YALANCI BÜKÜM İLE TEKSTÜRE YÖNTEMİNDE FRİKSİYON DİSK TİPİNİN VE DİSK HIZININ İPLİK HIZINA ORANININ İPLİK YAPISINA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Fahriye Selin ŞEN

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YALANCI BÜKÜM İLE TEKSTÜRE YÖNTEMİNDE FRİKSİYON DİSK TİPİNİN VE DİSK HIZININ İPLİK HIZINA ORANININ İPLİK YAPISINA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Fahriye Selin ŞEN
0009-0007-3158-057X

Doç. Dr. Serpil KORAL KOÇ
(Danışman)
0000-0002-0739-8256

YÜKSEK LİSANS
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2024
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Fahriye Selin ŞEN tarafından hazırlanan "YALANCI BÜKÜM İLE TEKSTÜRE YÖNTEMİNDE FRİKSİYON DİSK TİPİNİN VE DİSK HIZININ İPLİK HIZINA ORANININ İPLİK YAPISINA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Serpil KORAL KOÇ

Başkan : Doç. Dr. Serpil KORAL KOÇ İmza
0000-0002-0739-8256
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi,
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Rumeysa ÇELEN İmza
0000-002-2972-8295
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi,
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Hasan Basri KOÇER İmza
0000-0003-2612-6712
Bursa Teknik Üniversitesi,
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Polimer Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ali KARA
Enstitü Müdürü
../../….

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- - 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.

../../….

Fahriye Selin ŞEN

TEZ YAYINLANMA
FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığını ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Danışman Adı-Soyadı Tarih	Öğrencinin Adı-Soyadı Tarih
İmza Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.	İmza Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ TEZ TANITIMI
ÖĞRENCİ VE DANIŞMAN FORMU

FR 3.4.6_27

ÖĞRENCİ
Adı SOYADI : Fahriye Selin ŞEN
ÜNVANI :
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
E-POSTA : selin.yldrgn@gmail.com
PROGRAMI:YÜKSEK LİSANS
ORCID: 0009-0007-3158-057X
TÜBİTAK ID : TBTK-0159-7567
WOS RESEARCHER ID :
SCOPUS AUTHOR ID :
Google Scholar ID :

DANIŞMAN
Adı SOYADI : Serpil KORAL KOÇ
ÜNVANI : Doç. Dr.
FEN BLİMLERİ .ENSTİTÜSÜ
E-POSTA : skoral@uludag.edu.tr
YÖKSİS ARAŞTIRMACI ID : 157410
ORCID : 0000-0002-0739-8256
TÜBİTAK ID : TBTK-0006-7304
WOS RESEARCHER ID :
SCOPUS AUTHOR ID :
Google Scholar ID :

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ YÜKSEK LİSANS EĞİTİMİ BOYUNCA BİLİMSEL ÇALIŞMALARI VE FAALİYETLERİ*

1. ŞEN, F. S., KORAL KOÇ, S., 2024. Effects Of The Ratıo Between Frıctıon Dısc Speed And Yarn Speed On The Yarn Structure In False Twıst Texturıng, 5th Internatıonal Istanbul Current Scıentıfic Research Congress, İstanbul.

☐

Anahtar Kelimeler
Üretim Kaynakları

☐

Anahtar Kelimeler

☐

Anahtar Kelimeler

☐

Anahtar Kelimeler

☐

Anahtar Kelimeler
İstatiksel Analiz

☐

Anahtar Kelimeler

☐

Anahtar Kelimeler

☐

Anahtar Kelimeler

☐

Anahtar Kelimeler

☐

Anahtar Kelimeler

☐

Anahtar Kelimeler
Grafikler

☐

Anahtar Kelimeler

☐

Anahtar Kelimeler

☐

Anahtar Kelimeler

☐

Anahtar Kelimeler

☐

Anahtar Kelimeler

☐

Anahtar Kelimeler

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YALANCI BÜKÜM İLE TEKSTÜRE YÖNTEMİNDE FRİKSİYON DİSK TİPİNİN VE DİSK HIZININ İPLİK HIZINA ORANININ İPLİK YAPISINA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Fahriye Selin ŞEN

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Serpil KORAL KOÇ

Bu çalışmanın amacı; yalancı büküm ile tekstüre yönteminde friksiyon disk tipinin ve iplik hızının disk hızına oranının (D/Y) iplik özelliklerine etkilerinin incelenmesidir. Hammadde olarak 96 ve 36 filament sayılarına sahip, kısmi çekimli (POY), iki farklı polietilen tereftalat (PET) iplik kullanılmıştır. 150 denye iplik üretimine uygun olan iki farklı D/Y oranı seçilmiştir. Poliüretan ve seramik malzemelerden yapılmış friksiyon diskleri kullanılmıştır. Üretimler Barmag marka AFK model yalancı büküm ile tekstüre makinesinde gerçekleştirilmiştir.

Sonuçta, aynı koşullar altında tekstüre edilen numunelerde, poliüretan disklerle yapılan üretimlerde, seramik disk tipine göre daha yüksek kıvrım değerleri (kıvrım kısalması, kıvrım modülü ve kıvrım kalıcılığı) elde edilmiştir. Ayrıca poliüretan disk ile üretimi yapılan ipliklerin seramik diske göre daha yüksek kopma uzaması ve kopma mukavemeti değerleri verdiği gözlenmiştir. Yapılan istatistiki çalışmalar D/Y oranındaki değişimlerin, ipliklerin fiziksel özelliklerinde anlamlı bir değişime yol açmadığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler Yalancı büküm ile tekstüre, D/Y oranı, seramik friksiyon diski, poliüretan friksiyon diski, poliester iplik.
2024, ix + 67 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DISC TYPE AND THE RATIO BETWEEN DISC SPEED AND YARN SPEED ON THE YARN STRUCTURE IN FALSE TWIST TEXTURING

Fahriye Selin ŞEN

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

Supervisor: Assos Prof. Dr. Serpil KORAL KOÇ

The aim of this study is to investigate the effects of the friction disc type and the ratio of yarn speed to disc speed (D/Y) on yarn properties in the false twist texturing method. As raw materials, two different partially oriented (POY) polyethylene terephthalate (PET) yarns with 96 and 36 filament counts were used. Two different D/Y ratios, that are suitable for the production of 150 denier yarn were selected. Friction discs made of polyurethane and ceramic materials were used. The productions were carried out on a Barmag brand AFK model false twist texturing machine.

As a result, higher crimp values (crimp contraction, crimp modulus, and crimp stability) were obtained in samples textured under the same conditions using polyurethane discs compared to the ceramic ones. Additionally, it was observed that yarns produced with polyurethane discs exhibited higher elongation at break and tensile strength than those produced with ceramic discs. Statistical studies showed that changes in D/Y ratio resulted in no significant change in the physical properties of the yarns.

Key words: False twist texturing, D/Y ratio, ceramic friction disc, polyurethane friction disc, polyester yarn.
2024, ix + 67 pages.

ÖNSÖZ ve/veya TEŞEKKÜR

Bu tezin tamamlanması sürecindeki çalışmalarda rehberliği destek, yönlendirmeleri için desteğini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Serpil KORAL KOÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım sırasında iplik üretimi konusunda gerekli makine parkurunu sağlayarak ve üretilen ipliklerin test edilmesinde yardımcı olarak bana destek olan tüm KORTEKS yöneticilerine ve çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Bana her zaman yardımcı ve destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Fahriye Selin ŞEN
24/06/2024

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....i
ABSTRACT.....ii
ÖNSÖZ ve/veya TEŞEKKÜR.....iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....vi
1. GİRİŞ…… 1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....4
2.1 Poliester Lifleri.....4
2.2 Poliesterin Tipik Özellikleri.....7
2.3 PET Cips Üretimi.....8
2.4 PET POY Üretimi.....14
2.5 Tekstüre İplik Üretimi.....16
2.6 Yalancı Büküm ile Tekstüre İplik Üretimi.....18
2.7 Farklı Tekstüre Makine Konfigürasyonları.....23
2.8. Tekstüre İplik Özelliklerine Etki Eden Faktörler.....24
2.9.Yalancı Büküm Ünitesinin Tekstüre İplik Özelliklerine Etkisi.....25
2.10. Tekstüre İplik Özellikleri.....27
2.11. Yalancı Büküm ile Tekstüre İplikçiliği ve Tekstüre İplik Özelliklerine Etki Eden Parametreler Üzerine Yapılmış Önceki Çalışmalar.....28
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....31
3.1 Materyal.. 31
3.2 Yöntem…….....32
3.2.1 Yalancı Büküm Yöntemiyle İpliklerin Üretimi.....32
3.2.2 Yalancı Bükümle Tekstüre Edilmiş İpliklere Uygulanan Testler.....33
3.3. İstatiksel Analizler.....46
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....48
4.1. İpliklere Ait Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....59
5. SONUÇ… 62
KAYNAKLAR.....65
ÖZGEÇMİŞ.....67

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
°C	Santigrat derece

Kısaltmalar	Açıklama
ANOVA	Varyans Analizi
cm	Santimetre
cm^3	Santimetre küp
cN	Santinewton
DEG	Dietilen glikol
dk	Dakika
DSC	Diferansiyel taramalı kalorimetre
dtex	İplik numarası
EK	Kıvrım kısalması
g	Gram
kg	Kilogram
KB	Kıvrım modülü
KK	Kıvrım kalıcılığı
m	Metre
Mbar	Megabar
MEG	Monoetilen glikol
mol	Molarite
J	Joule
POY	Kısmi çekimli iplik
PTA	Saf tereftalatik asit
PU	Poliüretan
RPM	Dakikadaki devir sayısı
sn	Saniye
TiO_2	Titanyum dioksit

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 2.1.	PET'in molekül yapısı.....	5
Şekil 2.2.	Küresel elyaf piyasası.....	6
Şekil 2.3.	Birinci reaktör.....	9
Şekil 2.4.	Birinci ve ikinci reaktör.....	10
Şekil 2.5.	Üçüncü rektör.....	11
Şekil 2.6.	Dördüncü rektör.....	11
Şekil 2.7.	Beşinci reaktör.....	13
Şekil 2.8.	PET polimer kabloları ve cipsi.....	13
Şekil 2.9.	Düze paketi.....	15
Şekil 2.10.	PET lif üretimi.....	16
Şekil 2.11.	Tekstüre öncesi ve sonrası iplik görünümü.....	17
Şekil 2.12.	Yalancı büküm ile tekstüre işleminin şematik görünümü..	18
Şekil 2.13.	Barmag AFK tekstüre makinesi.....	20
Şekil 2.14.	POY ve kıvrımlı elastik tekstüre iplik.....	21
Şekil 2.15.	Agregat ünitesi.....	21
Şekil 2.16.	Kapalı ve açık puntalama düzesi.....	22
Şekil 2.17.	Puntalı ve puntasız tekstüre iplik.....	22
Şekil 2.18.	Tekstüre makinesi sarım bölümü.....	23
Şekil 2.19.	V-tipi (a) ve M-tipi (b) Yalancı büküm ile tekstüre iplik makinesi şematik gösterimi.....	24
Şekil 2.20.	Seramik ve poliüretan friksiyon çalışma diskleri.....	26
Şekil 3.1.	İplik çıkrığı.....	34
Şekil 3.2.	Filament sayımının yapılışı.....	35
Şekil 3.3.	Statimat ME+ çekme cihazı.....	36
Şekil 3.4.	Elektronik büküm ölçer.....	38
Şekil 3.5.	exturmat ME+ kıvrım ölçme cihazı.....	40
Şekil 3.6.	İpliklere uygulanan yükler.....	42
Şekil 3.7.	Çalışmada kullanılan DSC cihazı.....	44
Şekil 3.8.	DSC cihazının şematik gösterimi.....	45
Şekil 3.9.	DSC termogramı.....	45
Şekil 4.1	Numunelerin kopma uzaması sonuçları.....	50
Şekil 4.2.	Numunelerin kopma mukavemeti değerleri.....	51
Şekil 4.3.	Numunelerin kıvrım kısalması değerleri.....	51
Şekil 4.4.	Numunelerin kıvrım kalıcılığı değerleri.....	52
Şekil 4.5.	Numunelerin kıvrım modülü değerleri.....	52
Şekil 4.6.	Numunelerin kaynama çekmesi (T2) değerleri.....	53
Şekil 4.7.	Numunelerin kaynama çekmesi (T3) değerleri.....	53
Şekil 4.8.	Seramik friksiyon disk ile 1,7 D/Y oranı kullanılarak tekstüre edilen 36 filamentli ipliğin DSC termogramı.....	54
Şekil 4.9.	Seramik friksiyon disk ile 1,8 D/Y oranı kullanılarak tekstüre edilen 36 filamentli ipliğin DSC termogramı.....	54
Şekil 4.10.	Poliüretan friksiyon disk ile 1,7 D/Y oranı kullanılarak tekstüre edilen 36 filamentli ipliğin DSC termogramı…	55
Şekil 4.11.	Poliüretan friksiyon disk ile 1,8 D/Y oranı kullanılarak tekstüre edilen 36 filamentli ipliğin DSC termogramı.....	55

Şekil 4.12. Seramik friksiyon disk ile 1,7 D/Y oranı kullanılarak tekstüre edilen 96 filamentli ipliğin DSC termogramı..... 56
Şekil 4.13. Seramik friksiyon disk ile 1,8 D/Y oranı kullanılarak tekstüre edilen 96 filamentli ipliğin DSC termogramı..... 56
Şekil 4.14. Poliüretan friksiyon disk ile 1,7 D/Y oranı kullanılarak tekstüre edilen 96 filamentli ipliğin DSC termogramı..... 57
Şekil 4.15. Poliüretan friksiyon disk ile 1,8 D/Y oranı kullanılarak tekstüre edilen 96 filamentli ipliğin DSC termogramı..... 57

ÇİZELGELER DİZİNİ

		Sayfa
Çizelge 2.1.	Poliüretan ve seramik çalışma disklerinin karşılaştırılması.	26
Çizelge 3.1.	Poliester polimerinin özellikleri.....	31
Çizelge 3.2.	Çalışmada kullanılan POY ipliğin özellikleri.....	32
Çizelge 3.3.	Çalışmada kullanılan yalancı bükümle tekstüre parametreleri.....	33
Çizelge 3.4.	İplik numarası tayinindeki gerekli sarım uzunlukları.....	33
Çizelge 3.5.	Kıvrım değerlerinin ölçülmesi gerekli çıkrıktaki tur sayıları.....	41
Çizelge 3.6.	İplik kodu ve açıklamaları.....	47
Çizelge 4.1.	150 denye 36 filamentli ipliklerin fiziksel test sonuçları.....	48
Çizelge 4.2.	150 denye 96 filamentli ipliklerin fiziksel test sonuçları.....	49
Çizelge 4.3.	Tekstüre ipliklerin DSC analizi verileri.....	58
Çizelge 4.4.	Tekstüre ipliklerin kristalinite oranları.....	59
Çizelge 4.5.	150 denye ve 36 filamentli ipliklerin kopma uzaması varyans analizi.....	59
Çizelge 4.6.	150 denye ve 96 filamentli ipliklerin kopma uzaması varyans analizi.....	60
Çizelge 4.7.	150 denye ve 36 filamentli ipliklerin kopma mukavemeti varyans analizi.....	60
Çizelge 4.8.	150 denye ve 96 filamentli ipliklerin kopma mukavemeti varyans analizi.....	60
Çizelge 4.9.	50 denye ve 36 filamentli ipliklerin kıvrım kısalması varyans analizi.....	61
Çizelge 4.10.	150 denye ve 96 filamentli ipliklerin kıvrım kısalması varyans analizi.....	61

1. GİRİŞ

Tekstil endüstrisi, sürekli gelişen teknolojiler ve yenilikçi üretim yöntemleriyle sürekli olarak dönüşen dinamik bir sektördür. Bu sektörde, ürünlerin kalitesi, dayanıklılığı ve estetik görünümü, üretim süreçlerinin optimize edilmesi ve yenilikçi yöntemlerin kullanılmasıyla doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda, yalancı büküm ile tekstüre yöntemi, tekstil endüstrisinde önemli bir yer tutan ve kumaşların dokusunu geliştirmek için yaygın olarak kullanılan bir tekniktir.

Poliester filamentlerin doğal liflere benzetilmesi ve özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla çeşitli tekstüre metotları kullanılarak, tekstil endüstrisinde çeşitli yenilikler ve kalite iyileştirmeleri sağlanmaktadır. Bu yöntemler, ürün çeşitliliğini artırırken, tüketici taleplerine daha iyi yanıt verilmesini sağlar. Uygulanan işlemler sonucunda filament iplikler, hacimli ve kıvrımlı bir yapıya dönüşerek kalıcı bir form kazanır. Bu tekstüre iplikler, başta ev tekstili ve spor giyim olmak üzere birçok alanda tercih edilir. Bu tercihin arkasındaki temel neden, tekstüre ipliklerin sunduğu estetik ve fonksiyonel avantajlardır.

Elde edilecek tekstüre ipliğin özellikleri, birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Kullanılan malzemelerin özellikleri, tekstüre ipliğin son karakteristiklerini belirlemede kritik öneme sahiptir. Filamentlerin kalınlığı, sayısı, kesit şekilleri ve bitim işlemleri gibi faktörler, son ürünün dokusal ve mekanik özelliklerini etkiler. Bunun yanı sıra, kullanılan işleme makineleri ve işlem parametreleri de son ürünün özelliklerini belirlemede önemlidir. Fırın tipi, fırın uzunluğu, besleme tipi, büküm başlığının tipi gibi faktörler, işlem sürecinin kontrolünü sağlar ve son ürünün kalitesini belirler.

Yalancı büküm prensibiyle çalışan sistemler, tekstüre işleminde yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu sistemlerde ipliğe büküm vermek genellikle çapraz kayışlı büküm verme sistemi (nip-twist) veya friksiyon diskler ile gerçekleştirilir. Nip-twist yöntemi, iki veya daha fazla ipliği birleştirerek döndürmek için kullanılır. İplikler, bir büküm ünitesinde belirli bir noktada sıkıştırılır ve ardından birleştirilerek döndürülür. Bu

yöntemde, içten sürtünme sorunları daha az yaşanır ve daha kararlı bir büküm elde edilebilir.

Friksiyon disk yöntemi ise, ipliklerin bir diskin yüzeyine temas ederek döndürülmesi esasına dayanır. Bu yöntemde, diskin dış yüzeyi genellikle sürtünme ile iplikleri döndürmek için kullanılır. Friksiyon diskler içten ve dıştan sürtünmeli olabilir. İçten sürtünmeli sistemlerde, ipliklerin disk yüzeyine tutunma gücü zayıf olabilir ve bu nedenle büküm problemleri yaşanabilir. Tekstüre işleminde genel eğilim, dıştan sürtünmeli sistemlerin tercih edilmesidir. Bu sistemlerde, sürtünme diskleri veya çapraz kayışlı (nip-twister) büküm üniteleri kullanılır. Bu nedenle, tekstüre işleminde dıştan sürtünmeli sistemlerin tercih edilmesi, daha kaliteli ve istikrarlı sonuçlar elde etmek için önemlidir (Hearle, Hollick, Wilson, 2001).

Friksiyon tekstüre diskleri, tekstüre işleminin önemli unsurlarından biridir ve tekstüre makinesinin verimliliği ve sonuçları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Direkt bobinden çözme yöntemiyle tekstüre işleminin gerçekleştirilmesi, ipliğe daha fazla homojenlik sağlar ve son ürünün kalitesini artırır. Bugün üretilen tekstüre makineleri genellikle çekimli tekstüre makineleri olarak tasarlanmaktadır. Bu makinelerde, iplik doğrudan bobinden çözülerek işlem görmekte ve daha sonra tekstüre işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu yöntem, tekstüre işleminin daha hızlı ve verimli bir şekilde yapılmasını sağlar.

İpliğin tekstüre işlemi sırasında döndürülmesinde, friksiyon diskleri önemli bir rol oynar. İplik, genellikle büyük bir çapa sahip olan friksiyon diskleri ile döndürülür. İplik hızı ile friksiyon disk hızı arasındaki oran, tekstüre işlemi sırasında ipliğe verilen bükümü belirler. Bu oran, D/Y oranı olarak adlandırılır.

Sürekli filament ipliklerin üretiminde birçok parametre iplik yapısı ve özelliklerini etkiler. Bu parametreler, ipliklerin polimer yapısı ve üretiminde kullanılan iplik parametreleri gibi geniş bir yelpazeye yayılır. Ancak kesit şekli ve kesitindeki filament sayısı gibi belirli parametreler, özellikle iplik yapısı ve son ürün üzerinde belirgin etkilere sahiptir. İpliklerin enine kesitlerindeki filament sayısı, lif çekiminde kullanılan

düzede yer alan delik sayısını tarafından belirlenir. Bu sayıdaki değişiklikler, iplik yapı ve özelliklerinde farklılıklara neden olabilir. Aynı zamanda, ipliğin enine kesitindeki filament sayısının değişmesi, elde edilen kumaşın yapı ve özelliklerini de etkileyebilir. Özellikle, bu tür ipliklerden üretilen kumaşların geçirgenlik özelliklerinin (sıvı, hava, gaz) ve tuşe/tutum gibi özelliklerinin, filament sayısından etkilenebileceği düşünülmektedir. Daha yüksek filament sayısı genellikle daha sıkı ve yoğun bir kumaş yapısına yol açabilirken, daha az filament sayısı daha gevşek ve hafif bir kumaş yapısına neden olabilir. Bu nedenle, iplik üreticileri ve tekstil endüstrisi, ipliklerin enine kesitindeki filament sayısının ve diğer parametrelerin önemini anlamak ve bu parametreleri kontrol etmek için çeşitli teknikler kullanır (Özkan, 2008).

Bu çalışmada hammadde olarak kısmı çekimli (POY) polietilen tereftat (PET) iplikler kullanılmıştır. Korteks Mensucat Sanayi ve Ticaret A.Ş'de bulunan Barmag AFK marka makinede yalancı büküm ile tekstüre metodu ile farklı parametrelerde iplik üretimi yapılmıştır. Aynı koşullar altında üretimi sağlanan 150 denye 96 ve 36 filamentli ipliklerde üretim yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Poliüretan disk ve seramik disk kullanılarak üretimi sağlanan tekstüre ipliklerin fiziksel test sonuçları incelenmiştir. Tekstüre işlemi sonrasında ipliklerin içyapılarındaki değişimleri incelemek amacıyla diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) çalışmaları yapılmıştır. Üretimi yapılan ipliklere Korteks Mensucat Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin fiziksel test laboratuvarında iplik numarası ölçümü, çekme testleri ve kıvrım analizleri uygulanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Poliester Lifleri

Sentetik elyaf ve iplik endüstri genellikle petrokimya endüstrisinin bir alt grubu olarak kabul edilir. Bu sanayi dalı, petrokimyasal hammaddelerden sentetik lifler ve iplikler üretir. Sentetik lifler ve iplikler, genellikle petrokimyasal ürünlerden elde edilen polimerlerden üretilir. Sentetik lifler, doğal liflerin talep artışını karşılamak için geliştirilmiştir ve endüstriyel kullanımlarda önemli bir rol oynamaktadır.

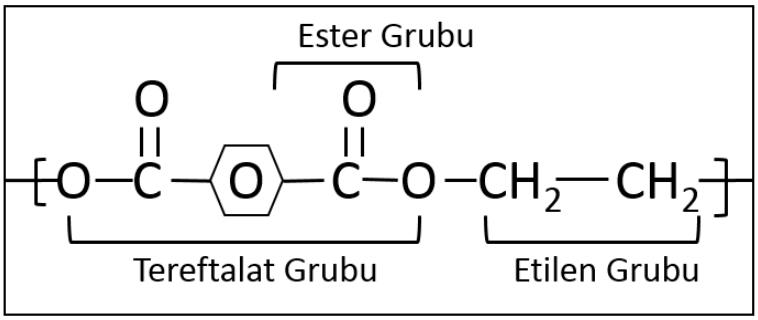
Doğal liflerin talebinin artması, özellikle pamuk ve keten gibi geleneksel doğal liflerin kullanımının sınırlı olması, sentetik liflerin keşfini hızlandırmıştır. Sentetik lifler, doğal liflerin bazı özelliklerini taklit edebilme kabiliyetleri ile dikkat çeker.

Sentetik liflerin ticari üretimi, 20. yüzyılın ilk yarısında başladı. 1927'de ilk sentetik lif üretimi gerçekleştirildi ve bu, sentetik liflerin gelişimi için bir dönüm noktasıydı. Ancak ticari olarak yoğun üretim, 1940'lı yıllarda naylonla başladı. Daha sonra, 1950'lerin ilk yarısında akrilik elyaf üretimi başladı ve bu, sentetik liflerin çeşitlenmesine katkı sağladı. Poliester üretimi ise 1950'lerin ortalarında ticari olarak başladı.

Bu gelişmeler, sentetik liflerin tekstil endüstrisi ve diğer alanlarda önemli bir yer edinmesini sağladı ve günümüzde bu lifler hala büyük bir öneme sahiptirler. Sentetik lifler, dayanıklılıkları, kolay bakımları ve çeşitli uygulama alanlarındaki esneklikleri nedeniyle birçok farklı endüstride kullanılmaktadır.

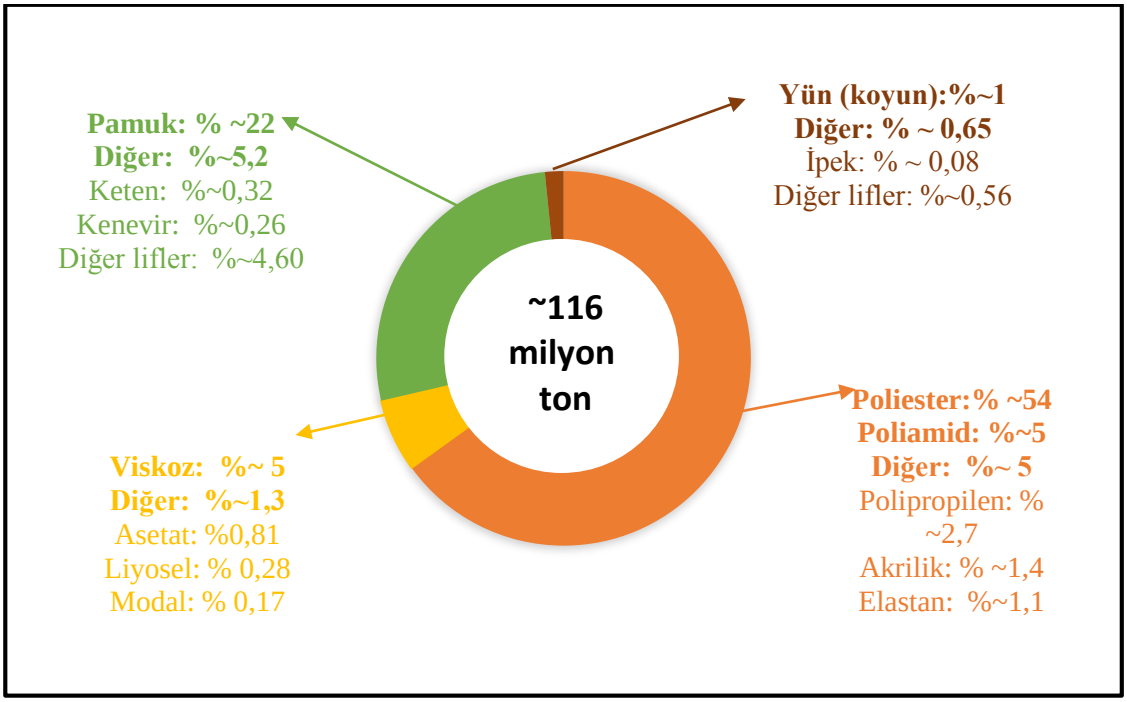
PET, Whinfield ve Dickson tarafından bulunmuş ve ticari olarak ilk defa 1941 yılında üretilmiştir. PET, genellikle etilen glikolün tereftalik asit veya tereftalik asit dimetil esteri ile kondenzasyon reaksiyonuyla elde edilir. Bu reaksiyon, genellikle esterleşme reaksiyonu olarak adlandırılır. Etilen glikol ve tereftalik asit veya tereftalik asit dimetil esteri, belirli koşullar altında birleştirilerek PET polimerini oluşturur. Bu polimerizasyon işlemi, genellikle yüksek sıcaklık ve uygun katalizörlerin kullanımını gerektirir.

PET'in üretimi, genellikle PET reçinesi veya PET granülü olarak ticari olarak sağlanır. Bu malzeme, çeşitli endüstrilerde plastik şişeler, tekstil lifleri, ambalaj malzemeleri, lif dolgu malzemeleri ve diğer ürünlerin üretiminde kullanılır. Şekil 2.1, PET'in üretiminde kullanılan temel hammaddelerin kimyasal yapısını göstermektedir.



Şekil 2.1. PET'in molekül yapısı (Başer, 2002)

Poliester, bir dialkol ile bir dikarboksilik asidin polikondenzasyonu sonucu elde edilen uzun zincirli polimerlere verilen genel bir isimdir. Bu polimerlerin tekstil sektöründe kullanılabilmesi için, zincirdeki radikal gruplar alifatik değil, aromatik yapıda olmalıdır. Çünkü alifatik yapıdaki radikal gruplar, polimerin erime sıcaklığını düşürür ve tekstil sektöründe kullanılmalarını engeller. Tekstil alanında kullanılabilen poliesterlerin elde edilmesi için, aromatik yapıda bileşenler kullanılır. Bu bileşenler, poliesterlerin istenilen fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olmasını sağlar. Şekil 2.2'de 2022 yılı verilerine göre küresel elyaf üretim bilgileri verilmiştir.



Şekil 2.2. Küresel elyaf piyasası (The Global Fiber Market, 2022)

Dünya iplik üretiminin %65'inin sentetik liflerden oluşması oldukça önemli bir trendi yansıtmaktadır. Bu sentetik liflerin %54'lük bölümünün poliester liflerinden oluşması, poliesterin tekstil endüstrisindeki belirleyici rolünü göstermektedir. Doğal lifler, özellikle pamuk, ikinci sırada yer almaktadır ancak sentetik liflerin üstünlüğü göz önüne alındığında bu oranın geriye doğru çekilmesi sürpriz olmayacaktır.

Pamuk üretiminin sabit kalacağı öngörüsü, sentetik liflerin talebinin devam etmesine işaret etmektedir. Sentetik lifler, dayanıklılıkları, kolay bakımları ve çeşitli endüstrilerdeki geniş kullanım alanları nedeniyle tercih edilmeye devam ediyor olabilir. Ancak, sürdürülebilirlik ve çevresel etkiler konusundaki artan farkındalık, doğal liflere olan talebi artırabilir ve bu durum pamuk üretimine de olumlu yansıyabilir.

Bu veriler, tekstil endüstrisindeki değişen talep dinamiklerini yansıtmakta ve sektörün gelecekteki gelişim yönlerini belirlemede önemli bir rol oynayabilmektedir.

2022 yılı verilerine göre poliester lif üretiminin toplam lif üretiminin %63'ünü oluşturması dikkat çekici bir orandır. Bu, poliester liflerinin tekstil endüstrisindeki hakimiyetini ve önemini göstermektedir. Ancak, doğal kaynakların sınırlı olması ve artan çevre bilinci, geri dönüşümlü ürünlere yönelimi teşvik etmektedir.

Bu nedenle, poliester lif üretiminin geri dönüşümlü poliester liflerin kullanımıyla artması beklenmektedir. Geri dönüşümlü poliester lifleri, atık plastiklerin yeniden işlenmeleri ile üretilir ve doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunur. Ayrıca, çevresel etkileri azaltarak sürdürülebilir bir tekstil endüstrisinin oluşturulmasına yardımcı olur.

2.2 Poliesterin Tipik Özellikleri

Poliesterler, geniş bir kimyasal aile olup birçok farklı tipte poliester bulunmaktadır. Ancak, genel olarak, poliesterlerin tipik özellikleri şunlardır:

Yüksek Mukavemet: Poliesterler, yüksek mukavemet özelliklerine sahiptirler, yani dayanıklıdırlar ve kopmaya karşı dirençlidirler.

Esneklik ve Elastikiyet: Poliesterler, esneklik ve elastikiyet gösterirler, bu da çeşitli uygulamalarda kullanılmalarını sağlar. Tekstil endüstrisinde kullanılan poliester lifleri, esneklik ve dayanıklılık sağlayarak rahat giyim ürünlerinin üretimine olanak tanır.

Korozyon Direnci: Poliesterler, genellikle korozyona dayanıklıdır ve dış etkenlere karşı dirençlidirler. Bu özellik, poliesterden yapılan ambalaj malzemelerinin ve dış mekan uygulamalarının dayanıklılığını artırır.

Kolay Temizlik: Poliesterler, genellikle kolay temizlenirler ve lekelenmeye karşı dirençlidirler. Bu özellik, tekstil ürünlerinde ve döşemelerde kullanıldıklarında bakımı kolay hale getirir.

Isı ve Alev Direnci: Poliesterler, genellikle ısıya ve alevlere karşı dirençlidirler. Bu özellik, poliesterin içerdiği polimer yapıya bağlı olarak değişebilir, ancak genel olarak poliesterlerin ısı ve alev direnci sağladığı bilinir.

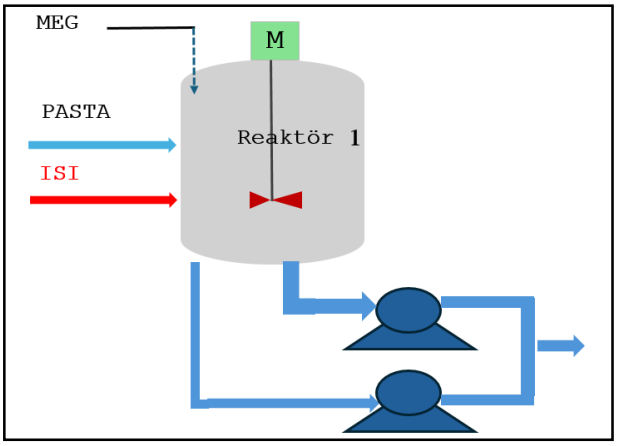
Bu özellikler, poliesterin geniş kullanım alanlarını ve endüstrilerdeki önemini belirler. Tekstil, ambalaj, otomotiv, yapı malzemeleri ve daha birçok alanda poliesterin bu özellikleri sayesinde kullanımı yaygındır.

2.3 PET Cips Üretimi

PET üretimi için kullanılan hammaddeler ve yardımcı maddeler belirli bir süreçte bir araya getirilir ve karıştırılır. Bu süreçte, saf tereftalik asit (PTA), mono etilen glikol (MEG), dietilen glikol (DEG), ve titanyum dioksit (TiO_2) gibi bileşenler belirli oranlarda kullanılır.

PTA, MEG ve diğer yardımcı maddeler öncelikle fiziksel karışım tankına beslenir. Bu tankta malzemeler, homojen bir biçimde karıştırılır. Bu karışımın sıcaklığı genellikle 39-40°C arasında tutulur ve karışımın %70'ini PTA oluşturur. PTA'nın oksijenle teması, yangın ve patlama riski oluşturabileceğinden, PTA'nın oksijensiz ortamda sevki için azot tankı ve azot jeneratörü kullanılır.

Karışımın oluşturulmasının ardından, hammaddeler ve yardımcı maddeler bir dizi reaktörden geçerek polimer eriyiğini oluştururlar. Kullanılacak olan reaktör sayısı işletmeye göre farklılık gösterebilir. Genellikle birinci ve ikinci reaktörlerde esterleşme gerçekleşir. Esterleşme, belirli sıcaklık, basınç, süre ve karıştırma gerektirir. İlk reaktörde esterleşme gerçekleşirken, ikinci reaktörde daha ileri polimerizasyon ve istenilen ürün özelliklerinin sağlanması için işlem devam eder. Bu süreçte belirtilen parametrelerin dikkatlice kontrol edilmesi, istenilen PET'in kalitesini ve özelliklerini sağlamak için önemlidir (Özat, 2019).



Şekil 2.3. Birinci reaktör (Garip, 2005)

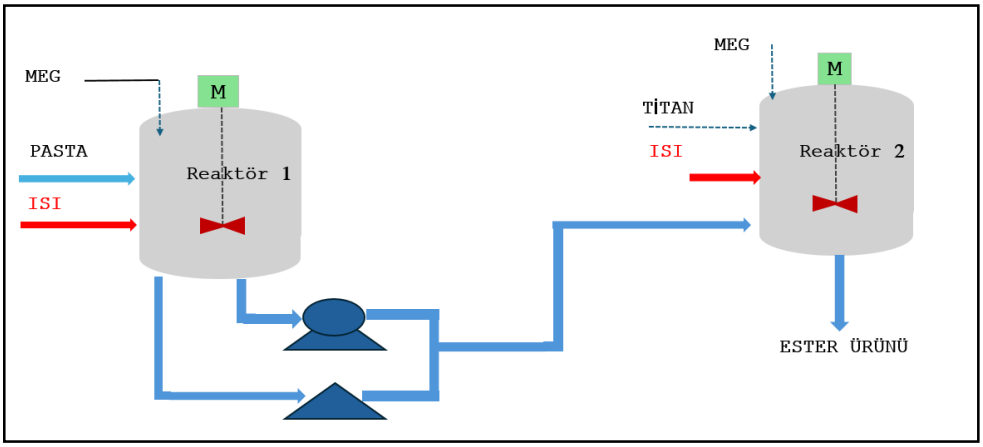
Şekil 2.3'de gösterilen birinci reaktörde, PET üretimi için gerekli kimyasal bağların oluşması için ortama glikol eklenir ve sıcaklık yaklaşık olarak 180°C'ye yükseltilir. Bu işlem sırasında, polimerizasyon reaksiyonu gerçekleşir ve su ortaya çıkar. Polimerizasyon reaksiyonunun sonucunda ortaya çıkan su ve diğer uçucu maddelerin atmosfere karışması istenmez. Bu nedenle, vana yardımıyla proses kolonuna aktarılır. Prosese giren gaz karışımı daha sonra soğutulur ve kondanse edilir.

Glikol ve suyun kaynama sıcaklıkları farklı olduğu için, bu iki maddenin birbirinden ayrıştırılması ve glikolün geri kazanımı sağlanır. Glikolün geri kazanılması ve tekrar kullanılması, prosesin verimliliğini artırır ve hammaddelerin maliyetini düşürür. Ayrıca, çevresel etkileri azaltarak sürdürülebilir bir üretim süreci sağlar.

Birinci reaktörde oluşan ester ürünü, pompa yardımıyla ikinci reaktöre beslenir. İkinci reaktörde esterleşme reaksiyonu devam ederken, polimerin istenen özelliklerini sağlamak için matlaştırıcı olarak işlev gören titanyum dioksit (TiO_2) ortama eklenir. Şekil 2.4'de birinci ve ikinci reaktör birlikte gösterilmektedir.

TiO_2, polimerin optik özelliklerini etkileyerek, parlaklık yerine mat bir görünüm elde edilmesini sağlar. Bu, özellikle tekstil endüstrisinde mat bir görünüm isteniyorsa önemlidir. TiO_2'in eklenmemesi durumunda, elde edilen polimerin parlak bir görünümde olacağı görülür. Bu nedenle, ikinci reaktörde TiO_2'in doğru oranda

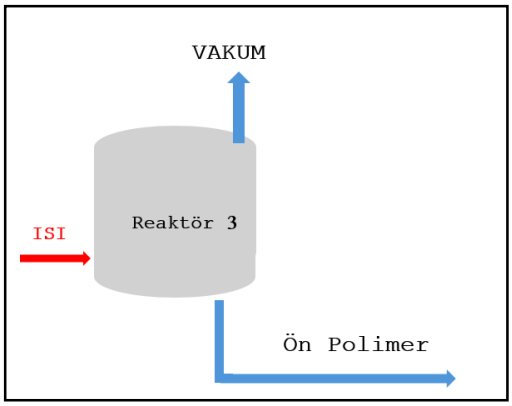
eklenmesi, istenilen matlık derecesinin elde edilmesini sağlar. Bu aynı zamanda ürünün son görünümünü belirler ve tekstil ürünlerinin estetik kalitesini etkiler.



Şekil 2.4. Birinci ve ikinci reaktör (Garip 2005)

İkinci reaktördeki ester, basınç ve seviye farkı yardımıyla üçüncü reaktöre taşınır. Üçüncü reaktörde, polikondenzasyon reaksiyonları gerçekleşir. Bu reaksiyonlar sırasında sıcaklık uygulanmaya devam ederken, basınç uygulanmaz. Ancak, üçüncü reaktörden beşinci reaktöre doğru gidildikçe, artan vakum uygulanır.

Vakum uygulanmasının nedeni, reaksiyonun daha verimli olmasını sağlamaktır. Vakum altında, reaksiyon ortamındaki uçucu bileşenlerin daha hızlı buharlaşması ve uzaklaştırılması sağlanır. Bu, polikondenzasyon reaksiyonlarının daha dengeli ve kontrollü bir şekilde gerçekleşmesine yardımcı olur. Ayrıca, vakum altında bağların oluşması daha kolay hale gelir ve viskozitenin istenen seviyede olması sağlanır. Şekil 2.5'te üçüncü reaktör şematik olarak gösterilmektedir.

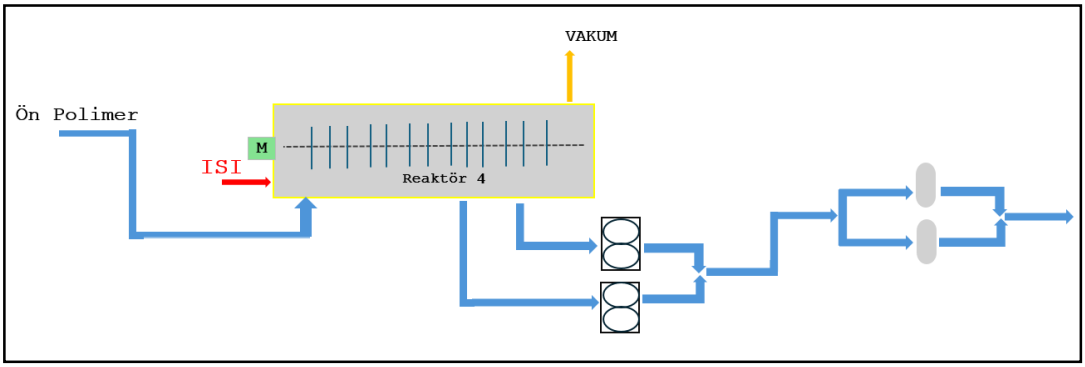


Şekil 2.5. Üçüncü reaktör (Garip, 2005)

Üçüncü, dördüncü ve beşinci reaktörlerde ortaya çıkan glikol buharı istenmeyen bir yan üründür ve ortamdan uzaklaştırılmalıdır. Bu amaçla, bir vana yardımıyla bu buharlar aktarılarak uzaklaştırılır.

Glikol buharının geri kazanımı için kullanılan bir yöntem, bu buharların üzerine aynı maddenin sıvı fazının püskürtülmesidir. Bu işlemde, glikol buharı sıvı faz ile temas ederek yoğunlaşır ve tekrar sıvı haline döner. Bu sayede, glikolün geri kazanımı sağlanır ve prosesin verimliliği artar.

Şekil 2.6'da şematik olarak gösterilen dördüncü reaktör, ilk üç reaktörden farklı olarak yatay olarak konumlandırılmıştır. Bu konumlandırmanın nedeni, glikol buharının ortaya çıkmasını kolaylaştırmak ve hammaddenin yüzey alanını genişleterek viskoziteyi istenen seviyeye getirmektir.



Şekil 2.6. Dördüncü reaktör (Garip, 2005)

Dördüncü ile beşinci reaktörler arasında bulunan filtreye ön polimer filtresi adı verilir. Bu filtre, oluşabilecek safsızlıkları filtreler.

Dördüncü reaktörden çıkan polimer eriyiği, polimerdeki istenmeyen katı parçacıkları ve yabancı maddeleri temizlemek için ön polimer filtresinden geçirilir. Bu filtreleme işlemi, eriyik polimerin daha sonraki aşamalarda düzgün bir şekilde işlenebilmesi için önemlidir. Filtrelenmiş polimer eriyiği, dişli pompalar yardımıyla beşinci ve son reaktöre aktarılır. Dişli pompalar, polimer eriyiğinin sabit bir akış hızıyla ve belirli bir basınç altında taşınmasını sağlar.

Beşinci reaktörde (Şekil 2.7), yaklaşık 1 Mbar vakum altında polikondenzasyon reaksiyonu gerçekleştirilir. Bu düşük basınç ortamı, polimer zincirlerinin daha fazla birleşmesini ve moleküler ağırlığın artmasını sağlar. Polikondenzasyon, su veya diğer küçük moleküllerin açığa çıkmasıyla karakterize edilen bir reaksiyondur. Vakum ortamı, bu yan ürünlerin hızlı bir şekilde uzaklaştırılmasına yardımcı olur, böylece reaksiyon verimliliği artar.

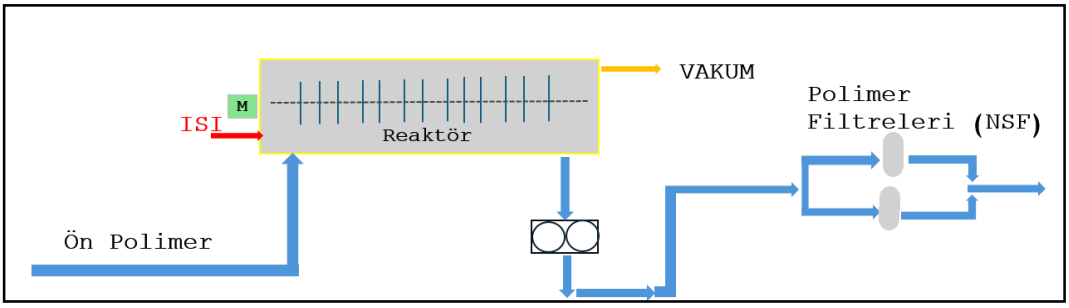
Burada üretimin kalitesini etkileyecek önemli üç parametre vardır;

- Viskozite: Polimerin Akışkanlığı: Viskozite, polimer eriyiğinin akışkanlığını belirler. Düşük viskozite, polimerin daha kolay akmasını sağlar, ancak iplik çekimi sırasında sorunlar yaratabilir. Yüksek viskozite ise polimerin akışını zorlaştırır ve düze tıkanmalarına neden olabilir.

- Dietilen Glikol (DEG) Miktarı: İpliğin boya alma özelliklerini etkiler. Yüksek DEG miktarı, polimer yapısını bozabilir ve mekanik özellikleri olumsuz yönde etkileyebilir. Düşük DEG miktarı ise boya alma kabiliyetini azaltabilir.

- Karboksil Miktarı: Hammadde Verimliliği: Polikondenzasyon sürecinde oluşan fonksiyonel gruplardır. Düşük karboksil miktarı, kullanılan hammaddenin (örneğin, PTA) verimli bir şekilde reaksiyona girdiğini gösterir. Düşük karboksil

miktarı, polimerin yüksek kalitede olduğunu ve istenmeyen yan ürünlerin minimum düzeyde olduğunu gösterir (Özat, 2019).

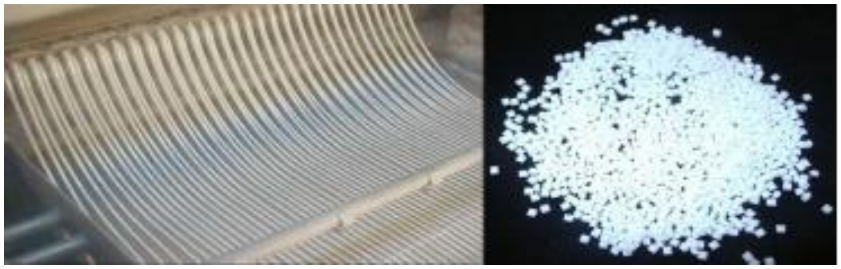


Şekil 2.7. Beşinci reaktör (Garip, 2005)

Beşinci reaktörden sonra polimer, dağıtım hatlarına ulaşmak üzere yıldız dağıtım vanasına gelir. Buradan sonra, iplik üretim işletmesi vanayı açarak polimeri alır. Ancak, üretim işletmesi malzeme akışını durdurduğunda, polimer cips kesim hattına sevk edilir.

Eriyik polimer, cips kesim hattında soğutularak polimer kablolarına dönüştürülür ve daha sonra kesim işlemi ile cips haline getirilir. Bu cipsler, sonraki işlemlerde fonksiyonel özellik kazandırılmak amacıyla katkı maddesi eklenerek lif çekimi gerçekleştirilebilir.

Bu süreçte, polimerin doğru bir şekilde dağıtılması ve işlenmesi, ürün kalitesi ve verimliliği açısından önemlidir. İplik üretim işletmesi, polimerin akışını kontrol ederek ve gerekli durumlarda polimeri cips haline dönüştürerek üretim sürecini optimize eder.



Şekil 2.8. PET polimer kabloları ve cipsi

2.4 PET POY Üretimi

Sentetik liflerin üretiminde kullanılan eriyikten eğirme teknikleri zamanla evrim geçirdi. İlk olarak, 2 kademeli (TSP) üretim tekniği kullanılıyordu. Bu tekniğin bir aşamasında lifler yüksek hızda eğirilirken, diğer aşamada ise germe-çekme işlemiyle liflerin oryantasyonu tamamlanıyordu.

Endüstride tek kademeli (SD-spin-drawing) üretim tekniğinin kullanılmaya başlanmasıyla, lif eğirme ve germe işlemi aynı anda gerçekleştirilebildi. Bu yeni teknik, daha hızlı ve verimli üretim sağladığı için tekstil endüstrisinde tercih edilmeye başlandı.

Ancak, 2 kademeli üretim tekniği hala yaygın olarak kullanılıyor olabilir çünkü bazı durumlarda bu teknik belirli kalite veya performans gereksinimlerini daha iyi karşılayabilir veya bazı ürünler için daha uygun maliyetler sunabilir. Her iki yöntemin de avantajları ve dezavantajları vardır ve kullanımları üretilecek liflerin özelliklerine, endüstriyel gereksinimlere ve üretim tesisinin kapasitesine bağlı olabilir (Yıldırım, 2007).

Erime ve Ekstrüzyon: Beşinci reaktörden çıkan yüksek moleküler ağırlıklı polimer eriyiği, ekstrüzyon işlemine tabi tutulur. Bu işlem sırasında eriyik polimer, lif halinde çekilir.

Lif çekimi (Spinning): Ekstrüzyondan sonra, lifler hızla soğutulur ve katılaştırılır.

Yönlendirme (Drawing): Soğutulan ve katılaşan filamentler, belirli bir hızda çekilerek gerilir. Bu işlem, filamentlerin kristalin bölge miktarının artmasını ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesini sağlar.

Bobinleme (Winding): Gerilmiş filamentler, bobinleme makinesine aktarılır ve uygun uzunluklarda bobinlere sarılır. Bu aşamada iplikler, daha sonraki dokuma veya örme işlemleri için hazır hale gelir.

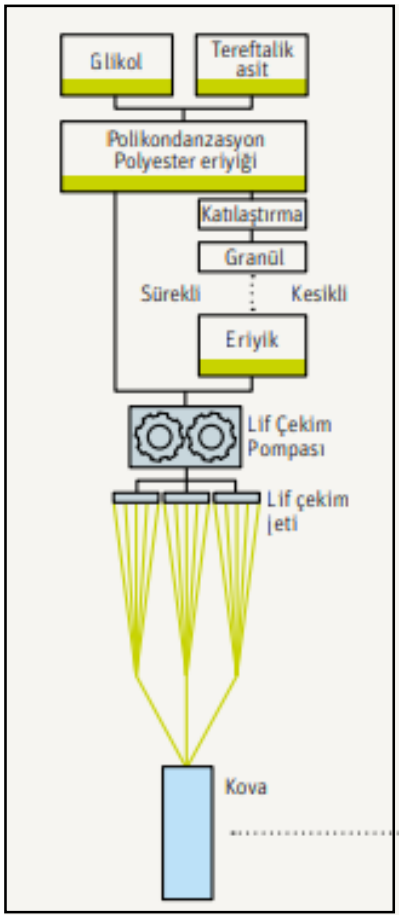
POY üretim süreci, yüksek hassasiyet ve kontrol gerektiren bir dizi aşamayı içerir. Polikondenzasyon sürecinin vakum altında gerçekleştirilmesi, polimerin kalite ve performansını artırmada önemli bir rol oynar. Bu süreç sonunda elde edilen POY iplik, çeşitli tekstil uygulamalarında kullanılmak üzere hazır hale getirilir.

PET polimeri, POY üretim ünitesine eriyik veya granül halinde sevk edilebilir. Eriyik halinde sevk edilen polimer, doğrudan lif çekim işlemine tabi tutulabilir. Bu işlemde, polimer erimiş halde olduğu için doğrudan ekstrüzyon işlemi gerçekleştirilir ve lifler oluşturulur.

Granül halinde sevk edilen poliester polimerleri ise istenilen renk veya özelliklerin eklenmesi için uygun bir aşamada eritilir. Bu granüller ekstrüderde eritilerek erimiş polimer elde edilir ve bu erimiş polimer lif çekim işlemine tabi tutulur. Bu süreçte, ekstrüderde polimerin renklendirilmesi veya özelliklerinin değiştirilmesi mümkündür. Lif üretiminde kullanılan düze paketi Şekil 2.9'da verilmiştir.

Şekil 2.9. Düze paketi (Garip, 2005)

Bu yöntemler, PET liflerinin üretiminde kullanılan yaygın işlemlerdir. Eriyik halindeki polimerin direkt lif çekimi veya granül halindeki polimerin ekstrüzyon işlemiyle lif çekimi, PET liflerin çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanılmasını sağlar. PET lif üretimi şematik gösterimi Şekil 2.10'da verilmiştir.



Şekil 2.10. PET lif üretimi (Klein, 2011)

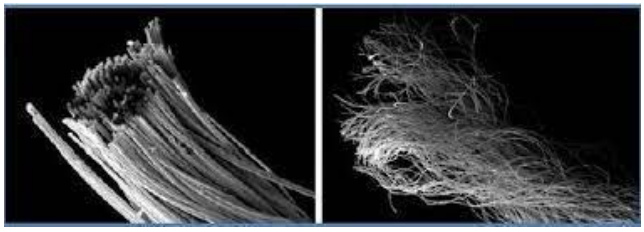
2.5 Tekstüre İplik Üretimi

Tekstüre işlemi, sentetik filamentlerin doğal liflere benzetilmesi amacıyla uygulanan bir dizi mekanik ve ısıl işlemi kapsar. Bu işlemler, sentetik ipliklerin daha hacimli, daha esnek ve daha doğal bir tutuma sahip olmasını sağlar. Tekstüre işlemi sentetik lifleri doğal liflere benzetmek amacıyla yapılan kıvrım ve hacim verme işlemi olarak tanımlanabilir.

Isı yardımı ile gerçekleştirilen tekstüre işlemlerinde 3 temel basamak bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla aşağıdaki verilmiştir.

- Filamentlerin ısıtılması,
- Tekstüre özelliğinin verilmesi ve
- Verilen özelliğin fikse edilmesidir.

Bu adımların ardından hacimsiz olan lifler doğal lifler gibi kıvrımlı ve hacimli bir görünüm kazanır. Şekil 2.11'de tekstüre işlemi öncesi ve sonrası filamentlerin mikroskop görüntüleri verilmiştir.



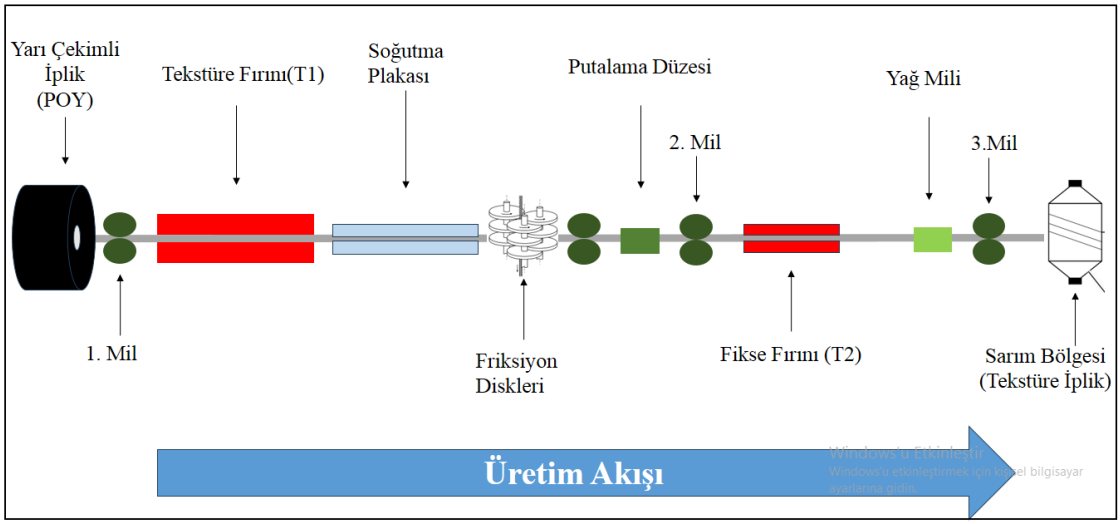
Şekil 2.11. Tekstüre öncesi ve sonrası iplik görünümü

İpliğin kıvrımlı yapı kazanmasını sağlayan simetrik olmayan gerilimler iki yolla elde edilmektedir. İpliğe fiziksel ve kimyasal yollarla verilmiş olan formun fikse edilmesiyle ve farklı bükülme yeteneğindeki polimerin iki ayrı bileşenin lif üretiminde kombine edilmesi ile sağlanır. Elde edilen tekstüre ipliğin özellikleri tekstüre işlemi sırasında seçilen üretim şartlarına ve tekstüre metoduna bağlıdır.

En çok kullanılan tekstüre yöntemleri termo-mekanik esaslı olanlardır. Sentetik ipliklere talebin artmasıyla birlikte birçok termo-mekanik tekstüre tekniği geliştirilmiştir. Yüksek makine hızlarında çalışabilme, ürün çeşitliliği ve değişen taleplere hızlı yanıt verebilme olanağı nedeniyle en çok kullanılan tekstüre yöntemlerinin başında yalancı büküm ile tekstüre üretim yöntemi gelmektedir.

2.6 Yalancı Büküm ile Tekstüre İplik Üretimi

Yalancı büküm ile tekstüre iplik üretiminde hammadde olarak POY ipliği kullanılır. Yalancı büküm ile tekstüre iplik üretiminin temel prensipleri Şekil 2.12'de şematik olarak verilmiştir.



Şekil 2.12. Yalancı büküm ile tekstüre işleminin şematik görünümü

POY bobinleri tekstüre makinesinin cağlığına yüklenir. Birinci mil ve ikinci mil arasındaki dönüş hızı farkı ve tekstüre fırınında gerçekleşen ısıtma işlemi sayesinde POY ipliği çekim alarak tam oryante olmuş hale gelir. Birinci mil hızı hammadde besleme miktarını belirler ve ikinci mile göre daha yavaştır. İkinci mil hızı makinenin iplik üretim hızı olarak belirlenir. Bu iki milin arasındaki hız farkı iplik inceliğine ve üretilecek ipliğin özelliklerine bağlı olarak değişebilmekle birlikte aralarında yaklaşık olarak 1,6 kat fark vardır. Teoride PET'in çekimi için yaklaşık 100°C sıcaklığa ihtiyaç duyulur. Fakat pratikte tekstüre fırınında ipliğe verilen 190-220°C arasındaki ısıtıcı sıcaklığı PET'in çekim alması için idealdir.

Polimerin camsı geçiş sıcaklığının üzerine çıkılması moleküller arası bağların yeniden düzenlenmesinin gerçekleşmesi için gereklidir. Ancak ipliğin kopmaması için de erime noktasının altında kalmak gerekmektedir. Genellikle, poliester ve poliamid iplikleri

günümüzde birinci ısıtıcının çıkışında ölçülen 190°C sıcaklıklara kadar ısıtılır (Atkinson, 2012).

Çekim işlemi esnasında, ipliğin ısıtılması ile amorf bölgede serbest halde bulunan PET zincirleri oryante olur. Böylece kristalin bölge oranı artar, bu durum ipliğin mukavemetini arttırırken uzamasını düşürür. İpliğin kalitesi açısından bu işlemlerin sabit değerler altında gerçekleşmesi gerekir. Aksi takdirde ipliğin uzunluğu boyunca mukavemeti ve uzaması sabit kalmayacaktır ve sonraki proseslerde probleme yol açacaktır.

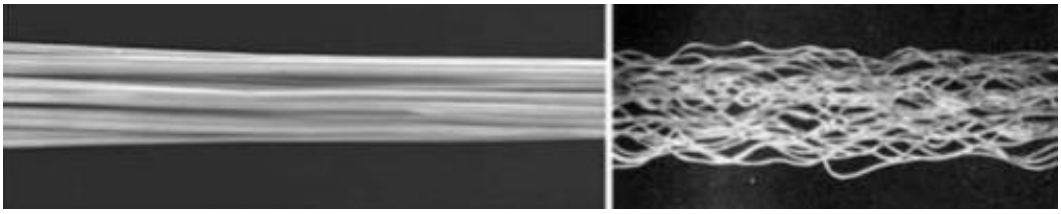
Isı, iletkenlik yoluyla ısıtma elemanından transfer edilir. Sağlanan ısı, ipliği şekillendirmeyi kolaylaştırmakla kalmaz, aynı zamanda doğrudan boyanabilirliği, filament kopuş oranını ve kıvrımı da etkiler. Bu da onu tekstüre ipliğin reçetesinde temel bir ayar yapar. Sıcaklık yükseldikçe, kıvrım alma derecesi ve filament kopuş sayısı artar. Aynı şey düşen sıcaklıklar için de geçerlidir (Hearle, 2001).

Isıtıcıdan ayrıldıktan sonra ipliğin enine kesit alanı boyunca sıcaklığın iyi dağıtılması gerekir çünkü aksi takdirde, homojen olmayan sıcaklık dağılımları, sırasıyla, sonraki işlemlerde homojen olmayan kristalleşme davranışına yol açabilir, bu da daha sonra üretilen kumaşlarda renk haslığında tutarsızlıkların kolayca fark edilmesine neden olabilir (Eskin, 2003).

Tekstüre fırını POY ipliğinde bulunan yağ nedeniyle kirlenir bu da göstergeleri yanıltır ve sıcaklığın dalgalanmasına neden olur. Bu nedenle tekstüre fırını takip altında tutularak üretilen ipliğin inceliğine ve makine hızına bağlı olarak uygun görülen aralıklarda temizlenmelidir.

Şekil 2.13. Barmag AFK tekstüre makinesi

Tekstüre makinesinde tekstüre fırını makinenin üst kısmında bulunur ve her iki pozisyon iki kanallı tek bir fırından geçmektedir (Şekil 2.13). Fırın sonrasında iplik yaklaşık 130-140℃ sıcaklıktadır. Camlaşma sıcaklığının üzerindedir yani 80-85℃'nin üzerinde friksiyon disklerine gelindiğinde ipliği bu sıcaklığa kadar düşürmek için soğutulması gerekir. Soğutma plakası fırından çıkan ipliğin soğutulmasını sağlayan bölgedir. Burada ipliğe soğuk hava verilmez, iplik ortam sıcaklığı ile karşılaşır. Bu bölgede fırından çıkan ipliğin sıcaklığı düşürülürken aynı zamanda titreşimi de alınır. İpliğin friksiyon disklerine titreşimsiz girmesi filamet kopmalarının önüne geçmek ve oryantasyonun sağlıklı gerçekleşmesi açısından oldukça önemlidir. Şekil 2.14'te tekstüre işlemi öncesi ve sonrası ipliğin mikroskobik görüntüleri verilmiştir.



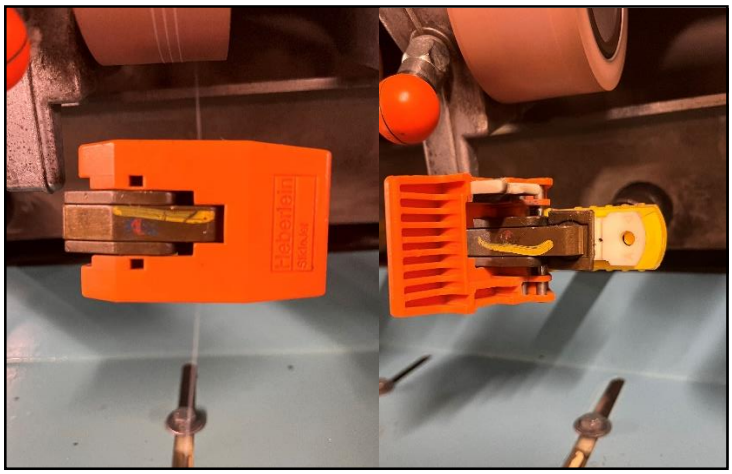
Şekil 2.14. POY ve kıvrımlı elastik tekstüre iplik

Yalancı büküm ile tekstüre metodunda makine tipine göre değişiklik gösteren friksiyon diskleri veya çapraz kayışlardan oluşan bölümde ipliğin kıvrım ve hacim kazanması sağlanır. Şekil 2.15'de görülen agregat ünitesinin disk sayıları üretilecek ipliğin inceliğine göre değişiklik göstermektedir. Buraya gelen iplik yalancı büküm metoduyla hacimlendirilir ve doğal ipliğe benzetilmeye çalışılır.

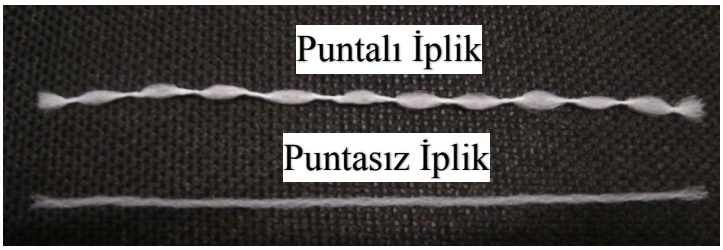
Şekil 2.15. Agregat ünitesi

Tekstüre iplikler bir sonraki prosesteki kullanım yerlerine göre puntalı veya puntasız olarak üretilebilir. Puntalı ve puntasız iplik görüntüleri verilmiştir. Çekimi tamamlanan ve hacimlenen iplik punta düzesinden geçirilir. Şekil 2.16'da görülen puntalama düzesinde dikey yönde hareket eden ipliğe yatay yönde hava akımı verilerek filametlerin karışarak puntalanması sağlanır. Punta adedi uygulanan basınç miktarına göre farklılık gösterir. İpliğe punta verilmesi ipliğin mukavemetini arttırmasının yanında filamentlerin dağılmasını da engellenir. Dokuma prosesinde çözgüde

kullanılacak iplikler yan yana çalışırken filamentlerin dağılarak karışmasını engellemek amacıyla yüksek punta adetlerindeki tekstüre iplikler tercih edilir.



Şekil 2.16. Kapalı ve açık puntalama düzesi



Şekil 2.17. Puntalı ve puntasız tekstüre iplik

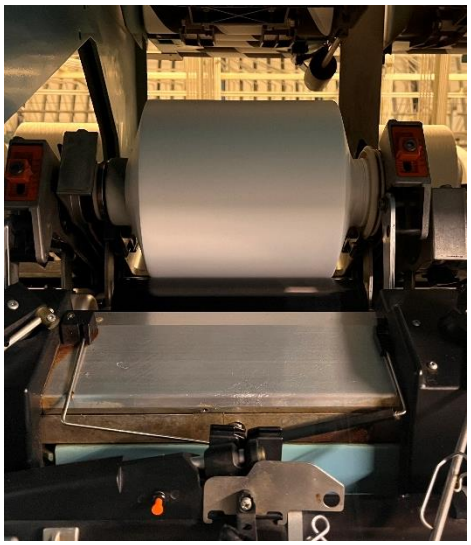
İpliğe verilen özelliklerin sabitlenmesi amacıyla fikse fırını olarak bilinen tekstüre ikinci fırınından iplik geçirilir. Fikse fırınında ipliğe ortalama 160-200°C sıcaklık verilir. Tekstüre iplikten istenilen özelliğe göre daha yüksek sıcaklıklara (efektli iplikler) çıkılabilir. Fikse fırını iplikten istenilen özelliğe göre kapalı veya açık konumda olabilir.

Bu duruma göre iplikler iki grupta incelenmektedir.

- Set (çift ısıtıcılı) iplikler
- Strech (tek ısıtıcılı) ipliklerdir.

Tekstüre ipliğin kullanılacağı bir sonraki proseste iplik pek çok metal aksamdan geçecektir. Bu nedenle sürtünmeye maruz kalarak statik elektriklenme nedeniyle filamet ve iplik kopuşları meydana gelebilir veya iplik metal aksama zarar verebilir. Statik

elektriklenmeyi azaltmak amacıyla ipliğe fikse fırını sonrası, sarım bölgesi öncesinde bir bölgede bitim yağı verilmektedir. Bu yağın oranı ve cinsi ipliğin kullanım yerine göre değişebilmekte olup genellikle %2,5 oranında mineral yağ verilmektedir.



Şekil 2.18. Tekstüre makinesi sarım bölümü

Şekil 2.18'de görülen sarım bölgesinde iplik masuraya belirlenen sarım parametreleri dahilinde sarılır. Tekstüre makinesinin son bölümü olan bu kısımda istenen bobin ağırlığına göre iplik numarası dikkate alınarak takım saati girilir. Eski tip makinelerde takım zamanı dolunca takım manuel olarak alınırken, yeni tip makinelerde takım zamanı dolunca makine otomatik olarak dolu bobini kızağa göndererek yeni bobinin üretimine başlanır.

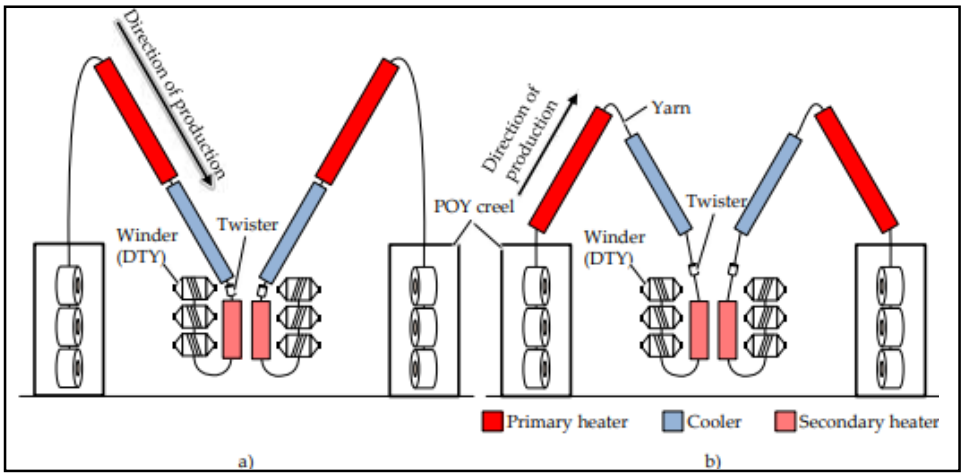
Tekstüre iplik üretiminde her bir bölgeye ait parametreler vardır. Bu değerlerin her birinin tekstüre iplik özelliklerine etkisi bulunmaktadır. Üründen istenilen özellikler ve kullanım yeri dikkate alınarak parametreler belirlenir ve ipliğin reçetesi oraya çıkar.

2.7 Farklı Tekstüre Makine Konfigürasyonları

Makineler genellikle farklı ipliklerle çalıştırılabilen iki tarafı içerir. Dik bir iplik yoluna sahip olan V-tipi, ince iplikler için kullanılırken, M-tipi kurulum, ipliği bir açı boyunca yönlendirdiği için düşük bir yüksekliğe sahip olan bir M şeklindeki yükseklik nedeniyle

orta ve kaba iplikler için kullanılır. Bu makinelerin Şekil 2.19'da şematik olarak gösterimleri verilmiştir.

M-tipi ve T-tipi tekstüre makineleri farklı birinci fırın ve soğutucu boylarına sahip olmaları nedeniyle aynı özelliklerdeki iplik üretiminde farklı reçetelere ihtiyaç duyulur. M-tipi makinelerin birinci ısıtıcı ve soğutucu plaka boyları V-tipi makinelere göre daha uzundur (Veit, 2022).



Şekil 2.19. V-tipi (a) ve M-tipi (b) Yalancı büküm ile tekstüre iplik makinesi şematik gösterimi

2.8. Tekstüre İplik Özelliklerine Etki Eden Faktörler

Tekstüre iplik özelliklerini makineye girecek üretim parametreleri ve makine değişkenleri etkilemektedir. Bununla birlikte kullanılacak olan hammaddenin özellikleri de üretimi yapılacak olan tekstüre ipliğin özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Bu faktörler 3 ana grup altında incelenebilir.

İpliğin Reçetesi;

- Çekim oranı (W2/W1),
- Puntalı iplik ise punta büzülmesi (W2/W2X),
- Fikse büzülmesi (W2/W3),
- Sarım oranı (W2/W3),

- Sarım açısı,
- İplik hızı (W2 mili hızı),
- Disk hızının iplik hızına oranı (D/Y),
- Yağ cinsi ve oranı,
- Putalı iplik ise punta düze tipi,
- Tekstüre fırın sıcaklığı ve
- Fikse fırın sıcaklığıdır.

Makine Değişkenleri;

- Isıtıcı tipi,
- Isıtıcı boyu,
- Isıtma tipi (konveksiyon, kondüksiyon veya radyasyon),
- Yalancı büküm verme tertibatı,
- Sarım tertibatı ve
- Besleme sistemidir.

Hammadde özellikleri;

- İplik numarası,
- İplikteki filamet sayısı,
- İpliğe verilen yağ cinsi ve oranı ve
- İpliğin fiziksel özellikleridir.

Tekstüre iplikler yukarıda bahsedilmiş olan değişkenlerin kombinasyonu ile pek çok farklı özellikte üretilebilmektedir. Hammadde özellikleri ve makine değişkenleri sabit tutulduğunda bile birbirinden farklı özelliklerde farklı kullanım alanlarına sahip tekstüre iplik üretmek mümkündür.

2.9.Yalancı Büküm Ünitesinin Tekstüre İplik Özelliklerine Etkisi

Yalancı büküm ile tekstüre yönteminde büküm elemanı olarak çapraz kayışlar veya friksiyon diskleri kullanılmaktadır. Friksiyon disk sayısı ipliğin numarasına göre değişkenlik gösterebilmektedir. Genellikle poliüretan veya seramik malzemenden

oluşmaktadır. Günümüzde farklı markalar faklı yapıdaki friksiyon disklerini üretmektedir. Poliüretan ve seramik malzemeden yapılmış friksiyon disklerinin özellikleri Çizelge 2.1'de karşılaştırılmalı olarak verilmiştir.

Friksiyon ünitesinde farklı görevlerde üç farklı disk tipi bulunmaktadır. Bu disklerin görevi sırasıyla şunlardır;

- Giriş diski: Yüzeyinin düzgün olması ipliğin daha az sürtünmeyle karşılaşması açısından önemlidir. Çalışma diskleriyle uyumlu biçimde çalışır.
- Çalışma diskleri: İpliğe tekstüre özelliğini veren disklerdir. Sürtünme katsayısı giriş ve çıkış diskine göre yüksektir. Sürtünme ve gerilim sayesinde ipliğe büküm ve kıvrım verilir. Tekstüre edilecek ipliğin numarasına göre çalışma disk sayıları değişkenlik gösterebilir.
- Çıkış diski: Yüzeyi son derece düzgün olan bu disk ipliğe ünitenin üst kısmında verilen bükümü açar.

Şekil 2.20. Seramik ve poliüretan friksiyon çalışma diskleri

Çizelge 2.1. Poliüretan ve seramik çalışma disklerinin karşılaştırılması

Seramik Disk	Poliüretan Disk
Uzun ömürlü kullanım	Kullanım ömrü kısıtlı
Düşük maliyetli	Yüksek maliyetli
Mekanik zorlama ile yüzey bozulmaz	Yüzeyi kolay hasar görebilir
Yüksek oligomer tozu oluşumu	Düşük oligomer tozu oluşumu
İpliği kavraması zor	İpliği daha kolay kavrar
Çalışma diski sayısı kullanımı fazla	Daha az çalışma diski kullanımı
Kumaşta sert tuşe	Kumaşta yumuşak tuşe

İpliğe verilen büküm miktarı disk hızının iplik hızına oranı (D/Y) ile ayarlanabilmektedir. Bu oran tekstüre ipliğin kıvrım değerlerini etkilemektedir.

D/Y oranı, yani iplik hızının friksiyon disk hızına oranı, tekstüre işleminde önemli bir parametredir ve iplik gerginlikleri bu oranın belirlenmesinde kritik bir rol oynar. Friksiyon ünitesinden önceki iplik gerginliği ve sürtünme ünitesinden sonraki iplik gerginliği, D/Y oranının doğru bir şekilde belirlenmesinde kullanılabilir. Sürtünme ünitesinin her iki tarafında da ipliğe uygulanan gerilimin sabit bir duruma getirilmesi gerekir (Atkinson, 2003).

Yalancı büküm ünitesi öncesi gerelim T1, büküm ünitesi sonrası gerilim T2 olarak adlandırılır. Genellikle T2/T1 oranın 1 olması beklenir. Bu oranın dengede olmadığı durumlarda iplik uzunluğu boyunca tekstüre olmamış bölgeler meydana gelir. İpliğin uzunluğu boyunca farklı iplik yapısındaki bölgelerin olması bilinçli olarak oluşturulabilir. Tekstüre olmuş ve olmamış bölgeler arasında boya alım farkı olacağından efektli iplik elde edilir.

2.10. Tekstüre İplik Özellikleri

Tekstüre iplik özellikleri ipliğin üretiminde kullanılan parametrelere ve ipliğin reçetesine göre kendi içerisinde değişkenlik gösterebilmektedir. Tekstüre ipliklerin sahip olduğu genel özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Daha fazla uzama ve elastiklik
- Daha iyi ısı tutma yeteneği
- Daha hacimli yapı
- Daha yumuşak ve sıcak bir tutum.

Tekstüre edilmiş ipliklerden elde edilmiş tekstil mamullerinin kazandığı özellikler;

- Daha fazla uzama ve elastiklik
- İyi bir örtücülük
- Dolgun ve yumuşak bir tutum
- Form sabitliği ve ısı tutma yeteneği

- Multifilament ipliklerin tutumu, içerdikleri filamentlerin özelliklerine bağlı olarak değişebilir. İnce filamentlerden oluşan tekstüre ipliklerin tutumu daha yumuşak olurken, kalın filamentlerden oluşan ipliklerin tutumu daha sert olabilir. (MEGEP, 2012).

2.11. Yalancı Büküm ile Tekstüre İplikçiliği ve Tekstüre İplik Özelliklerine Etki Eden Parametreler Üzerine Yapılmış Önceki Çalışmalar

Çirkin (2019) tarafından yapılan çalışmada; tekstüre değişikliklerin iplik fiziksel özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Tekstüre parametrelerinin değiştirilmesiyle elde edilen ipliklerin fiziksel özellikleri değerlendirilmiştir. Punta basınç artışı ile kopma uzaması, mukavemet değeri ve EK % değerlerinde düşüş gözlenirken punta sayısında artış olduğu görülmüştür. Çekim oranı arttıkça iplikte filamentlerin kopması ile mukavemette düşüş gözlenmiştir. D/Y oranının yükselmesi dönme değerini de yükseltmektedir. İplik hızının arttırılması sonucunda; kopma uzaması, mukavemet, kaynama çekmesi (KÇ) ve kıvrım değerlerinde yükseliş görülmüştür. Fikse fırını sıcaklığının (T2) arttırılması ile KÇ, kıvrım, punta kalıcılığı ve dönme değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Buna karşılık KB değerinde yükselme olduğu görülmüştür. Tekstüre fırını (T1) sıcaklığının artırılması; kıvrım değerlerinin artmasını sağlar. Bu da kumaşta yumuşak tuşe, yüksek örtücülük özelliği sağlar. Set ipliklerde T1 ve T2 sıcaklıkları arasındaki fark artırıldıkça iplikte EK değeri artmaktadır. T1 sıcaklığı kıvrım değerinin yanı sıra dönme eğilimini de artırır. Disk sayısını artırarak yapılan denemeler neticesinde; iplikte kopma, uzama ve kıvrım değerlerinin arttığı gözlenmiştir. W2 milinin, W3 milinin hızına oranı olan fikse büzülmesi değerinin artırılması ile yapılan denemelerde; kıvrım değerlerinde, dönme değerinde, KÇ değerinde, punta sayısı ve kalıcılıklarında artış gözlenmiştir. Kopma uzamasına, mukavemete ve yağ miktarına etkisi görülmemiştir.

Canbaz, Karakaş ve Dayıoğlu (2004) tarafından yapılan çalışmada, yalancı büküm ile tekstüre işlemi sırasında kullanılan ana proses parametrelerinin poliamid 6,6 ipliklerinin yapısal özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada, tekstüre işleminin temel parametreleri olarak fırın sıcaklığı, ipliğin fırında kalma süresi ve D/Y oranı belirlenmiştir. Çalışmada 98f17 dtex POY iplikleri kullanılarak 78f17 dtex tekstüre iplik

üretimi yapılmıştır. Tekstüre fırını sıcaklığı 160-220°C, iplik hızı 600-900 m/dk aralığında, D/Y oranı 1,80-2,2 ve çekim oranı 1,70 olarak belirlenmiştir. En yüksek mukavemet ve kıvrım değerleri 200°C'de elde edilmiştir. Bununla birlikte 210°C ve 220°C'de bu değerlerin düştüğü gözlemlenmiştir. İplik hızı arttıkça ipliğin fırında kalma süresi kısalacağından ipliğin kristalin bölge oranı düşmektedir. D/Y oranı arttıkça filament kopuşlarının azaldığı gözlemlenmiştir.

Fidan, Korkmaz ve Çelik (2023) tarafından yapılan çalışmada, farklı çekim hızları ve sıcaklık değerleri kullanılarak tekstüre iplikler üretilmiştir. Bu çalışmada, tekstüre işleminin ana parametrelerinden biri olan çekim hızı ile işlem sırasındaki sıcaklık değerlerinin ipliklerin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir.
Üretilen ipliklerin numarası, mukavemeti, uzama miktarı ve lif yapısı gibi önemli özellikleri, çekim hızı ve sıcaklık değişkenlerine bağlı olarak değerlendirilmiştir. Yapılan deneyler sonucunda elde edilen veriler, çekim hızının ve sıcaklığın ipliklerin bu özellikleri üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymuştur. Çalışmanın sonuçlarına göre, farklı çekim hızları ve sıcaklık değerlerinin kullanılması, üretilen tekstüre ipliklerin kalitesini ve özelliklerini belirgin şekilde etkilemektedir. Bu bağlamda, çekim hızı ve sıcaklık gibi işleme parametrelerinin dikkatlice ayarlanması, tekstüre edilen ipliklerin istenilen kalite standartlarını karşılamasını sağlayabilir. Kopma uzaması sonuçları filament inceliği açısından karşılaştırıldığında, kalın filamentlerle üretilen tekstüre iplik numunelerinin daha iyi kopma uzaması sonuçlarına sahip olduğu görülmektedir. Kopma mukavemeti sonuçlarında olduğu gibi, poliüretan disklerle seramik diskler arasında fark görülmektedir. Aynı filament inceliğine sahip numunelerin poliüretan ve seramik disklerden üretilen test sonuçları incelendiğinde, poliüretan disklerle üretilen tekstüre iplik numunelerinin kıvrım kısalması sonuçlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. İpliklerin sıcakta çekme test sonuçları değerlendirildiğinde ise anlamlı bir fark görülmemiştir.

Özkan ve Babaarslan (2010) tarafından yapılan çalışmada, filament sayısının tekstüre ipliklerin özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, 150 denye 24, 34, 47, 68 ve 100 filament sayılarına sahip tekstüre ipliklerin üretimi gerçekleştirilmiştir. Farklı filament sayılarına sahip tekstüre ipliklere uygulanan fiziksel testler, ipliklerin kalite ve

performansını değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları, filament sayısının tekstüre ipliklerin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Artan filament sayısının iplik düzgünsüzlüğünü olumsuz yönde etkilediği bulgusunun, artan filament sayısıyla birlikte iplik uzunluğu boyunca oluşabilecek kütlesel değişimin artmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bu durum, daha fazla filamentin, ipliğin homojenliğini azaltabileceği ve bu nedenle iplik düzgünsüzlüğünü artırabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Diğer yandan, artan filament sayısının mukavemet ve uzama değerlerini artırdığı gözlemlenmiştir. Bu sonuç, daha fazla filamentin ipliğin dayanıklılığını ve elastikiyetini artırabileceğini göstermektedir. Bu da, tekstüre edilmiş ipliklerin belirli uygulamalarda daha dayanıklı ve esnek olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca kıvrım özelliğinin ipliğin hacimliliği ile ilişkilendirilmesi oldukça önemli bir tespittir. Kıvrım kısalması değeri ile iplik hacmi arasındaki doğru orantılı ilişki, ipliğin kıvrım özelliğinin hacimliliği etkileyebileceğini göstermektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

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

3.1 Materyal

Çalışmalar esnasında üretimi yapılan POY ipliklerinin üretiminde poliester polimer kullanılmıştır. Kullanılan poliester polimerinin özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Poliester polimerinin özellikleri

Viskozite, dL/g	0,644
Titanyum Dioksit Oranı, %	0,2
Karboksil Uç Grupları, mmol/kg	30
DEG Miktarı, %	1,2
Polimer Yoğunluğu, g/cm^3	1,38
Erime Sıcaklığı, °C	260
Camlaşma Sıcaklığı, °C	65-85
Antimon miktarı, ppm	200
Nem, %	0,04

Çalışmalar esnasında tekstüre işleminde 2 farklı POY iplik (36 ve 96 filamentli) kullanılmıştır. Kullanılan ipliklerin hepsi aynı poliester polimerinden elde edilmiştir. Çizelge 3.2'de POY ipliğinin özellikleri verilmiştir.

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan POY ipliğin özellikleri

Filament Sayısı	36	96
İplik Numarası, dtex	283	277
Düzgünsüzlük Değeri, Um	0,52	0,60
Kopma Uzaması, %	125,88	127,86
Kopma Mukavemeti, cN/dtex	2,42	2,5
Çekim Kuvveti, cN	85,36	121,12
Kaynama Çekmesi, %	65,20	64,90
Yağ Miktarı, %	0,36	0,41

Direkt eriyik olarak üretimi yapılan poliester polimerinden eriyikten çekim metodu ile POY iplik üretimi yapılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Yalancı Büküm Yöntemiyle İpliklerin Üretimi

Tekstüre işlemi Barmag marka AFK M model yalancı büküm ile tekstüre makinesinde gerçekleştirilmiştir. Sonuçta, 36 ve 96 filament sayılarına sahip 150 denye tekstüre iplikler üretilmiştir. Çalışmada friksiyon disk tipi (seramik ve poliüretan) ve D/Y oranı (1,80 ve 1,70) parametreleri değiştirilmiştir. Böylece her bir filament sayısı grubunda 4 farklı parametre ile tekstüre iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Tüm ipliklerin üretimi aynı makinede yapılmıştır. Tekstüre işlem parametreleri Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan yalancı bükümle tekstüre parametreleri

Disk sayısı	5
Disk tipi	Poliüretan / Seramik
Çekim oranı (W2/W1), %	1,760
Fikse büzülmesi (W2/W3), %	-7,50
Sarım oranı (W2/W4), %	-4,80
İplik hızı (W2), m/dk	850
D/Y oranı	1,80 / 1,70
Birinci fırın sıcaklığı (T1), °C	195
İkinci Fırın sıcaklığı (T2), °C	175
Yağ devri, RPM	1,30

3.2.2 Yalancı Bükümle Tekstüre Edilmiş İpliklere Uygulanan Testler

Testler öncesinde tekstüre ipliklerin üzerinden 500 m iplik alınmalıdır. Test edilecek iplik numuneleri laboratuvar şartlarında bir süre bekletilmelidir.

İplik numarası tayini

Bu testin amacı; ipliğin belirli bir uzunluğunun ağırlığının saptanmasıdır. Çalışmalarda alınan numune sayısı TS 244 EN ISO 2060'e göre belirlenmiştir. TS 244 EN ISO 2060’a göre test için alınacak tek katlı, çok katlı ya da kablo ipliklerin uzunlukları Çizelge 3.4’te verilmiştir.

Çizelge 3.4. İplik numarası tayinindeki gerekli sarım uzunlukları

İplik Numarası, tex	Sarım Uzunluğu, m
12,5’ten küçük	200
12,5-100	100
100’den büyük	10

Şekil 3.1. İplik çıkrığı

İplik numarası tayini için;

- İplik çıkrığı, (Şekil 3.1)
- Gerginlik ayarlanabilir bir besleme sistemine sahip cihaz ve
- Hassas terazi kullanılmıştır.

dtex = (GX10000) / L Denye= (GX9000) / L tex= (GX1000) / L

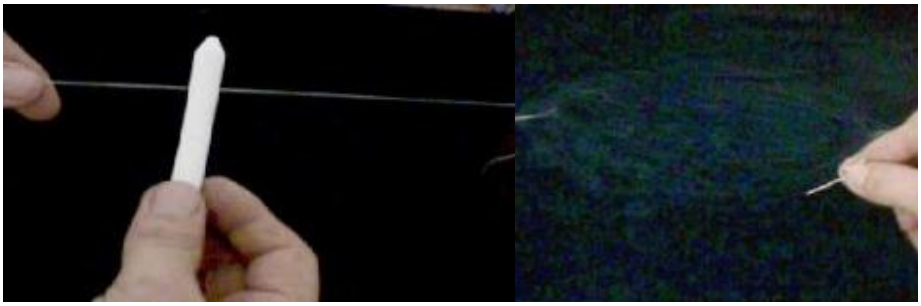
G: Çile ağırlığı (g), L: İplik uzunluğu (m)

Elde edilen veriler ile ilgili formüller kullanılarak iplik numarası hesaplanmıştır.

Filament sayısı tayini

Bu deneyin amacı; ipliği oluşturan filamentlerin sayısının saptanmasıdır. Kontinü olarak üretilen sentetik iplikler üretiminde kullanılan düzedeki delik sayısı kadar filamente sahiptir.

Deneylerde yaklaşık 50 cm uzunluğunda numune hazırlanır. İplik, rengi ile zıt bir zemin üzerine sabitlenir. Tebeşir yardımı ile ipliğin yağı alınarak filamentlerin ayrılması sağlanır. Toplu iğne ile ayrıştırılarak filamet sayımı gerçekleştirilir. Şekil 3.2'de sürekli sentetik iplikte yapılan filament sayımı gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Filament sayımının yapılışı (Garip, 2005)

Kopma uzaması ve kopma mukavemeti tayini

Deneyler DIN EN ISO 2062 standardına göre Statimat test cihazında yapılmıştır. Ölçümler, çeneler arasındaki mesafe 500 mm ± 1 mm ve test hızı ipliğin kopma süresi 20 sn olacak şekilde ayarlanarak yapılmıştır. Her numune için cihaz testlere başlamadan önce otomatik olarak iplik numarasını ölçmektedir. Ölçülen iplik numarası mukavemet hesabında kullanılmaktadır.

Test edilecek iplik numuneleri test öncesi laboratuvar şartlarında iklimlendirilir. Test edilecek numune özelliklerindeki daha önceden parametresi girilmiş olan program seçilir. Test esnasında numuneye kopana kadar sürekli artan kuvvet uygulanır. Numune koptuğu andaki uzama değeri o numuneye ait kopma uzaması değeri olarak kayıt edilir. Sonuçlar cihaz bilgisayarından değer olarak alınır. Statimat cihazının kopma uzaması ve mukavemeti hesaplanmasında aşağıda verilen formüller kullanılmıştır.

<u>Maksimum kuvvetin hesaplanması:</u>

Maksimum kuvvet (cN)= $[\sum F_H]/n$

Maksimum kuvvet (g)= $[1.02\sum F_H/n]$

Burada;

F_H: Maksimum kuvvet

n: Her bobin için yapılan test sayısıdır.

Kopma uzamasının hesaplanması:

Kopma uzaması (%) = E/L_oX100

Burada;

L_o: İlk uzunluk (mm)

E: uzama (mm)

Mukavemetin hesaplanması:

Mukavemet (cN/dtex) = [F] [n Td]

Burada;

Td: İplik numarası (dtex)

n: Bir bobin için yapılan test sayısıdır.

Kopma uzaması ve kopma mukavemeti değerlerinin belirlenmesi testinin yapıldığı Statimat cihazı Şekil 3.3'te verilmiştir (Garip, 2005).

Şekil 3.3. Statimat ME+ çekme cihazı (Anonim, 2024)

Büküm sayısı tayini

Amaç; ipliğin büküm yönü ve bir metredeki büküm sayısının saptanmasıdır. Bir metre uzunluğundaki ipliğin kendi ekseni etrafında attığı tur sayısı; büküm/dönme sayısı olarak ifade edilir. Tekstüre iplik üretimi esnasında iplik sürtünmeye maruz kalır ve bunun sonucu olarak iplik kendi ekseni etrafında dönerek bükümü oluşturur.

Saat yönünde büküm S büküm (sağ büküm) tersi yönde büküm ise Z büküm (sol büküm) olarak adlandırılır. Büküm yönü friksiyon disklerinin dönüş yönündedir. Tekstüre ipliğin sonrasında kullanılacak olduğu prosesin yerine göre iplikteki dönme kontrol altında tutulmalıdır. Düşük makine hızlarında çalışırken ipliğin gergin olmadığı durumlarda iplikler dönerek birbirine karışır ve düğüm oluşturur. Bu durum özellikle çözgülü örme prosesinde iplik kopuşlarına yol açar.

İpliğin büküm sayısının tayini için bir tarafı sabit diğer tarafı dönebilen sıkıştırma çenelerinden oluşan sayaçlı bir büküm kontrol cihazı kullanılmaktadır.

Test edilecek iplik numuneleri test öncesi laboratuvar şartlarında iklimlendirilir. Cihaz sabit bir iplik sıkıştırma çenesi ile iki yönde dönebilen ve iplik doğrultusunda hareket edebilen bir sıkıştırma çenesinden oluşmaktadır. Dönebilen çene motorla tahrik edilmekte ve tur sayısını bir sayaca iletmektedir. Hareket eden çenenin dönüş sayısı bir sayaç aracılığı ile sayılabilir. Çeneler arası uzaklık 25-250 mm'ye ayarlanabilir. İplik bükümü ipliğin birim uzunluğundaki tur sayısıdır. Bu nedenle ölçüm esnasında iplik uzunluğu doğru ayarlanmalıdır. Büküm sayısının tayininde kullanılan elektronik cihaz Şekil 3.4'de verilmiştir.

Şekil 3.4. Elektronik büküm ölçer

Ölçüm cihazı ipliğin belirli bir gerginlik altında bükülmesini ve bu bükümün ölçülmesini sağlar. İpliğin numarasına göre belirlenen gerginlik değeri, cihazın sabit çenesi tarafındaki bölüme yerleştirilen ağırlıklarla sağlanır. İplik, cihazın çeneleri arasına belirli bir gerginlik altında yerleştirilir. Eğer iplik çok gevşek yerleştirilirse, fazla uzunluğun bükümü ölçülmüş olur. Tam tersi durumda, iplik çok gergin bir şekilde yerleştirilirse, daha kısa bir mesafede büküm ölçülür. Bu nedenle, doğru ölçüm için ipliğin belirli bir gerginlik altında tutulması önemlidir.

İplik çeneler arasına yerleştirildikten sonra, hareket eden çene ipliği büküm alacak yönde çevirmeye başlar. İplik tamamen açıldıktan ve ters yönde bükülmeye başladıktan sonra, ibre tekrar eski yerine gelir. Sayaçta okunan değer, bükümün sayısını verir, bu da ipliğin bükülme miktarını ölçmemizi sağlar. Bu şekilde, büküm ölçüm cihazları, tekstil endüstrisinde ve malzeme testlerinde ipliklerin bükülme özelliklerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynar. Doğru gerginlik altında yapılan ölçümler, ipliğin performansını ve kalitesini değerlendirmek için kullanılır.

Yağ oranı tayini

Amaç; tekstüre iplik üretimi sırasında ipliğe verilen yağ oranının saptanmasıdır. Tekstüre ipliklere sonraki proseste yaşanabilecek statik elektriklenmeyi azaltmak için verilen yağın miktarı optimum seviyede olmalıdır. Bu nedenle iplik üretimi esnasında verilen yağın kontrol altında tutulması sonraki proseste problem yaşanmaması adına önemlidir. Yağ oranı tayini cihaz ile veya manuel olarak yapılabilmektedir. Manuel yöntemde çıkrıkta sardırılan iplik numunesi behere alınarak üzerine yağ çözülene kadar

Frigen 11 kimyasalı eklenir. Çözelti ısıtıcı üzerinde Frigen 11 buharlaşana kadar bekletilir. Sonrasında beher tartılarak numune iplik üzerindeki yağ oranı hesaplanır.
Bu çalışmada yağ oranı tayini yağ ölçüm cihazı kullanılarak yapılmıştır, manuel yöntem kullanılmamıştır.

Laboratuvar ortamında yağ oranı tayin edilecek iplik numunesi iklimlendirilir. Çıkrık yardımı ile numune alınır. Hassas terzide tartımı yapılan numune tüpe yerleştirilir. Oxford MQA 7020 cihazına tüp ile birlikte numune yerleştirilir. Ölçüm 64 sn'de gerçekleşir. Ölçüm sonrasında yağ oranı ekranda okunur.

Kıvrım değerlerinin ölçülmesi

Amaç; tekstüre iplik üretiminde agregat disklerinde ipliğe verilen kıvrım değerlerinin ölçülmesidir.
Deneyler DIN 53840-T1 standardına göre Texturmat test cihazında gerçekleştirilmiştir. Ölçüm yapabilmek için iplikler çile haline getirilmiştir. Çile magazine 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.

Tekstüre işleminin temel amacı sentetik ipliğe kıvrım kazandırmaktadır. İplik kıvrım değerleri bu iplikten elde edilecek kumaşın tuşesini etkilemektedir.

Kıvrım değerlerinin ölçülebilmesi için;

- Çıkrık
- Hassas terazi
- Magazinler
- Texturmat testleri için sıcak hava fırını
- Proses kontrol bilgisayarı ve yazıcı kullanılmaktadır. Kıvrım değerlerinin ölçümünde kullanılan teksturmat cihazı Şekil 3.5'te verilmiştir.

Şekil 3.5. Texturmat ME+ kıvrım ölçme cihazı (Anonim, 2024)

Çile sarılırken filament ipliğe bir ön gerilim verilmek zorundadır. Bu da 1g/tex olarak kabul edilir. Çile halindeki iplik kalıcılığın sabitlenebilmesi için sıcak hava ısıtıcısında iplik 120°C'de 10dk üzerine ağırlık asılmadan bekletilir. Isıtıcıdan çıkan magazin üzerindeki çileler laboratuvar şartlarında iklimlendirilir.

Kıvrım testlerinde kullanılacak olan numuneler için çiledeki tur sayısı Formül 3.1 kullanılarak hesaplanır.

$$\text{Çiledeki tur sayısı} = \frac{10.000}{2} x dtex \tag{3.1}$$

Çizelge 3.5'de verilen örnek iplik numaralarına ait tur sayıları 3.1 numaralı formül kullanılarak hesaplanmıştır.

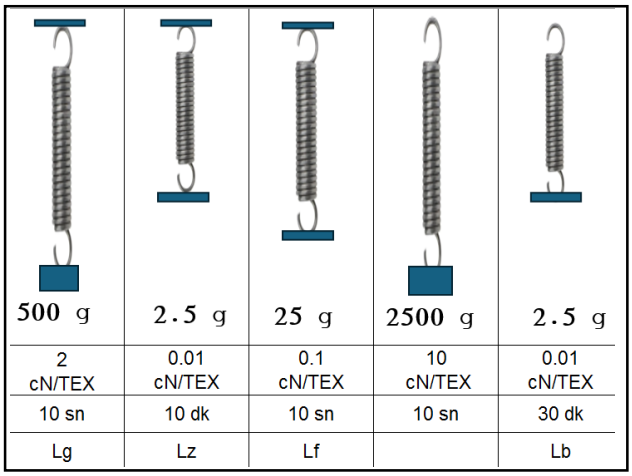
Çizelge 3.5. Kıvrım değerlerinin ölçülmesi gerekli çıkrıktaki tur sayıları

İplik Numarası, dtex	Çıkrıktaki Tur Sayısı
78/1	64
110/2	23
167/1	30
167/3	10
220/1	23
334/1	15

Teksturmat cihazının kullanımı ve ölçüm süreci aşağıdaki adımlarda verilmiştir.

1. **Hazırlık:** Isıtma dolabının çile sehpasına oturacağı yuvası hazırlanır. Çileler, sehpa üzerine asılır ve fırının içerisine yerleştirilir. Sehpa yerleştirilecek kısım çekmece şeklinde tasarlanmıştır.
2. **Başlangıç Ayarları:** Sehpa çekmecesi dışarı çekilir ve üzerine sehpa yerleştirilerek içeri sürülür. Sehpa çekmecesinin önünde bulunan siyah saplı düğme saat yönünde döndürülerek sabitlenir. Alet, bu aşamada çalışmaya hazır hale gelir. "START" düğmesine basılarak deney başlar.
3. **Ölçüm Başlangıcı:** Ölçme çatalının ilk hareketinden önce 40 sn bekleme süresi olur. Bu süre içinde cihaz, zaman ölçme sayacını ve kumanda aletini başlangıç ayarına getirir.
4. **İlk Ölçüm Periyodu:** Birinci ölçme periyodunda çekilmiş filament ipliğin boyu (Lg) ölçülür ve yazıcıya yazdırılır. Sonra sehpa döndürülerek ikinci çilenin ölçüm pozisyonuna getirilir. Tüm çilelerin Lg uzunlukları yazıcı tarafından yazdırılır.
5. **İkinci Ölçüm Periyodu:** İkinci periyotta, çilelerin kıvırcıklandırıldıktan sonraki boyu (Lz) ölçülür ve yazıcıya yazdırılır. Ölçüm sırasında ön gerilim ağırlığı (Pz) 2.5 cN tatbik edilir.
6. **Üçüncü Ölçüm Periyodu:** Üçüncü periyotta, her çileye Pb (= 25 cN) ağırlık uygulanır ve 10 saniye süreyle bu ağırlık altında kalır.
7. **Dördüncü Ölçüm Periyodu:** Dördüncü periyotta, Lb değeri ön gerilim ağırlığı ile ölçülür.

8. **Bitiş ve Bildirim:** Cihaz, deneyin bittiğini sesli bir sinyalle bildirir. (MEGEP, 2011). İpliklere uygulanan yükler ve süreleri Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6. İpliklere uygulanan yükler (MEGEP, 2011)

Texturmat cihazı ile ölçülen değerler kıvrım kısalması (Formül 3.2), kıvrım modülü (Formül 3.3) ve kıvrım kalıcılığı (Formül 3.4) hesaplamalarında kullanılır.

Çekilmiş ipliğin boyu (Lg) ile kıvırcıklandıktan sonraki (Lz) boyu arasındaki farkın çekilmiş ipliğin (Lg) boyuna oranı kıvrım kısalmasını verir.

$$\text{Kıvrım kısalması } (\%CC; EK) = \frac{Lg - Lz}{Lg} x100 \quad (3.2)$$

Kıvrım modülü; çekilmiş ipliğin Lg boyu ile belirli bir çekme yükü 25 g ile çekilen ipliğin boyu Lf arasındaki farkın, çekilmiş ipliğin boyuna oranıdır.

$$\text{Kıvrım modülü } (\%CM; KK) = \frac{Lg - Lf}{Lg} x100 \quad (3.3)$$

Kıvrım kalıcılığı; çekilmiş ipliğin Lg boyu ile belirli bir çekme yükü 25 g ile çekilen ipliğin boyu Lb arasındaki farkın; çekilmiş ipliğin boyu Lg ile kıvırcıklandırıldıktan sonraki boyu Lz arasındaki farka oranıdır.

$$\text{Kıvrım kalıcılığı } (\%\text{CS; KB}) = \frac{\text{Lg}-Lb}{\text{Lg}-\text{Lz}} x100 \quad (3.4)$$

Kaynama çekme değerlerinin ölçülmesi

Amaç; ipliğin sıcak su ile muamele sonucu çekme değerinin saptanmasıdır. ISO 18066 (2015) standardına göre yapılan kaynama çekme testi, ipliklerin 95°C'deki su içinde kendini toplama oranını ifade etmektedir.

Kaynama çekme değerinin ölçülebilmesi için,

- Çıkrık
- Magazinler
- Ağırlık ve
- Teksturmat cihazı kullanılmaktadır.

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 (Lo) 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 (Lg) ölçülür. İlk uzunluktan, kaynama çekme sonrası ölçülen uzunluk çıkarılır ve ilk uzunluğa bölünerek kaynama çekme değeri bulunur.

DSC (Diferansiyel Taramalı Kalorimetre)

DSC; bir malzemenin ısı kapasitesinin (Cp) sıcaklıkla nasıl değiştiğini inceleyen bir termal analiz tekniğidir. Kütleleri bilinen bir numune ısıtılır veya soğutulur ve ısı kapasitesindeki değişiklikler ısı akışında değişiklikler olarak izlenir. Amaç; erime, camsı geçiş ve faz değişikliği gibi geçişlerin saptanmasıdır.

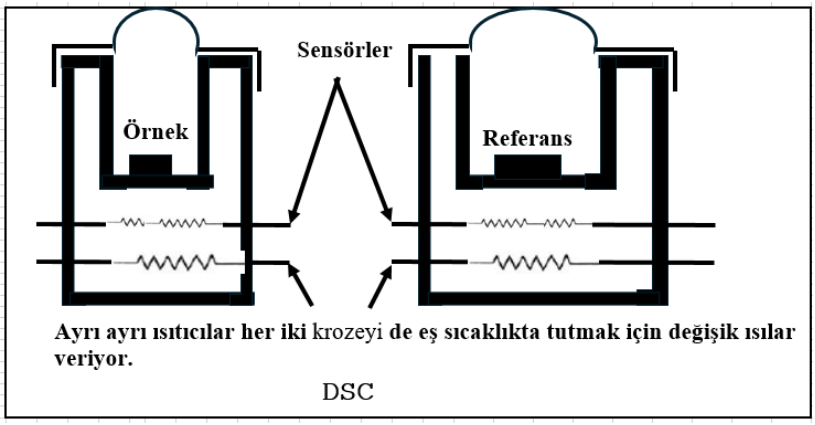
Çalışmada kullanılan numunelere DSC analizleri birer tekrarlı uygulanmıştır. Deneyler, 300°C'ye kadar, 10 m/dk sıcaklık artışlarıyla yapılmıştır. DSC analizleri azot atmosferi ortamında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan DSC cihazı Şekil 3.7'de gösterilmiştir. DSC, malzemelerin ısısal özelliklerini incelemek için kullanılan bir analiz yöntemidir. Bu cihaz, bir numunenin ısısal olarak işlenmesi sırasında yayılan veya emilen ısı miktarını ölçerek malzemenin termal davranışını belirler. Bu bilgi, malzemenin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin anlaşılmasına ve değerlendirilmesine yardımcı olur.

Şekil 3.7. Çalışmada kullanılan DSC cihazı

DSC cihazında, hem test edilen numune hem de referans numunesi aynı zamanda ve aynı koşullar altında ısıtılır veya soğutulur. Bu sırada test edilen numune ile referans numunesi arasındaki sıcaklık farkı sürekli olarak ölçülür ve kaydedilir (Şekil 3.8).

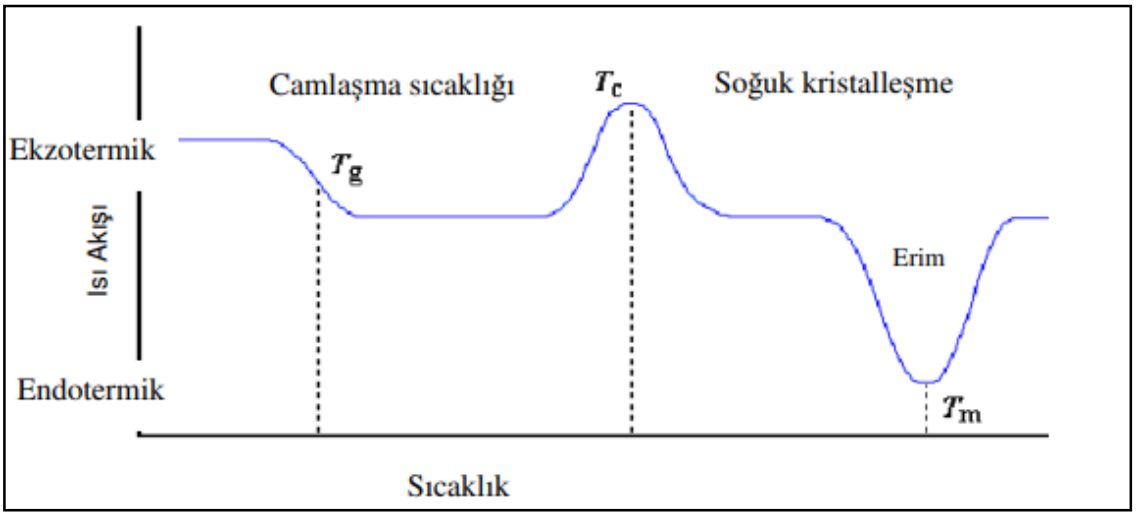
Numune ve referansın sıcaklıkları düzenli bir hızla artırılırken, her ikisinin sıcaklığının aynı olması için numune veya referansa dışarıdan gereken miktarlarda ısı ilavesi yapılır. Bu sayede, test numunesi ile referans arasındaki ısı akışı farkı ölçülür.

DSC analizi polimerlerin, ilaçların, gıdaların ve diğer malzemelerin termal özelliklerini karakterize etmek için yaygın olarak kullanılır.



Şekil 3.8. DSC cihazının şematik gösterimi

Polimerlerin ısıtılması sırasında, çeşitli termal dönüşümler meydana gelir ve bu dönüşümler DSC ile izlenebilir. Önemli termal olaylar arasında camsı geçiş, kristallenme, erime ve bozunma gibi süreçler bulunur. Camsı geçiş, polimerin camsı fazdan kauçuğumsu faza geçişini temsil eder. Bu dönüşüm genellikle termogramda bir endotermik pik olarak görünür. Kristallenme, polimer zincirlerinin düzenli kristal yapılar oluşturmasıdır ve genellikle bir ekzotermik pik olarak görünür. Erime, kristal yapıların erimesini temsil eder ve genellikle termogramda bir endotermik pik olarak belirir. Bozunma, polimer moleküllerinin termal olarak parçalanması veya bozulmasıdır ve genellikle termogramda bir ekzotermik pik olarak görünür. Şekil 3.9'da DSC termogramı pikleri ve anlamları şematik olarak verilmiştir.



Şekil 3.9. DSC termogramı (Yıldırım, 2007)

DSC termogramlarını kullanarak kristalinite hesaplamak mümkündür. DSC, malzemenin ısısal özelliklerini inceleyen bir analiz yöntemidir ve termogramlar genellikle malzemenin ısıl davranışını gösterir. Kristalinite, bir polimer veya malzeme içindeki kristalin yapıların oranını ifade eder. Kristalinite hesaplamak için DSC termogramlarını kullanırken genellikle iki ana yöntem kullanılır:

Entalpi Yöntemi: Bu yöntemde, malzemenin kristal bölgesindeki erime entalpisi ve tamamen kristalin olmayan bölgesindeki entalpi arasındaki farktan yararlanılır. Bu fark, kristalinite derecesini belirlemek için kullanılır.

Kristal Füzyon Endeksi: Bu yöntemde, kristal füzyon sıcaklığının (veya entalpisi) tamamen kristalin bir örnekteki değer ile karşılaştırılır. Bu, malzemenin kristalinite oranını tahmin etmek için bir ölçüdür.

Her iki yöntem de malzemenin kristalinite oranını belirlemek için kullanılabilir. Ancak, DSC ile kristalinite hesaplama işlemi bazen karmaşık olabilir ve deneysel parametrelere bağlı olarak doğruluk seviyesi değişebilir. Bu nedenle, doğru sonuçlar elde etmek için dikkatli bir analiz ve doğrulama süreci gerekebilir.

$$\text{Kristalinite (\%)} = (\Delta Hm - \Delta Hc) / \Delta Hm^{\circ} * 100 \quad (3.5)$$

ΔHm: Erime enerjisi (J/g)
ΔHc: Soğuk kristallenme enerjisi (J/g)
ΔHm°: % 100 kristalin olan aynı polimerin erime enerjisi (J/g)

3.3. İstatiksel Analizler

Farklı parametreler ile üretimi yapılan 150D36f ve 150D96f tekstüre poliester ipliklerin fiziksel test sonuçlarının değerlendirilebilmesi için bir dizi istatiksel analiz gerçekleştirilmiştir.

Tekstüre ipliklere yapılan iplik numarası tayini, kopma uzaması ve mukavemet ölçümleri, dönme miktarı, yağ miktarı ve teksturmat test sonuçlarından elde edilen

verilerin iplik özelliklerine etkisini incelemek amacıyla verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde tek faktörlü varyans analizleri yapılmıştır. Tek faktörlü varyans analizi (ANOVA), birden fazla grup ortalaması arasındaki farkları test etmek için kullanılır. İstatiksel analizi yapılan ipliklerin tablolarda belirtilen iplik kodları açıklamaları Çizelge 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.6. İplik kodu ve açıklamaları

İplik Kodu	Açıklama
15036S17	150 denye 36 filament, seramik disk, 1,7 D/Y oranı
15036S18	150 denye 36 filament, seramik disk, 1,8 D/Y oranı
15036P17	150 denye 36 filament, poliüretan disk, 1,7 D/Y oranı
15036P18	150 denye 36 filament, poliüretan disk, 1,8 D/Y oranı
15096S17	150 denye 96 filament, seramik disk, 1,7 D/Y oranı
15096S18	150 denye 96 filament, seramik disk, 1,8 D/Y oranı
15096P17	150 denye 96 filament, poliüretan disk, 1,7 D/Y oranı
15096P18	150 denye 96 filament, poliüretan disk, 1,8 D/Y oranı

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Üretimi yapılan 150 denye ve 36 filamente sahip tekstüre ipliklere ait fiziksel test sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. 150 denye 36 filamentli ipliklerin fiziksel test sonuçları

Disk Tipi	SERAMİK				POLİÜRETAN			
Filament Sayısı	36							
D/Y Oranı	1,7		1,8		1,7		1,8	
	Ort.	%CV	**Ort.**	%CV	**Ort.**	%CV	**Ort.**	%CV
İplik Numarası, dtex	**170,2**	0,75	**168,8**	0,4	**169,6**	0,49	**169**	0,63
Kopma Uzaması, %	**17,64**	1,11	**16,84**	1,09	**22,62**	0,77	**22,96**	1,42
Kopma Mukavemeti, cN/dtex	**3,66**	0,16	**3,84**	0,87	**5,02**	1,48	**5,44**	2,04
Büküm Sayısı, tur/m	**89**	0	**91**	0	**89**	0	**85**	0
Miktarı Yağ, %	**2,03**	0,05	**1,93**	0,05	**2**	0,08	**2,03**	0,05
Kıvrım Kısalması, %	**17,35**	0,05	**16,8**	0,1	**20,4**	0,1	**21,25**	0,25
Kıvrım Kalıcılığı, %	**11,45**	0,25	**11,1**	0,1	**13,4**	0,3	**14,15**	0,15
Kıvrım Modülü, %	**81,1**	0	**81,25**	0,15	**81,55**	0,05	**81,6**	0,2
Kaynama Çekmesi (T2), %	**1,45**	0,05	**1,8**	0	**1,45**	0,15	**1,35**	0,05
Kaynama Çekmesi(T3), %	**6,45**	0,05	**6,7**	0,1	**6,5**	0,1	**6,55**	0,15

Üretimi yapılan 150 denye ve 96 filamente sahip tekstüre ipliklere ait fiziksel test sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Test sonuçları Şekil 4.1-4.7'de grafik olarak da gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. 150 denye 96 filamentli ipliklerin fiziksel test sonuçları

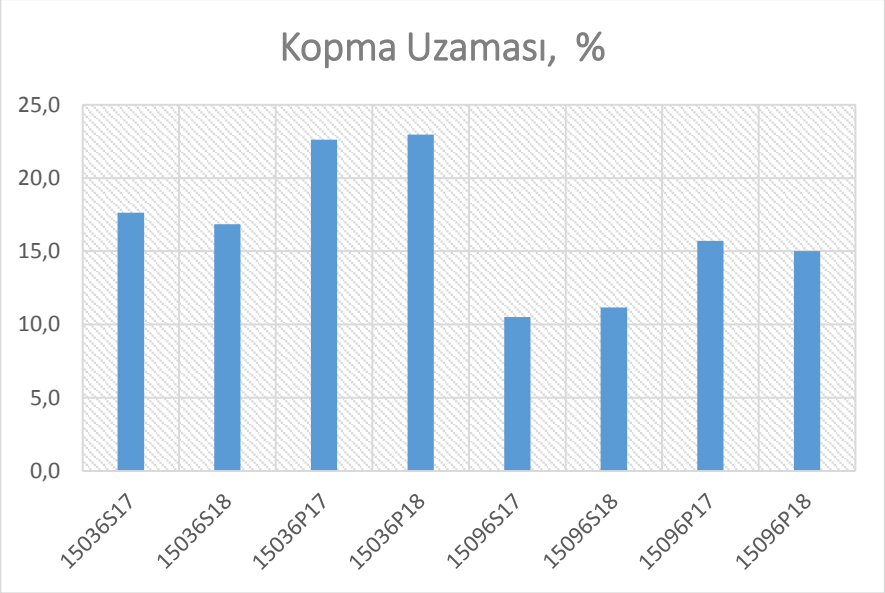
Disk Tipi	SERAMİK				POLİÜRETAN			
Filament Sayısı	96							
D/Y Oranı	1,80		1,70		1,80		1,70	
	Ort.	%CV	**Ort.**	%CV	**Ort.**	%CV	**Ort.**	%CV
İplik Numarası, dtex	**166,20**	0,75	**166,80**	0,40	**165,00**	0,00	**165,80**	0,40
Kopma Uzaması, %	**10,52**	0,91	**11,16**	0,94	**15,72**	1,18	**15,02**	0,93
Kopma Mukavemeti, cN/dtex	**2,86**	0,22	**4,70**	1,29	**3,76**	0,14	**4,80**	1,48
Büküm Sayısı, tur/m	**87,00**	0,00	**87,00**	0,00	**81,00**	0,00	**83,00**	0,00
Yağ Miktarı, %	**1,80**	0,06	**1,88**	0,10	**1,78**	0,07	**1,86**	0,19
Kıvrım Kısalması, %	**8,80**	0,60	**9,25**	0,05	**12,30**	0,20	**11,65**	0,65
Kıvrım Kalıcılığı, %	**4,80**	0,40	**5,10**	0,00	**6,90**	0,20	**6,50**	0,40
Kıvrım Modülü, %	**81,20**	0,70	**81,65**	0,45	**82,55**	0,05	**82,10**	0,00
Kaynama Çekmesi (T2), %	**1,80**	0,20	**2,45**	0,35	**2,00**	0,10	**2,10**	0,10
Kaynama Çekmesi (T3), %	**6,80**	0,00	**6,55**	0,05	**7,05**	0,05	**7,10**	0,10

Sonuçlar incelendiğinde, disk tipi ve D/Y oranındaki değişimin 36 ve 96 filament sayısına sahip tekstüre ipliklerin fiziksel özellikleri üzerinde benzer etkilere neden olduğu görülmüştür.

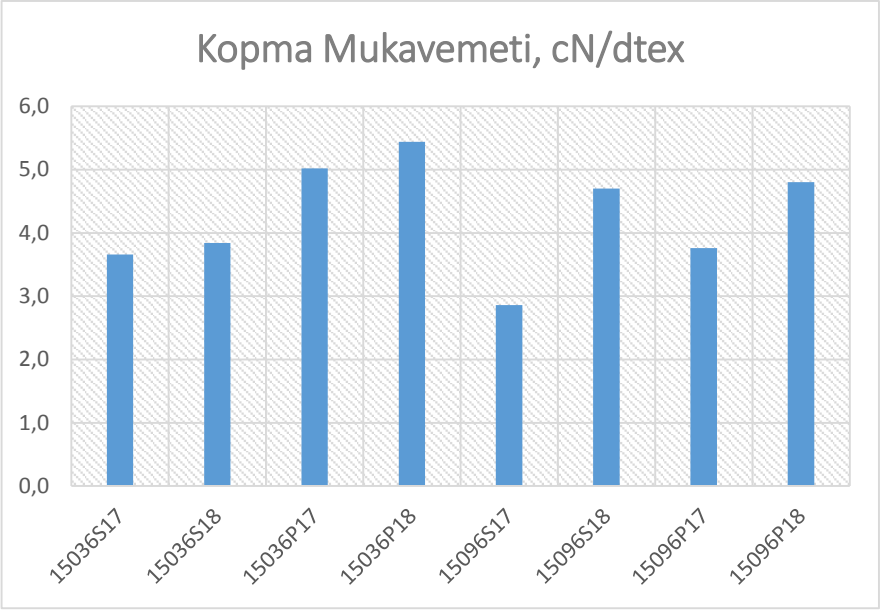
Yalancı büküm ile tekstüre işleminde D/Y oranı ipliğe verilen büküm miktarını belirlemektedir. D/Y oranı arttıkça ipliğe verilen büküm miktarı artmaktadır. Fiziksel test sonuçları incelendiğinde D/Y oranındaki değişimin en belirgin olarak kıvrım kısalması ve kıvrım kalıcılığı değerleri üzerinde etkili olduğu gözlenmiştir. 1,8 D/Y oranında tekstüre edilen ipliklerin 1,7 D/Y oranında tekstüre edilen ipliklere göre daha yüksek kıvrım kısalması ve kıvrım kalıcılığı değerleri verdikleri tespit edilmiştir. Bu durum artan D/Y oranının ipliğe verilen büküm miktarını, dolayısıyla kıvrımlı yapıyı arttırması ile açıklanabilir.

Sonuçlar, aynı D/Y oranı için poliüretan disklerin daha yüksek kopma uzaması, kopma mukavemeti ve kıvrım değerleri verdiğini göstermektedir. Bu durum poliüretan

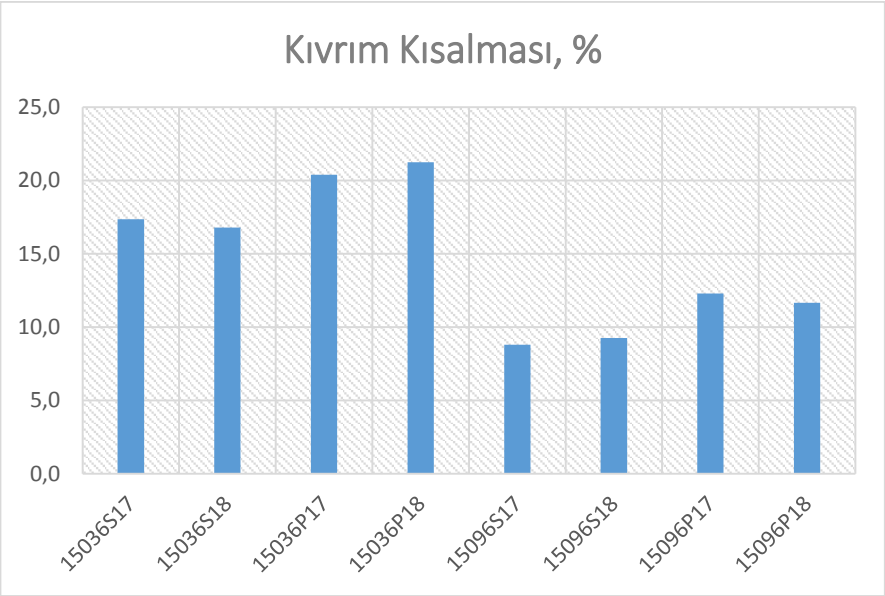
disklerin seramik disklere göre daha yumuşak yapıya sahip olmaları ile açıklanabilir. Bu yumuşak yapı, filamentleri daha iyi kavrayarak filamentlerin daha iyi büküm almalarına, dolayısıyla daha iyi tekstüre olmalarına neden olmaktadır. Ayrıca seramik diskler sert yapıları nedeniyle filamentlere zarar verebilmekte ve filament kopuşlarına neden olabilmektedir. Poliüretan diskler daha düşük sertliğe sahip oldukları için filamentlere daha az zarar vermektedir. Bu durum da tekstüre ipliklerden daha yüksek kopma mukavemeti elde edilmesine neden olabilmektedir.



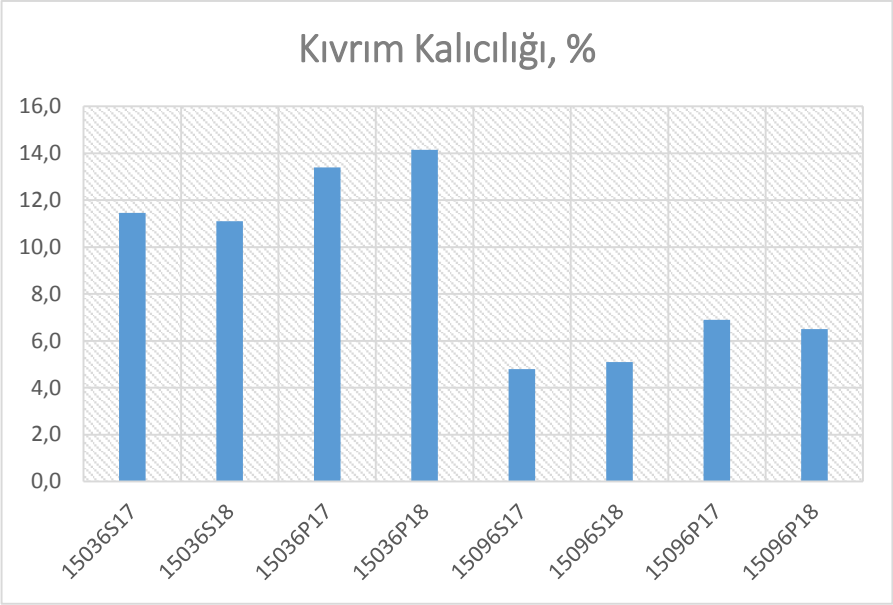
Şekil 4.1. Numunelerin kopma uzaması sonuçları



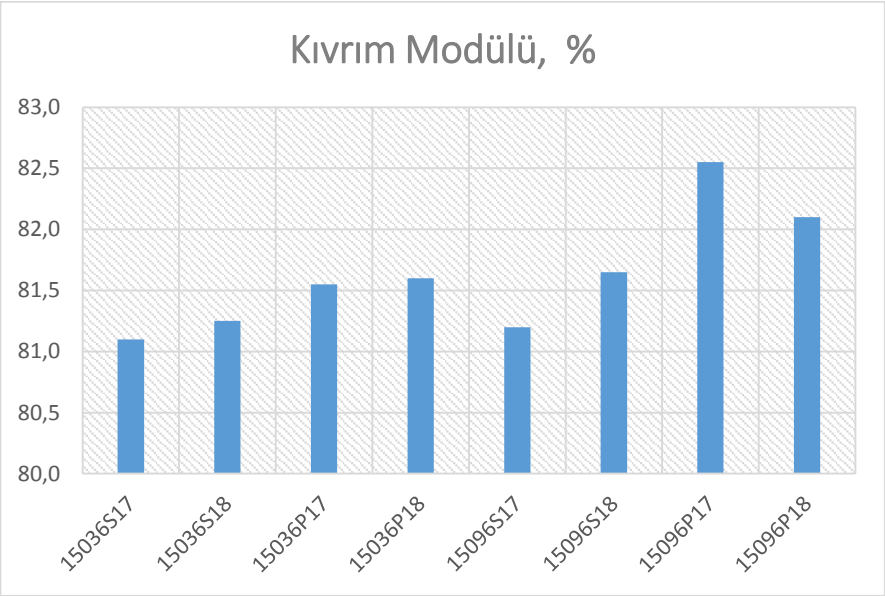
Şekil 4.2. Numunelerin kopma mukavemeti değerleri



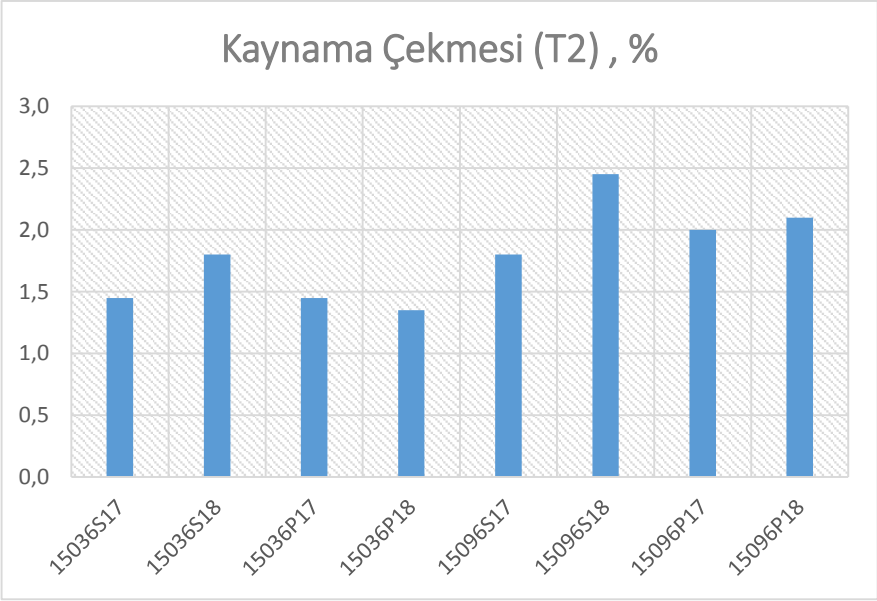
Şekil 4.3. Numunelerin kıvrım kısalması değerleri



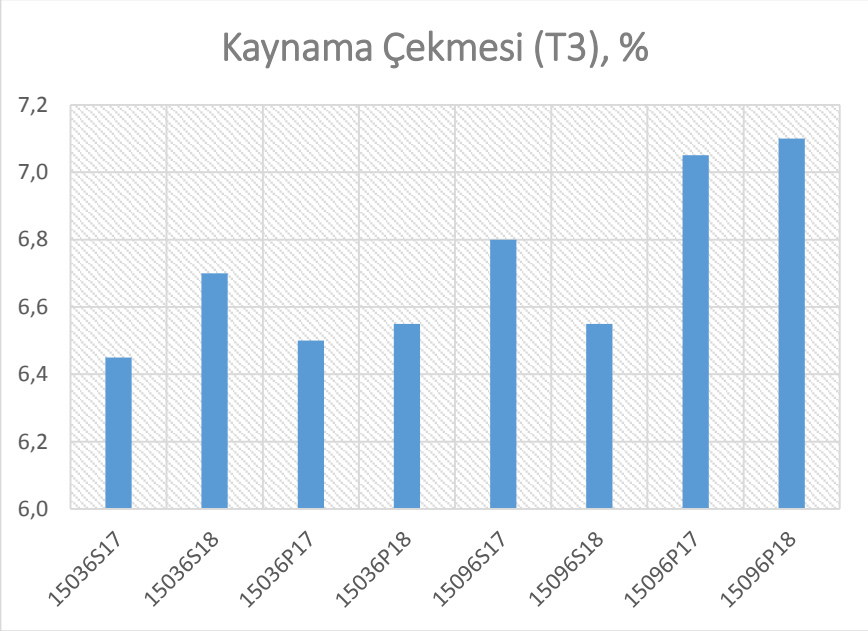
Şekil 4.4. Numunelerin kıvrım kalıcılığı değerleri



Şekil 4.5. Numunelerin kıvrım modülü değerleri

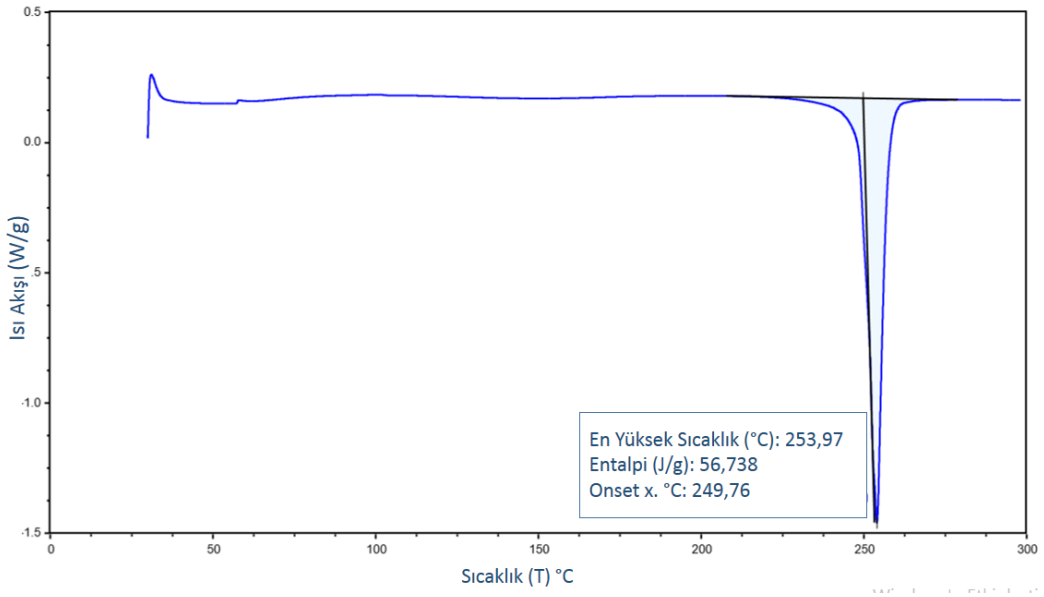


Şekil 4.6. Numunelerin kaynama çekmesi (T2) değerleri

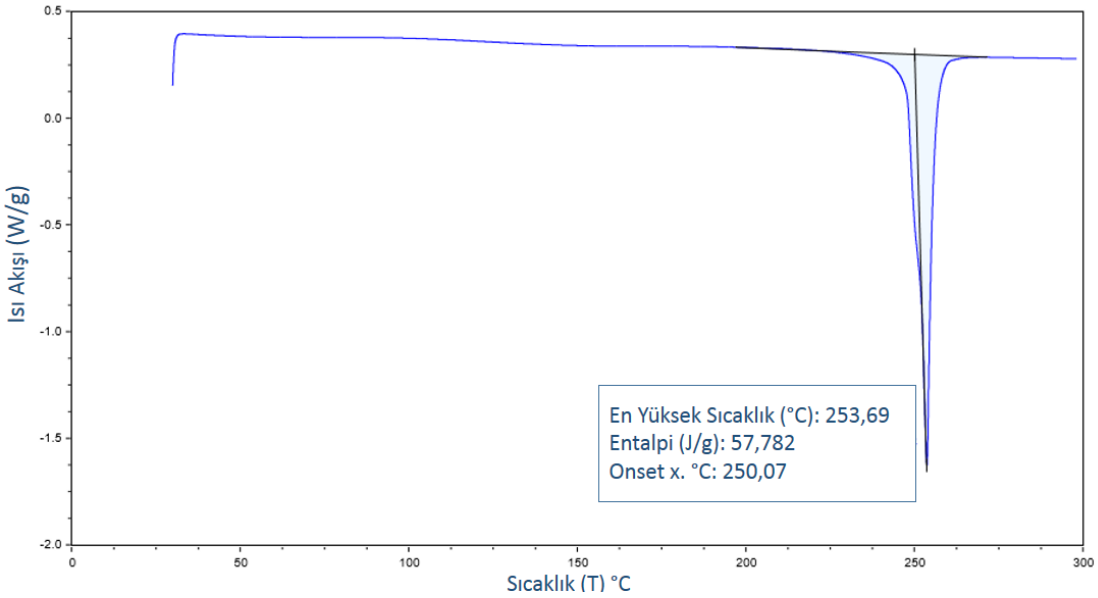


Şekil 4.7. Numunelerin kaynama çekmesi (T3) değerleri

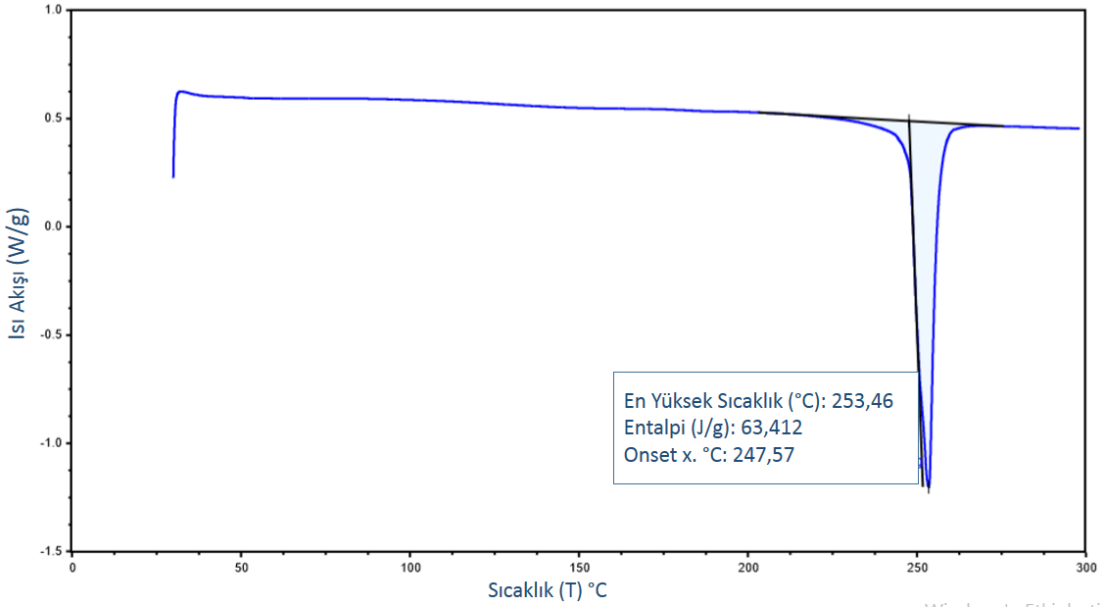
Tekstüre ipliklere yapılan DSC analizleri sonucunda elde edilen termogramlar Şekil 4.8-15'de verilmiştir.



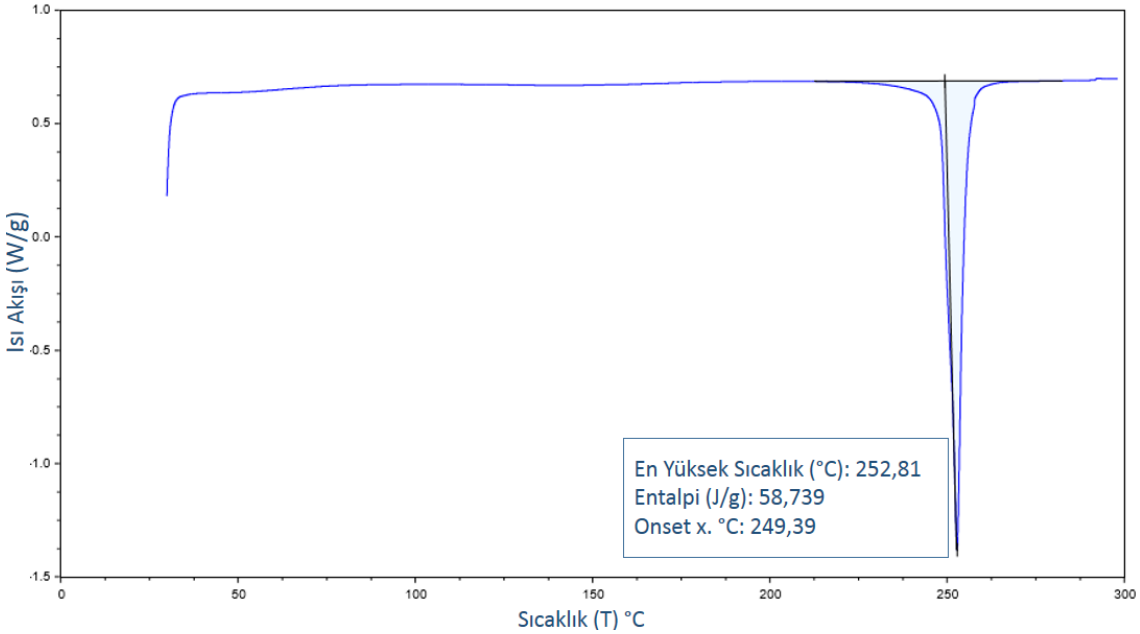
Şekil 4.8. Seramik friksiyon disk ile 1,7 D/Y oranı kullanılarak tekstüre edilen 36 filamentli ipliğin DSC termogramı



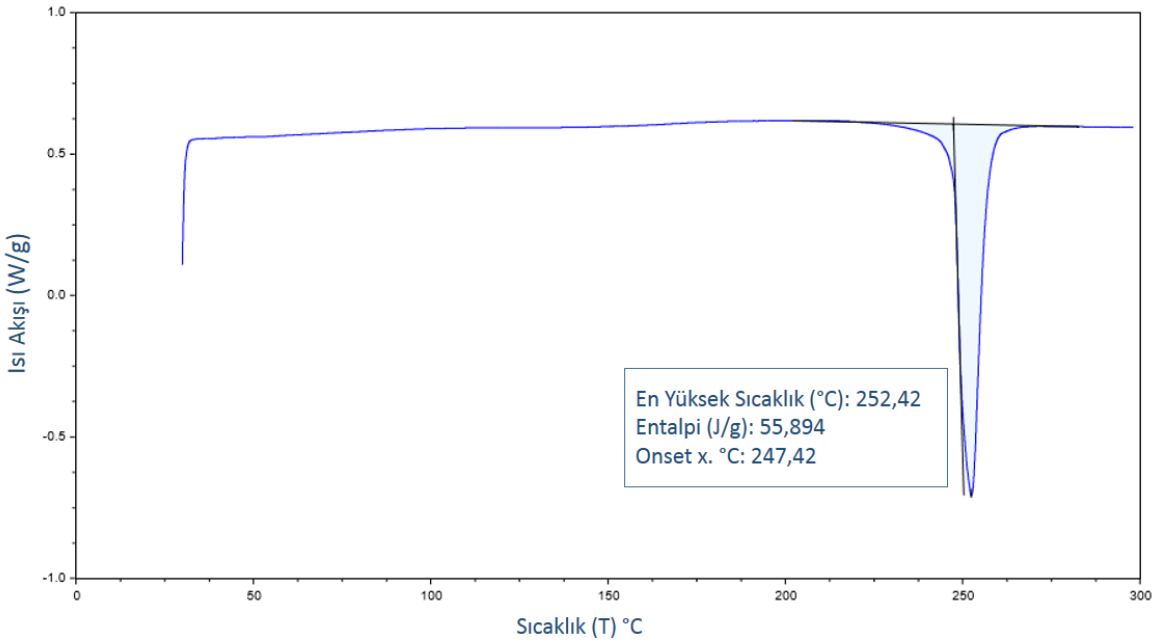
Şekil 4.9. Seramik friksiyon disk ile 1,8 D/Y oranı kullanılarak tekstüre edilen 36 filamentli ipliğin DSC termogramı



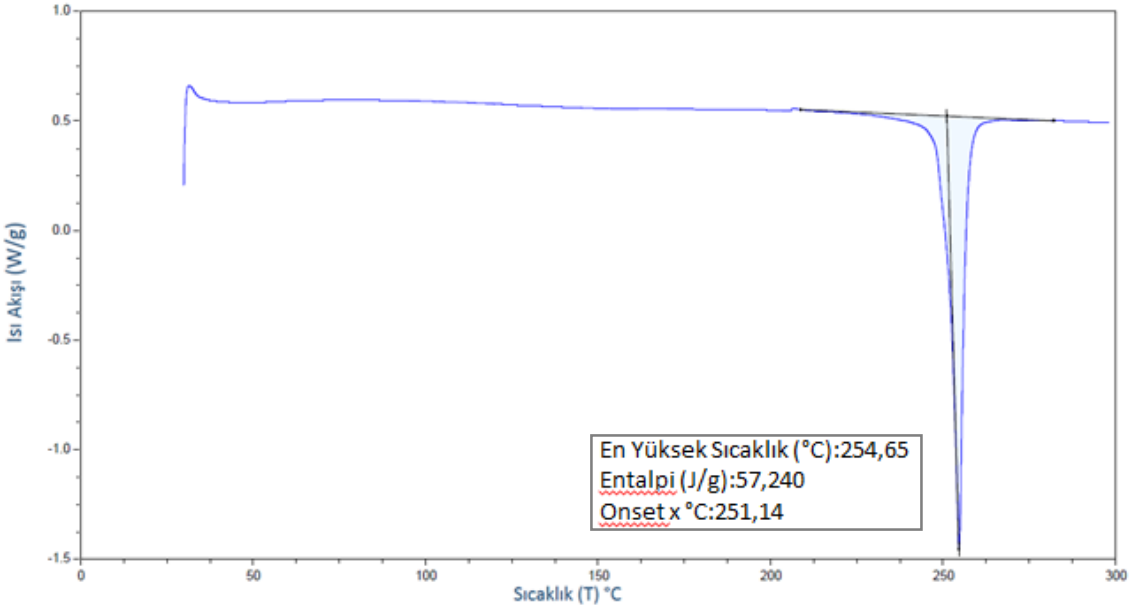
Şekil 4.10. Poliüretan friksiyon disk ile 1,7 D/Y oranı kullanılarak tekstüre edilen 36 filamentli ipliğin DSC termogramı



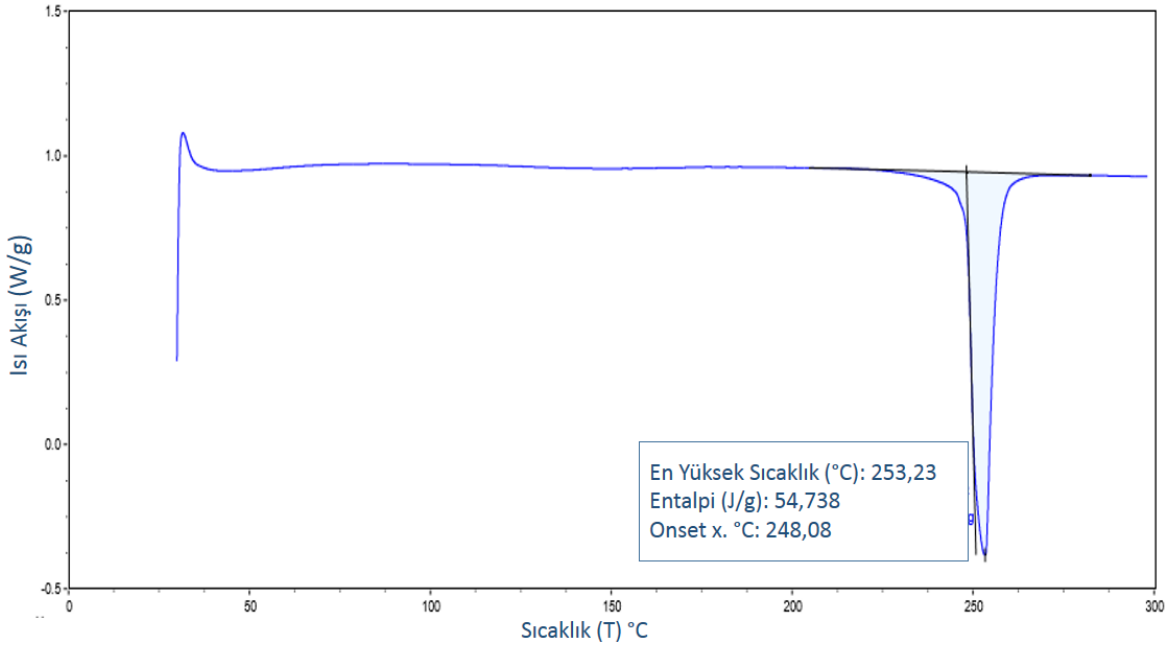
Şekil 4.11. Poliüretan friksiyon disk ile 1,8 D/Y oranı kullanılarak tekstüre edilen 36 filamentli ipliğin DSC termogramı



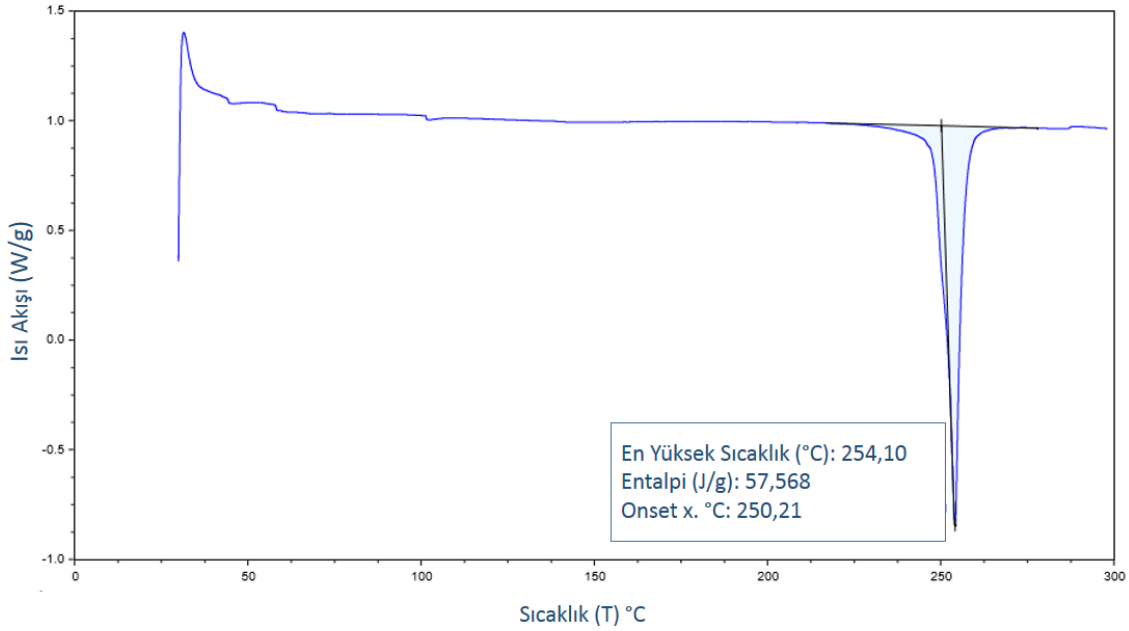
Şekil 4.12. Seramik friksiyon disk ile 1,7 D/Y oranı kullanılarak tekstüre edilen 96 filamentli ipliğin DSC termogramı



Şekil 4.13. Seramik friksiyon disk ile 1,8 D/Y oranı kullanılarak tekstüre edilen 96 filamentli ipliğin DSC termogramı



Şekil 4.14. Poliüretan friksiyon disk ile 1,7 D/Y oranı kullanılarak tekstüre edilen 96 filamentli ipliğin DSC termogramı



Şekil 4.15. Poliüretan friksiyon disk ile 1,8 D/Y oranı kullanılarak tekstüre edilen 96 filamentli ipliğin DSC termogramı

DSC termogramlarında belirgin bir camsı geçiş sıcaklığı gözlenmemiştir. Numunelerin erime sıcaklıklarının 252,42-254,65 °C gibi dar bir aralıkta değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Genel olarak 1,7 D/Y oranında üretilen numunelerin erime

piklerinin 1,8 D/Y oranında üretilenlerin erime piklerine göre daha geniş olduğu, 1,8 D/Y oranında üretilen numunelerin daha dar ve keskin erime pikleri verdikleri görülmüştür.

.

Çizelge 4.3. Tekstüre ipliklerin DSC analizi verileri

İplik Kodu	Erime Sıcaklığı, °C	Entalpi, J/g
15036S17	253,97	56,738
15036S18	253,69	57,782
15036P17	253,46	63,412
15036P18	252,81	58,739
15096S17	252,42	55,894
15096S18	254,65	57,240
15096P17	253,23	54,738
15096P18	254,10	57,568

Polimerlerin geniş erime piki göstermeleri genellikle polimer kristallerinin kusursuzluklarının (lamel kalınlıklarının) geniş bir dağılıma sahip olduğunu işaret etmektedir. Bu durum da polimerin iç yapısında farklı erime ve kristalizasyon sıcaklıklarına sahip kristal yapıların olmasından ileri gelmektedir. Çalışmada elde edilen DSC termogramları, 1,7 D/Y oranında tekstüre edilen ipliklerin farklı kusursuzluklara sahip bir dizi küçük düzensiz kristalin yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

DSC verilerine göre tekstüre ipliklerin hesaplanan kristalizasyon dereceleri Çizelge 4.4'te verilmiştir. İpliklerin kristalinite oranlarının % 39,07 ile % 45,26 arasında değiştiği gözlenmiştir. Ancak tekstüre parametreleri ile kristalizasyon değerlerinin arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.

Çizelge 4.4. Tekstüre ipliklerin kristalinite oranları

İplik Kodu	Kristalinite, %
15036S17	40,50
15036S18	41,24
15036P17	45,26
15036P18	41,93
15096S17	39,90
15096S18	40,86
15096P17	39,07
15096P18	41,09

4.1. İpliklere Ait Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu kısımda, çalışma kapsamında üretilen tekstüre ipliklerin kopma uzaması, kopma mukavemeti, EK, KK ve KB faktörlerinin bu özellikler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Her bir analizde tek bir iplik fiziksel değeri %95 güven aralığında incelenmiştir.

Çizelge 4.5. 150 denye ve 36 filamentli ipliklerin kopma uzaması varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kopma Uzama	467,27	3	116,82	74,42	3,24
Hata	23,54	16	1,57		
Toplam	490,81	19			

Çizelge 4.5'te, çalışmada kullanılan 36 filamentli ipliklerin kopma uzaması değerleri analiz edilmiştir. Tek faktörlü ANOVA sonuçlarına göre, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmamıştır ($F(3, 16) = 74.42$, $p = 3.24$). Bu bulgu, gruplar arasında ortalamaların anlamlı şekilde farklı olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla, null hipotez reddedilemez ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı sonucuna varılır.

Çizelge 4.6. 150 denye ve 96 filamentli ipliklerin kopma uzaması varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kopma Uzama	136,28	3	34,07	23,69	3,10
Hata	21,58	20	1,44		
Toplam	157,86	23			

Çizelge 4.6'da, çalışmada kullanılan 96 filamentli ipliklerin kopma uzaması değerleri analiz edilmiştir. Tek faktörlü ANOVA sonuçlarına göre, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmamıştır (F(3, 20) = 23.69, p = 3.10). Bu bulgu, gruplar arasında ortalamaların anlamlı şekilde farklı olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla, null hipotez reddedilemez ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığı sonucuna varılır.

Çizelge 4.7. 150 denye ve 36 filamentli ipliklerin kopma mukavemeti varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Mukavemet	11,47	3	2,87	1,21	3,10
Hata	35,70	20	2,38		
Toplam	47,18	23			

Çizelge 4.7'de, çalışmada kullanılan 36 filamentli ipliklerin kopma mukavemeti değerleri analiz edilmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde F(3, 20) = 1,21, p = 3.10) olarak bulunmuştur. Bu durumda kopma mukavemeti değerinin farklı parametre ile üretimi yapılan iplik grupları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.8. 150 denye ve 96 filamentli ipliklerin kopma mukavemeti varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Mukavemet	12,42	3	3,10	2,38	3,10
Hata	19,58	20	1,31		
Toplam	32,00	23			

Çizelge 4.8'de, çalışmada kullanılan 96 filamentli ipliklerin kopma mukavemeti değerleri analiz edilmiştir. 96 filamentli iplikler için yapılan analiz sonuçlarına göre 36

filamentli iplik gruplarında olduğu gibi, kopma mukavemeti değerinin etkisi kabul edilir düzeydedir. Bu durum da anlamlı bir fark oluşturmaktadır.

Çizelge 4.9. 150 denye ve 36 filamentli ipliklerin kıvrım kısalması varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	Df	MS	F	P
Faktör					
Kıvrım Kısalması	29,15	1	29,15	1028,82	5,99
Hata	0,17	6	0,03		
Toplam	29,32	7			

Çizelge 4.9'da, çalışmada kullanılan 36 filamentli ipliklerin kıvrım kısalması değerleri analiz edilmiştir. Tek faktörlü ANOVA sonuçlarına göre, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmaktadır ($F(1, 6) = 1028.82$, $p < 0.0001$). Bu bulgu, gruplar arasında ortalamaların anlamlı şekilde farklı olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, null hipotez reddedilir ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu sonucuna varılır.

Çizelge 4.10. 150 denye ve 96 filamentli ipliklerin kıvrım kısalması varyans analizi

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P
Faktör					
Kıvrım Kısalması	18,03	1	18,03	65,56	5,99
Hata	1,65	6	0,27		
Toplam	19,68	7			

Çizelge 4.10'da, çalışmada kullanılan 96 filamentli ipliklerin kıvrım kısalması değerleri analiz edilmiştir. 96 filamentli iplik grubu için kıvrım kısalması değeri için yapılan varyans analizinde 36 filament iplik gruplarında yapılan analize benzer olarak sonuçlar anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ

Sentetik liflere olan talep her geçen gün artmaktadır. Bunun nedenleri ise sentetik lif üretim teknolojisindeki gelişmelerin hızlanması, doğal liflere göre daha düşük maliyette üretiminin sağlanması ve yapısının değiştirilebilir olması nedeniyle farklı özelliklerde üretilebilme olanağı sağlamasıdır. Sentetik liflere olan artan talep ile birlikte tekstüre iplik üretiminin artması da beraberinde gerçekleşmiştir.

Bu çalışmada 150 denye için uygun görülen tekstüre işlem parametreleri üzerinden D/Y oranı ve friksiyon disk tipi değiştirilerek üretim yapılmıştır. Belirlenen parametrelerle iki farklı filament sayısına sahip hammadde seçilerek üretim sağlanmıştır. Elde edilen ipliklere uygulanan testler sonucunda ulaşılan veriler istatistiksel olarak incelenmiştir.

Poliüretan disklerin, 36 ve 96 filament ipliklerin üretiminde kullanıldığında, seramik disklerden daha yüksek kopma uzaması ve kopma mukavemeti değerleri sunduğu gözlemlenmiştir. Bu, poliüretan disklerin iplik üretiminde daha etkili olduğunu ve nihai ürünlerin daha dayanıklı olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, üretim süreçlerinin ve ekipmanların optimize edilmesi açısından önemlidir.

Kopma uzaması ve kopma mukavemeti değerlerindeki farklılıklar, iplik üretiminde kullanılan disk malzemesinin iplik özellikleri üzerindeki etkisini yansıtmaktadır. Poliüretan diskler, filamentlere daha az zarar verirken, seramik diskler sert yapıları nedeniyle filamentlerin zayıflamasına yol açabilir.

Poliüretan disklerle üretilen ipliklerin, seramik disklerle üretilen ipliklere kıyasla daha yüksek kıvrım kısalması ve kıvrım kalıcılığı değerleri sunduğu gözlenmiştir. Bu bulgu, poliüretan disklerin iplik üretiminde daha iyi bir performans sergilediğini ve ürünlerin daha istikrarlı bir kıvrım özelliği taşıdığını işaret etmektedir. Kıvrım kısalması ve kalıcılığı, özellikle tekstil ürünlerinde kıvrım stabilitesi ve dayanıklılığı açısından önemlidir. Bu nedenle, poliüretan disklerin kullanımıyla elde edilen yüksek kıvrım kalıcılığı ve kıvrım kısalması değerleri, ürün kalitesini artırabilir ve son tüketiciler için daha dayanıklı ve istikrarlı ürünler sunabilir.

Her bir disk malzemesinin avantajları ve dezavantajları göz önünde bulundurularak, iplik üretiminde en uygun malzeme seçilmelidir. Bu, istenilen kalitede ipliklerin üretilmesini ve son ürünlerin performansının optimize edilmesini sağlamaktadır.

Gerçekleştirilen istatistiki analizler; D/Y oranının değiştirilmesinin, üretimi gerçekleştirilen ipliklerin fiziksel test sonuçlarında anlamlı bir değişikliğe neden olmadığını göstermiştir. Bu durum, bu çalışmada kullanılan D/Y değerleri için, D/Y oranının ipliklerin fiziksel özelliklerine etkisinin minimal veya ihmal edilebilir olduğu sonucunu vermektedir.

İpliklerin DSC termogramları arasındaki en belirgin farklılık 1,8 D/Y oranına sahip ipliklerin 1,7 D/Y oranına sahip ipliklere oranla daha dar ve keskin erime pikleri vermesidir. Polimerlerin geniş erime piki göstermeleri genellikle polimer kristallerinin kusursuzluklarının (lamel kalınlıklarının) geniş bir dağılıma sahip olduğunu işaret etmektedir. Bu durum da polimerin iç yapısında farklı erime ve kristalizasyon sıcaklıklarına sahip kristal yapıların olmasından ileri gelmektedir. Çalışmada elde edilen DSC termogramları, 1,7 D/Y oranında tekstüre edilen ipliklerin farklı kusursuzluklara sahip bir dizi küçük düzensiz kristalin yapıya sahip olduğunu göstermektedir.
Bu konuda gelecekte yapılabilecek çalışmalar için bazı öneriler aşağıda belirtilmiştir;

- İncelenen makine parametrelerindeki değişikliklerin yanı sıra, farklı parametre kombinasyonlarının iplik özellikleri üzerindeki etkisini incelemek faydalı olabilir. Bu, üretim sürecinin daha fazla optimize edilmesine ve istenilen özelliklere sahip ipliklerin daha güvenilir bir şekilde üretilmesine olanak sağlayacaktır.
- İplik kalitesini artırmak için yeni yöntemlerin araştırılması önemlidir. Bu, daha dayanıklı, esnek veya yumuşak ipliklerin üretilmesi için yeni üretim tekniklerinin geliştirilmesini içerebilir.
- Farklı iplik malzemelerinin kullanılmasının iplik özellikleri üzerindeki etkisini incelemek önemlidir. Bu, sentetik, doğal veya karışım ipliklerin farklı

uygulamalara yönelik özelliklerini anlamak ve optimize etmek için fırsatlar sunabilir.

KAYNAKLAR

Anonim. (2024), Statımat ME+ ÇEkme cihazı, TEXTURMAT ve Texturmat ME+ kıvrım ölçme cihazı, www.textechno.com (Erişim tarihi: 15.04.2024).

Atkinson, C. 2003. Texturing Speed Advance Through Thread Path Design. Int. Fiber J., 18, 49–51.

Atkinson, C. 2012. False twist textured yarns; Woodhead Publishing Limited (Elsevier): Sawston, Cambridge, England (Amsterdam, The Netherlands).

Başer, İ. 2002. Lif Bilgisi. Marmara Üniversitesi, İstanbul, 179 S.

Canbaz Karakaş, H., Dayioğlo, 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.

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.

Eskin, N. 2003. Analysis of a high temperature heater in a false twist texturing process. Energy Conversion and Management, 44, 2531–2547, doi:10.1016/S0196-8904(03)00014-1.

Fidan, G., Korkmaz, Y., Çelik, H. İ. (2023). Filament İnceliği Ve Disk Tipinin DTY Poliester İpliklerin Fiziksel Ve Mekanik Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 29(7), 783-789.

Garip, R. 2005. Poliester İplik Üretimi. Korteks İplik Fabrikası Eğitim Notları, Bursa, 131 s.

Hearle, J.W.S.; Hollick, L.; Wilson, D.K. 2001. Yarn texturing technology, Cambridge, England.

Klein, W. 2011. Rieter İplikçilik El Kitabı. Rieter Machine Works Ltd, 18s.

Mangut M. ve Karahan N. 2008. Tekstil Lifleri, Ekin Yayınevi, İstanbul.

MEGEP, 2011. Tekstil Teknolojisi, Filament İplik Kontrolleri, Ankara, 5s.

MEGEP, 2012. Tekstil Teknolojisi, Tekstüre İplik Üretimi, Ankara, 33s.

Özat, F. A. 2019. Poliester tekstüre ipliklerde filament kesit şeklinin ve tekstüre işlem parametrelerinin iplik ve kumaş özelliklerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, BUÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa.

Özkan, S. (2008). Filament Kesit Şeklinin, Sayısının Ve Lineer Yoğunluğunun POY Ve Tekstüre İplik Özelliklerine Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.

Özkan, S., Babaarslan, O. (2010). İplik Kesitindeki Filament Sayısının Filament Ve Tekstüre İpliklerin Özellikleri Üzerindeki Etkisi, Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, Adana.

The Global Fiber Market. 2014. http://www.lenzing.com/ en/investors/equitystory/global-fiber-market.html. (Erişim tarihi: 10.01.2024).

Qin, Y. 2014. Global Fibres Overview, Synthetic Fibres Raw Materials Committee Meeting At APIC, Pattaya, Thailand.

Veit, D. 2022. Fibers: History, Production, Properties, Market Springer: Cham, Switzerland.

Yıldırım, K. 2007. Pet İpliğinde Kristalinite Oranını Etkileyen Faktörlerin Etki Derecelerinin Tespiti, *Doktora Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	: Fahriye Selin ŞEN
Doğum Yeri ve Tarihi	: Osmangazi / 08.07.1997
Yabancı Dil	: İngilizce
Eğitim Durumu	
Lise	: Bursa Nilüfer Fatih Lisesi
Lisans	: Namık Kemal Üniversitesi Tekstil Mühendisliği
Yüksek Lisans	: Bursa Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği
Çalıştığı Kurum/Kurumlar	: Korteks Mensucat Sanayi (2019-)
İletişim (e-posta)	: selin.yldrgn@gmail.com
Yayınları	:

ŞEN, F. S., KORAL KOÇ, S., 2024. Effects Of The Ratıo Between Frıctıon Dısc Speed And Yarn Speed On The Yarn Structure In False Twıst Texturıng, 5th Internatıonal Istanbul Current Scıentıfıc Research Congress, İstanbul.