
WDTY150	8,77	0,25	2,81	5,57	0,13	2,24	74,08	0,88	1,18
WDTY130	4,64	0,07	1,59	3,28	0,04	1,23	69,05	3,04	4,41
WFDY	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ODTY170	15,56	0,24	1,54	9,88	0,44	4,50	78,00	10,47	13,43
ODTY150	9,61	0,11	1,15	6,30	0,16	2,55	79,64	1,79	2,24
ODTY130	3,90	0,37	9,55	2,61	0,39	14,79	68,35	7,22	10,56
OFDY	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DDTY170	15,91	0,38	2,40	10,24	0,57	5,53	81,06	1,25	1,55
DDTY150	10,65	0,29	2,69	7,13	0,36	5,11	77,57	1,85	2,38
DDTY130	5,12	0,19	3,66	3,59	0,17	4,74	65,89	5,23	7,94
DFDY	-	-	-	-	-	-	-	-	-

İpliklere ait kaynama çekme ölçüm sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. İpliklerin kaynama çekme ölçüm sonuçları

İplik Kodu	Kaynama Çekme (%)		
	Xort	SS	%CV
IBDDTY170	1,62	0,03	2,14
IBDDTY150	1,59	0,11	6,63
IBDDTY130	2,00	0,10	5,00
IBDFDY	7,17	0,06	0,81
WDTY170	0,85	0,17	20,07
WDTY150	1,07	0,04	4,07
WDTY130	1,46	0,14	9,62
WFDY	6,33	0,12	1,82
ODTY170	1,17	0,12	9,90
ODTY150	1,32	0,18	13,34
ODTY130	1,66	0,12	7,12
OFDY	6,03	0,21	3,45
DDTY170	0,56	0,14	23,97
DDTY150	0,90	0,11	11,71
DDTY130	1,31	0,11	8,26
DFDY	6,10	0,26	4,34

4.2.2. Kumaşlara ait ölçüm sonuçları

FDY ve DTY ipliklerden örülen kumaşların yapısal özellikleri Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Üretilen kumaşların yapısal özellikleri

İplik Kodu	Kalınlık (mm)	Gramaj (g/m ²)	Sıra Sıklığı (sıra/cm)	Çubuk Sıklığı (çubuk/cm)
IBDDTY170	0,57	110,57	18,7	17,0
IBDDTY150	0,51	106,27	19,0	16,0
IBDDTY130	0,44	94,43	17,0	16,0
IBDFDY	0,29	89,27	16,0	18,0
WDTY170	0,56	109,17	18,3	16,0
WDTY150	0,51	103,17	20,0	17,0
WDTY130	0,46	92,57	17,7	15,7
WFDY	0,26	86,63	14,7	18,7
ODTY170	0,58	115,97	19,3	17,3
ODTY150	0,52	107,50	19,0	18,0
ODTY130	0,47	101,07	17,7	17,0
OFDY	0,27	83,87	14,3	16,7
DDTY170	0,56	115,37	19,7	17,3
DDTY150	0,50	106,83	18,3	17,0
DDTY130	0,46	98,13	17,7	16,0
DFDY	0,27	87,43	15,0	18,0

Kumaşlara ait patlama mukavemeti ve patlama gerinimi ölçüm sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Kumaşların patlama mukavemeti ve patlama gerinimi ölçüm sonuçları

İplik Kodu	Patlama Mukavemeti (kPa)			Patlama Gerinimi (mm)		
	Xort	SS	%CV	Xort	SS	%CV
IBDDTY170	552,00	13,23	2,40	20,73	0,72	3,47
IBDDTY150	601,40	16,62	2,76	20,36	0,28	1,36
IBDDTY130	602,20	19,36	3,21	18,42	0,42	2,27
IBDFDY	682,90	16,92	2,48	17,20	0,60	3,51
WDTY170	536,08	13,93	2,60	20,87	0,47	2,23
WDTY150	502,22	19,74	3,93	21,25	0,18	0,87
WDTY130	506,86	12,97	2,56	20,10	0,52	2,57
WFDY	620,50	13,60	2,19	16,94	0,21	1,24
ODTY170	556,94	47,08	8,45	21,86	0,62	2,85
ODTY150	578,76	17,23	2,98	21,59	1,05	4,85
ODTY130	611,28	22,57	3,69	19,49	0,29	1,50
OFDY	655,92	8,54	1,30	17,72	0,42	2,35
DDTY170	547,10	12,61	2,30	21,13	0,46	2,19
DDTY150	553,18	13,55	2,45	21,03	0,31	1,45
DDTY130	596,02	11,87	1,99	20,19	0,32	1,59
DFDY	707,16	11,87	1,68	17,69	0,47	2,65

Kumaşlara ait hava geçirgenliği, termal direnç ve termal iletkenlik ölçüm sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Kumaşların hava geçirgenliği, termal direnç ve termal iletkenlik ölçüm sonuçları

İplik Kodu	Hava Geçirgenliği (l/m ² /s)			Termal Direnç (10 ⁻³ *Km ² /W)			Termal İletkenlik (10 ⁻³ *W/mK)		
	Xort	SS	%CV	Xort	SS	%CV	Xort	SS	%CV
IBDDTY170	1083,33	101,16	9,34	12,64	0,31	2,48	44,70	0,53	1,19
IBDDTY150	1533,33	120,55	7,86	11,80	0,24	2,08	43,10	0,22	0,52
IBDDTY130	1826,67	15,28	0,84	10,98	0,19	1,76	40,30	0,54	1,34
IBDFDY	3256,67	251,06	7,71	8,38	0,07	0,89	34,78	0,76	2,17
WDTY170	1190,00	70,00	5,88	13,20	0,24	1,85	42,70	0,87	2,03
WDTY150	1460,00	130,00	8,90	12,00	0,06	0,52	42,62	0,26	0,61
WDTY130	1640,00	20,00	1,22	11,34	0,13	1,19	40,72	0,23	0,56
WFDY	3530,00	280,00	7,93	8,32	0,07	0,89	31,96	0,42	1,32
ODTY170	1153,33	11,55	1,00	13,24	0,24	1,82	44,78	0,39	0,89
ODTY150	1556,67	110,15	7,08	12,08	0,19	1,60	43,86	0,43	0,99
ODTY130	1843,33	15,28	0,83	11,10	0,14	1,27	42,64	0,57	1,33
OFDY	4486,67	873,00	19,46	7,94	0,08	1,00	33,46	0,97	2,89
DDTY170	1590,00	36,06	2,27	12,88	0,07	0,58	43,54	0,57	1,32
DDTY150	1390,00	149,33	10,74	11,86	0,21	1,81	42,56	0,68	1,60
DDTY130	1930,00	60,83	3,15	11,24	0,08	0,71	41,24	0,17	0,41
DFDY	3426,67	189,30	5,52	7,92	0,11	1,47	34,56	0,55	1,61

4.3. Çalışma Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Tekstüre birinci fırın sıcaklığına bağlı değişimler belirgin olduğundan her tekstüre fırın sıcaklığında lif enine kesit şeklinin etkisi SNK testleri ile belirlenmiştir.

4.3.1. İpliklere ait ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Bu kısımda, çalışma kapsamında üretilen FDY ve DTY ipliklerin numara, kopma uzama, mukavemet, kıvrım özellikleri ve kaynama çekme özellikleri ile lif enine kesit şekli ve tekstüre birinci fırın sıcaklığı faktörlerinin bu özellikler üzerindeki etkisi incelenmiştir.

İpliklere ait numara ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Lif enine kesit şeklinin ve tekstüre birinci fırın sıcaklığının DTY iplik numarası üzerine etkisini incelemek amacıyla üretilen 12 adet DTY iplik kullanılmıştır. Bu ipliklere ait Çizelge 4.12’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, lif enine kesit şeklinin,

tekstüre birinci fırın sıcaklığının ve iki değişkenin birlikte iplik numarası üzerinde etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.12. DTY iplik numarası varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	62,667	3	20,889	48,517	0,000
Fırın Sıcaklığı	33,696	2	16,984	39,447	0,000
Kesit Şekli * Fırın Sıcaklığı	16,023	6	2,670	6,202	0,000
Hata	20,667	48	0,431		
Toplam	133,053	59			

Tekstüre birinci fırın sıcaklığına bağlı lif enine kesit şeklinin DTY iplik numarasına etkisini belirlemek amacıyla yapılan SNK testi analiz sonucu Çizelge 4.13’de verilmiştir. SNK testine göre en yüksek iplik numarası 130°C’de üretilen oktolobal kesitli DTY iplik iken en düşük iplik numarası 170°C’de üretilen W kanal kesitli DTY ipliklerdir. Tüm sıcaklıklarda üretilen DTY ipliklerde W kanal kesitli ipliklerin her zaman en düşük iplik numarasına sahip olduğu görülmüştür. Bu sonuca göre W kanal kesit şekli kullanımının iplik numarasında azalmaya yol açtığı görülmektedir.

Çizelge 4.13. DTY iplik numarası SNK testi

Fırın Sıcaklığı	Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
130°C	Oktolobal	120,000	a
	İçi Boş Dairesel	119,332	a
	Dairesel	119,000	a
	W Kanal	117,668	b
150°C	Oktolobal	119,332	a
	Dairesel	119,000	a
	İçi Boş Dairesel	118,668	a
	W Kanal	116,000	b
170°C	Dairesel	119,000	a
	Oktolobal	117,332	b
	İçi Boş Dairesel	116,668	b
	W Kanal	115,668	c

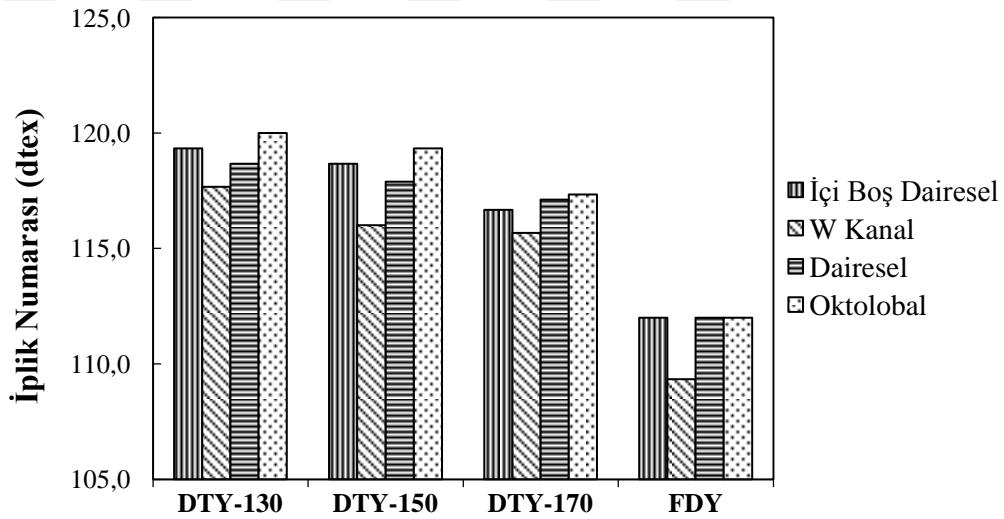
Lif enine kesit şeklinin FDY iplik numarası üzerine etkisini incelemek amacıyla üretilen 4 adet FDY iplik kullanılmıştır. Bu ipliklere ait Çizelge 4.14’de verilen varyans analizi

sonuçlarına göre, lif enine kesit şeklinin FDY iplik numarası üzerinde etkisinin anlamlı olmadığı görülmüştür. Bu sebeple SNK testi yapılmasına gerek duyulmamıştır.

Çizelge 4.14. FDY iplik numarası varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	6,150	3	2,050	3,154	0,054
Hata	10,400	16	0,650		
Toplam	133,053	59			

Şekil 4.1’de, çalışmada kullanılan ipliklerin ortalama iplik numarası değerleri verilmiştir. Değerler incelendiğinde, tekstüre birinci fırın sıcaklığı arttıkça iplik numarasının azaldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.1. Çalışmada kullanılan ipliklerin numara değerleri

İpliklere ait kopma uzama ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Lif enine kesit şeklinin ve tekstüre birinci fırın sıcaklığının DTY iplik kopma uzaması üzerine etkisini incelemek amacıyla 4 farklı kesitte ve 3 farklı tekstüre birinci fırın sıcaklığında üretilen 12 adet DTY iplik kullanılmıştır. Bu ipliklere ait Çizelge 4.15’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, lif enine kesit şeklinin, tekstüre birinci fırın sıcaklığının ve iki değişkenin birlikte iplik numarası üzerinde anlamlı etkisinin olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.15. DTY iplik kopma uzaması varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	620,822	3	206,941	355,268	0,000
Fırın Sıcaklığı	121,145	2	60,573	103,989	0,000
Kesit Şekli * Fırın Sıcaklığı	52,625	6	8,771	15,058	0,000
Hata	27,960	48	0,582		
Toplam	822,552	59			

Çizelge 4.16’da tekstüre birinci fırın sıcaklığına bağlı lif enine kesit şeklinin DTY iplik kopma uzamasına etkisinin belirlenmesi için yapılan SNK testi sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre, en yüksek kopma uzaması değeri 130°C’de tekstüre edilen dairesel kesitli ipliklerde görülür iken en düşük kopma uzaması değeri 170°C’de tekstüre edilen içi boş dairesel kesitli ipliklerde görülmüştür.

Çizelge 4.16. DTY iplik kopma uzaması SNK testi

Fırın Sıcaklığı	Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
130°C	Dairesel	36,222	a
	W Kanal	35,440	b
	Oktolobal	30,540	c
	İçi Boş Dairesel	30,384	c
150°C	Dairesel	34,954	a
	W Kanal	34,500	b
	İçi Boş Dairesel	28,410	c
	Oktolobal	27,674	d
170°C	W Kanal	34,210	a
	Dairesel	32,200	b
	Oktolobal	28,172	c
	İçi Boş Dairesel	24,082	d

Lif enine kesit şeklinin FDY iplik kopma uzaması üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. Bu sonuçlarına göre, lif enine kesit şeklinin FDY iplik kopma uzaması üzerinde etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.17. FDY iplik kopma uzaması varyans analizi

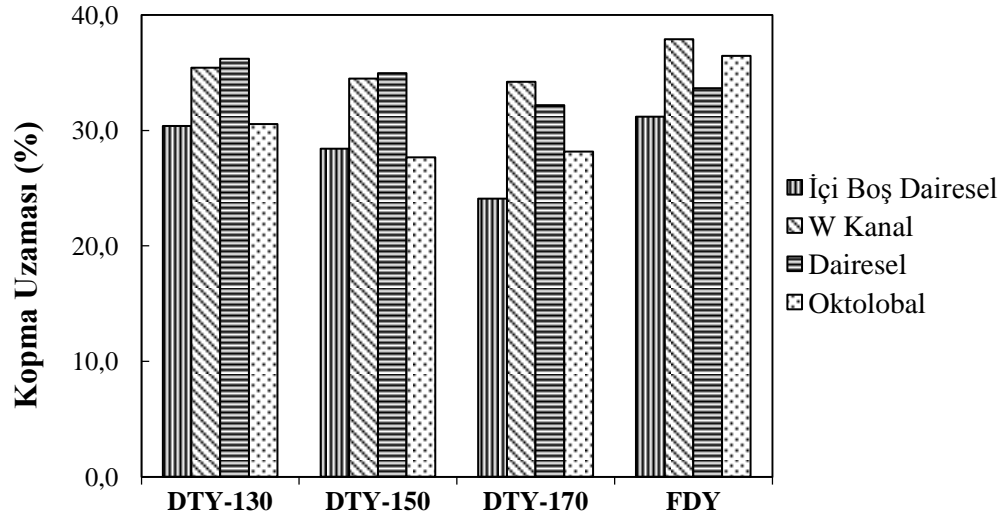
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	112,641	3	37,547	130,637	0,000
Hata	4,599	16	0,287		
Toplam	117,240	19			

Lif enine kesit şeklinin FDY iplik kopma uzaması üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan SNK testine sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Sonuçlara göre, en yüksek kopma uzaması değeri W kanal kesitli FDY ipliklerde görülmüştür. En düşük kopma uzaması değeri içi boş dairesel kesitli FDY ipliklerde görülmüştür. SNK testi sonucunda, her bir lif enine kesit şeklinin FDY ipliklerin kopma uzaması üzerinde etkisinin farklı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.18. FDY iplik kopma uzaması SNK testi

Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
W Kanal	37,428	a
Oktolobal	36,468	b
Dairesel	34,298	c
İçi Boş Dairesel	31,250	d

Şekil 4.2’de, çalışmada kullanılan ipliklerin ortalama kopma uzaması değerleri verilmiştir. Genel olarak üç farklı sıcakta da içi boş dairesel kesitli DTY ipliklerin kopma uzaması diğer kesitli ipliklere göre düşüktür. Benzer durum FDY ipliklerde de geçerlidir. Bunun sebebi lif kesit şeklinin içi boş yapıda olmasıdır. FDY ipliklerde, W kanal kesitli ipliklerin kopma uzamasının diğer kesitli ipliklere göre yüksek olmasının sebebi, yüzey alanının diğer kesitlere oranla geniş olmasından kaynaklı üretim aşamasında liflerin aynı düzeyde soğutulmamasından dolayı oryantasyonun her bölgede eşit olmamasıdır.



Şekil 4.2. Çalışmada kullanılan ipliklerin kopma uzama değerleri

İpliklere ait mukavemet ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Lif enine kesit şeklinin ve tekstüre birinci fırın sıcaklığının DTY ipliklerin mukavemeti üzerine etkisini incelemek yapılan varyans analizi Çizelge 4.19’da verilmiştir. Bu analize göre, lif enine kesit şeklinin, tekstüre birinci fırın sıcaklığının ve iki değişkenin birlikte DTY iplik mukavemeti üzerinde anlamlı etkisinin olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.19. DTY iplik mukavemeti varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	1,032	3	0,344	93,667	0,000
Fırın Sıcaklığı	0,602	2	0,301	81,898	0,000
Kesit Şekli * Fırın Sıcaklığı	0,057	6	0,009	2,580	0,030
Hata	0,176	48	0,005		
Toplam	1,867	59			

Tekstüre birinci fırın sıcaklığına bağlı lif enine kesit şeklinin DTY iplik mukavemetine etkisinin belirlenmesi için yapılan SNK testi sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, en yüksek mukavemet değeri 170°C’de tekstüre edilen içi boş dairesel kesitli DTY ipliğe ait iken en düşük mukavemetli iplik 130°C’de tekstüre edilen W kanal kesitli DTY ipliklerdir. Üç farklı sıcaklıkta da kesitlerin davranışı benzer olmakla birlikte İç Boş Dairesel kesitli DTY iplikler en yüksek mukavemete sahiptir. W kanal

kesitli DTY iplikler ise en düşük mukavemete sahiptir. Oktolobal ve dairesel kesitli DTY iplikler benzer özellik göstermiştir.

Çizelge 4.20. DTY iplik mukavemeti SNK testi

Fırın Sıcaklığı	Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
130°C	İçi Boş Dairesel	3,674	a
	Oktolobal	3,614	b
	Dairesel	3,600	b
	W Kanal	3,274	c
150°C	İçi Boş Dairesel	3,790	a
	Dairesel	3,654	b
	Oktolobal	3,654	b
	W Kanal	3,464	c
170°C	İçi Boş Dairesel	3,904	a
	Oktolobal	3,884	b
	Dairesel	3,770	b
	W Kanal	3,580	c

Lif enine kesit şeklinin FDY iplik mukavemeti üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Bu sonuçlarına göre, lif enine kesit şeklinin FDY iplik mukavemeti üzerinde etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.21. FDY iplik mukavemeti varyans analizi

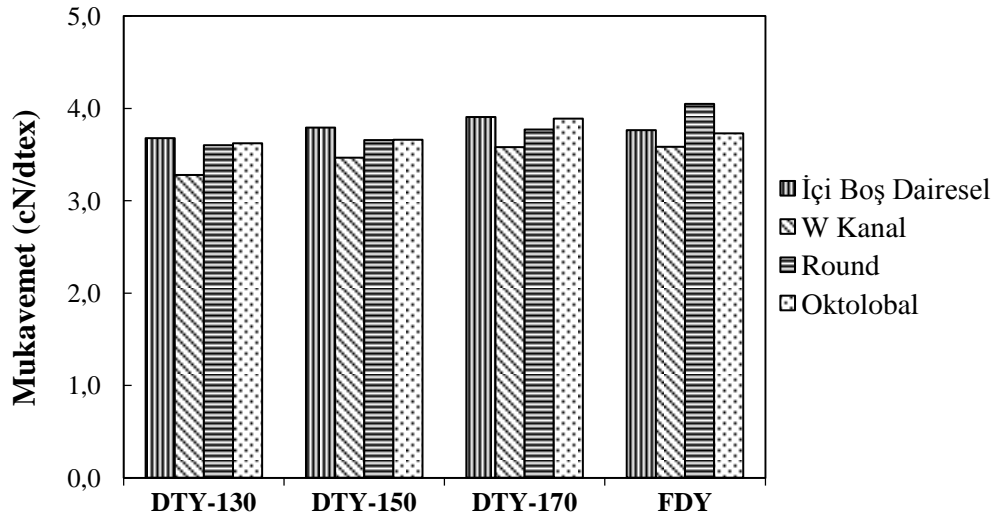
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	0,585	3	0,195	111,152	0,000
Hata	0,028	16	0,002		
Toplam	0,613	19			

Lif enine kesit şeklinin FDY iplik mukavemeti üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan SNK testine sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir. Sonuçlara göre, en yüksek mukavemet değeri dairesel kesitli FDY ipliklerde görülmüştür. En düşük mukavemet değeri W kanal kesitli FDY ipliklerde görülmüştür. SNK testi sonucunda, içi boş dairesel ve oktolobal kesitli FDY ipliklerin mukavemet değerlerinin benzer olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.22. FDY iplik mukavemeti SNK testi

Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
Dairesel	4,062	a
İçi Boş Dairesel	3,774	b
Oktolobal	3,730	b
W Kanal	3,592	c

Çalışmada kullanılan ipliklerin ortalama mukavemet değerleri Şekil 4.3’de verilmiştir. Birinci fırın sıcaklığının artışı ile ipliklerde kristalin bölge arttığından her kesitteki DTY ipliklerde mukavemet artışı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.3. Çalışmada kullanılan ipliklerin mukavemet değerleri

DTY ipliklere ait kıvrım elastikiyeti ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Kıvrım özellikleri ölçümü, FDY ipliklerin düz ve hacimsiz yapıda olmalarından kaynaklı bu ipliklere uygulanamamaktadır. Bu sebeple yalnızca DTY ipliklerin kıvrım elastikiyeti ölçüm sonuçları değerlendirilecektir.

Çizelge 4.23’de lif enine kesit şeklinin ve tekstüre birinci fırın sıcaklığının DTY ipliklerin kıvrım elastikiyeti üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları verilmiştir. Bu analize göre, lif enine kesit şeklinin, tekstüre birinci fırın sıcaklığının ve iki değişkenin birlikte DTY iplik kıvrım elastikiyeti üzerinde anlamlı etkisinin olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.23. DTY iplik kıvrım elastikiyeti varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	28,003	3	9,334	219,630	0,000
Fırın Sıcaklığı	1078,008	2	539,004	12682,443	0,000
Kesit Şekli * Fırın Sıcaklığı	11,526	6	1,921	45,201	0,000
Hata	2,040	48	0,043		
Toplam	1119,577	59			

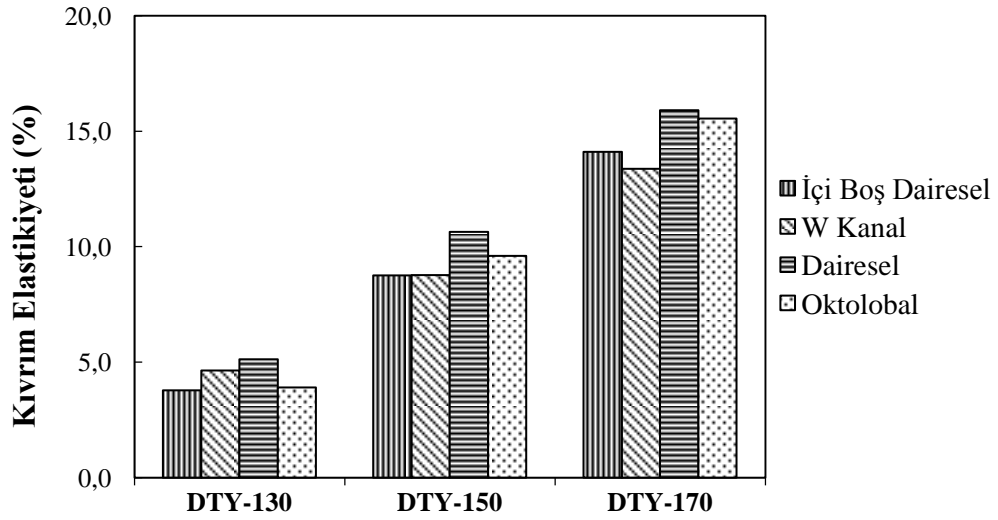
Çizelge 4.24’de tekstüre birinci fırın sıcaklığına bağlı lif enine kesit şeklinin DTY iplik kıvrım elastikiyetine etkisinin belirlenmesi için yapılan SNK testi sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre, en yüksek kıvrım elastikiyeti değerine 170°C’de tekstüre edilen dairesel kesitli DTY iplik sahipken en düşük kıvrım elastikiyeti değerine 130°C’de tekstüre edilen içi boş dairesel kesitli DTY iplik sahiptir. Üç farklı sıcaklıkta da dairesel kesitli DTY ipliğin en yüksek kıvrım elastikiyetine sahip olduğu görülmüştür. Benzer şekilde üç farklı sıcaklıkta içi boş dairesel kesitli DTY iplik en düşük kıvrım elastikiyeti değerlerine sahiptir. Kesit şekli benzerliğinden ötürü oktolobal kesitli DTY iplikler dairesel kesitli DTY ipliklere yakın değerlerde kıvrım elastikiyeti özellikleri göstermiştir.

Çizelge 4.24. DTY iplik kıvrım elastikiyeti SNK testi

Fırın Sıcaklığı	Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
130°C	Dairesel	5,120	a
	W Kanal	4,642	b
	Oktolobal	3,902	c
	İçi Boş Dairesel	3,772	c
150°C	Dairesel	10,650	a
	Oktolobal	9,604	b
	W Kanal	8,770	c
	İçi Boş Dairesel	8,754	c
170°C	Dairesel	15,910	a
	Oktolobal	15,560	a
	İçi Boş Dairesel	14,114	b
	W Kanal	13,380	c

Şekil 4.4’de çalışmada kullanılan DTY ipliklerin ortalama kıvrım elastikiyeti değerleri verilmiştir. Tekstüre ipliğe verilen bükümün bir değeri olan kıvrım elastikiyeti değeri

tüm kesitlerde sıcaklığın artışıyla artmaktadır. Bunu yanı sıra, dairesel kesit şekline sahip liflerin kıvrım elastikiyeti diğer kesitli ipliklere göre yüksek olduğu görülmüştür. İçi boş dairesel ve W kanal lif enine kesit şekline sahip iplikler tüm sıcaklıklarda daha düşük kıvrım elastikiyeti değerleri göstermiştir. Buna sebep olarak bu kesitlerin daha yüksek eğilme direncine sahip olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.4. Çalışmada kullanılan DTY ipliklerin kıvrım elastikiyeti değerleri

DTY ipliklere ait kıvrım kısılması ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Kıvrım kısılması ölçümü, kıvrım elastikiyetinde olduğu gibi FDY ipliklere uygulanamamaktadır. Bu sebeple yalnızca DTY ipliklerin kıvrım kısılması ölçüm sonuçları değerlendirilecektir.

Lif enine kesit şeklinin ve tekstüre birinci fırın sıcaklığının DTY ipliklerin kıvrım kısılması üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.25'de verilmiştir. Sonuçlara göre, lif enine kesit şeklinin, tekstüre birinci fırın sıcaklığının ve iki değişkenin birlikte DTY iplik kıvrım kısılması üzerinde etkisinin anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.25. DTY iplik kıvrım kısalması varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	19,210	3	6,403	124,369	0,000
Fırın Sıcaklığı	383,121	2	191,561	3720,649	0,000
Kesit Şekli * Fırın Sıcaklığı	9,707	6	1,618	31,421	0,000
Hata	2,471	48	0,051		
Toplam	414,509	59			

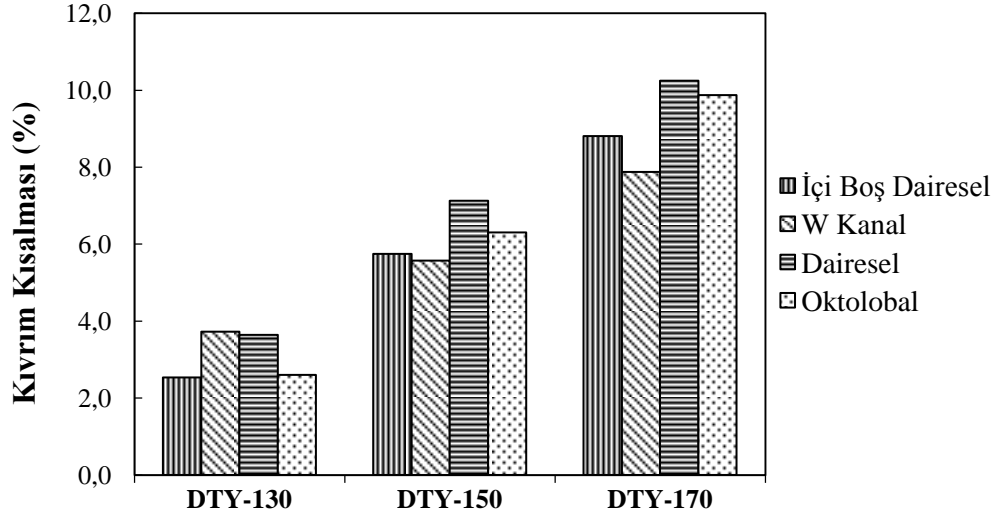
Tekstüre birinci fırın sıcaklığına bağlı lif enine kesit şeklinin DTY iplik kıvrım kısalmasına etkisinin belirlenmesi için yapılan SNK testi sonuçları Çizelge 4.26’da verilmiştir. Teste göre, kıvrım kısalması en düşük iplik 130°C’de tekstüre edilen içi boş dairesel kesitli DTY iplik iken kıvrım kısalması en yüksek iplik 170°C’de tekstüre edilen dairesel kesitli DTY ipliktir. Bunun yanı sıra çalışmada kullanılan DTY ipliklerin kıvrım kısalması değerleri, kıvrım elastikiyeti değerlerine paralellik göstererek lif enine kesit şekli etkisinin iki ölçüm sonuçlarında da benzer olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.26. DTY iplik kıvrım kısalması SNK testi

Fırın Sıcaklığı	Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
130°C	Dairesel	3,638	a
	W Kanal	3,724	b
	Oktolobal	2,604	c
	İçi Boş Dairesel	2,532	c
150°C	Dairesel	7,130	a
	Oktolobal	6,300	b
	İçi Boş Dairesel	5,742	c
	W Kanal	5,572	c
170°C	Dairesel	10,246	a
	Oktolobal	9,874	a
	İçi Boş Dairesel	8,804	b
	W Kanal	7,880	c

Şekil 4.5’de çalışmada kullanılan DTY ipliklerin ortalama kıvrım kısalması değerleri verilmiştir. Kıvrım kısalması değeri fırın sıcaklığının artmasıyla tüm DTY ipliklerde artmaktadır. Dairesel kesit şekline sahip ipliklerin kıvrım kısalması diğer kesitli ipliklere göre yüksek iken içi boş dairesel ve W kanal lif enine kesit şekline sahip iplikler tüm sıcaklıklarda daha düşük kıvrım kısalması değerleri göstermiştir. Bu durum,

polimer malzemenin lif kesitlerinde dış bölgeye yerleşmesinden ötürü liflerde yüksek büküm yerine yüksek rijitlik sergilenmesine sebep olur.



Şekil 4.5. Çalışmada kullanılan DTY ipliklerin kıvrım kısılması değerleri

DTY ipliklere ait kıvrım kalıcılığı ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Kıvrım kalıcılığı ölçümü, diğer kıvrım özelliklerinde olduğu gibi FDY ipliklere uygulanamamaktadır. Bu sebeple yalnızca DTY ipliklerin kıvrım kalıcılığı ölçüm sonuçları değerlendirilecektir.

Çizelge 4.27’de lif enine kesit şeklinin ve tekstüre birinci fırın sıcaklığının DTY ipliklerin kıvrım kalıcılığı üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları verilmiştir. Sonuçlara göre, lif enine kesit şeklinin, tekstüre birinci fırın sıcaklığının ve iki değişkenin birlikte DTY iplik kıvrım kalıcılığı üzerinde etkisinin anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.27. DTY iplik kıvrım kalıcılığı varyans analizi

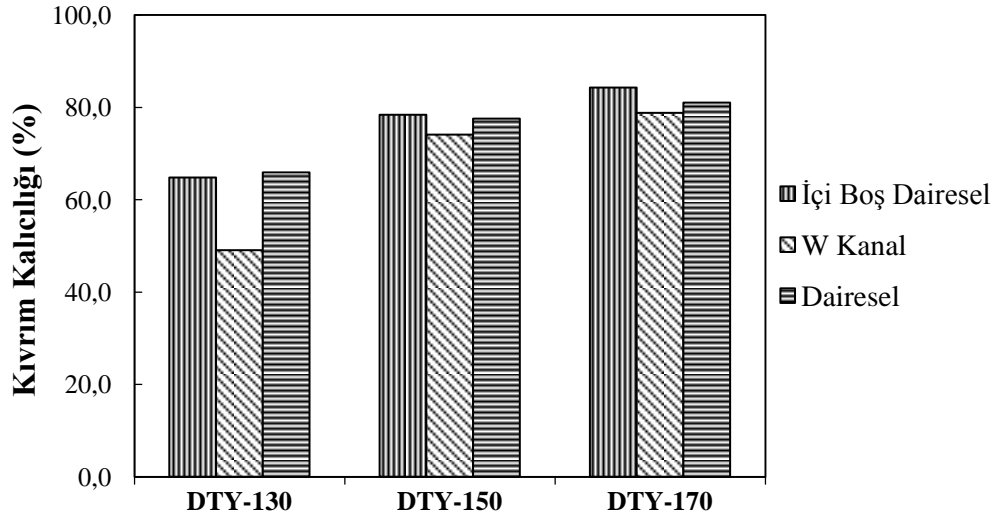
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	733,314	3	244,438	20,443	0,000
Fırın Sıcaklığı	3931,887	2	1965,943	164,419	0,000
Kesit Şekli * Fırın Sıcaklığı	628,479	6	104,746	8,760	0,000
Hata	573,933	48	11,957		
Toplam	5867,613	59			

Tekstüre birinci fırın sıcaklığına bağlı lif enine kesit şeklinin DTY iplik kıvrım kalıcılığına etkilerinin belirlenmesi için yapılan SNK testi sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiştir. Teste göre, kıvrım kalıcılığı değeri en düşük iplik, 130°C’de tekstüre edilen W kanal kesitli DTY iplik iken kıvrım kalıcılığı değeri en yüksek iplik 170°C’de tekstüre edilen içi boş dairesel kesitli DTY iplikdir. 130°C ve 150°C’de tekstüre edilen DTY ipliklerde W kanal en düşük kıvrım kalıcılık değerine sahipken diğer kesite sahip DTY ipliklerde kesit şekli etkisinin aynı olduğu görülmüştür. 170°C’de tekstüre edilen tüm kesitli ipliklerde kesit şeklinin kıvrım kalıcılığına etkisinin aynı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.28. DTY iplik kıvrım kalıcılığı SNK testi

Fırın Sıcaklığı	Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
130°C	Oktolobal	68,350	a
	Dairesel	65,884	a
	İçi Boş Dairesel	64,830	a
	W Kanal	49,044	b
150°C	Oktolobal	79,642	a
	İçi Boş Dairesel	78,414	a
	Dairesel	77,572	a
	W Kanal	74,074	b
170°C	İçi Boş Dairesel	84,312	a
	Dairesel	81,060	a
	W Kanal	78,810	a
	Oktolobal	78,000	a

Şekil 4.6’da çalışmada kullanılan DTY ipliklerin ortalama kıvrım kalıcılığı değerleri verilmiştir. Kıvrım kalıcılığı değeri, diğer kıvrım özelliklerinde olduğu gibi tekstüre birinci fırın sıcaklığının artmasıyla tüm DTY ipliklerde artmaktadır. Düşük sıcaklıkta yapılan tekstüre işleminde, ipliğe verilen kıvrımın kalıcılık değeri düşüktür. Sıcaklığın artışıyla kalıcılık değerleri artmakta fakat bu artış eğilimi sıcaklığın daha da artmasıyla düşmektedir.



Şekil 4.6. Çalışmada kullanılan DTY ipliklerin kıvrım kalıcılığı değerleri

İpliklere ait kaynama çekme ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Lif enine kesit şeklinin ve tekstüre birinci fırın sıcaklığının DTY ipliklerin kaynama çekme üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi Çizelge 4.29’da verilmiştir. Bu analize göre, lif enine kesit şeklinin, tekstüre birinci fırın sıcaklığının ve iki değişkenin birlikte DTY iplik kaynama çekme özelliği üzerinde anlamlı etkisinin olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.29. DTY iplik kaynama çekmesi varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	5,542	3	1,847	257,334	0,000
Fırın Sıcaklığı	3,274	2	1,637	227,987	0,000
Kesit Şekli * Fırın Sıcaklığı	0,244	6	0,041	5,672	0,000
Hata	0,345	48	0,007		
Toplam	9,405	59			

Çizelge 4.30’da tekstüre birinci fırın sıcaklığına bağlı lif enine kesit şeklinin kaynama çekme özelliğine etkisinin belirlenmesi için yapılan SNK testi sonuçları verilmiştir. SNK testi sonuçlarına göre, 130°C’de tekstüre edilen içi boş dairesel kesitli DTY iplik en yüksek kaynama çekme değerine sahipken, 170°C’de tekstüre edilen dairesel kesitli DTY iplik en düşük kaynama çekme değerine sahiptir. Üç farklı tekstüre birinci fırın sıcaklığında da kesit şeklinin kaynama çekme özelliği üzerine etkisinin aynı olduğu

görülmüştür. POY iplik kaynama çekmesi lif kesit şekline bağlı yüksekten düşüğe dairesel, W kanal, oktolobal ve içi boş dairesel olsa da tekstüre işlemi sonrası bu sıralama içi boş dairesel, oktolobal, W kanal ve dairesel olarak değişmektedir. Buradan hareketle anlaşılacağı üzere kaynama çekme özelliğini birinci dereceden etkileyen özellik sıcaklık olduğundan, Dairesel kesitli liflerin sıcaklıktan üniform şekilde etkilendiği ve kaynama çekme özelliğinin düştüğü, içi boş dairesel kesitli liflerin ise sıcaklığı eşit şekilde alamadığı ve kaynama çekme özelliğinin yüksek kaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.30. DTY iplik kaynama çekmesi SNK testi

Fırın Sıcaklığı	Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
130°C	İçi Boş Dairesel	2,002	a
	Oktolobal	1,662	b
	W Kanal	1,454	c
	Dairesel	1,310	d
150°C	İçi Boş Dairesel	1,590	a
	Oktolobal	1,314	b
	W Kanal	1,070	c
	Dairesel	0,900	d
170°C	İçi Boş Dairesel	1,620	a
	Oktolobal	1,164	b
	W Kanal	0,850	c
	Dairesel	0,562	d

Lif enine kesit şeklinin FDY iplik kaynama çekme üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.31’de verilmiştir. Bu sonuçlarına göre, lif enine kesit şeklinin FDY iplik kaynama çekme üzerinde etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.31. FDY iplik kaynama çekmesi varyans analizi

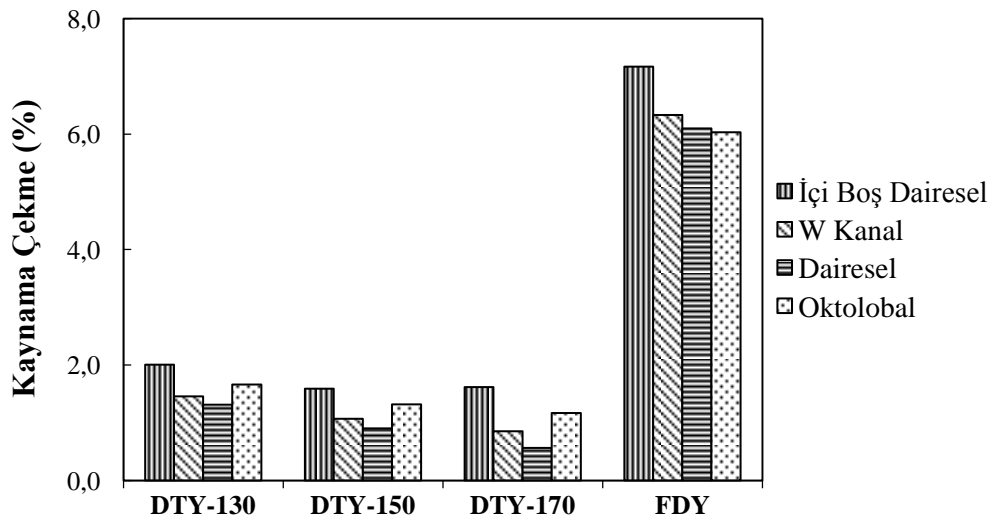
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	4,098	3	1,366	84,050	0,000
Hata	0,260	16	0,016		
Toplam	4,358	19			

Lif enine kesit şeklinin FDY iplik kaynama çekme üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan SNK testine sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir. Sonuçlara göre, en yüksek kaynama çekme değeri Dairesel kesitli FDY ipliklerde görülmüştür. Dairesel ve oktlobal kesitli FDY ipliklerin kaynama çekme değerlerinin benzer ve en düşük değerde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.32. FDY iplik kaynama çekmesi SNK testi

Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
İçi Boş Dairesel	7,168	a
W Kanal	6,332	b
Dairesel	6,100	c
Oktlobal	6,032	c

Çalışmada kullanılan ipliklerin ortalama kaynama çekme değerleri Şekil 4.7’de verilmiştir. Birinci fırın sıcaklığının artışıyla her kesitteki DTY ipliklerde kaynama çekme değeri düşmüştür. Bu durum, büküm nedeniyle oluşan yüksek strese atfedilir. FDY iplik üretim aşamasında lif kesimine bağlı düzenli soğumanın beraberinde getirdiği oryantasyon sebebiyle benzer olan dairesel ve oktlobal kesitli FDY ipliklerin kaynama çekme değeri, içi boş dairesel ve W kanal kesitli FDY ipliklerin kaynama çekme değerine göre düşük olduğu görülmüştür.



Şekil 4.7. Çalışmada kullanılan ipliklerin kaynama çekme değerleri

4.3.2. Kumaşlara ait ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Bu kısımda, çalışma kapsamında üretilen FDY ve DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama mukavemeti, patlama gerinimi, hava geçirgenliği, termal direnç ve termal iletkenlik özellikleri ile lif enine kesit şekli ve tekstüre birinci fırın sıcaklığı faktörlerinin bu özellikler üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Kumaşlara ait patlama mukavemeti ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Lif enine kesit şeklinin ve tekstüre birinci fırın sıcaklığının DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama mukavemetine etkisini incelemek amacıyla, faktörlerin patlama mukavemeti özelliği üzerindeki etkisini ölçmek için yapılan varyans analizi Çizelge 4.33'de verilmiştir. Bu analize göre, lif enine kesit şeklinin, tekstüre birinci fırın sıcaklığının ve iki değişkenin birlikte DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama mukavemeti üzerinde anlamlı etkisinin olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.33. DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama mukavemeti varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	47507,856	3	15835,953	37,376	0,000
Fırın Sıcaklığı	9938,021	2	4969,011	11,728	0,000
Kesit Şekli * Fırın Sıcaklığı	16286,603	6	2714,434	6,407	0,000
Hata	203370,96	48	423,690		
Toplam	94069,579	59			

Tekstüre birinci fırın sıcaklığına bağlı lif enine kesit şeklinin DTY ipliklerden örülen kumaşların, patlama mukavemetine etkisinin belirlenmesi için yapılan SNK testi sonuçları Çizelge 4.34'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, en yüksek patlama mukavemeti değerine sahip kumaş, 130°C'de tekstüre edilen oktolobal kesitli DTY iplikten örülen kumaş iken en düşük patlama mukavemeti değerine sahip kumaş, 150°C'de tekstüre edilen W kanal kesitli DTY iplikten örülen kumaştır. Üç farklı sıcaklıkta da içi boş dairesel ve oktolobal kesitli DTY ipliklerden örülen kumaşlar en yüksek patlama mukavemeti değerine sahiptir. 170°C'de tekstüre edilen DTY ipliklerden örülen kumaşlar, patlama mukavemeti ölçümlerinde benzer sonuçlar göstermiştir.

Çizelge 4.34. DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama mukavemeti SNK testi

Fırın Sıcaklığı	Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
130°C	Oktolobal	611,280	a
	İçi Boş Dairesel	602,200	a
	Dairesel	596,020	a
	W Kanal	506,860	b
150°C	İçi Boş Dairesel	601,400	a
	Oktolobal	578,760	a
	Dairesel	553,180	b
	W Kanal	502,220	c
170°C	Oktolobal	556,940	a
	İçi Boş Dairesel	552,000	a
	Dairesel	547,100	a
	W Kanal	536,080	a

Lif enine kesit şeklinin FDY ipliklerden örülmüş kumaşların patlama mukavemeti üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.35’de verilmiştir. Bu sonuçlarına göre, lif enine kesit şeklinin FDY ipliklerden örülmüş kumaşların patlama mukavemeti üzerinde etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.35. FDY ipliklerden örülmüş kumaşların patlama mukavemeti varyans analizi

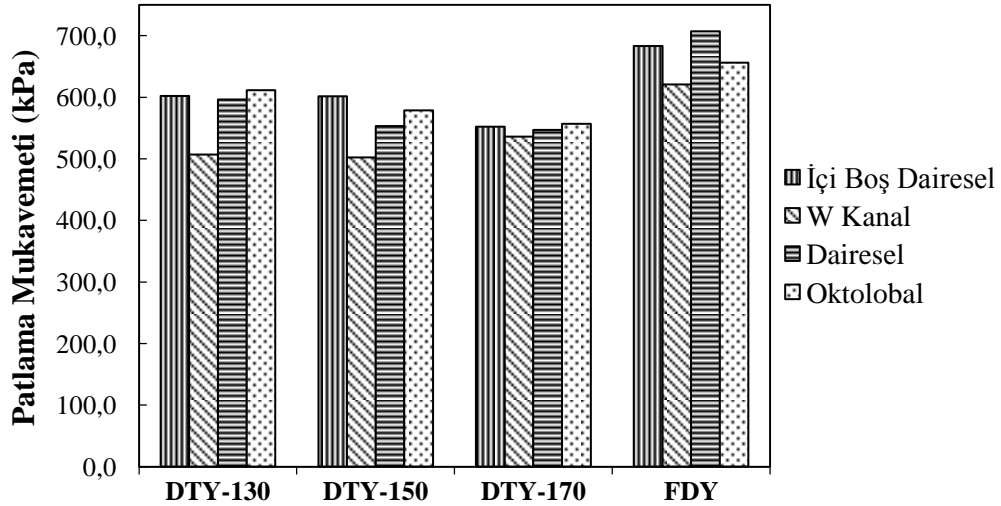
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	20750,372	3	6916,791	40,376	0,000
Hata	2740,920	16	171,308		
Toplam	23491,292	19			

Lif enine kesit şeklinin FDY ipliklerden örülmüş kumaşların patlama mukavemeti üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan SNK testine sonuçları Çizelge 4.36’da verilmiştir. Sonuçlara göre, FDY ipliklerden örülen kumaşlarda, lif enine kesit şeklinin patlama mukavemetine etkisi her kesit şekli için farklı olmuştur. En yüksek patlama mukavemeti değeri dairesel kesitli FDY ipliklerden örülmüş kumaşlarda görülürken en düşük patlama mukavemeti değeri W kanal kesitli FDY ipliklerden örülmüş kumaşlarda görülmüştür. Bu sonuçların yanı sıra DTY ipliklerin mukavemeti ile DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama mukavemeti arasındaki ilişkinin bir benzeri, FDY iplikler ve FDY ipliklerden örülen kumaşlar için de geçerli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.36. FDY ipliklerden örülen kumaşların patlama mukavemeti SNK testi

Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
Dairesel	707,160	a
İçi Boş Dairesel	682,900	b
Oktolobal	655,920	c
W Kanal	620,500	d

Şekil 4.8’de çalışmada kullanılan örme kumaşların ortalama patlama mukavemeti değerleri verilmiştir. DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama mukavemeti değerleri, birinci fırın sıcaklığının artışıyla, W kanal kesitli DTY ipliklerden örülen kumaş haricinde düşmektedir. Özellikle 150°C sıcaklıktan yüksek sıcaklıkta tekstüre edilen ipliklerden örülen kumaşlarda patlama mukavemeti kaybı daha fazladır. FDY ipliklerden örülen kumaşların patlama mukavemeti, DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama mukavemetinden fazladır.



Şekil 4.8. Çalışmada kullanılan kumaşların patlama mukavemeti değerleri

Kumaşlara ait patlama gerinimi ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Lif enine kesit şeklinin ve tekstüre birinci fırın sıcaklığının DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama gerinimine etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonucu Çizelge 4.37’de verilmiştir. Bu analize göre, lif enine kesit şeklinin, tekstüre birinci fırın sıcaklığının ve iki değişkenin birlikte DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama gerinimi üzerindeki etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.37. DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama gerinimi varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	11,634	3	3,878	14,253	0,000
Fırın Sıcaklığı	32,180	2	16,090	59,135	0,000
Kesit Şekli * Fırın Sıcaklığı	6,139	6	1,023	3,760	0,004
Hata	13,060	48	0,272		
Toplam	63,013	59			

Çizelge 4.38’de tekstüre birinci fırın sıcaklığına bağlı lif enine kesit şeklinin DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama gerinimine etkilerinin belirlenmesi için yapılan SNK testi sonuçları verilmiştir. Sonuçlara göre, en düşük patlama gerinimi değerine sahip kumaş, 130°C’de tekstüre edilen içi boş dairesel kesitli DTY iplikten örülen kumaş iken en yüksek patlama gerinimi değerine sahip kumaş, 170°C’de tekstüre edilen oktolobal kesitli DTY iplikten örülen kumaştır. Üç farklı sıcaklıkta da içi boş dairesel kesitli DTY ipliklerden örülen kumaşlar en düşük patlama gerinimi değerine sahiptir. Bu kumaşlar, diğer kesitli ipliklerden örülen kumaşlara göre daha yüksek patlama mukavemeti değerleri göstermiştir. Buradan hareketle patlama mukavemeti ile patlama gerinimi arasında ters orantı olduğu düşünülebilir.

Çizelge 4.38. DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama gerinimi SNK testi

Fırın Sıcaklığı	Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
130°C	Dairesel	20,186	a
	W Kanal	20,104	a
	Oktolobal	19,488	b
	İçi Boş Dairesel	18,420	c
150°C	Oktolobal	21,588	a
	W Kanal	21,460	a-b
	Dairesel	21,028	a-b
	İçi Boş Dairesel	20,358	c
170°C	Oktolobal	21,858	a
	Dairesel	21,130	a-b
	W Kanal	20,866	b
	İçi Boş Dairesel	20,734	b

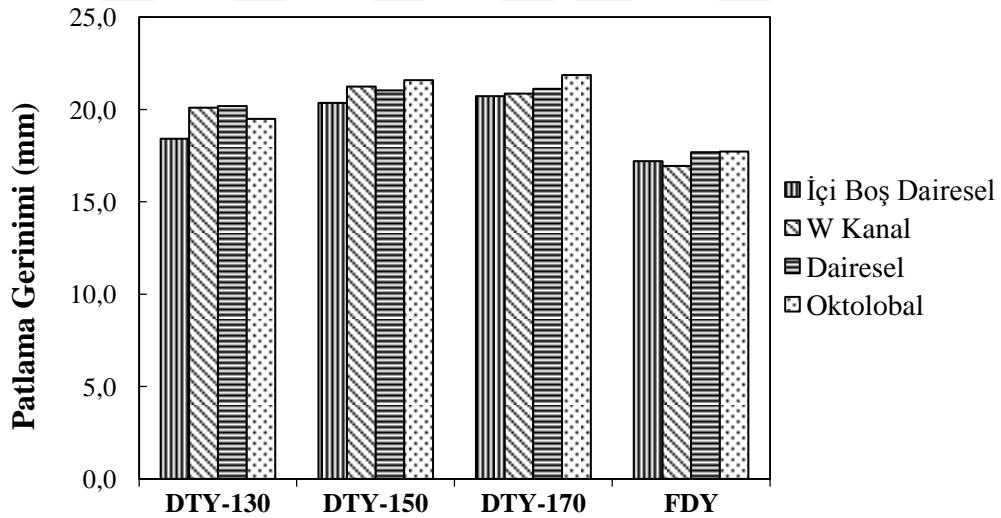
Lif enine kesit şeklinin FDY ipliklerden örülmüş kumaşların patlama gerinimine etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.39’da

verilmiştir. Bu sonuçlarına göre, lif enine kesit şeklinin FDY ipliklerden örülmüş kumaşların patlama gerinimi üzerinde etkisinin anlamlı olmadığı görülmüştür. Bu sebeple SNK testi uygulanmamıştır.

Çizelge 4.39. FDY ipliklerden örülmüş kumaşların patlama gerinimi varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	2,206	3	0,735	3,673	0,055
Hata	3,203	16	0,200		
Toplam	5,409	19			

Şekil 4.9’da çalışmada kullanılan örme kumaşların ortalama patlama gerinimi değerleri verilmiştir. DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama gerinimi değerleri, birinci fırın sıcaklığının artışıyla sınırlı düzeyde artmaktadır. FDY ipliklerden örülen kumaşların patlama gerinimi değerleri, DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama gerinimi değerinden düşüktür.



Şekil 4.9. Çalışmada kullanılan kumaşların patlama gerinimi değerleri

Kumaşlara ait hava geçirgenliği ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Lif enine kesit şeklinin ve tekstüre birinci fırın sıcaklığının DTY ipliklerden örülen kumaşların hava geçirgenliğine etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonucu Çizelge 4.40’da verilmiştir. Analize göre, lif enine kesit şeklinin, tekstüre birinci

fırın sıcaklığının ve iki değişkenin birlikte DTY ipliklerden örülen kumaşların hava geçirgenliği üzerindeki etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.40. DTY ipliklerden örülen kumaşların hava geçirgenliği varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	347645,326	3	115881,775	31,967	0,000
Fırın Sıcaklığı	3119061,319	2	1559530,659	430,215	0,000
Kesit Şekli * Fırın Sıcaklığı	742674,296	6	123779,049	34,146	0,000
Hata	174000,000	48	3625,000		
Toplam	4383380,941	59			

Tekstüre birinci fırın sıcaklığına bağlı lif enine kesit şeklinin DTY ipliklerden örülen kumaşların hava geçirgenliğine etkisinin belirlenmesi için yapılan SNK testi sonuçları Çizelge 4.41’de verilmiştir. Sonuçlara göre, en düşük hava geçirgenliği değerine sahip kumaş, 170°C’de tekstüre edilen içi boş dairesel kesitli DTY iplikten örülen kumaş iken en yüksek hava geçirgenliği değerine sahip kumaş, 130°C’de tekstüre edilen dairesel kesitli DTY iplikten örülen kumaştır. Farklı sıcaklıklarda her lif enine kesit şeklinin hava geçirgenliğine etkisi benzerlik göstermeyerek farklı değerlerde gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.41. DTY ipliklerden örülen kumaşların hava geçirgenliği SNK testi

Fırın Sıcaklığı	Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
130°C	Dairesel	1930,000	a
	Oktolobal	1843,332	b
	İçi Boş Dairesel	1826,664	b
	W Kanal	1640,000	c
150°C	Oktolobal	1556,664	a
	İçi Boş Dairesel	1553,332	a-b
	W Kanal	1460,000	a-b
	Dairesel	1390,000	c
170°C	Dairesel	1590,000	a
	W Kanal	1190,000	b
	Oktolobal	1153,332	b
	İçi Boş Dairesel	1083,332	c

Lif enine kesit şeklinin FDY ipliklerden örülmüş kumaşların hava geçirgenliğine etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.42’de

verilmiştir. Bu sonuçlarına göre, lif enine kesit şeklinin FDY ipliklerden örülmüş kumaşların hava geçirgenliği üzerinde etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.42. FDY ipliklerden örülmüş kumaşların hava geçirgenliği varyans analizi

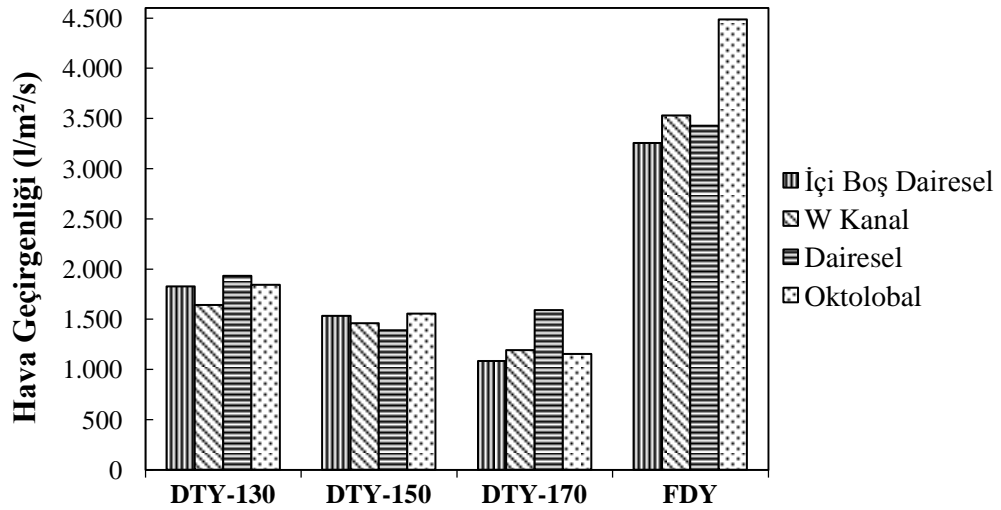
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	13937151,030	3	4645717,010	4,496	0,018
Hata	16534313,708	16	1033394,607		
Toplam	30471464,738	19			

Çizelge 4.43’de lif enine kesit şeklinin FDY ipliklerden örülmüş kumaşların hava geçirgenliği üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan SNK testi sonuçları verilmiştir. Sonuçlara göre, oktlobal, dairesel ve içi boş dairesel kesitli FDY ipliklerden örülen kumaşlarda lif enine kesit şeklinin hava geçirgenliğine etkisi benzer olarak gerçekleşmiştir. Bu üç kesit FDY iplikten örülen kumaşların hava geçirgenliği değeri yüksek iken W kanal kesitli FDY iplikten örülen kumaşın hava geçirgenliği en düşüktür.

Çizelge 4.43. FDY ipliklerden örülen kumaşların hava geçirgenliği SNK testi

Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
Oktlobal	4486,664	a
Dairesel	3426,664	a-b
İçi Boş Dairesel	3256,664	a-b
W Kanal	2132,120	c

Şekil 4.10’da, çalışmada kullanılan ipliklerden örülen kumaşların ortalama hava geçirgenliği verilmiştir. DTY ipliklerde birinci fırın sıcaklığının artışı hava geçirgenliğinde düşüşe yol açmıştır. Fırın sıcaklığının artışıyla kıvrım değerleriyle birlikte ipliklerin hacmi arttığından, havanın geçebileceği bölgeler azalmaktadır. Bu sebeple hava geçirgenliği değeri birinci fırın sıcaklığıyla ters orantılıdır. Ayrıca, aynı iplik numarasındaki FDY ve DTY ipliklerden üretilen kumaşlarda, FDY ipliklerden örülen kumaşların hava geçirgenliği daha yüksektir.



Şekil 4.10. Çalışmada kullanılan kumaşların hava geçirgenliği değerleri

Kumaşlara ait termal direnç ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Çizelge 4.44’de lif enine kesit şeklinin ve tekstüre birinci fırın sıcaklığının DTY ipliklerden örülen kumaşların termal direnç özelliğine etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonucu verilmiştir. Analize göre, lif enine kesit şeklinin, tekstüre birinci fırın sıcaklığının ve iki değişkenin birlikte DTY ipliklerden örülen kumaşların termal direnç özelliğine etkisinin olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.44. DTY ipliklerden örülen kumaşların termal direnç varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	4,834	3	1,611	21,641	0,000
Fırın Sıcaklığı	20,253	2	10,127	136,007	0,000
Kesit Şekli * Fırın Sıcaklığı	4,792	6	0,799	10,727	0,000
Hata	3,574	48	0,074		
Toplam	33,454	59			

Tekstüre birinci fırın sıcaklığına bağlı lif enine kesit şeklinin DTY ipliklerden örülmüş kumaşların termal direnç özelliğine etkisini belirlemek amacıyla yapılan SNK testi analiz sonucu Çizelge 4.45’de verilmiştir. SNK testine göre en yüksek termal dirence sahip kumaş 170°C’de üretilen oktolobal kesitli DTY iplikten örülen kumaş iken en düşük termal dirence sahip kumaş, 130°C’de üretilen içi boş dairesel kesitli DTY

iplikten örülen kumaştır. Üç farklı sıcaklıkta da içi boş dairesel kesitli DTY iplikten üretilen kumaşların termal direnç değeri en düşüktür.

Çizelge 4.45. DTY ipliklerden örülen kumaşların termal direnç SNK testi

Fırın Sıcaklığı	Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
130°C	W Kanal	11,340	a
	Dairesel	11,245	b
	Oktolobal	11,119	b
	İçi Boş Dairesel	10,984	c
150°C	Oktolobal	12,084	a
	W Kanal	12,004	a
	Dairesel	11,864	b
	İçi Boş Dairesel	11,861	b
170°C	Oktolobal	13,247	a
	W Kanal	13,204	a
	Dairesel	12,880	b
	İçi Boş Dairesel	12,643	c

Lif enine kesit şeklinin FDY ipliklerden örülmüş kumaşların termal direnç özelliğine etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.46’da verilmiştir. Bu sonuçlarına göre, lif enine kesit şeklinin FDY ipliklerden örülmüş kumaşların termal direnç özelliği üzerinde etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.46. FDY ipliklerden örülmüş kumaşların termal direnç varyans analizi

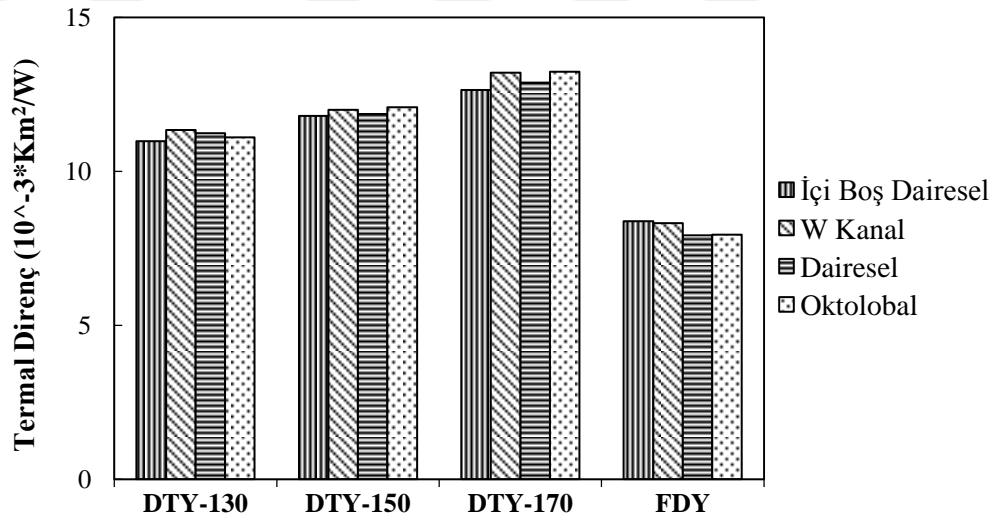
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	20,175	3	6,725	17,574	0,000
Hata	6,123	16	0,383		
Toplam	26,298	19			

Çizelge 4.47’de lif enine kesit şeklinin FDY ipliklerden örülmüş kumaşların termal direnç özelliği üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan SNK testi sonuçları verilmiştir. Sonuçlara göre, içi boş dairesel kesitli FDY iplikten örülen kumaş en yüksek termal dirence sahipken dairesel kesitli FDY iplikten örülen kumaş en düşük termal direncine sahiptir.

Çizelge 4.47. FDY ipliklerden örülen kumaşların termal direnç SNK testi

Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
İçi Boş Dairesel	8,384	a
W Kanal	8,321	a
Oktolobal	7,942	b
Dairesel	7,923	b

Şekil 4.11’de, çalışmada kullanılan ipliklerden örülen kumaşların ortalama termal direnç değerleri verilmiştir. DTY ipliklerde birinci fırın sıcaklığının artışı genel olarak kumaşların termal direnç değerinde artışa sebep olmuştur. FDY ve DTY iplik türleri kıyaslandığında DTY ipliklerden örülen kumaşların termal direncinin daha yüksek olduğunu görülmektedir.



Şekil 4.11. Çalışmada kullanılan kumaşların termal direnç değerleri

Kumaşlara ait termal iletkenlik ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Lif enine kesit şeklinin ve tekstüre birinci fırın sıcaklığının DTY ipliklerden örülen kumaşların termal iletkenlik değerine etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonucu Çizelge 4.48’de verilmiştir. Analize göre, lif enine kesit şeklinin, tekstüre birinci fırın sıcaklığının ve iki değişkenin birlikte DTY ipliklerden örülen kumaşların termal iletkenlik değerine etkisinin olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.48. DTY ipliklerden örülen kumaşların termal iletkenlik varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	15,785	3	5,262	21,181	0,000
Fırın Sıcaklığı	64,794	2	32,397	130,415	0,000
Kesit Şekli * Fırın Sıcaklığı	15,346	6	2,558	10,296	0,000
Hata	11,924	48	0,248		
Toplam	107,849	59			

Tekstüre birinci fırın sıcaklığına bağlı lif enine kesit şeklinin DTY ipliklerden örülmüş kumaşların termal iletkenlik değerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan SNK testi analiz sonucu Çizelge 4.49’da verilmiştir. SNK testine göre en yüksek termal iletkenlik değerine sahip kumaş 170°C’de tekstüre edilen oktolobal kesitli DTY iplikten örülen kumaş iken en düşük termal iletkenlik değerine sahip kumaş, 130°C’de tekstüre edilen içi boş dairesel kesitli DTY iplikten örülen kumaştır. Her bir enine kesit şeklinde üretilen kumaşların farklı sıcaklıklarda ki tekstüre işlemi sonucu termal iletkenlik değerleri farklı gerçekleşmiştir. Bu etkinin yanı sıra oktolobal kesit DTY ipliklerden örülen kumaşların termal iletkenlik değeri, üç sıcaklıkta da en yüksek değerde ölçülmüştür.

Çizelge 4.49. DTY ipliklerden örülen kumaşların termal iletkenlik SNK testi

Fırın Sıcaklığı	Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
130°C	Oktolobal	42,640	a
	Dairesel	41,240	b
	W Kanal	40,720	b-c
	İçi Boş Dairesel	40,300	c
150°C	Oktolobal	43,860	a
	İçi Boş Dairesel	43,100	b
	W Kanal	42,620	b
	Dairesel	42,560	b
170°C	Oktolobal	44,780	a
	İçi Boş Dairesel	44,700	a-b
	Dairesel	43,540	b
	W Kanal	42,700	c

Lif enine kesit şeklinin FDY ipliklerden örülmüş kumaşların termal iletkenlik değerine etkisini incelemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.50’de

verilmiştir. Bu sonuçlarına göre, lif enine kesit şeklinin FDY ipliklerden örülmüş kumaşların termal iletkenlik değeri üzerinde etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.50. FDY ipliklerden örülmüş kumaşların termal iletkenlik varyans analizi

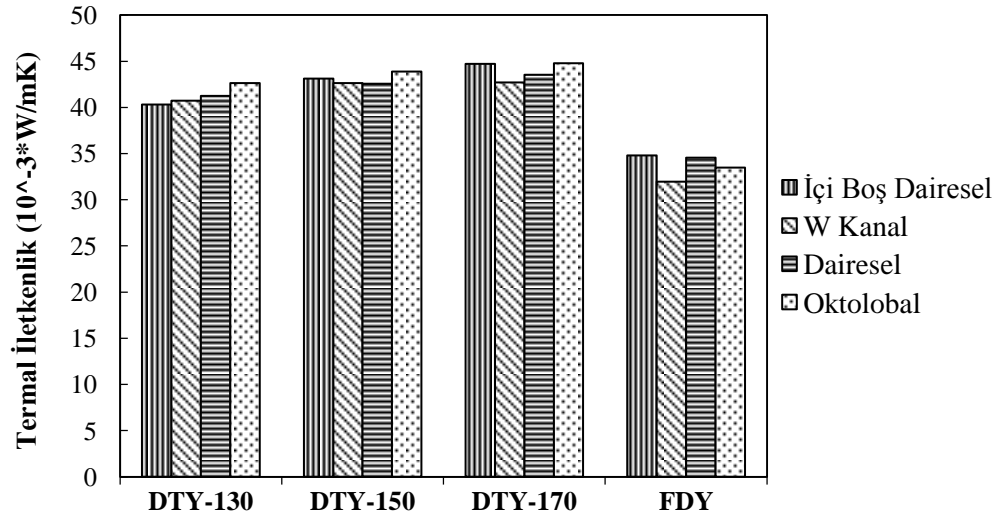
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kesit Şekli	24,954	3	8,318	16,711	0,000
Hata	7,964	16	0,498		
Toplam	32,918	19			

Çizelge 4.51’de lif enine kesit şeklinin FDY ipliklerden örülmüş kumaşların termal iletkenlik özelliği üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan SNK testi sonuçları verilmiştir. Sonuçlara göre, içi boş dairesel kesitli FDY iplikten örülen kumaş en yüksek termal iletkenliğe sahipken W kanal kesitli FDY iplikten örülen kumaş en düşük termal iletkenliğe sahiptir.

Çizelge 4.51. FDY ipliklerden örülen kumaşların termal direnç SNK testi

Faktör Seviyesi	Ortalama	Sonuç
İçi Boş Dairesel	34,780	a
Dairesel	34,560	a
Oktolobal	33,460	b
W Kanal	31,960	c

Şekil 4.12’de, çalışmada kullanılan ipliklerden örülen kumaşların ortalama termal iletkenlik değerleri verilmiştir. DTY ipliklerde birinci fırın sıcaklığının artışı kumaşların termal iletkenlik değerinde, kısmen artışa sebep olmuştur. FDY ve DTY iplik türleri kıyaslandığında DTY ipliklerden örülen kumaşların termal iletkenliğinin daha yüksek olduğunu görülmektedir.



Şekil 4.12. Çalışmada kullanılan kumaşların termal iletkenlik değerleri

5. SONUÇ

Günümüzde, sonsuz filament iplik üretiminde lif kesit şekli zamanla daha farklı şekil ve özelliklerde tercih edilebilmektedir. Lif kesit şeklinin değişmesi, tek bir filamentin özelliklerini etkileyebildiğinden, sonraki süreçlerde hem üretimi yapılan iplik hem de bu iplikten üretilen kumaşın özellikleri etkilenmektedir. Polyester iplik üretiminde yaygın olarak kullanılan yalancı büküm tekstüre yönteminde ise sıcaklık parametresi termoplastik malzemeyle çalışıldığı düşünülürse, kesit şekline benzer biçimde üretilen ipliğin ve bu iplikten üretilen kumaşın özelliklerini etkilemektedir.

Bu çalışmada, öncelikli olarak ön denemeler dahilinde lif kesit şeklini minimum düzeyde deforme eden çalışma parametreleri belirlenmiş ardından lif enine kesit şekli ve tekstüre birinci fırın sıcaklığı olan işlem değişkenlerinin üretilen ipliklere ve bu ipliklerden örülen kumaşlara etkisi deneysel ve istatistiksel olarak incelenmiştir.

İplik üretiminde ve bu ipliklerden örülen kumaşlarda, ürünlerin fiziksel ve konfor özelliğine etki eden iki değişken için iki farklı işlemde iplik üretilmiştir. Tekstüre işlemi için üretilen dört farklı lif enine kesit şeklinde POY ipliklerden üç farklı tekstüre fırın sıcaklığında toplam 12 adet DTY iplik üretilmiştir. Bunun yanı sıra, yine bu dört lif enine kesit şeklinde olmak kaydıyla 4 adet FDY iplik üretilmiştir. Toplam 16 adet ipliğin her birinden örme kumaş üretimi gerçekleştirilmiştir. İplik numuneleri için; numara, kopma uzama, mukavemet, kıvrım elastikiyeti, kıvrım kısalması, kıvrım kalıcılığı ve kaynama çekme ölçümleri yapılmıştır. Kumaş numuneleri için; patlama mukavemeti, patlama gerinimi, hava geçirgenliği, termal direnç ve termal iletkenlik ölçümleri yapılmıştır. Tüm sonuçlar istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Ön çalışma sonuçları incelenecek olursa, friksiyon diskli yalancı büküm tekstüre yönteminde lif kesit şeklini muhafaza ederek iplik üretmek mümkün görünmemektedir. Sebebi ise; sıcaklık, çekim ve friksiyon diskinin sinerjik bir etkiyle lif kesitini deforme etmesidir. Sıcaklığın etkisi; liflerin yumuşaması, çekimin etkisi; lif kesitinin incilmesi ve friksiyon disklerinin etkisi; lif yüzeyinin aşınması olarak açıklanabilmektedir. Deformasyonun önüne geçebilmek için bu parametreler, istenen hacimli yapıda bir ipliği elde etme derecesine göre minimum olacak şekilde ayarlanabilir.

İncelenen iplik özelliklerinin karşılaştırılabilmesi için elde edilen test sonuçları Çizelge 5.1’de verilmiştir. Burada; incelenen özellik için en yüksek sayısal değer 1 olarak gösterilmiştir rakam büyüdükçe sayısal değer azalmaktadır.

Çizelge 5.1. İplik özellikleri test sonuçları

Lif Kesit Şekli	Dairesel				İçi Boş Dairesel				Oktolobal				W Kanal			
	DTY	DTY	DTY	FDY	DTY	DTY	DTY	FDY	DTY	DTY	DTY	FDY	DTY	DTY	DTY	FDY
Fırın Sıcaklığı	130°C	150°C	170°C	-	130°C	150°C	170°C	-	130°C	150°C	170°C	-	130°C	150°C	170°C	-
İplik Numarası	3	3	3	10	2	4	7	10	1	2	6	10	5	8	9	11
Kopma Uzama	3	5	9	7	12	13	16	10	11	15	14	2	4	6	8	1
Mukavemet	11	9	6	1	8	4	2	5	10	9	3	7	15	14	13	12
Kıvrım Elastikiyeti	9	5	1	-	12	8	3	-	11	6	2	-	10	7	4	-
Kıvrım Kısılması	9	5	1	-	12	7	3	-	11	6	2	-	10	8	4	-
Kıvrım Kalıcılığı	11	7	2	-	12	5	1	-	10	6	3	-	9	8	4	-
Kaynama Çekme	11	14	16	3	5	8	7	1	6	10	12	4	9	13	15	2

İpliklerin numara ölçüm sonuçları incelendiğinde, DTY iplikler için lif kesit şeklinin ve fırın sıcaklığının üretilen iplik numarası üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Bu sebeple yapılan SNK testi sonucunda üç sıcaklıkta da W kanal kesitli ipliklerin en düşük iplik numarasında olduğu görülmüştür. Diğer kesitlerden üretilen ipliklerin ise farklı sıcaklıklardaki tekstüre işleminde sonuçlar birbiriyle yakın olarak gerçekleşmiştir. Farklı kesitlerde aynı üretim parametreleriyle üretilen FDY ipliklerin numaralarında ise istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir. Bu da lif kesit şeklinin FDY ipliklerin numarasına etki etmediğini göstermektedir.

Sentetik ipliklerin önemli bir fiziksel özelliği olan kopma uzama ölçümlerine bakıldığında lif kesit şekli ve tekstüre birinci fırın sıcaklığının polyester DTY iplik kopma uzamasına etki ettiği görülmüştür. Canoğlu (2009), yaptığı araştırma sonucunda, DTY ipliklerde fırın sıcaklığı arttıkça ipliklerin oryantasyonu ve kristalin bölge oranı arttığından kopma uzamasının düşme eğiliminde olduğunu ve fırın sıcaklığı arttıkça,

polyester ipliğinin kuruluğu nedeniyle uzama kabiliyeti azaldığını belirtmiştir. Yapılan çalışmada da benzer sonuçlar gözlemlenmiştir. Öte yandan, kesit şeklinin etkisi her iplik tipinde farklı olsa da tekstüre fırın sıcaklığı arttıkça DTY ipliklerin kopma uzaması düşmektedir. Bu da termoplastik malzeme olan polyester lifin molekül zincirlerinin artan sıcaklıkla oryante olduğunu ve uzama değerinin düştüğünü göstermektedir. Lif kesit şeklinin FDY ipliklerin kopma uzamasına etkisi her bir kesit şekli için farklı olmuştur. Burada en düşük uzamaya sahip FDY iplik içi boş dairesel kesit şekilli liflerden üretilen iplik iken en yüksek kopma uzamasına sahip FDY iplik W kanal kesit şekilli liflerden üretilen ipliktir. W kanal kesit şekline sahip FDY ipliğın yüzey alanının genişliğinden soğuma kısmında diğer kesit şekline sahip FDY iplikler kadar üniform olmadığı ve iplik yapısının daha fazla amorf bölgeler barındırdığı düşünülürse kopma uzama değerlerinin yüksek olması bu sebeptendir.

İpliklerin mukavemet ölçüm sonuçları incelendiğinde, lif kesit şeklinin ve tekstüre birinci fırın sıcaklığının DTY ipliklerin mukavemeti üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunduğu görülmüştür. Bu durum, Sharma ve ark. (1985) tarafından yapılan bir çalışmada çekim kuvvetlerinin, büküme sebep olan burulma kuvvetleri üzerinde baskın olabileceğinden daha iyi kristalin oryantasyona ve filamentlerin mukavemetinin artmasına neden olması ile açıklanmaktadır. Çalışmada, en yüksek mukavemet 170°C’de tekstüre edilen içi boş dairesel kesitli DTY iplik iken en düşük mukavemetli iplik 130°C’de tekstüre edilen W kanal kesitli DTY ipliktir. Birinci fırın sıcaklık artışının molekül zincirlerindeki düzenlenmeye olumlu katkısından dolayı sıcaklık artışı mukavemet artışına sebep olmuştur. FDY ipliklerde ise en yüksek mukavemet dairesel kesitli iplik, en düşük mukavemetli DTY ipliklerde olduğu gibi W kanal kesitli iplik olduğu görülmüştür.

Kıvrım elastikiyeti ve kıvrım kısalması değerleri esas olarak yalancı büküm tekstüre ipliklerin tekstüre olma ya da hacimlendirme derecesini belirtmek için kullanılan bir tanımlamadır. Bu değerlerin yüksek olması ipliklerin yüksek hacimlilik kazandığı anlamına gelmektedir. Belirli ağırlıklarla yapılan bu ölçümler ipliğın ağırlığa maruz kalmadan önceki ve kaldıktan sonraki uzunluklarıyla hesaplanmaktadır. Kıvrım kalıcılığı ise ipliğın ağırlığa maruz kaldıktan sonra üzerinde kalan kıvrım miktarını tanımlamaktadır. Bu ölçümler FDY yapısındaki ipliklere uygulanmamaktadır. Yapılan

çalışmada, kıvrım elastikiyeti ve kıvrım kısalması en yüksek iplik üç farklı sıcaklıkta da dairesel kesit şekline sahip iplikler olurken en düşük içi boş dairesel ve W kanal kesit şekli ipliklerdir. 130°C ve 150°C’de oktobal kesit şekilli ipliklerin kıvrım kalıcılığının en yüksek, W kanal kesit şekilli ipliklerin kıvrım kalıcılığının en düşük olduğu gözlemlenmiştir. 170°C’de ise tüm kesitler istatistiksel olarak benzer kıvrım kalıcılığı değerleri göstermiştir. Tekstüre birinci fırın sıcaklığının artışı tüm kıvrım değerlerinde artışa sebep olmuştur. Denton ve Morris (1971) tarafından yapılan bir çalışmada, bükümlü ipliğin helisel sarmallarının sıcaklık ayarı ile daha iyi çapının azalabileceğini göstermiştir. Bu nedenle, fırın sıcaklığının artması, helisel sarmalların çap olarak azalmasına ve iplikte daha yüksek geri kazanım kuvveti üretilmesine sebep olmaktadır. Ayrıca, gerilmiş bir helisel yayın geri toplama kuvvetinin, yay çapının karesi ile ters orantılı olduğu bilinmektedir.

İplik kaynama çekmesi birçok farklı metotta ve yöntemle yapılmaktadır. Yaygın olarak kaynar su çekmesi ve kuru hava çekmesi olarak iki yöntemde yapılmaktadır. İpliklerin ısı işleme verdiği tepki sonrası yüzde büzülme miktarını tanımlamaktadır. Kaynama çekme değerleri sonucuna istinaden kumaş en çekmeleri hesaplanmakta ve farklı yapıda ya da efektte kumaşlar yapılmaktadır, Bu çalışmada, kaynar su kaynama çekmesi olarak tanımlanan ölçüm metodu kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, DTY ipliklerde üç farklı fırın sıcaklığında da en yüksek içi boş dairesel kesit şekilli iplikler iken, en düşük dairesel kesit şekilli ipliklerin olduğu görülmüştür. Ayrıca, fırın sıcaklığı arttıkça kaynama çekme değerlerinin düştüğü gözlemlenmiştir. FDY ipliklerde kaynama çekme değerleri, büyükten küçüğe sırasıyla; içi boş dairesel, W kanal, dairesel ve oktobal kesit şekilli iplikler olarak gerçekleşmiştir. İçi boş liflerin kaynama çekme değerinin yüksek olması Karaca ve Özçelik (2007) tarafından yapılan bir çalışmada açıklanmıştır. Bu açıklamaya göre, içi boş lifler, kaynama çekme testinde de olduğu gibi camsı geçiş sıcaklığının üstünde ısıtıldığında, daha büyük toplam yüzey alanına sahip olduğundan liflere ısı aktarımı ve büzülme kuvveti, içi dolu liflerinkinden daha yüksek olacaktır

İncelenen kumaş özelliklerinin karşılaştırılabilmesi için elde edilen test sonuçları Çizelge 5.2’de verilmiştir. Burada; incelenen özellik için en yüksek sayısal değer 1 olarak gösterilmiştir rakam büyüdükçe sayısal değer azalmaktadır.

Çizelge 5.2. Kumaş özellikleri test sonuçları

Lif Kesit Şekli	Dairesel				İçi Boş Dairesel				Oktolobal				W Kanal			
	DTY	DTY	DTY	FDY	DTY	DTY	DTY	FDY	DTY	DTY	DTY	FDY	DTY	DTY	DTY	FDY
Fırın Sıcaklığı	130°C	150°C	170°C	-	130°C	150°C	170°C	-	130°C	150°C	170°C	-	130°C	150°C	170°C	-
Patlama Mukavemeti	8	11	13	1	6	7	12	2	5	9	10	3	15	16	14	4
Patlama Gerinimi	9	5	4	14	12	8	7	15	11	2	1	13	10	3	6	16
Hava Geçirgenliği	5	13	9	3	7	11	16	4	6	10	15	1	8	12	14	2
Termal Direnç	10	7	3	16	12	8	4	13	11	5	1	15	9	6	2	14
Termal İletkenlik	10	9	4	14	12	5	2	13	7	3	1	15	11	8	6	16

Patlama mukavemeti, aynı anda farklı yönlerdeki kuvvetlerin etkisi altında kalan kumaşların mukavemet ölçümünde kullanılan bir ölçüm yöntemidir. Pratikte kumaşın maruz kaldığı tüm kuvvetler atkı ve çözgü yönünde değildir. Bu sebeple esnek yapılarından ötürü örme kumaşlarda da patlama mukavemet ölçümleri sıklıkla uygulanmaktadır. Yapılan çalışmada patlama mukavemeti sonuçları incelendiğinde, DTY ipliklerden örülen kumaşlarda lif kesit şeklinin ve birinci fırın sıcaklığının sonuçlar üzerinde etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür. FDY ipliklerden örülen kumaşlarda da lif kesit şeklinin sonuçlar üzerinde etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür. Çalışma kapsamında kullanılan kumaşların patlama mukavemetinin, örüldükleri ipliklerin mukavemetinden etkilendiği ve benzer sonuçların ortaya çıktığı görülmüştür. İki iplik türünün patlama mukavemetine etkisi kıyaslanacak olursa FDY ipliklerden örülen kumaşların patlama mukavemeti, DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama mukavemetinden yüksektir. Patlama gerinimi sonuçları incelendiğinde, birinci fırın sıcaklığının artışı DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama gerinimini arttırmaktadır. Fırın sıcaklığı artışı kıvrım değerlerinde artışa sebep olmaktadır. Patlama esnasında gerilime maruz kalan kumaşa ipliklerin kıvrım değerlerinin fazla olması esnemeye ve patlama geriniminin artmasına sebep olmaktadır. FDY ipliklerden örülen kumaşların patlama geriniminin, DTY ipliklerden örülen kumaşların patlama geriniminden düşük olması da bu sebeple açıklanabilmektedir. FDY ipliklerin yapısında kıvrım bulunmaması ve düz yapıda olması, gerilime maruz kalan kumaşa esnemeye izin

vermeden dolayısıyla mesafenin artmasına da müsaade etmeden patlamanın gerçekleştiğini göstermektedir.

Örme mamullerden elde edilen kumaşlar; dış giysilikler, iç giysilikler, çorap, tıbbi ve teknik tekstil kumaşlarında kullanılmaktadır. Vücuda direkt temas eden bu ürünler, derinin nefes almasına izin vermesi bakımından büyük önem kazanmaktadır. Nefes alışverişinin önemli bir parametresi olan hava geçirgenliği ölçümü, kullanılan en yaygın ölçüm yöntemidir. Kumaş üretiminde kullanılan hammaddenin özellikleri, örgü tipi ve bitim işlemleri hava geçirgenliğine etki etmektedir. Son yıllarda farklı özellikler kazandırılabilen sentetik liflerin kesit şekli bu parametrenin araştırılmasında önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmada, farklı lif kesit şekillerinde üretilen DTY ve FDY ipliklerden örülen kumaşların hava geçirgenliği özelliği araştırılmış, sonuçlar istatistiksel olarak incelenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, DTY ipliklerden örülen kumaşlarda lif kesit şeklinin ve tekstüre birinci fırın sıcaklığının hava geçirgenliğine etkisinin anlamlı olduğu ve farklı sıcaklıklarda üretilen ipliklerin kesit şeklinin hava geçirgenliği değerine etkisinin farklı olduğu görülmüştür. Birinci fırın sıcaklığı artışının ipliklerde kıvrım ve hacimlilik artışı getirdiğinden kumaşlarda hava geçirgenliği değerinin düştüğü gözlemlenmiştir. FDY ipliklerden örülen kumaşlarda ise Oktolobal kesit şekline sahip iplikten örülen kumaşlar diğer kumaşlara göre daha fazla hava geçirgenliği değeri sağlamıştır. İki iplik türünden örülen kumaşlar kıyaslandığında, FDY ipliklerinin sahip olduğu düz geometriden dolayı bu ipliklerden örülen kumaşların hava geçirgenliğinin daha fazla olduğu görülmüştür. Özçelik ve ark. (2007), yalancı büküm tekstüre yönteminin yüksek hacimli bir yapı oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bu sebeple kumaştan geçen hava miktarının hacimli yapıdan dolayı bir dirençle karşılaştığından DTY ipliklerden örülen kumaşların hava geçirgenliği FDY ipliklerden örülen kumaşlarınkinden düşüktür.

Termal direnç ve termal iletkenlik değerleri, termal konfor olarak adlandırılan, çevreden ısı bakımından memnun olma halini tayin eden önemli parametrelerdendir. Kumaşların termal konfor özellikleri, giysilerin temel fonksiyonunu belirleyerek giysi konforunu tahmin etmede kullanılır. Kumaş üretiminde iplikten konfeksiyona kadar olan tüm süreç boyunca kullanılan parametreler konfor özelliklerine etki etmektedir. Bu çalışmada, polyester DTY ipliklerinden örülen kumaşlarda tekstüre birinci fırın sıcaklığı ve lif kesit

şekli ile FDY ipliklerden örülen kumaşlarda lif kesit şeklinin termal direnç ve termal iletkenlik değerine olan etkisi araştırılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, tekstüre birinci fırın sıcaklığının artışı, DTY ipliklerden örülen kumaşlarda termal direncin ve termal iletkenliğin artmasına sebep olmuştur. Lif kesit şeklinin DTY ipliklerden örülen kumaşların termal direnç değerine etkisinde her bir sıcaklıkta W kanal kesitli ipliklerden örülen kumaşlar en yüksek termal dirence sahiptir. İçi boş dairesel kesitli ipliklerden örülen kumaşlar ise en düşük termal direnç değerlerine sahiptir. Termal iletkenlik değerlerinde oktolobal kesit şekline sahip ipliklerden örülen kumaşların termal iletkenlik değeri her sıcaklıkta en yüksektir. FDY ipliklerden örülen kumaşların termal direnç ve termal iletkenlik değerleri DTY ipliklerden örülen kumaşların termal direnç ve termal iletkenlik değerlerinden daha düşüktür. Özçelik ve ark. (2007), DTY ipliklerden üretilen kumaşların termal direncinin artmasını hacimli yapı nedeniyle filamentlerin arasında kalan hava boşlukları olduğunu ve bu boşluklar vasıtasıyla ısı akışının azaldığını belirtmişlerdir.

Bu konuda ileride yapılacak çalışmalar için öneriler şu şekilde sıralanabilir:

- Üretilen numunelere farklı testler yaparak (emicilik testleri, boya alma davranışı) değişkenlerin etkisinin incelenmesi,
- Benzer deneysel çalışmaların farklı polimerler ile yapılması ve sonuçların karşılaştırılması,
- Yalancı büküm tekstüre işlemi dışında yaygın olarak kullanılan olan hava jetli tekstüre işleminde farklı lif kesit şekillerindeki ipliklerle tekstüre işlemi sonrası kesit şekillerinin incelenmesi ve elde edilen iplik ile kumaş özelliklerindeki farklılıkların tespit edilmesi,
- Düşük fırın sıcaklıklarında ve düşük sayıda friksiyon diski kullanılarak yapılacak üretimlerde maliyet verilerinin incelenmesi yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Acar, M., Bilgin, S., Versteeg, H.K., Dani, N., Oexham, W. 2006.** The mechanism of the air-jet texturing: the role of wetting, spin finish and friction in forming and fixing loops. *Textile Research Journal*, 76(2): 116–125.
- Anonim, 2018.** Preferred Fiber & Materials Market Report. Textile Exchange. https://www.ecotlc.fr/ressources/Documents_site/2018-Preferred-Fiber-Materials-Market-Report.pdf-(Eriřim tarihi: 18.08.2019)
- Atkinson, C. 2003.** Basic Principles Of Texturing. Korteks İplik Fabrikası Eğitim Notları, Bursa, 99 s.
- Atkinson, C. 2012.** False twist textured yarns Principles, processes and applications. Woodhead Publishing. Woodhead Publishing, Cambridge, 465 s.
- Babaarslan, O., Hacıoğulları, S. Ö. 2013.** Effect of fibre cross-sectional shape on the properties of POY continuous filaments yarns. *Fibers and Polymers*, 14(1): 146–151.
- Başer, İ. 2002.** Lif Bilgisi. Marmara Üniversitesi, İstanbul, 179 s.
- Basu, A. 1999.** Progress in air-jet spinning. *Textile Progress*. 29(3); 1-38.
- Canbaz Karakaş, H., Dayiođlo, H. 2004.** Influence of major false-twist texturing parameters on the structural properties of polyamide 6.6 yarn. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 12(2): 23–28.
- Canbaz Karakaş, H., Dayiođlo, H. 2005.** Influence of false-twist texturing parameters on the structural properties of polyester yarn. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 30: 37–41.
- Canoglu, S. 2009.** Effect of first heater temperature variations on the polyester yarn properties of false -twist texturing techniques. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 76(5): 35–39.
- Çirkin, S. 2006.** Yalancı Büküm Tekstüre İşleminde Tekstüre Değişkenlerinin İplik Özellikleri Üzerindeki Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana.
- Demir, A. 2006.** Sentetik Filament İplik Üretim ve Tekstüre Teknolojileri. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 455 s.
- Denton, M. J., Morris, W. J. 1971.** Heat Setting and Yarn Texturing, The Setting of Yarn and Fabrics, Merrow Publishing Co Ltd, Watford Herts.
- Garip, R. 2005.** Polyester İplik Üretimi. Korteks İplik Fabrikası Eğitim Notları, Bursa, 131 s.
- Hacıoğulları, S. Ö., Babaarslan, O. 2018.** An investigation on the properties of polyester textured yarns produced with different fiber cross-sectional shapes. *Industria textila*, 69(4): 270–276.
- Hearle, J. W. S., Hollick, L., Wilson, D. K. 2001.** Yarn texturing technology, Woodhead Publishing Limited. Cambridge, 300 s.
- Kadolph, S.J., Langford, A.L. 2001.** Textiles 9th Edition. Prentice Hall, Englang, 421 s.
- Karaca, E., Kahraman, N., Ömerođlu, S. 2012.** Effects of fiber cross sectional shape and weave pattern on thermal comfort properties of polyester woven fabrics. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 92(3): 67–72.
- Karaca, E., Ömerođlu, S., Becerir, B. 2015.** Effects of fiber cross-sectional shapes on tensile and tearing properties of polyester woven fabrics. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 25(4): 313–318.

- Karaca, E., Ozelik, F. 2007.** Influence of the Cross-Sectional Shape on the Structure and Properties of Polyester Fibers. *Journal of Applied Polymer Science*, 103: 2615–2621.
- Koral Koc, S., Mecit, D., Boyacı, B., Örek, M., Hockenberger, A. 2016.** Effects of filament cross section on the performance of automotive upholstery fabrics. *Journal of Industrial Textiles*, 46(3): 756–770.
- Lord, P.R. 2003.** Handbook Of Yarn Production. Woodhead Publishing. Cambridge, 465 s.
- Ozelik, G., Cay, A., Kırtay, E. 2007.** A Study of the Thermal Properties of Textured Knitted Fabrics. *IBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. 15 (1), 55-58.
- Özkan, S. 2008.** Filament Kesit Şeklinin, Sayısının Ve Lineer Yoğunluğunun Poy ve Tekstüre İplik Özelliklerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana.*
- Roy, M. D., Sinha, S. K. 2014.** Performance of Wicking through Yarn and Fabric Made from Polyester Fibres of Different Cross-sections. *International Journal of Textile Science*, 3(3): 44–50.
- Sharma, I. C., Gupta, N., Ranjan, S. K., Suneja, Sanjay., Mehta, S. 1985.** Effect of Texturing Heater Temperature on Yarn and Fabric Characteristics. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 10: 166–170.
- Stojanovic, P., Savic, M., Trajkovic, D., Stepanovic, J., Stamenkovic, M., Kostic, M. 2017.** The Effect of False-Twist Texturing Parameters on the Structure and Crimp Properties of Polyester Yarn. *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*, 23(3): 411–419.
- Tascan, M., Vaughn, E. 2008.** Effects of Fiber Denier , Fiber Cross-Sectional Shape and Fabric Density on Acoustical Behavior of Vertically Lapped Nonwoven Fabrics. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 3(2): 32–38.
- Varshney, R. K., Kothari, V. K., Dhamija, S. 2011.** Effect of polyester fibre fineness and cross-sectional shape on physical characteristics of yarns. *Journal of the Textile Institute*, 102(1): 31–40.
- Yildirim, K., 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.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Fatih Ahmet ÖZAT
Doğum Yeri ve Tarihi : Yenimahalle / 31.01.1992
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Tophane Teknik Lisesi
Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği
Yüksek Lisans : Bahçeşehir Üniversitesi MBA – Genel İşletme

İletişim (e-posta) : fatih.ozat@hotmail.com

Yayınları :
Özat, F. A., Yılmaz, D., Özdemir, Ö., Kesimci, M. O. 2019. Properties Of Drawn Textured Polyester Yarns Of Different Cross-Sectional, International Congress of Innovative Textiles ICONTEX, 17-18.04.2019, Hilton Garden Inn, Tekirdağ.
Özat, F. A., Yılmaz, D., Özdemir, Ö., Kesimci, M. O. 2019. Farklı Kesit Şekline Sahip Tekstüre Polyester İpliklerden Örülen Kumaşların Termo-Fiziksel Özellikleri, Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi UÇTEK. 26-27.09.2019, Çukurova Üniversitesi, Adana.