



**BESLEME İPLİĞİ CİNSİNİN YALANCI BÜKÜM
PROSESİ İLE ÜRETİLEN İPLİKLERİN ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Meltem ÇAKMAK



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BESLEME İPLİĞİ CİNSİNİN YALANCI BÜKÜM PROSESİ İLE ÜRETİLEN
İPLİKLERİN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Meltem ÇAKMAK
0009-0005-8170-3078

Doç. Dr. Serpil KORAL KOÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2023
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BESLEME İPLİĞİ CİNSİNİN YALANCI BÜKÜM PROSESİ İLE ÜRETİLEN İPLİKLERİN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Meltem ÇAKMAK

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Serpil KORAL KOÇ

Bu tez çalışmasının amacı, yalancı büküm ile tekstüre işleminde besleme ipliği çeşidinin üretilen ipliklerin özellikleri üzerine olan etkilerini incelemektir. Bu amaçla besleme ipliği olarak dispers boyarmaddelerle kolay boyanma özelliğine sahip polietilen tereftalat (EDPET), güç tutuşur ve mor ötesi ışınlarla karşı dayanımı artırılmış polietilen tereftalat (FR-UVPET) ve antibakteriyel geri dönüştürülmüş polietilen tereftalat (ABR-PET) iplikler kullanılmıştır.

Tekstüre çalışmalarında besleme ipliği çeşidinin yanı sıra birinci ısıtıcı sıcaklığı, üretim hızı, çekim oranı ve D/Y oranı parametrelerinin etkileri de incelenmiştir. Çalışmada her farklı besleme ipliği için aynı iplik numarası ve filament sayısına sahip polietilen tereftalat (PET) iplik de aynı işlem parametreleri ile tekstüre edilmiştir. Katkılı PET ipliklerinin test sonuçları aynı parametrelerle tekstüre edilmiş katkısız PET iplikleri ile kıyaslanmıştır.

Yalancı büküm ile tekstüre işlemi öncesinde tüm besleme ipliklerine çekme deneyleri yapılmıştır. Tekstüre işleminden sonra ise ipliklere; çekme deneyleri, kıvrım kısılması, kıvrım modülü ve kıvrım kalıcılığı ölçümleri yapılmıştır. Tekstüre ipliklerin enine görüntüleri optik mikroskop yardımı ile incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Katkılı polietilen tereftalat iplikleri, polietilen tereftalat iplik, yalancı büküm ile tekstüre işlemi

2023, xii + 49 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

EFFECT OF FEED YARN TYPE ON THE PROPERTIES OF FALSE TWIST TEXTURED YARNS

Meltem ÇAKMAK

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serpil KORAL KOÇ

The aim of this thesis is to investigate the effects of the feed yarn type on the properties of the yarns produced in the false twist texturing process. For this purpose, 3 different polyethylene terephthalate (PET) yarns with different additives (PET that can be easily dyed with disperse dyes (EDPET), flame retardant PET with increased resistance to ultraviolet rays (FR-UVPET), and antibacterial recycled PET (ABR-PET) yarns were used as feed yarns.

In addition to the feed yarn type, the effects of the first heater temperature, production speed, draw ratio, and D/Y ratio parameters were also investigated. In the study, a PET yarn with the same yarn count and filament number was textured with the same process parameters for each feed yarn type. Test results of the PET yarns with additives were compared with PET yarns (with no additives) textured with the same parameters.

Tensile tests were carried out for all the feed yarns before false twist texturing. After the texturing process, the yarns were subjected to tensile tests, crimp contraction, crimp module, and crimp stability measurements. Cross-sectional views of the textured yarns were observed by optical microscopy.

Key words: Polyethylene terephthalate yarns with additives, polyethylene terephthalate yarn, false twist texturing
2023, xii + 49 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimim sırasında danışmanlığımı kabul ederek çalışmalarımı yönlendiren ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, Sn. Hocam Doç. Dr. Serpil KORAL KOÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

Hazırlanan bu yüksek lisans tezinde çalışmada kullanılan ipliklerin üretimi için her türlü yardımı çekinmeden sağlayan ARYA İPLİK SAN. TİC. A.Ş. sahipleri Sayın KAYHAN KORKMAZ, BÜLENT UYGUNER, CÜNEYT UYGUNER ve çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Polyester Tekstüre iplikte 25 yıllık tecrübesini benimle paylaşan Sayın GÖKHAN İNAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım süresince sevgi ve özverilerini esirgemeyip, bana her konuda destek olan ve bu süreçte her zaman yanımda olan sevgili eşim ALPEREN ÇAKMAK'a ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Meltem ÇAKMAK
28/12/2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	.xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
1.GİRİŞ	1
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI	2
2.1.Tekstüre İşlemi.....	2
2.1.1.Yalancı Büküm ile Tekstüre İşlemi.....	3
2.1.2.Yalancı Büküm Tekstüre Makinelerinin Bölümleri.....	4
2.1.3.YalancıBüküm ile Tekstüre Yönteminde Bazı İşlem Parametrelerinin Etkisi..	.8
2.2.PET Lifleri ve Özellikleri.....	9
2.2.1.Katkı Maddesi Kullanarak Liflerin Fonksiyonelleştirilmesi.....	12
2.3.Kaynak Araştırması.....	14
3.MATERYAL ve YÖNTEM.....	18
3.1.Materyal	18
3.2.Yöntem.....	18
3.2.1.İpliklerin Yalancı Büküm Yöntemi ile Tekstüre İşlemleri	18
3.2.2.İpliklere Uygulanan Testler	20
4.BULGULAR ve TARTIŞMA.....	25
4.1.ABR-PET ve R-PET İpliklerinin Test Sonuçları	25
4.2.FR-UVPET ve PET-48 İpliklerinin Test Sonuçları	32
4.3.EDPET ve PET-96 İpliklerinin Test Sonuçları.....	39
5.SONUÇ	46
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	49

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
cN	Santinewton
cm ³	Santimetre Küp
g	Gram
°C	Santigrat Derece

Kısaltmalar	Açıklama
ABR-PET	Antibakteriyel Geri Dönüştürülmüş PET
BHET	Bis-(2-hidroksietil)-tereftalat
DMT	Dimetil Tereftalat
D/Y	Friksiyon Disklerinin Hızlarının İplik Hızına Oranı
EDPET	Dispers Boyarmaddelerle Kolay Boyanma Özelliğine Sahip
EG	Etilen Glikol
FR-UVPET	Güç Tutuşur ve UV Işınlara Karşı Dayanımı Arttırılmış PET
PET	Polietilen Tereftalat
R-PET	Geri Dönüştürülmüş PET
PET-48	167 Dtex, 48 Filamentli PET
PET-96	167 Dtex, 96 Filamentli PET
TPA	Tereftalik Asit
UV	Mor Ötesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1.Termomekanik tekstüre işleminin temel gereksinimleri.....	3
Şekil 2.2.Yalancı büküm işleminin prensibi	4
Şekil 2.3.Yalancı büküm ile tekstüre işleminin şematik gösterimi	4
Şekil 2.4.M profilli bir yalancı büküm tekstüre makinesinin şematik gösterimi	5
Şekil 2.5.Yalancı büküm yöntemi ile tekstüre makinesinde bulunan birinci ısıtıcı	6
Şekil 2.6.Yalancı büküm yöntemi ile tekstüre makinesinde bulunan soğutma plakası.....	7
Şekil 2.7.Friksiyon diskleri.....	8
Şekil 2.8.PET'in molekül yapısı	10
Şekil 3.1.İplik numarası tayininde kullanılan çıkırık	21
Şekil 3.2.Statimat-ME test cihazı.....	22
Şekil 3.3.Texturmat Me Cihazı	23
Şekil 4.1.ABR-PET ve R-PET'in enine kesit görüntüleri.....	28
Şekil 4.2.ABR-PET ipliklerden örülmüş çorabın boyama sonrası görüntüsü.....	29
Şekil 4.3.R-PET ipliklerden örülmüş çorabın boyama sonrası görüntüsü.....	29
Şekil 4.4.Birinci ısıtıcı sıcaklığının ABR-PET ve R-PET iplikleri üzerine etkisi..	30
Şekil 4.5.Üretim hızının ABR-PET ve R-PET iplikleri üzerine etkisi.....	30
Şekil 4.6.Çekim oranının ABR-PET ve R-PET iplikleri üzerine etkisi.....	31
Şekil 4.7.D/Y oranının ABR-PET ve R-PET iplikleri üzerine etkisi.....	31
Şekil 4.8.FR-UVPET ve PET-48'in enine kesit görüntüleri.....	35
Şekil 4.9.FR-UVPET ipliklerden örülmüş çorabın boyama sonrası görüntüsü	36
Şekil 4.10.PET-48 ipliklerden örülmüş çorabın boyama sonrası görüntüsü.....	36
Şekil 4.11.Birinci ısıtıcı sıcaklığının FRUV-PET ve PET-48 iplikleri üzerine etkisi.....	37
Şekil 4.12.Üretim hızının FRUV-PET ve PET-48 iplikleri üzerine etkisi.....	37
Şekil 4.13.Çekim oranının FRUV-PET ve PET-48 iplikleri üzerine etkisi.....	38
Şekil 4.14.D/Y oranının FRUV-PET ve PET-48 iplikleri üzerine etkisi.....	38
Şekil 4.15.EDPET ve PET-96'nın enine kesit görüntüleri.....	42
Şekil 4.16.EDPET ipliklerden örülmüş çorabın boyama sonrası görüntüsü.....	43
Şekil 4.17.PET-96 ipliklerden örülmüş çorabın boyama sonrası görüntüsü.....	43
Şekil 4.18.Birinci ısıtıcı sıcaklığının EDPET ve PET-96 iplikleri üzerine etkisi...	43
Şekil 4.19.Üretim hızının EDPET ve PET-96 iplikleri üzerine etkisi.....	44
Şekil 4.20.Çekim oranının EDPET ve PET-96 iplikleri üzerine etkisi.....	44
Şekil 4.21.D/Y oranının EDPET ve PET-96 iplikleri üzerine etkisi.....	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1.Çalışmada kullanılan ipliklerin özellikleri	18
Çizelge 3.2.Çalışmada üretilen iplik numuneleri ve verilen kodlar	19
Çizelge 4.1.ABR-PET ve RPET'in iplik numarası, dayanım ve kopma uzaması değerleri.....	25
Çizelge 4.2.ABR-PET ve R-PET'in kıvrım ve kaynama çekmesi değerleri	26
Çizelge 4.3.FRUV-PET ve PET-48'in iplik numarası, dayanım ve kopma uzaması değerleri.....	33
Çizelge 4.4.FRUV-PET ve R-PET'in kıvrım ve kaynama çekmesi değerleri.....	34
Çizelge 4.5.EDPET ve PET-96'nın iplik numarası, dayanım ve kopma uzaması değerleri.....	34
Çizelge 4.6.EDPET ve PET-96'nın kıvrım ve kaynama çekmesi değerleri.....	40

1. GİRİŞ

Tekstüre işlemleri sentetik filamentlerden üretilmiş ipliklere, doğal liflerden üretilmiş ipliklerin özelliklerini kazandırmak amacıyla yapılan bir dönüşüm işlemidir. Tekstüre yöntemleri arasında en yaygın kullanıma sahip olan teknik, yalancı büküm ile tekstüre yöntemidir. Yalancı büküm yöntemi ile termoplastik lifler tekstüre edilebilir. Polietilen tereftalat (PET), tekstüre işlemine tabii tutulan liflerin başında gelmektedir.

PET liflerinin üretimi 2022 yılında 63 milyon tona ulaşmıştır. PET, 2022’de küresel pazarın %54’ünü oluşturarak en çok üretilen lif olma özelliğini korumuştur. PET liflerinin en önemli özelliklerinden biri de modifikasyona olanak veren yapılarıdır. Üretimleri sırasında yapılarına katılabilen kimyasallarla PET liflerine farklı özellikler kazandırılmaktadır. Antibakteriyellik, mor ötesi (UV) ışınlarla karşı dayanım ve güç tutuşma bu özelliklere örnek olarak verilebilir.

Bu çalışmada, dispers boyarmaddelerle kolay boyanma özelliğine sahip PET (EDPET), güç tutuşur ve UV ışınlarla karşı dayanımı artırılmış PET (FR-UVPET) ve antibakteriyel PET (ABR-PET) ipliklerin yalancı büküm işlemindeki davranışları incelenmiştir. Yalancı büküm parametrelerinden üretim hızı, çekim oranı, birinci ısıtıcı sıcaklığı ve friksiyon disk hızının iplik hızına oranı (D/Y) da değiştirilerek bu parametrelerin iplik özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Bu yüksek lisans tezinin ikinci bölümünde tekstüre teknolojisi, yalancı büküm ile tekstüre yöntemi ve PET lifleri konularında kuramsal bilgiler ve kaynak taramasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde, kullanılan malzemeler, numunelerin üretimi ve numunelere uygulanan testler açıklanmıştır. Dördüncü bölümde yapılan deneylerin sonuçları verilmiştir. Beşinci bölümde ise tez çalışması ve tez kapsamında elde edilen sonuçlar özetlenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Tekstüre İşlemi

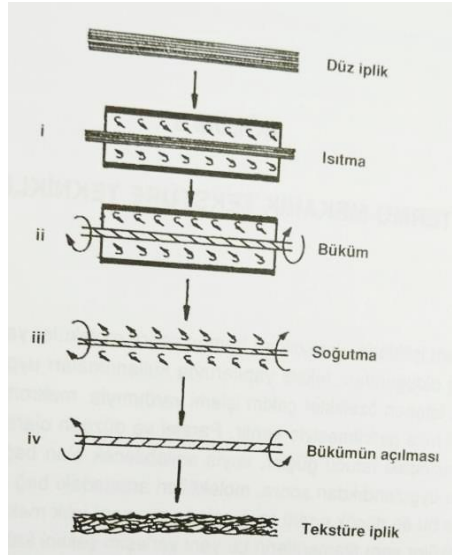
Tekstüre işlemi genel anlamda; düzenli bir yapıya sahip olan sentetik filamentlerin herhangi bir şekilde rastgele düzensiz bir yapıya sahip olması için yapılan dönüşüm işlemidir (Demir, 2006). Bu işlemin amacı tekstil ipliklerinden beklenen sıcaklık hissi, tutum ve doğal görünüm gibi özellikleri sürekli filament ipliklere kazandırmaktır.

Tekstüre metotlarının çoğu termoplastik sürekli filamentlerin mekanik deformasyonuna dayanır. Yalancı-büküm, yığma kutusu (sıcak akışkan jeti ile tekstüre), bıçak sırtı, dişli çark ve örme-sökme yöntemleri termo-mekanik tekstüre tekniklerine örnek olarak verilebilir.

Termo-mekanik tekstüre işlemini gerçekleştirebilmek için;

- Termoplastik filament iplikler camsı geçiş sıcaklığının (T_g) üzerine kadar ısıtılmalı,
- Filament iplikler istenilen şeklin verilebilmesi için deforme edilmeli,
- Filament iplik istenilen şekilde tutulurken T_g 'nin altına kadar soğutulmalıdır(Şekil 2.1).

Burada 1. ve 2. adımlar yer değiştirebilir ya da aynı anda yapılabilir (Demir, 2006).



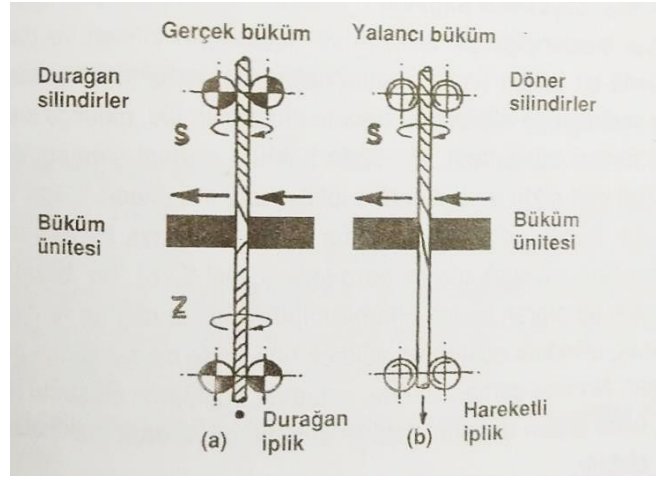
Şekil 2.1. Thermo-mekanik tekstüre işleminin temel gereksinimleri (Demir, 2006)

Thermo-mekanik tekstüre yöntemlerinin arasında en yaygın olarak kullanılan yalancı büküm ile tekstüre yöntemidir.

2.1.1. Yalancı Büküm ile Tekstüre İşlemi

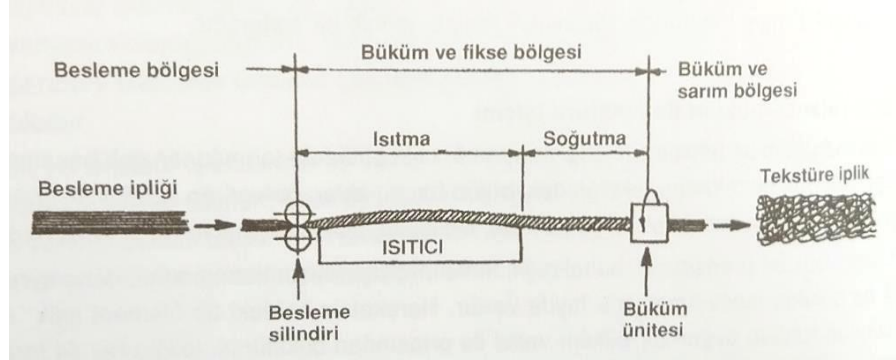
Yalancı büküm ile tekstüre işleminde öncelikle gerçek büküm ile yalancı büküm arasındaki farkı anlamak faydalı olacaktır.

Hareketsiz haldeki bir iplik iki ucundan tutulup ortasından bükülürse ipliğin iki tarafı da eşit miktarda ancak zıt yönlerde büküm alacaktır. İpliğin aldığı bu büküm gerçek bükümdür. Diğer taraftan ipliğe büküm verilirken iplik hareket ederse, ipliğin büküm ünitesinin üst tarafındaki kısmı bükümlü olacaktır. İplik hareket ettiği için, büküm ünitesinden sonra ipliğin üzerindeki büküm açılacaktır. Dolayısıyla büküm ünitesinin besleme silindiri tarafındaki iplik üzerinde büküm olacak, ancak alıcı silindir tarafında kalan iplik üzerinde ise büküm kalmayacaktır (Şekil 2.2) (Demir, 2006).



Şekil 2.2. Yalancı büküm işleminin prensibi (Demir, 2006)

Yalancı büküm ile tekstüre makinesinde ipliğe verilen büküm Şekil 2.2’de gösterildiği gibi açıklanabilir. Yalancı büküm ile tekstüre makinelerinde büküm ünitesi ile besleme silindiri arasında ısıtma ve soğutma üniteleri bulunur. İplik, besleme silindiri ve büküm ünitesinin arasında bükümlü halde bulunur. Dolayısıyla iplik bükümlü halde ısıtılır ve üzerindeki büküm açılmadan soğutulur. İplik büküm ünitesini geçtiği zaman iplik üzerindeki büküm açılarak hacimli bir yapı; tekstüre iplik elde edilir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Yalancı büküm ile tekstüre işleminin şematik gösterimi (Demir, 2006)

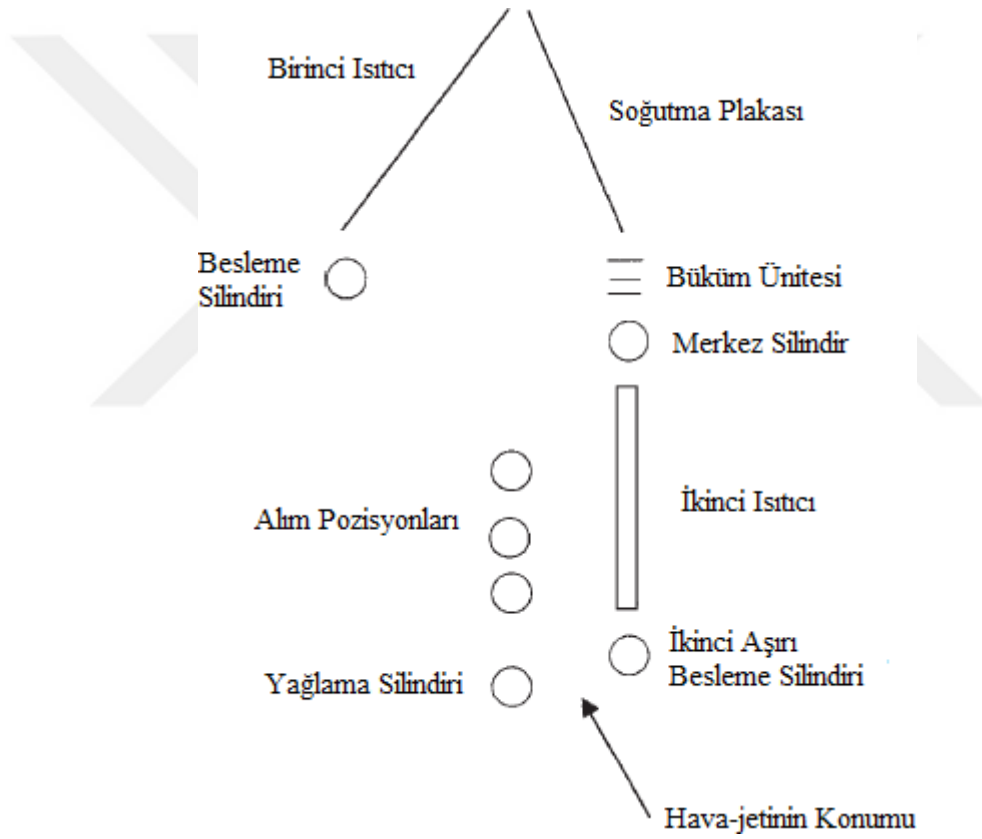
2.1.2. Yalancı Büküm Tekstüre Makinelerinin Bölümleri

Yalancı büküm tekstüre makinelerinin profilleri üretici firmalara göre çeşitlilik gösterebilir. Ancak bu makineler temelde aşağıdaki bileşenlerden oluşur;

- Besleme ipliğini depolamak için bir cağlık

- Arasında ipliğin ısıtıldığı, çekildiği, soğutulduğu ve büküm ünitesinden geçtiği iki silindir.
- Arasında ipliğin kısmı relaksasyon altında ısıtılacağı iki silindir (Bazı makinelerde ikinci ısıtıcı iptal edilebilir.)
- Yağlama ünitesi
- Sarım ünitesi (Hearle, Hollick ve Wilson, 2001)

Şekil 2.4'te M profilli bir yalancı büküm tekstüre makinesi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.4. M profilli bir yalancı büküm tekstüre makinesinin şematik gösterimi (Hearle et al., 2001)

Birinci Isıtıcı

Birinci ısıtıcı besleme silindiri ile soğutma plakasının arasında yer alır. Günümüzde temassız ısıtıcılar kullanılmaktadır (Şekil 2.5).

Birinci ısıtıcının görevi ipliği yumuşatarak çekim ve bükümün mekanik etkilerini kolaylaştırmaktır. Birinci ısıtıcı direkt olarak ipliğin hacimliliğini, boya alma miktarını, kopan filament miktarını ve iplik kopuş oranını etkiler.

Birinci ısıtıcı sıcaklığı arttırıldığında ipliğin hacimliliği artar, filament kopuşlarında artış görülür. Ayrıca boya alımında azalma gözlenir (Hearle et al., 2001).



Şekil 2.5. Yalancı büküm yöntemi ile tekstüre makinesinde bulunan birinci ısıtıcı

Soğutma Plakası

Soğutma plakası birinci ısıtıcının çıkışı ile büküm ünitesinin girişinin arasında yer alır(Şekil 2.6). Soğutma plakasının iki görevi bulunmaktadır. Bunlar;

1. Bükümlü haldeki ipliğin birinci ısıtıcıdan çıkıp büküm ünitesine girmesi arasında soğumasını sağlamak.
2. Yüksek derecede bükülmüş ipliğe birinci ısıtıcının çıkışı ve büküm ünitesine girişi arasında stabilite kazandırmak.



Şekil 2.6. Yalancı büküm yöntemi ile tekstüre makinesinde bulunan soğutma plakası

Eğer soğutma plakası olmasaydı, iplik yüksek bükümlü halinde çok kararsız ve balonlaşma eğiliminde olurdu. Bu durum da yüksek kopma oranlarına neden olurdu. Soğutma plakası sıklıkla ihmal edilir, ancak üretilen ipliğin aynı iyi kalitede olmasının sağlanmasında önemli bir rol oynar. Soğutma plakasının ayarının bozulması ipliği aşağıdaki şekillerde etkileyebilir:

- Yetersiz temas durumu; iplik kararsız olur ve gerilim dalgalanmaları boyanma hatalarına sebep olur. Ya da iplik, kopuşlara neden olacak kadar dengesiz hale gelebilir.
- Çok fazla temas durumu; plaka ipliğe verilen büküm miktarını kısıtlayabilir. Bu durum da düz ya da düşük hacimli ipliklerin elde edilmesine neden olur (Hearle et al., 2001).

Büküm Ünitesi

Büküm ünitesi soğutma plakasından sonra yer alır. Farklı yapılarda olabilir. En yaygın olarak kullanılan büküm ünitesi friksiyon diskleridir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Friksiyon diskleri

İkinci Isıtıcı

Yalancı büküm ile tekstüre işleminde ikinci ısıtıcı kullanılarak üretilen ipliklere set iplik, kullanılmadan üretilen ipliklere ise streç iplik denilmektedir. Streç iplikler, set ipliklere göre daha hacimli yapıdadır. Ayrıca streç ipliklerin ısıl kısalmaları daha yüksektir.

İkinci ısıtıcı sıcaklığı ile tekstüre ipliğin ısıl kısalması ters orantılıdır.

2.1.3. Yalancı Büküm ile Tekstüre Yönteminde Bazı İşlem Parametrelerinin Etkisi

Çekim Oranı

Yalancı büküm ile tekstüre işleminde besleme ipliğine çekim, besleme silindiri ile merkez silindir arasında verilmektedir. Çekim oranı, tekstüre ipliğin numarasını, dayanımını, kopma uzamasını, boya alma davranışını, filament kopuş oranını ve ısıl kısalma miktarını etkilemektedir. Çekim oranı arttıkça ipliğin numarasında, kopma

uzamasında, boya alma miktarında ve ısı kısılmasında azalma meydana gelmektedir. Dayanımda ise önce artış, belirli bir noktadan sonra ise azalma gözlenmektedir.

D/Y Oranı

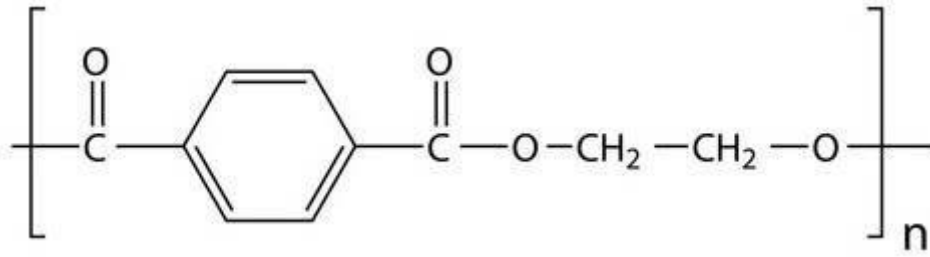
D/Y oranının tekstüre ipliğin yüzde uzaması üzerinde belirgin, nihai iplik numarası üzerinde ise zayıf bir etkisi bulunmaktadır.

2.2. PET Lifleri ve Özellikleri

Poliesterler bir dialkol ve bir dikarboksilik asidin kondensasyon ürünü olan uzun zincirli polimerlerdir. Günümüzde tekstil alanında en yaygın kullanım alanına sahip olan poliester polietilen tereftalat (PET). Whinfield ve Dickson tarafından keşfedilen PET, ilk defa 1941 yılında ticari ölçüde üretilmiştir (Başer, 1992).

PET, ticari olarak etilen glikol (EG) ve dimetiltereftalat (DMT) veya tereftalik asitten (TPA) üretilmektedir. DMT ve TPA katıdır. TPA süblimleşirken, DMT 140°C’de erimektedir.

PET’in polimerizasyonu iki adımda yapılmakta, birinci adımda bis-(2-hidroksietil)-tereftalat (BHET) ve metanol veya su oluşmaktadır. Sonrasında BHET sıcaklık, basınç ve katalist etkisiyle polimerleşerek PET eriyik üretilmektedir. Dimetiltereftalat kullanılan proseste metanol üretildiği ve metanol geri dönüşüm sistemi, safsızlaştırma operasyonları gerektirdiği için tereftalik asit ile üretimi yaygınlaşmıştır (Küçükgül ve Kırşen 2007).



Şekil 2.8. PET'in molekül yapısı

PET lifleri eriyikten çekim yöntemi kullanılarak üretilmektedir. İşletmenin kullanılan makinelerine bağlı olarak, polimerizasyon hattından direkt iplik üretimi yapılacaksa, eriyik haldeki polimer doğrudan iplik üretim hatlarına iletilir; bu süreçte ekstrüzyon işlemine gerek duyulmaz. Ancak, üretim ekstrüder iplik üretim makinelerinde gerçekleştirilecekse, polimerizasyon işlemi tamamlandıktan sonra granül formunda bulunan polimer cipsi, bir ekstrüzyon işleminden geçirilerek eriyik haline getirilmelidir. Poliester liflerindeki tipik özellikler, genellikle yuvarlak enine kesitli ve düz bir yüzeye sahip olmalarıyla dikkat çeker. Bu özellik, ışığı etkili bir şekilde yansıtılabilmelerine olanak tanır. Aynı zamanda, istenilen incelikte üretilebilme esnekliğine sahiptirler. Kullanım alanlarına bağlı olarak kesikli veya filament formunda üretilebilen poliester lifleri, istenilen uzunluklarda elde edilebilme özelliğine sahiptir. Buna ek olarak, bu lif türü, bükülme ve kıvrılmaya karşı direnç göstererek buruşmalara karşı dayanıklılık sağlar. Hem plastik hem de elastik özelliklere sahip olmaları, polimer sistemin içinde kaymayı önleyen Van Der Waals kuvvetleri ile karakterizedir. Aşırı etkileşimlerde ise zayıf hidrojen bağları kopabilir.

Kopma dayanımları genellikle 4,5-5,5 g/denye aralığında, kopma anındaki uzaması ise %15-25 arasında değişiklik gösterir. Yoğunluğu 1,38 g/cm³'tür.

Yüksek kristalin bölge oranı ve polar yapısı nedeniyle nem absorpsiyonu azdır. Standart şartlarda %0,4 oranında nem içermeleriyle bilinen poliester lifleri, tamamen hidrofobik özellik göstermeleri, su moleküllerinin lif yüzeyinde sadece ince bir film tabakası oluşturmalarına izin verir. Pigmentlerle matlaştırılmadıkları takdirde parlak bir görünüme sahip olma eğilimindedirler ve genellikle beyaz renkte üretilirler.

Rezilyans özellikleri bakımından diğer lif türleri arasında öne çıkarlar; ancak elyaf toplanması (nope) sorunu yaşayabilirler.

Termo-plastik özellik göstermeleri, 100°C'nin üzeri sıcaklıklarda büzölmelerine neden olabilir. Bu sebeple, kaynar suda yıkama ve ütüleme işlemlerinde özenli olunmalıdır; ütüleme sıcaklığı genellikle 135-140°C olarak önerilir.

Poliester liflerinin kimyasal özellikleri oldukça çeşitlilik gösterir. Mukavemetlerini arttırmak için uygulanan çekim işlemi, kristalinite ile birlikte kimyasal reaktiflere karşı direnci artırır. Bu özellikleri sayesinde, poliester lifleri zayıf asit çözeltilerine karşı sıcak ve soğukta direnç gösterirler. Kuvvetli anorganik asitlerden oda sıcaklığında etkilenmezken sıcaklık derecesi arttıkça etkilenme düzeyi artacaktır. Nitrik asitte tamamen çözünebilirler, fakat derişik sülfürik asit çözeltisinden sıcakta etkilenmezler. Bu özellikler, poliester liflerini selülozik liflerden ayırmak için kullanılır.

Poliester lifleri, zayıf bazik çözeltilere karşı dirençlidir; bu nedenle deterjan ve sabunlara karşı direnç gösterirler. Ancak, kuvvetli bazik çözeltiler ester bağlarını koparabilir. Derişik sodyum hidroksit (NaOH) çözeltileri ile yapılan işlemlerde, lif yüzeyi pürüzlü bir hale geleceğı için yapılan bu proses inceltme olarak bilinir ve poliester lifinin dokusunu yumuşatarak dökümlölüğünü artırır. Ancak çok derişik NaOH çözeltileri, sıcaklık yükseldikçe liflere zarar vererek dayanıklılığını azaltabilir.

Poliester lifleri yükseltgenlere karşı dirençlidir ve ağartıcı malzemeler ile hiçbir sorun çıkarmadan işlenebilirler. Güneş ışığına karşı dayanıklı olmalarına rağmen, UV ışınları uzun vadede mukavemette azalmaya neden olabilir. Termoplastik bir malzeme olan poliester lifleri, eriyerek yanar ve dumanı keskin aromatik bir kokuya sahip olup isli ve siyahtır.

Poliester lifleri, boyarmaddelerle kimyasal ilişkiye giremez; boyama, suda çok az çözünölüğü olan dispersiyon boyarmaddeleri kullanılarak gerçekleştirilir.

2.2.1 Katkı Maddesi Kullanılarak Liflerin Fonksiyonelleştirilmesi

Katkılı PET iplikler, tekstil sektöründe çeşitli özellikleri artırmak ve istenilen performansı elde etmek amacıyla çeşitli katkı maddeleri ile zenginleştirilmiş poliester iplik türlerini ifade eder.

Katkı maddeleri, polimer zincirine veya polimer eriyik/çözelti içerisine polimerin bir parçası olacak şekilde eklenerek lif yapısına dâhil edilir ve böylece fonksiyonelleştirme sağlanır. Katkı maddeleri ile kullanılacak olan liflere farklı birçok özellik kazandırmak mümkündür. Genellikle liflerin özellikleri kullanılan katkı maddeleri ile belirlenir. Örneğin, su itici maddeler sayesinde kumaşlar su geçirmez hale gelirken, antimikrobiyal katkılar sayesinde tekstil ürünleri mikroorganizma oluşumunu önleyebilir. Ayrıca, liflere eklenen anti-statik ajanlar, elektrostatik birikimi azaltır. Bu iplikler, gelişmiş özelliklere sahip olmalarıyla tanınır ve kumaşların kalitesini, dayanıklılığını ve konforunu iyileştirerek geniş bir uygulama yelpazesi sunar.

UV ışımının tekstil malzemeleri üzerinde performans olarak olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu etkiler, dış ortamda kullanılacak ürünler için daha da önem içermektedir. UV ışımının olumsuz etkilerini azaltmak ve ürünlerin daha uzun süre kullanımını sağlamak amacıyla UV absorblayıcı katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bu sebeple hidroksifenil triazin (HPT) esaslı bir aktif madde poliester iplik üretimi sırasında lif yapısına katılarak tekstil ürünlerinin UV ışımalarına karşı gösterdikleri direnç artırılabilir.

Sentetik polimerlere güç tutuşur (FR) özellik kazandırmak için güç tutuşurluğu sağlayan kimyasallar lif çekimi öncesi ilave edilir. Bu kimyasallar organik halojen bileşikleri ile birlikte organik fosfor bileşiklerini ve antimon oksit bileşiklerini içermektedir. İnorganik güç tutuşurluk sağlayıcılar ise magnezyum hidroksit, borik asit ve hidratlı alüminyumdur. Etkili güç tutuşurluk kazandırabilmek için kullanılacak güç tutuşur maddenin bozunma sıcaklığının, polimerin bozunma sıcaklığına yakın olması gerekir (Chivas, Guillaume, Sainrat ve Barbosa, 2009).

PET liflerine FR özelliğinin kazandırılması için en etkili yöntem kopolimerizasyon yöntemidir. Polimer bozunması sırasında yanıcı gazların oluşumunu azaltmaktadır. Camsı kömürleşmiş tabaka oluşumu fosfor içerikli polimer yüzeyini maskeler. Karbon, bu kömürleşmiş tabakanın, CO oluşumuna oksitlenmeyi sınırlandırarak ekzotermik yanma ısını azaltır. Trifenil fosfin oksit içerikli PET liflerinin fosfor bileşikleri gaz fazında da aktif olabileceğini göstermişlerdir. Polimerik sistemlerin bazılarında katkı maddesi içerisindeki fosforun oksitlenme durumunun FR etkinliğinde etkisini gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Ticari önem taşıyan yanmayı geciktirici halojenli bileşikler (brom, klor bileşikleri) fosforlu bileşikler ve antimon oksitli halojenli malzemelerin bir karışımıdır. Bununla beraber bazı alkali metal tuzları ve metal oksitlerinin yanı sıra azot ve bor bileşikleri bazı polimerler için yanmayı geciktirici özellik göstermektedir. Polimer zincirinin içerisine giren FR katkı malzemeleri çok etkili olup bu özellik sayesinde kalıcı etki yapmaktadır. Yirmi beşten fazla ticari brom esaslı FR katkı maddeleri ve reaktif bileşikleri bulunmaktadır. Alifatik ve aromatik yapıda olan bileşikler ticari olarak kullanılmaktadır. Bazı brom bazlı FR'lara bromlu difenil oksitleri, bromlu fenol türevleri, tetrabromoftalikanhidrit ve türevleri örnek verilebilir. Brom / fosfor içerikli FR katkı maddeleri de bulunmaktadır. Ayrıca klor içerikli FR katkı maddeleri de mevcuttur.

Diğer bir FR katkı maddesi ise fosfor içerikli olanlardır. Bunlar da fosfat esterleri/fosfanatlar ve fosfin oksitleri olarak ayrılır.

Antibakteriyel lifler tekstil ürünlerini bakteri, mantar, küf ve diğer mikroorganizmaların gelişmelerine karşı korurken, lifin hasar görmesini ve kokuyu engellemektedir. Bakteri ve mikropları öldürmek veya büyümelerini engellemek için lif çekim çözeltisine ekstrüzyon öncesinde kimyasal eklenerek lif çekim esnasında lifin yapısına dâhil edilmektedir.

Tekstil ürünlerinde genellikle kullanılan antibakteriyel katkı maddeleri için metaller

ve metal tuzları (gümüş vb.), kuaterner amonyum tuzları, kitosan, trikolsan, N-halamin örnek verilebilir. Özellikle bu alanda kullanılan metal ve metal tuzları mikrop ve bakterilere karşı yüksek bir toksik etkiye sahiptir. Nano boyutlu metal ve metal oksit uygulamaları son zamanlarda yoğun ilgi görmektedir. Bu uygulamalar tekstilde esas olarak gümüş (Ag), titanyum dioksit (TiO₂), çinko oksit (ZnO) ve bakır (II) oksit üzerine odaklanmıştır.

Metal iyonlarının mikroorganizmalara karşı göstermiş oldukları direnç aşağıdaki gibi gösterilebilir:

Ag > Hg > Cu > Cd > Cr > Pb > Co > Au > Zn > Fe > Mn > Mo > Sn

Bu sebeple gümüş günümüzde en yaygın kullanılan antibakteriyel katkı maddesidir.

Kimyasal yapı ve boyanma özellikleri nedeniyle poliester iplik boyamaları 130°C derece sıcaklıkta, HT boyama makinelerinde yüksek basınç altında gerçekleştirilmektedir.

Poliesterin düşük sıcaklıkta boyanabilmesini sağlayan ve ticari olarak “easy dye” olarak adlandırılan iplikler ile boyamalar 102°C’de yapılabilir. Bu metodun en büyük avantajı, daha az boyarmadde ile koyu renklerin kolaylıkla elde edilmesidir. Bu yüzden bu tür liflerin kullanımı düşük boyama maliyetine sahip olup enerji tasarrufu yönünden etkili ve çevre dostu bir metottur. Ayrıca emniyetli bir sistemdir.

2.3. Kaynak Araştırması

Pal (1995) doktora tezinde mikroliflerin ve katyonik boyalarla boyanabilir PET (CDPET) liflerinin yalancı büküm ile tekstüre mekanizmalarını incelemiştir. Çekim oranı, D/Y oranı, birinci ısıtıcı sıcaklığı ve ısıtıcı temas süresi değişkenlerinin etkisi incelenmiştir. Sonuçlar, mikrolif ipliklerdeki kristalin bölge miktarının normal PET’den daha düşük, oryantasyonunun ise daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Dayanım ve kıvrım kısılması mikrolif PET ipliklerde, normal PET ipliklere göre daha düşük gözlenmiştir. Mikrolif PET’in boya alması daha düşük bulunmuştur. Mikrolif PET ipliklerde normal PET’e nazaran daha fazla filament kopuşu tespit edilmiştir.

CDPET'in dayanım özelliklerinin normal PET ipliklere göre daha düşük olduğu görülmüştür. CDPET'in dayanımının 190°C'ye kadar arttığı, ısıtıcı sıcaklığının daha sonraki artışlarında ise azaldığı gözlenmiştir. CDPET'in kıvrım kalıcılığı, normal PET'e göre daha düşük tespit edilmiştir. CDPET'in boya alımı ve filament kopuşları ise daha yüksek çıkmıştır.

Tavanai, Ataeian, Ghasemi ve Kargar (2007), yalancı büküm metodu ile tekstüre edilmiş süper parlak, yarı mat, gri ve siyah eriyikten boyalı PET ipliklerin özelliklerini karşılaştırmışlardır. En yüksek kristalinite değeri süper parlak ipliklerde gözlenmiştir. Titanyum dioksit ve siyah pigmentler tekstüre ipliklerin sürtünme katsayılarında bir artışa neden olmuştur. Bu katkıların etkisi ile tekstüre PET ipliklerin hacimlilik ve esneklik özellikleri gelişmiş ve büküm canlılığı artmıştır.

Özkan (2008), yüksek lisans tezinde, filament lineer yoğunluğu, lif kesit şekli ve sürekli filament ipliği oluşturan filament sayılarındaki farklılıkların, POY yalancı büküm yöntemi ile tekstüre edilmiş iplik karakteristiklerine olan etkisini incelemiştir.

Yıldırım, Altun ve Ulcay (2009a), birinci ısıtıcı sıcaklığının PET filamentlerin özelliklerine etkisi kopma mukavemeti, kopma uzaması, kaynama çekmesi, kıvrım kalıcılığı, kıvrım kısalması ve kristalinite ölçümleriyle incelemiştir. Çalışmalarında kristalinitenin 200°C civarında maksimuma ulaştığı ve ardından düşmeğe başladığı bulunmuştur. Kıvrım kararlılığında da benzer bir davranış gözlenmiştir. Isıtıcı sıcaklığı arttığında kopma mukavemeti ve kıvrım kısalması artmış, kaynama çekmesi ise azalmıştır.

Yıldırım, Altun ve Ulcay (2009b), D/Y oranı ve çekim oranının kıvrım, mekanik özellikler ve kristalinite üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çekim oranındaki artışla dayanımda artış, kıvrım kısalmasında azalma tespit edilmiştir. D/Y oranındaki artışla kıvrım kalıcılığında bir azalma gözlemlenmiştir. Değişen parametrelere bağlı olarak kristalinite değerlerinde belirgin bir değişiklik görülmemiştir.

Özkan ve Babaarslan (2010) çalışmalarında filament sayısının PET POY iplik ve bu iplikten elde edilmiş tekstüre iplik özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Sonuçta iplik kesitindeki filament sayısındaki artışın iplik düzgünsüzlüğünü olumsuz olarak etkilediği görülmüştür. Ayrıca POY iplik kesitinde artan filament sayısının mukavemet ve uzama değerlerini arttırdığı da gözlenmiştir. Yalancı büküm ile tekstüre edilmiş ipliklerde iplik numarası sabit kalmak şartıyla en az filament sayısına sahip olan ipliğin en fazla hacimliliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Tekstüre iplik kesitinde artan filament sayısı ile sıcakta çekme değerinin bir miktar azaldığı, daha sonra artan filament sayısı ile bu değer arttığı sonucu da elde edilmiştir.

Çelik, Sarıoğlu ve Kaynak (2018), yalancı büküm ile tekstüre işleminde, birinci ısıtıcı sıcaklığının ve çekim oranının PBT örme kumaşların patlama mukavemeti ve patlama yüksekliği üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda birinci ısıtıcı sıcaklığının kumaşların sadece patlama yüksekliği performansları üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Filamentlerin çekim oranlarının ise hem patlama mukavemeti hem de patlama yüksekliği üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu gözlemlemişlerdir.

Babaarslan, Telli, Gören (2019), çapraz kayışların kullanıldığı yalancı büküm tekstüre işlemi ile farklı yapı ve özelliklerdeki POY ile FDY PET esaslı filament iplikleri birleştirmiştir. Sabit FDY ve üç farklı POY malzeme, FDY'nin tekstüre fırınındaki durumu ve iki farklı çekim değeri kullanılması ile 12 farklı katlı birleştirilmiş iplik elde edilmiştir. Bu ipliklerde doğrusal yoğunluk tayini, kopma mukavemeti, kopma uzaması, kaynama çekmesi ve punta sayısı ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca tekstüre edilmiş ipliklerden üretilmiş kumaşların görsel etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen tekstüre katlı birleşik ipliklerin hem yapısal hem de görsel etki bakımından tek kat tekstüre ipliklere göre fark oluşturduğu gözlenmiştir.

Mohammadi, Abbasi ve Nouri (2019), yaşlanma ve birinci ısıtıcı sıcaklığının yalancı büküm yöntemi ile tekstüre edilmiş PBT ipliklerin mekanik ve kıvrım özellikleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada çekimsiz PBT iplik kullanılmıştır. Sonuçlar birinci ısıtıcı sıcaklığı arttığında, ipliğin dayanım ve kıvrım özelliklerinin arttığını, ısıl kısalma ve kopma uzaması değerlerinin ise azaldığını göstermiştir.

Özat (2019) yüksek lisans tezinde farklı enine kesit şekillerine sahip PET ipliklere uygulanan yalancı büküm tekstüre işleminin tekstüre edilmiş iplik ve bu ipliklerden örülmüş kumaş özelliklerine etkisi incelenmiştir. Belirlenen çekim oranı ve büküm elemanı kombinasyonu değerleri sabit tutularak, birinci ısıtıcı sıcaklığı değerlerinin dört farklı lif kesit şeklindeki tekstüre iplik özelliklerine ve bu ipliklerden örülen kumaş özelliklerine etkisi, FDY iplik özellikleri ile kıyaslanarak incelenmiştir.

Abbasi, Mohades Mojtahedi, ve Kotek (2020), PET şişelerin geri dönüşümü ile elde edilen PET liflerinin (R-PET) ve konvansiyonel PET (FG-PET) liflerinin tekstüre edilebilirliklerini incelemiş ve kıyaslamışlardır. Sonuçta her iki ipliğin de yalancı büküm ile tekstüre işleminden sonra kristalinitelerinin yarı çekimli ipliklere oranla arttığı gözlenmiştir. Tekstüre işleminden sonra her iki iplik de benzer kıvrım özellikleri göstermiştir. R-PET'in çekimli tekstüre işlemi için uygun olduğu sonucuna varmışlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada 167 dtex, kısmi oryante olmuş (POY) yarı mat PET iplikler kullanılmıştır. İplik özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir. İplikler ticari olarak temin edilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan ipliklerin özellikleri

NumuneKodu	İplik Cinsi	İplik Numarası,dtex	Filament Sayısı
PET-48	PET	167	48
FR-UVPET	Güç tutuşur ve UV ışınlarına karşı dayanımı arttırılmış PET		48
R-PET	Geri dönüştürülmüş PET		72
ABR-PET	Antibakteriyel (Ag partikül katkılı) geri dönüştürülmüş PET		72
PET-96	PET		96
EDPET	Dispers boyarmaddelerle kolay boyanma özelliğine sahip PET		96

3.2. Yöntem

3.2.1. İpliklerin Yalancı Büküm Yöntemi ile Tekstüre İşlemleri

Çalışmada kullanılan çekim oranı, fırın sıcaklığı, üretim hızı, D/Y oranı ve disk çeşidi yapılan ön çalışmalar neticesinde belirlenmiştir. Numuneler üretilirken besleme ipliğinin yanı sıra birinci fırın sıcaklığı, üretim hızı, çekim oranı ve D/Y oranı parametreleri de değiştirilmiştir. Çalışmada poliüretan friksiyon diskleri 1-5-1 şeklinde kullanılmıştır.

Toplam 51 adet numune üretilmiştir. Numunelerin üretim parametreleri ve numunelere verilen kodlar Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Çalışmada üretilen iplik numuneleri ve verilen kodlar

İplik Kodu	İplik Cinsi	Birinci Fırın Sıcaklığı, °C	Üretim Hızı, m/dak	Çekim Oranı	D/Y oranı
EDPET-1	Dispers boyarmaddelerle kolay boyanma özelliğine sahip PET	190	400	1,7	2,1
EDPET-2		190	500	1,7	2,1
EDPET-3		190	600	1,7	2,1
EDPET-4		170	500	1,7	2,1
EDPET-5		210	500	1,7	2,1
EDPET-6		190	500	1,65	2,1
EDPET-7		190	500	1,75	2,1
EDPET-8		190	500	1,7	1,85
EDPET-9		190	500	1,7	2,6
PET-96-1	167 dtex, 96 filamentli PET	190	400	1,7	2,1
PET-96-2		190	500	1,7	2,1
PET-96-3		190	600	1,7	2,1
PET-96-4		170	500	1,7	2,1
PET-96-5		210	500	1,7	2,1
PET-96-6		190	500	1,65	2,1
PET-96-7		190	500	1,75	2,1
PET-96-8		190	500	1,7	1,85
PET-96-9		190	500	1,7	2,6
FR-UVPET-1	Güç tutuşur ve UV ışınlarına karşı dayanımı arttırılmış PET	175	500	1,7	2,1
FR-UVPET-2		175	600	1,7	2,1
FR-UVPET-3		175	700	1,7	2,1
FR-UVPET-4		155	600	1,7	2,1
FR-UVPET-5		195	600	1,7	2,1
FR-UVPET-6		175	600	1,65	2,1
FR-UVPET-7		175	600	1,75	2,1
FR-UVPET-8		175	600	1,7	1,6
FR-UVPET-9		175	600	1,7	2,6
PET-48-1	167 dtex, 48 filamentli PET	175	500	1,7	2,1
PET-48-2		175	600	1,7	2,1
PET-48-3		175	700	1,7	2,1
PET-48-4		155	600	1,7	2,1
PET-48-5		195	600	1,7	2,1
PET-48-6		175	600	1,65	2,1
PET-48-7		175	600	1,75	2,1
PET-48-8		175	600	1,7	1,6
PET-48-9		175	600	1,7	2,6
ABR-PET-1	Antibakteriyel geri dönüştürülmüş PET	175	550	1,8	2,1
ABR-PET-2		175	650	1,8	2,1
ABR-PET-3		175	750	1,8	2,1
ABR-PET-4		155	650	1,8	2,1
ABR-PET-5		195	650	1,8	2,1
ABR-PET-6		175	650	1,75	2,1
ABR-PET-7		175	650	1,7	2,1
ABR-PET-8		175	650	1,8	1,6
ABR-PET-9		175	650	1,8	2,6

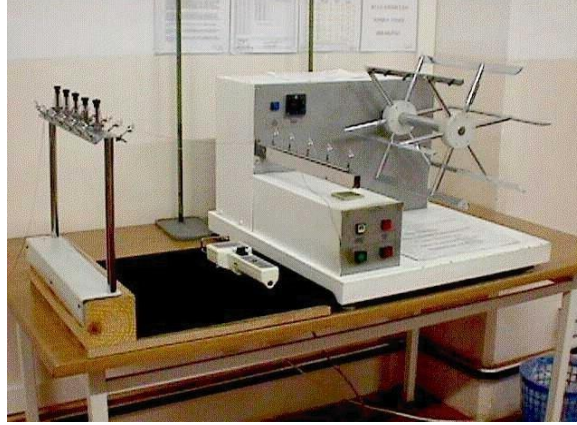
Çizelge 3.2. Çalışmada üretilen iplik numuneleri ve verilen kodlar (devam)

İplik Kodu	İplik Cinsi	Birinci Fırın Sıcaklığı, °C	Üretim Hızı, m/dak	Çekim Oranı	D/Y oranı
R-PET-1	167 dtex, 72 Filamentli R-PET	175	550	1,8	2,1
R-PET-2		175	650	1,8	2,1
R-PET-3		175	750	1,8	2,1
R-PET-4		155	650	1,8	2,1
R-PET-5		195	650	1,8	2,1
R-PET-6		175	650	1,75	2,1
R-PET-7		175	650	1,7	2,1
R-PET-8		175	650	1,8	1,6
R-PET-9		175	650	1,8	2,6

3.2.2. İpliklere Uygulanan Testler

İplik Numarası Tayini

İpliklerin numara tayinleri DIN EN ISO 2060 standardına göre yapılmıştır. Numuneler iklimlendirildikten sonra ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçüm yapılırken iplik, gerilim ayar kılavuzundan geçirilerek çıkırığa bağlanır. Gerilim 0,05 g/den olarak ayarlanır ve belirlenmiş olan sarım sayısı kadar çıkırığa sarılan iplik çıkırıktan alınarak tartılır. İpliğin numarasını belirlemek için hassas terazide tartılan değer dtex için 10000 m ile, denye için 9000 m ile çarpılıp, sarılan iplik uzunluk metresine bölünerek iplik numarası tayin edilir.



Şekil 3.1.İplik numarası tayininde kullanılan çıkırık

Kesit Kontrolü

Lif kesitlerinin belirlenmesi amacıyla kesit kontrolü yapılmıştır. Donanım olarak mikroskop, farklı renkte fon iplik, delikli plaka, tel ve jilet kullanılmıştır.

Delikli plakanın delik kısmından kesiti belirlenecek numune iplik bir miktar da farklı renkte fon iplik ile birlikte halka içine yerleştirilmiştir. Delikli kısmın ikitarafındaki fazla olan iplikler jilet ile kesilmiştir. Daha sonra plaka mikroskoba yerleştirilip numuneler incelenmiştir.

Çekme Deneyleri

Yalancı büküm yöntemi ile tekstüre edilmiş ipliklerin çekme deneyleri, DIN EN ISO 2062 standardına göre Statimat-ME test cihazında yapılmıştır. Testten önce numuneler iklimlendirilmiştir. Ölçümlerde iplikleri tutan kısıkaçlar arasındaki mesafe 500 ± 1 mm olarak ayarlanarak testin hızı ipliğin kopma süresi 20 sn olacak şekilde ayarlanmıştır. Cihaz, çekme testlerine başlamadan önce iplik numarasını otomatik olarak ölçer ve bu ölçüm dayanım değeri belirlemede kullanılır. Kopma anındaki uzama değeri o numuneye ait % uzama değeridir. Kopma kuvvetinin iplik numarasına bölünmesiyle dedayanım hesaplanmış olur. Cihaz beş kez testi tekrarlayarak ortalama değeri verir.



Şekil 3.2. Statimat-ME test cihazı

Kıvrım değerleri ölçümleri

Kıvrım ölçüm değerleri DIN 53840-T1 standardına göre Texturmat Me test cihazında yapılmıştır. Ölçüm yapılabilmesi için iplikler çile olarak hazırlanmıştır. Çile hazırlığı 555 dtex'ten ince olan ipliklerde 2500 dtex, 555 dtex'ten kalın olan ipliklerde ise 10000 dtex olacak şekilde yapılmıştır. Çileler magazine yerleştirildikten sonra fırında 120°C'de 10 dk bekletilir ve kıvrım oluşumu gerçekleştirilmiş olur. Fırından çıkarılan magazin laboratuvar ortamında 30 dk bekletilir. Cihaz sırasıyla 500 g (2 cN/tex) ağırlıkta “Lg” uzunluğunu, 2,50 g (0,01 cN/tex) ağırlıkta “Lz” uzunluğunu, 25 g (0,10 cN/tex) ağırlıkta “Lf” uzunluğunu ve 2500 g (10 cN/Tex) ağırlığa takiben 2,50 g (0,01 cN/Tex) ağırlıkta “Lb” uzunluğu ölçmektedir. Cihaz magazini 5 tur çevirerek ölçüm yapmıştır.

Değerlendirme

$$\% CC \text{ (Kıvrım Kısalması)} = [(Lg - Lz)/Lg] \cdot 100$$

$$\% CM \text{ (Kıvrım Modülü)} = [(Lg - Lf)/Lg] \cdot 100$$

$$\% CS \text{ (Kıvrım Kalıcılığı)} = [(Lg - Lb)/(Lz - Lb)] \cdot 100$$

Belirtilen bu formüllere göre cihaz magazini 5 tur çevirerek sonuçları otomatik olarak hesaplamıştır.



Şekil 3.3. Texturmat Me Cihazı

Kaynama Çekme Ölçümleri

Kaynama çekme testi ölçümleri DIN EN 14621 standardına göre Texturmat Me test cihazında gerçekleştirilmiştir. Ölçüm için çile halinde iplikler hazırlanmıştır. Magazin aparatına yerleştirilen çile halindeki her iplik numunesine 2 cN/tex (500 gr) kuvvet uygulanarak ilk uzunluk (Lo) ölçülür. Ardından magazin, 95°C sıcak suda 10 dakika bekletilir. Magazin çıkarılarak 2 saat laboratuvar ortamında bekletildikten sonra iplik numunelerine başlangıçtaki 2 cN/tex kuvvet uygulanarak son boyları (Lg) ölçülür.

Değerlendirme

$$\% \text{ kaynama çekme} = [(Lo - Lg) / Lo] \cdot 100$$

Belirtilen bu formül ile kaynama çekme değeri bulunmuş olur. Aynı işlem 5 kez tekrarlanarak ortalama değer alınır.

Çorap Örne İle Boya Kontrolü

Üretimi yapılan ipliklerin kumaş haline geldiğinde oluşabilecek boya alım hatalarını önlemek amacıyla, çorap örme makinesinde üretilen bütün iplikler yaklaşık 3 cm olacak kadar örülerek boyama işlemi yapılmıştır.

Çorabı örülen numuneler boya alım kontrolü için yaklaşık 95°C’de 2,5 saat boyanarak ve kurutma fırınında 15 dakika bekletilerek işlem tamamlanmıştır.



4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada farklı katkılı PET ipliklerin yalancı büküm ile tekstüre edilebilirlikleri aynı numara ve filament sayısına sahip, katkısız PET iplikler ile karşılaştırılmıştır. Yalancı büküm ile tekstüre parametrelerinden birinci ısıtıcı sıcaklığı, çekim oranı, D/Y oranı ve üretim hızı değiştirilerek bu parametrelerin farklı besleme iplikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

4.1. ABR-PET ve R-PET İpliklerinin Test Sonuçları

ABR-PET ve R-PET'e ait iplik numarası, dayanım ve kopma uzaması değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Bu iplik grubunda ABR-PET-3, ABR-PET-5 ve ABR-PET-8 kodlu iplikler besleme ipliğindeki sorunlar nedeniyle üretilmemiştir.

Çizelge 4.1. ABR-PET ve R-PET'in iplik numarası, dayanım ve kopma uzaması değerleri

İplik Kodu	İplik Numarası, dtex	Dayanım, cN/dtex	Kopma Uzaması, %
ABR- PET-1	163	2,93	15,30
ABR- PET-2	163	2,80	13,80
ABR- PET-3	-	-	-
ABR- PET-4	163	2,69	12,80
ABR- PET-5	-	-	-
ABR- PET-6	168	2,22	9,40
ABR- PET-7	172	2,20	10,50
ABR- PET-8	-	-	-
ABR- PET-9	163	2,74	13,90
R-PET-1	159	3,91	19,80
R-PET-2	159	3,72	18,80
R-PET-3	159	3,58	16,30
R-PET-4	159	3,58	18,60
R-PET-5	159	3,85	19,30
R-PET-6	163	3,49	21,40
R-PET-7	155	3,89	16,10
R-PET-8	162	3,50	18,10
R-PET-9	159	3,71	18,00

ABR-PET ipliklerde birinci fırın sıcaklığındaki artış ile dayanım ve kopma uzaması değerlerinde azalma gözlenmiştir. İplik numarasında ise bir değişim gözlenmemiştir. R-PET ipliklerin de benzer davranış gösterdiği tespit edilmiştir.

Üretim hızındaki artış ile iplik numarasında bir değişim gözlenmezken, dayanım ve kopma uzaması değerlerinde azalma meydana gelmiştir. R-PET iplikler de ABR-PET iplikler ile benzer davranış göstermiştir.

Çekim oranındaki artış ABR-PET ve R-PET ipliklerin iplik numaralarında azalmaya, dayanımlarında ise artışa neden olmuştur. ABR-PET ipliklerin kopma uzaması değerlerinde önce azalma sonra ise artış gözlenmiştir. R-PET ipliklerde çekim oranındaki artışın etkisiyle kopma uzaması değerlerinde azalma görülmüştür.

D/Y oranındaki artış ABR-PET ipliklerin iplik numaralarında bir değişime neden olmazken, dayanımlarında azalmaya, kopma uzamalarında ise artışa neden olmuştur. R-PET ipliklerde D/Y oranındaki artışla birlikte iplik numarasında önce azalma ve sonra stabil kalma, dayanımda azalma ve kopma uzamasında önce bir artış sonra azalma gözlenmiştir.

ABR-PET ve R-PET'e ait kıvrım ve kaynama çekmesi değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Artan fırın sıcaklığı ABR-PET ipliklerin kıvrım kısılması, kıvrım modülü ve kıvrım kalıcılığı değerlerinde artışa, kaynama çekmesi değerinde ise azalmaya neden olmuştur. Benzer davranış R-PET ipliklerde de gözlenmiştir.

Üretim hızı arttıkça ABR-PET ipliklerin kıvrım kısılması, kıvrım modülü ve kaynama çekmesi değerlerinde artış, kaynama kalıcılığı değerinde ise azalma gözlenmiştir. R-PET ipliklerde üretim hızındaki artışa bağlı olarak kıvrım kısılması, kıvrım modülü ve kıvrım kalıcılığı değerlerinde azalma, kaynama çekmesinde ise artış görülmüştür.

Çizelge 4.2. ABR-PET ve R-PET'in kıvrım ve kaynama çekmesi değerleri

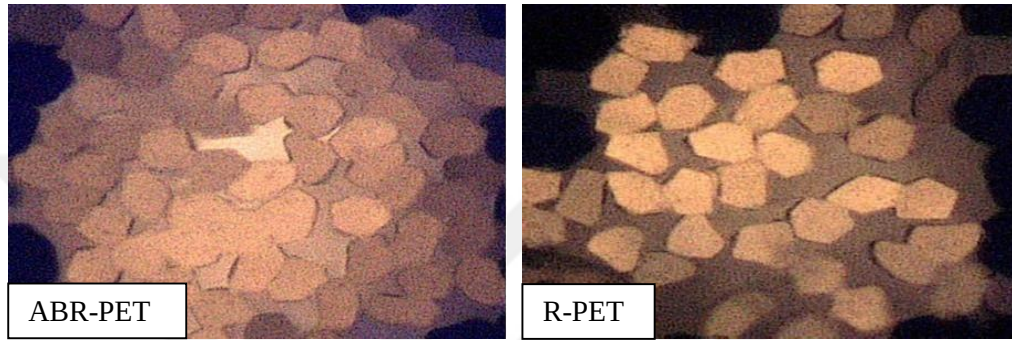
İplik Kodu	Kıvrım Kısalması, %	Kıvrım Modülü, %	Kıvrım Kalıcılığı, %	Kaynama Çekmesi, %
ABR- PET-1	6,5	2,2	97,4	3
ABR-PET-2	11,2	6,7	69,3	3,4
ABR-PET-3	-	-	-	-
ABR-PET-4	7,6	4,8	57,8	4,4
ABR-PET-5	-	-	-	-
ABR-PET-6	6,9	3,8	61,7	4
ABR-PET-7	8,4	4,5	60,8	4,2
ABR-PET-8	-	-	-	-
ABR-PET-9	14,4	8,6	76,1	3,3
R-PET-1	23,3	12,9	81,2	3,2
R-PET-2	22,1	12,3	80,8	3,4
R-PET-3	21,2	11,8	80,1	3,6
R-PET-4	14,7	8,5	75,6	4,4
R-PET-5	30,0	16,2	84,3	3
R-PET-6	24,6	13,4	80,7	3,2
R-PET-7	20,4	11,3	79,7	3,7
R-PET-8	13,8	7,4	79,2	4,1
R-PET-9	22,9	12,7	80,8	3,4

Çekim oranındaki artış ABR-PET ipliklerin kıvrım kısalması ve kıvrım modülü değerlerinde önce bir azalma sonra ise artışa neden olmuştur. Kıvrım kalıcılığı değerinde artış gözlenirken kaynama çekmesi değerinde azalma tespit edilmiştir. R-PET ipliklerde çekim oranındaki artış kıvrım kısalması ve kıvrım modülü değerlerinde azalmaya, kaynama çekmesinde ise artışa neden olmuştur. Kıvrım kalıcılığı değerinde önce artış sonra azalma gözlenmiştir.

D/Y oranındaki artış ABR-PET ipliklerin kıvrım kısalması, kıvrım modülü ve kıvrım kalıcılığı değerlerinde artışa, kaynama çekmesi değerinde ise azalmaya neden olmuştur. R-PET ipliklerde D/Y oranındaki artışla kıvrım kısalması ve modülü değerlerinde artış gözlenmiştir. Kıvrım kalıcılığı ve kaynama çekmesi değerlerinde ise önce azalma görülmüştür. D/Y değerindeki artan artış miktarı kıvrım kalıcılığı ve kaynama çekmesi değerlerinde bir değişime neden olmamıştır.

ABR-PET ve R-PET ipliklerin iplik numarası, dayanım ve kopma uzaması değerleri kıyaslandığında genel olarak ABR-PET ipliklerin daha yüksek iplik numarası, daha düşük dayanım ve kopma uzaması değerleri verdiği tespit edilmiştir.

ABR-PET ve R-PET filamentlerinin enine kesit görüntüleri Şekil 4.1’de verilmiştir. Tekstüre işlemine bağlı olarak enine kesitteki deformasyon Şekil 4.1’de gözlenmektedir.



Şekil 4.1. ABR-PET ve R-PET’in enine kesit görüntüleri

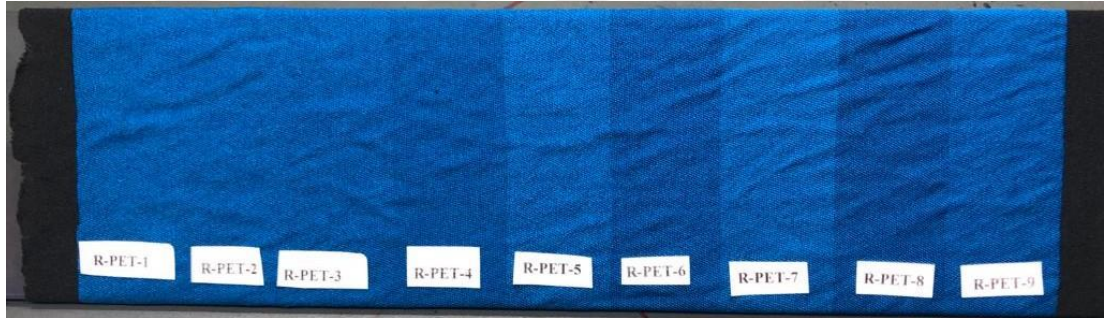
ABR-PET ve R-PET ipliklerden örülen çorapların boyama sonrası görüntüleri Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’te verilmiştir. Antibakteriyel iplikler incelendiğinde ABR-PET6 ve ABR-PET7 kodlu ipliklerin daha çok boya aldığı gözlenmiştir. Bu iplikler çekim oranının daha az olduğu ipliklerdir. Çekim oranı arttıkça filamentlerdeki amorf bölge miktarı azalmaktadır, bu da boya alımını azaltmaktadır. Bu durum boyanmış çorapların görüntülerinde net bir şekilde gözlenmektedir.

R-PET kodlu ipliklerde R-PET4, R-PET6 ve R-PET8 kodlu ipliklerin yapılarına daha çok boyarmadde aldıkları gözlenmektedir. İpliklerin yapılarına daha çok boyarmadde almaları, daha koyu renkte boyanmaları, amorf bölge miktarının fazla olduğunu göstermektedir. R-PET4 kodlu iplik birinci ısıtıcı sıcaklığının en düşük olduğu ipliklerdir. Birinci ısıtıcı sıcaklığının düşük olması filamentlerin kristallenmesini olumsuz olarak etkilemiştir. Dolayısıyla iplikte amorf bölge miktarı diğer ipliklere nazaran daha yüksek olmuştur. Bu durum da ipliklerin daha koyu renklerde boyanmasına neden olmuştur. R-PET-6 kodlu iplik çekim oranının daha düşük olduğu ipliklerdir. Çekim oranı düşük olduğu zaman filamentlerdeki amorf bölge

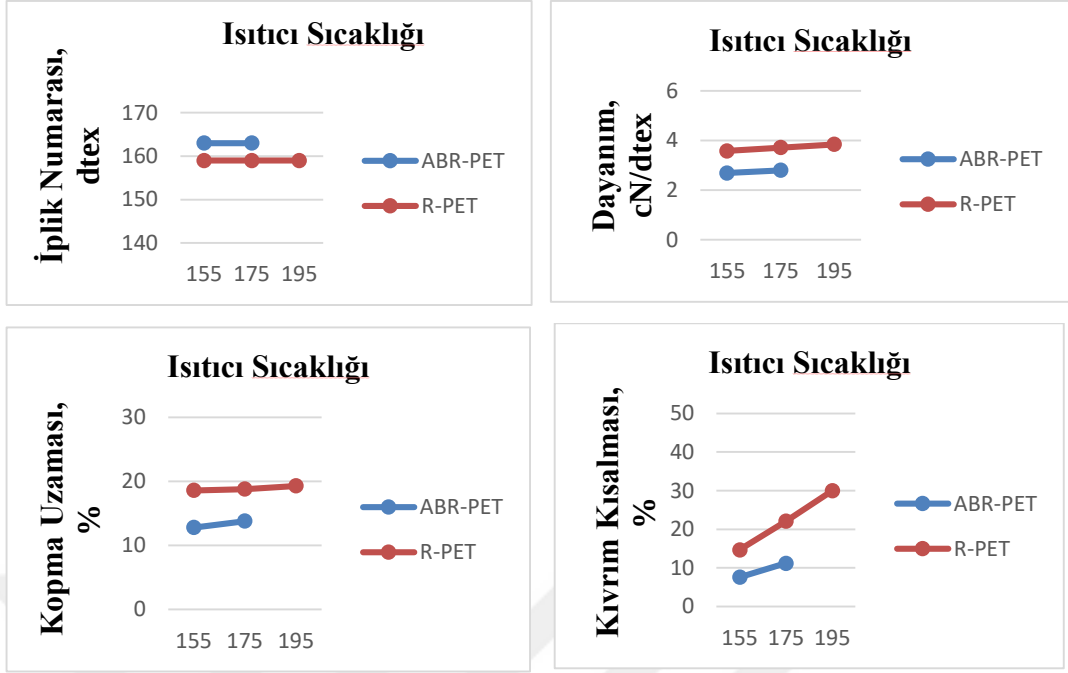
miktarı daha fazla olmaktadır. Bu durum da ipliklerin boya alma davranışlarında kendini göstermektedir. R-PET-8 kodlu iplik de D/Y oranının en düşük olduğu ipliklerdir. Buradan D/Y oranının iç yapı üzerindeki etkisi görülmektedir.



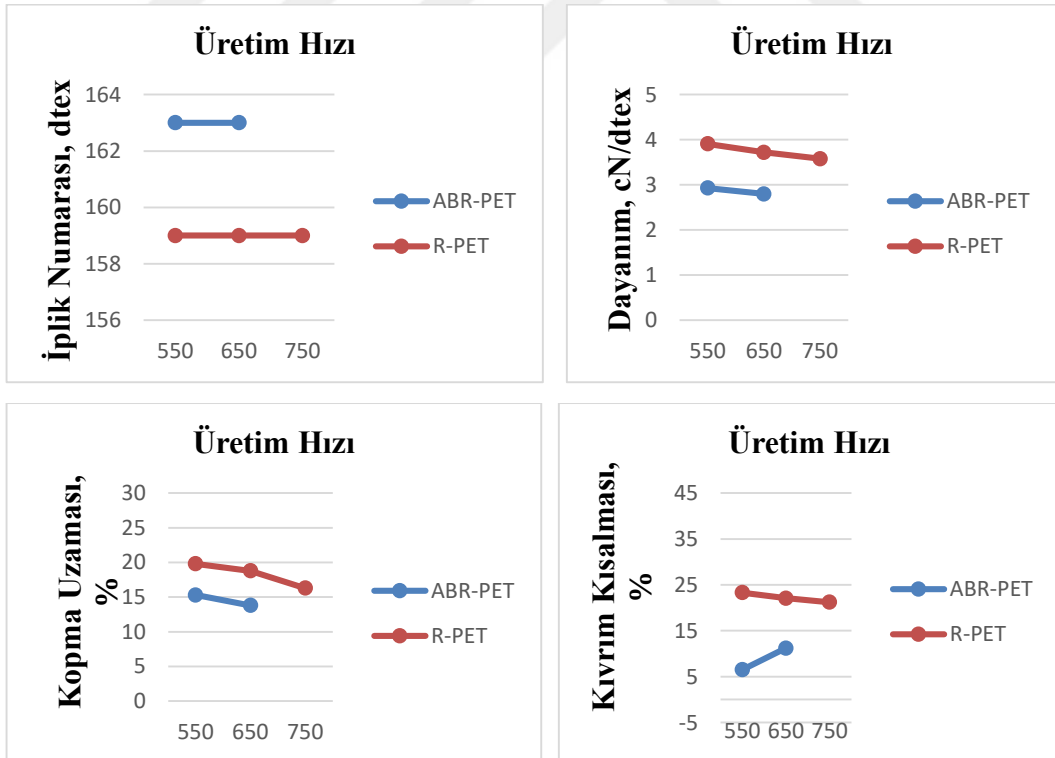
Şekil 4.2. ABR-PET ipliklerden örülmüş çorabın boyama sonrası görüntüsü



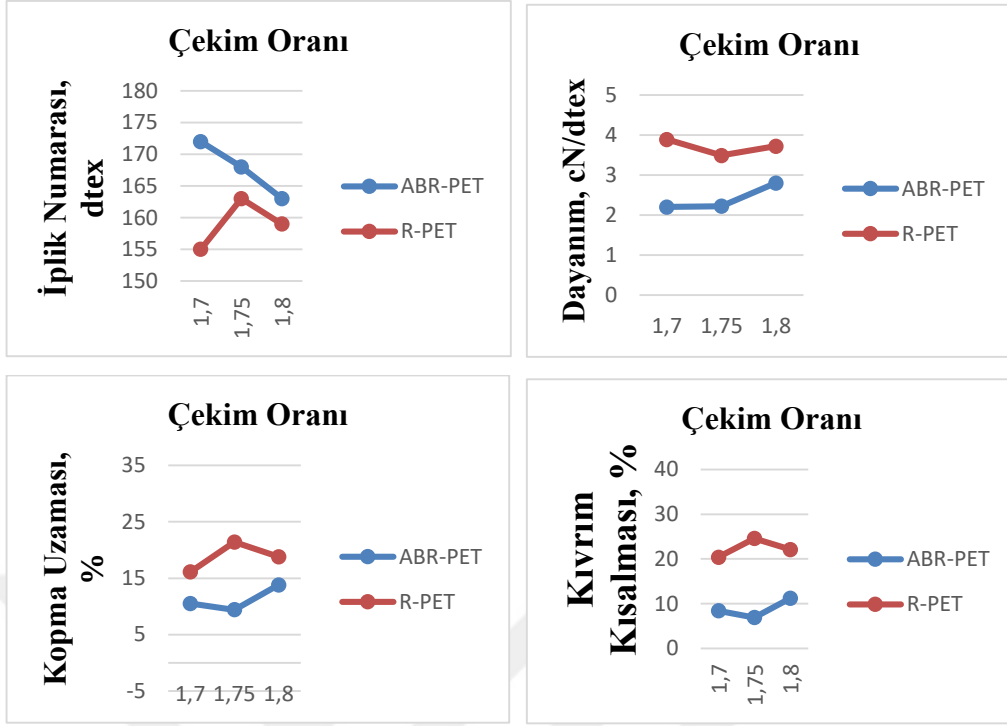
Şekil 4.3. R-PET ipliklerden örülmüş çorabın boyama sonrası görüntüsü



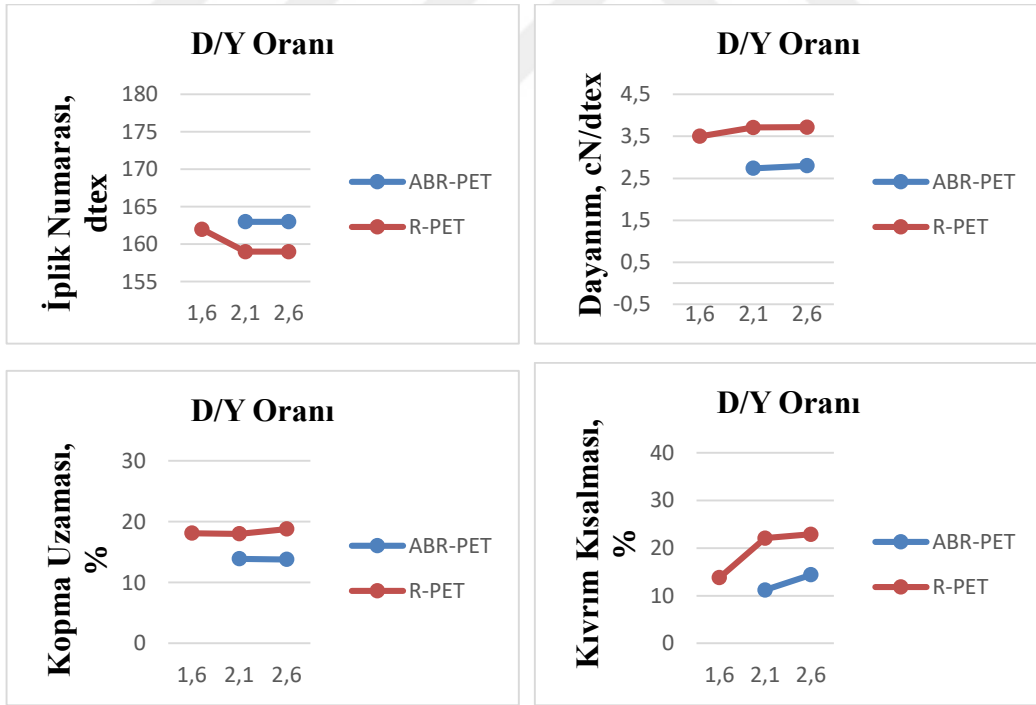
Şekil 4.4. Birinci ısıtıcı sıcaklığının ABR-PET ve R-PET iplikleri üzerine etkisi



Şekil 4.5. Üretim hızının ABR-PET ve R-PET iplikleri üzerine etkisi



Şekil 4.6. Çekim oranının ABR-PET ve R-PET iplikleri üzerine etkisi



Şekil 4.7. D/Y oranının ABR-PET ve R-PET iplikleri üzerine etkisi

4.2. FR-UVPET ve PET-48 İpliklerinin Test Sonuçları

FR-UVPET ve PET-48'e ait iplik numarası, dayanım ve kopma uzaması değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Birinci ısıtıcı sıcaklığındaki artışın FR-UVPET'in iplik numarasında önce bir değişime neden olmadığı ancak artan sıcaklıklarda azalmaya neden olduğu gözlenmiştir. Fırın sıcaklığındaki artışın FR-UVPET ipliklerin dayanım ve kopma uzaması değerlerinde artışa neden olduğu tespit edilmiştir.

PET-48 ipliklerde birinci ısıtıcı sıcaklığı iplik numarasında bir değişime neden olmamıştır. Isıtıcı sıcaklığındaki artış dayanımı arttırırken kopma uzamasında önce azalmaya sonra ise artışa neden olmuştur.

Üretim hızındaki artış FR-UVPET ipliklerin iplik numaralarında önce bir değişime neden olmazken daha sonra artışa neden olmuştur. Dayanım değerlerinde önce bir değişim meydana gelmemiş, daha sonra azalma meydana gelmiştir. Kopma uzaması değerlerinde ise önce bir artış daha sonra ise azalma gözlenmiştir.

PET-48 ipliklerde üretim hızındaki artışa bağlı olarak iplik numarası ve dayanım değerlerinde önce artış daha sonra ise azalma tespit edilmiştir. Kopma uzaması değerlerinde ise azalma meydana gelmiştir.

Çekim oranındaki artış FR-UVPET ve PET-48 kodlu ipliklerin iplik numarası ve kopma uzaması değerlerinde azalmaya, dayanım değerlerinde ise artışa neden olmuştur.

Çizelge 4.3. FR-VPET ve PET-48'in iplik numarası, dayanım ve kopma uzaması değerleri

İplik Kodu	İplik Numarası, dtex	Dayanım, cN/dtex	Kopma Uzaması, %
PET-48-1	161	3,97	26,8
PET-48-2	162	4,01	25,8
PET-48-3	161	3,92	22,8
PET-48-4	162	3,89	28,0
PET-48-5	162	4,25	26,7
PET-48-6	166	3,84	31,4
PET-48-7	160	4,03	22,6
PET-48-8	165	3,83	26,9
PET-48-9	163	4,02	27,0
FR-VPET-1	172	3,62	22,3
FR-VPET-2	172	3,62	22,4
FR-VPET-3	173	3,47	18,7
FR-VPET-4	172	3,46	20,8
FR-VPET-5	171	3,83	23
FR-VPET-6	177	3,5	25,2
FR-VPET-7	167	3,77	19,5
FR-VPET-8	176	3,33	18,7
FR-VPET-9	172	3,65	22,8

D/Y oranındaki artışa bağlı olarak FR-VPET ipliklerin iplik numaralarında önce azalma daha sonra ise stabil kalma gözlenmiştir. Bu ipliklerin dayanım ve kopma uzaması değerlerinde ise artış gözlenmiştir.

PET-48 ipliklerde D/Y oranındaki artışa bağlı olarak iplik numarası ve kopma uzaması değerlerinde önce azalma daha sonra ise artış görülmüştür. Dayanımda ise artış tespit edilmiştir.

FR-VPET ve PET-48 ipliklere ait kıvrım ve kaynama çekmesi değerleri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. FR-UNPET ve PET-48'in kıvrım ve kaynama çekmesi değerleri

İplik Kodu	Kıvrım Kısılması, %	Kıvrım Modülü, %	Kıvrım Kalıcılığı, %	Kaynama Çekmesi, %
PET-48-1	40,3	24,5	91,8	2,9
PET-48-2	35,3	19,6	89,4	3,1
PET-48-3	37,5	22,4	90,4	3,2
PET-48-4	26,3	15,7	82,8	3,8
PET-48-5	44,2	27,6	93,8	2,6
PET-48-6	35,4	20,0	83,9	2,9
PET-48-7	31,9	17,8	82,8	3,1
PET-48-8	16,6	9,1	77,9	4,7
PET-48-9	34,2	19,8	85,2	3,0
FR-UNPET-1	20,6	12	58,4	4,3
FR-UNPET-2	17,2	10,3	54,3	4,7
FR-UNPET-3	15,5	9,4	50,9	4,9
FR-UNPET-4	11,6	7,4	38,7	5,9
FR-UNPET-5	22,6	12,9	62,8	4,1
FR-UNPET-6	19	11,2	56,6	4,4
FR-UNPET-7	16,2	10	52,6	4,9
FR-UNPET-8	5,8	3,3	12,6	7
FR-UNPET- 9	16,3	10,2	54,3	4,6

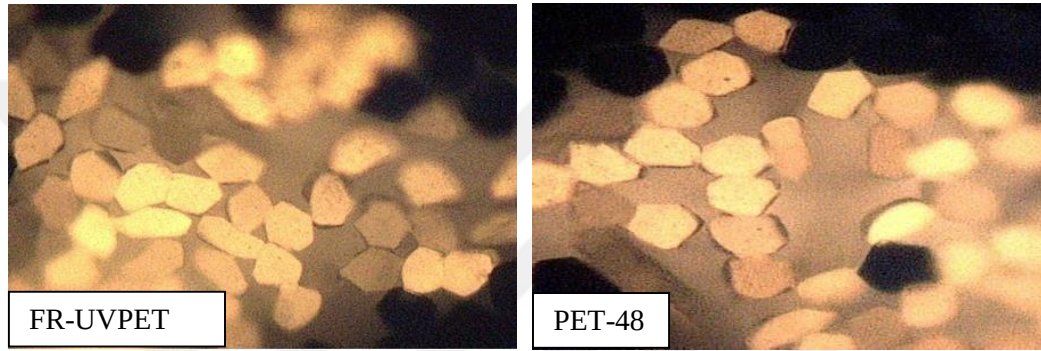
Isıtıcı sıcaklığındaki artışın FR-UNPET ve PET-48'in kıvrım ve kaynama çekmesi değerlerinde benzer etkiyi yaptığı gözlenmiştir. Her iki iplik grubunda da ısıtıcı sıcaklığındaki artışa bağlı olarak kıvrım kısılması, kıvrım modülü ve kıvrım kalıcılığı değerlerinde artış gözlenirken kaynama çekmesi değerinde azalma meydana gelmiştir.

Üretim hızındaki artış FR-UNPET ipliklerin kıvrım kısılması, kıvrım modülü ve kıvrım kalıcılığı değerlerini azaltırken kaynama çekmesinde artışa neden olmuştur. PET-48 kodlu ipliklerde ise üretim hızındaki artış kıvrım kısılması, kıvrım modülü ve kıvrım kalıcılığı değerlerinde önce azalmaya sonra ise artışa neden olmuştur. Kaynama çekmesi değerlerinde ise artış gözlenmiştir.

Çekim oranı arttıkça FR-UNPET ve PET-48 ipliklerin kıvrım kısılması ve kıvrım modülü değerlerinde azalma gözlenmiştir. FR-UNPET ipliklerin kıvrım kalıcılığı değerlerinde önce artış sonra azalma görülmüştür. FR-UNPET ipliklerin kaynama

çekmesi değeriinde önce artış sonra stabil kalma gözlenmiştir. PET-48 ipliklerde ise kıvrım kalıcılığında azalma, kaynama çekmesinde ise artış tespit edilmiştir.

D/Y oranındaki artışa bağılı olarak FR-UVPET ipliklerin kıvrım kısalması ve kıvrım modülü değeriinde önce artış, sonra azalma, kıvrım kalıcılığı değeriinde önce artış sonra stabil kalma, kaynama çekmesi değeriinde ise azalma meydana gelmiştir. PET-48 kodlu ipliklerde ise kıvrım kısalması ve kıvrım kalıcılığında önce artış, sonra azalma, kıvrım modülünde artış, kaynama çekmesinde ise azalma meydana gelmiştir.



Şekil 4.8. FR-UVPET ve PET-48'in enine kesit görüntüleri

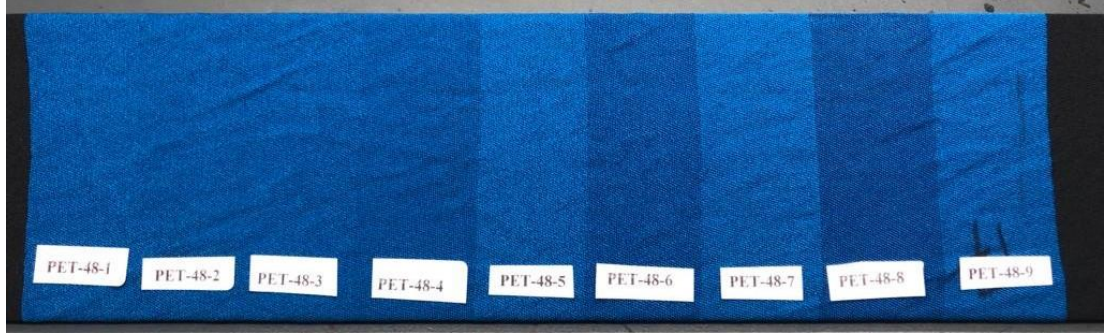
FR-UVPET ve PET-48 filamentlerinin enine kesit görüntüleri Şekil 4.4'te verilmiştir. Tekstüre işlemine bağılı olarak enine kesitteki deformasyon şekilde gözlenmektedir.

FR-UVPET ve PET-48 ipliklerden örülen çorapların boyama sonrası görüntüleri Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'te verilmiştir. Görüntüler genel olarak incelendiğinde, FR-UVPET grubundaki ipliklerin PET-48 kodlu ipliklere oranla daha çok boya aldığı gözlenmiştir. FR-UVPET ipliklerde FR-UVPET-6 ve FR-UVPET-8 kodlu ipliklerin daha koyu renklerde boyandığı görülmüştür. FR-UVPET-6 kodlu iplik çekim oranının en düşük olduğu iplik, FR-UVPET-8 ise D/Y oranının en düşük olduğu iplik. Bu durum çekim oranı ve D/Y oranının ipliğin iç yapısı üzerindeki etkisini göstermektedir. Bu ipliklerde kendi grubundaki diğer ipliklere göre daha düşük miktarda kristalin bölge olması, boya alımlarının daha fazla olmasına neden olmuştur.

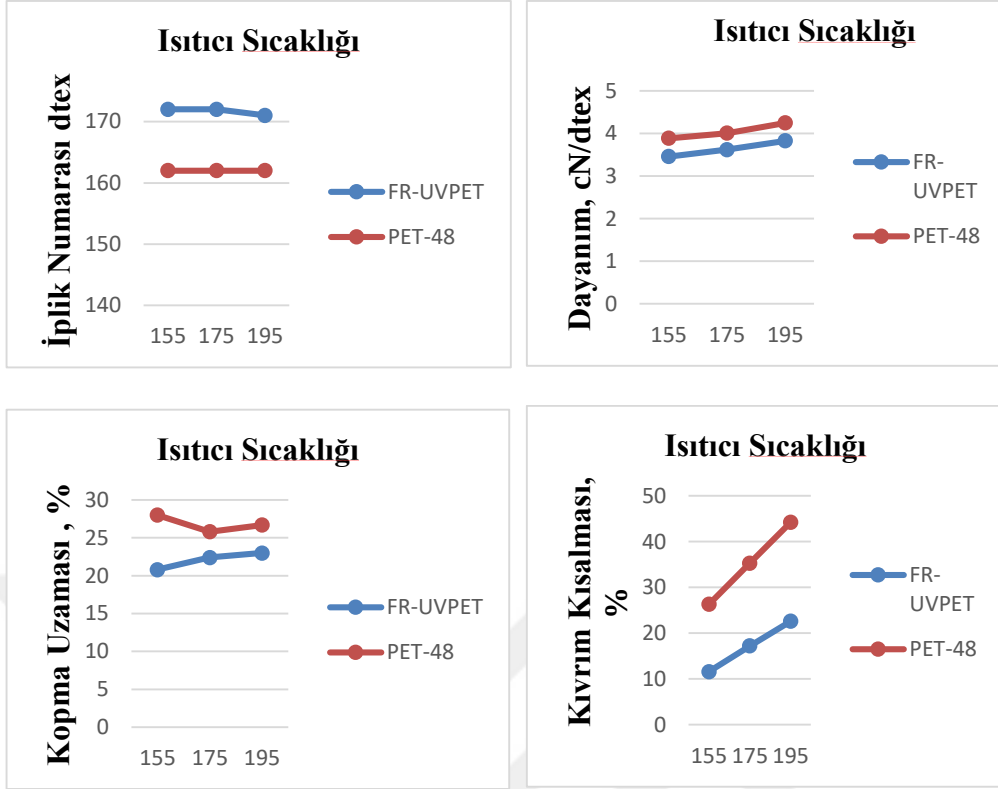
PET-48 kodlu ipliklerde PET48-4 (birinci ısıtıcı sıcaklığının en düşük olduğu iplik), PET48-6 (çekim oranının en düşük olduğu iplik) ve PET48-8 (D/Y oranı en düşük iplik) kodlu ipliklerin en koyu renkleri verdikleri gözlenmiştir. İpliklerin koyu renkli olması amorf bölge miktarlarının fazla olduğunu göstermektedir. Bu durumda da birinci ısıtıcı sıcaklığının, çekim oranının ve D/Y oranının ipliğin iç yapısı üzerindeki etkisi net bir şekilde görülmektedir.



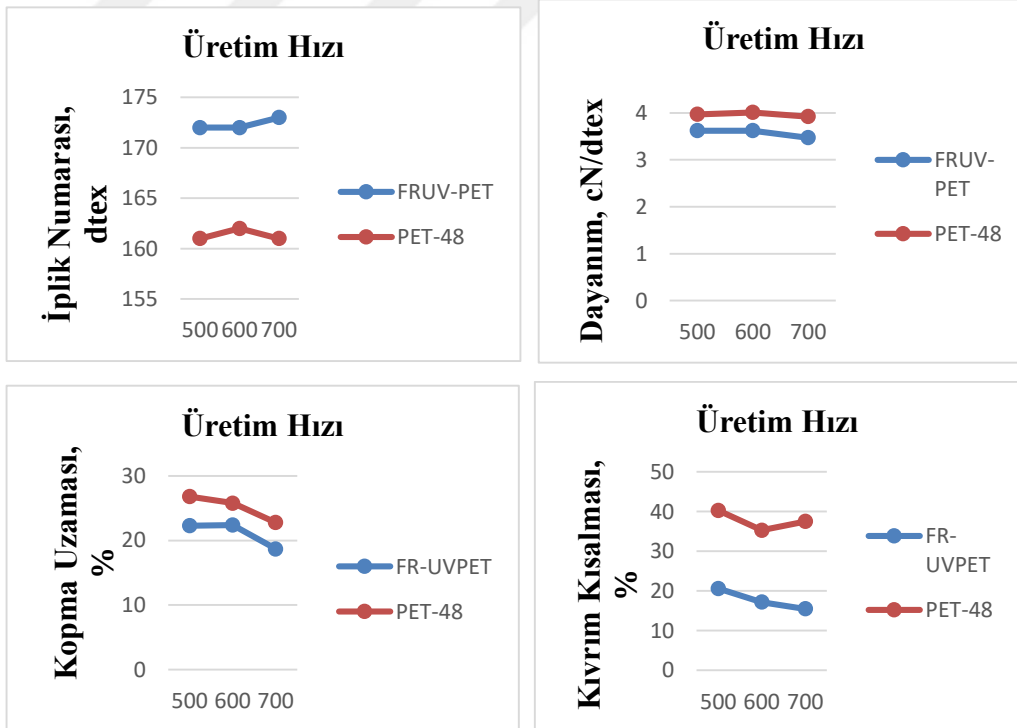
Şekil 4.9. FR-UVPET ipliklerden örülmüş çorabın boyama sonrası görüntüsü



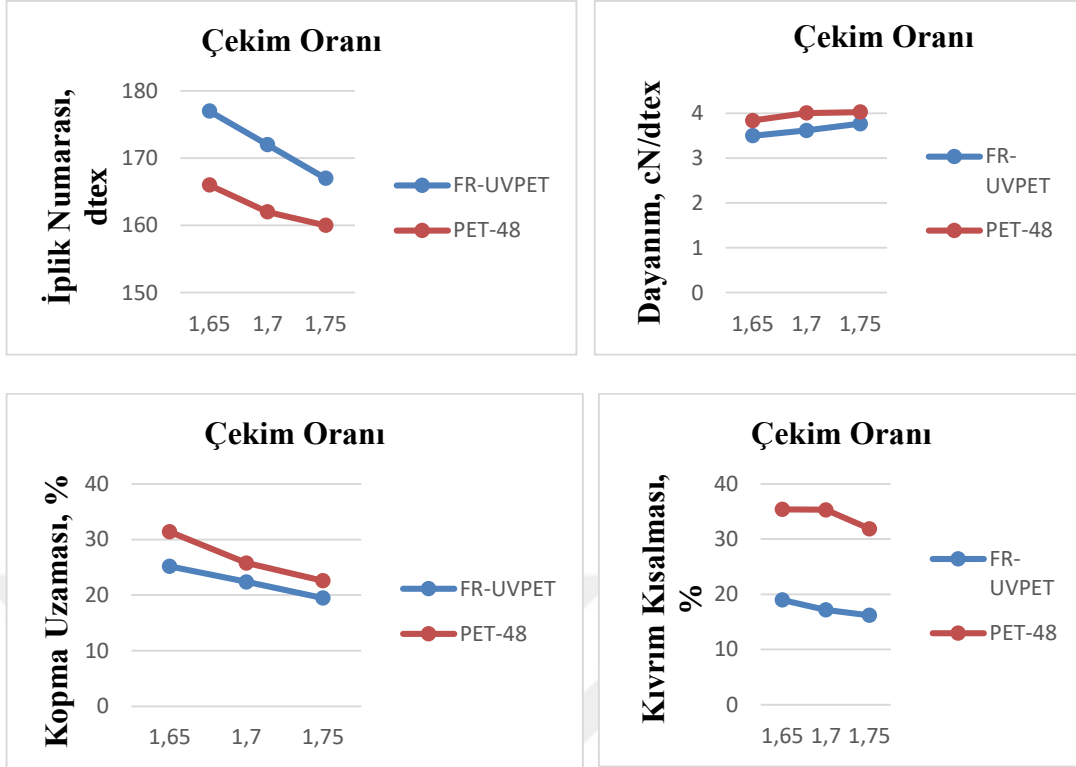
Şekil 4.10. PET-48 ipliklerden örülmüş çorabın boyama sonrası görüntüsü



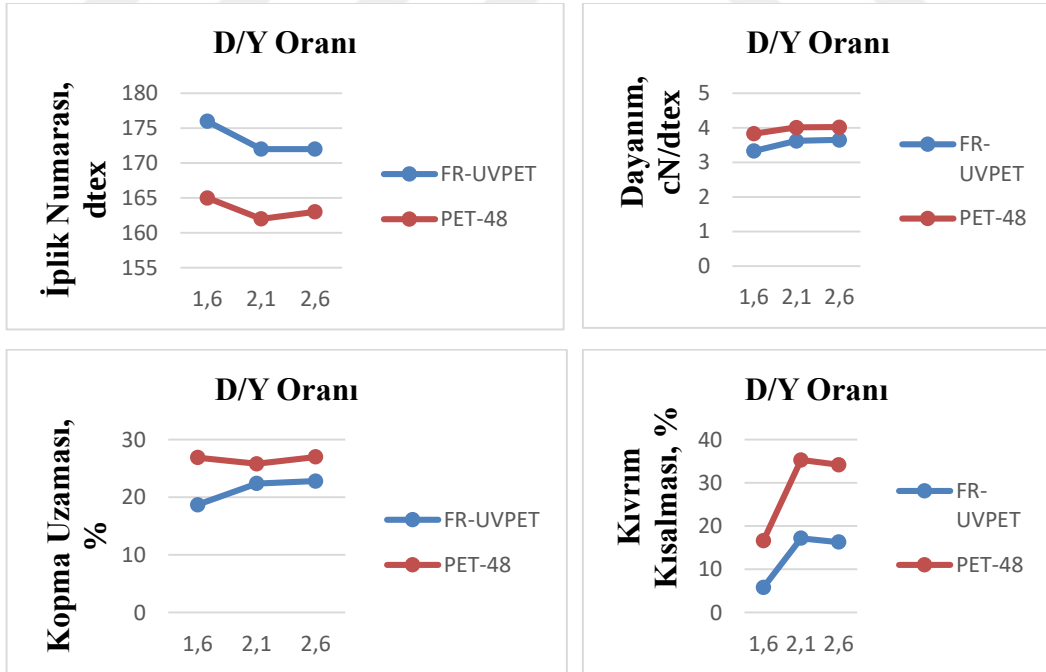
Şekil 4.11. Birinci ısıtıcı sıcaklığının FRUV-PET ve PET-48 iplikleri üzerine etkisi



Şekil 4.12. Üretim hızının FRUV-PET ve PET-48 iplikleri üzerine etkisi



Şekil 4.13. Çekim oranının FRUV-PET ve PET-48 iplikleri üzerine etkisi



Şekil 4.14. D/Y oranının FRUV-PET ve PET-48 iplikleri üzerine etkisi

4.3. EDPET ve PET-96 İpliklerinin Test Sonuçları

EDPET ve PET-96'ya ait iplik numarası, dayanım ve kopma uzaması değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Isıtıcı sıcaklığındaki artışa bağlı olarak EDPET ve PET96'nın iplik numarasında önce stabil kalma sonra artış, dayanım değerlerinde ise artış gözlenmiştir. EDPET'in kopma uzaması değerinde önce artış sonra azalma görülürken, PET96'nın kopma uzamasında artış gözlenmiştir.

Üretim hızındaki artış EDPET ve PET-96'nın iplik numarasında önce azalma, sonra ise stabil kalmaya neden olmuştur. EDPET'in dayanım değerinde önce bir değişime neden olmazken, daha sonra azalmaya neden olmuştur. EDPET'in kopma uzamasında, üretim hızındaki artışa bağlı olarak, önce artış, sonra ise azalma meydana gelmiştir. PET-96'nın dayanım ve kopma uzaması değerlerinde üretim hızındaki artışa bağlı olarak azalma tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. EDPET ve PET-96'nın iplik numarası, dayanım ve kopma uzaması değerleri

İplik Kodu	İplik Numarası, dtex	Dayanım, cN/dtex	Kopma Uzaması, %
EDPET-1	171	3,21	18,6
EDPET-2	170	3,21	19,3
EDPET-3	170	3,08	18,5
EDPET-4	170	2,98	18,1
EDPET-5	172	3,24	19,2
EDPET-6	176	2,98	21,4
EDPET-7	166	3,21	14,5
EDPET-8	172	3,07	19,2
EDPET-9	170	3,22	17,9
PET-96-1	166	3,51	15,3
PET-96-2	165	3,33	13,7
PET-96-3	165	3,29	12,9
PET-96-4	165	3,1	12,9
PET-96-5	166	3,51	15,4
PET-96-6	170	3,28	14,9
PET-96-7	162	3,57	12,4
PET-96-8	167	3,36	14,1
PET-96-9	164	3,43	13,6

Çekim oranındaki artış EDPET ve PET-96 kodlu iplikleri benzer şekilde etkilemiştir. Her iki iplikte de iplik numarası ve kopma uzaması değerlerinde azalma meydana gelmiştir. EDPET ipliğın dayanım değerlerinde önce artış sonra stabil kalma gözlenirken, PET-96'nın dayanım değerlerinde artış tespit edilmiştir.

D/Y değerindeki artışa bağılı olarak EDPET ipliklerin iplik numarasında önce artış sonra stabil kalma, dayanım değerlerinde artış, kopma uzamasında ise önce artış sonra ise azalma gözlenmiştir. PET-96 kodlu ipliklerde ise iplik numarası ve kopma uzamasında azalma, dayanımda ise önce azalma sonra ise artış tespit edilmiştir

EDPET ve PET-96 ipliklere ait kıvrım ve kaynama çekmesi değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. EDPET ve PET-96'nın kıvrım ve kaynama çekmesi değerleri

İplik Kodu	Kıvrım Kısılması, %	Kıvrım Modülü, %	Kıvrım Kalıcılığı, %	Kaynama Çekmesi, %
EDPET-1	13,4	7,1	67,5	3,6
EDPET-2	11,1	6	64	3,9
EDPET-3	12,5	6,9	66	3,7
EDPET-4	13,6	7,2	63,7	3,3
EDPET-5	8,4	4,8	56,8	4,5
EDPET-6	13	7	65,9	3,6
EDPET-7	11,9	6,5	64	4
EDPET-8	10,4	5,6	62,2	4
EDPET-9	12,3	6,7	66	3,9
PET-96-1	23,1	11,6	83,6	2,6
PET-96-2	21,9	11	82,9	2,8
PET-96-3	19,4	9,6	75,8	2,9
PET-96-4	15,1	8,1	80,6	3,3
PET-96-5	26,9	13,2	84,5	2,5
PET-96-6	24,2	12,9	82,9	2,6
PET-96-7	19,1	9,8	82,3	3
PET-96-8	20,2	10,1	82	2,9
PET-96-9	18,4	10,6	90,1	2,8

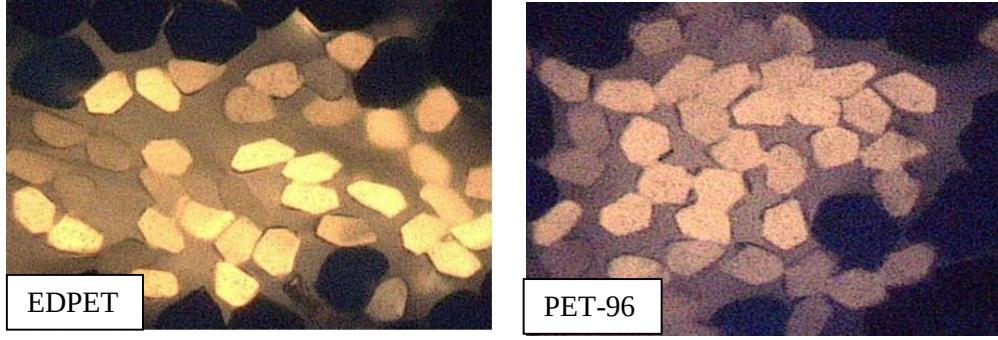
Birinci ısıtıcı sıcaklığındaki artışa bağlı olarak EDPET ipliklerin kıvrım kısalması ve kıvrım modülü değerlerinde azalma, kaynama çekmesinde artış, kıvrım kalıcılığında ise önce artış sonra ise azalma gözlenmiştir. PET-96 kodlu ipliklerde ise kıvrım kısalması, kıvrım modülü ve kıvrım kalıcılığında artış, kaynama çekmesinde ise azalma tespit edilmiştir.

Üretim hızındaki artış EDPET ipliklerin kıvrım kısalması ve kıvrım kalıcılığı değerlerinde önce azalma daha sonra artışa neden olmuştur. Kıvrım modülünde azalma meydana gelmiştir. Kaynama çekmesinde ise önce artış sonra ise azalma gözlenmiştir.

Üretim hızındaki artışa bağlı olarak PET-96 kodlu ipliklerde kıvrım kısalması, kıvrım modülü ve kıvrım kalıcılığında azalma, kaynama çekmesinde ise artış tespit edilmiştir.

Çekim oranındaki artış EDPET ipliklerin kıvrım kısalması ve kıvrım modülü değerlerinde önce azalma sonra artışa neden olmuştur. Kıvrım kalıcılığında önce azalma sonra ise stabil kalma gözlenmiştir. Kaynama çekmesinde ise artış meydana gelmiştir. PET-96 kodlu ipliklerde kıvrım kısalması ve kıvrım modülü değerlerinde azalma gözlenmiştir. Kıvrım kalıcılığında önce stabil kalma sonra azalma tespit edilmiştir. Kaynama çekmesinde ise artış gözlenmiştir.

D/Y oranındaki artışa bağlı olarak; EDPET ipliklerin kıvrım kısalması, kıvrım modülü ve kıvrım kalıcılığı değerlerinde artış, kaynama çekmesi değerinde önce azalma sonra stabil kalma görülmüştür. PET-96 ipliklerin kıvrım kısalması ve kıvrım modülü değerlerinde önce artış sonra azalma gözlenmiştir. Kıvrım kalıcılığında artış, kaynama çekmesinde ise önce azalma sonra ise stabil kalma tespit edilmiştir



Şekil 4.15. EDPET ve PET-96'nın enine kesit görüntüleri

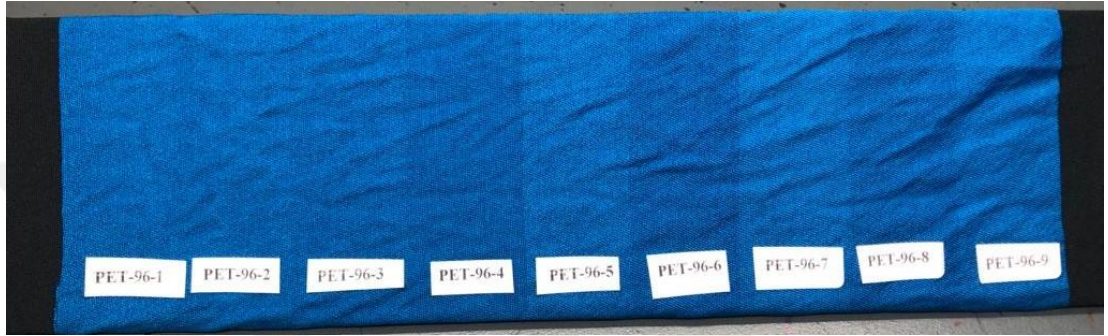
EDPET ve PET-96 filamentlerinin enine kesit görüntüleri Şekil 4.7'de verilmiştir. Tekstüre işlemine bağlı olarak enine kesitteki deformasyon şekilde gözlenmektedir.

EDPET ve PET-96 ipliklerden örülen çorapların boyama sonrası görüntüleri Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'da verilmiştir. Kolay boyanma özelliğine sahip EDPET grubunun yapısına PET-96'ya oranla daha fazla boya aldığı gözlenmektedir. EDPET grubunun çoğunluğunun koyu renkte boyandığı, EDPET-5 ve EDPET-7 kodlu ipliklerin daha açık renklerde boyandığı gözlenmiştir. EDPET-5 ısıtıcı sıcaklığının en yüksek olduğu, EDPET-7 ise çekim oranının en yüksek olduğu iplik grubudur. Buradan ısıtıcı sıcaklığının ve çekim oranının kristaliniteyi arttırıcı etkisi gözlenmektedir.

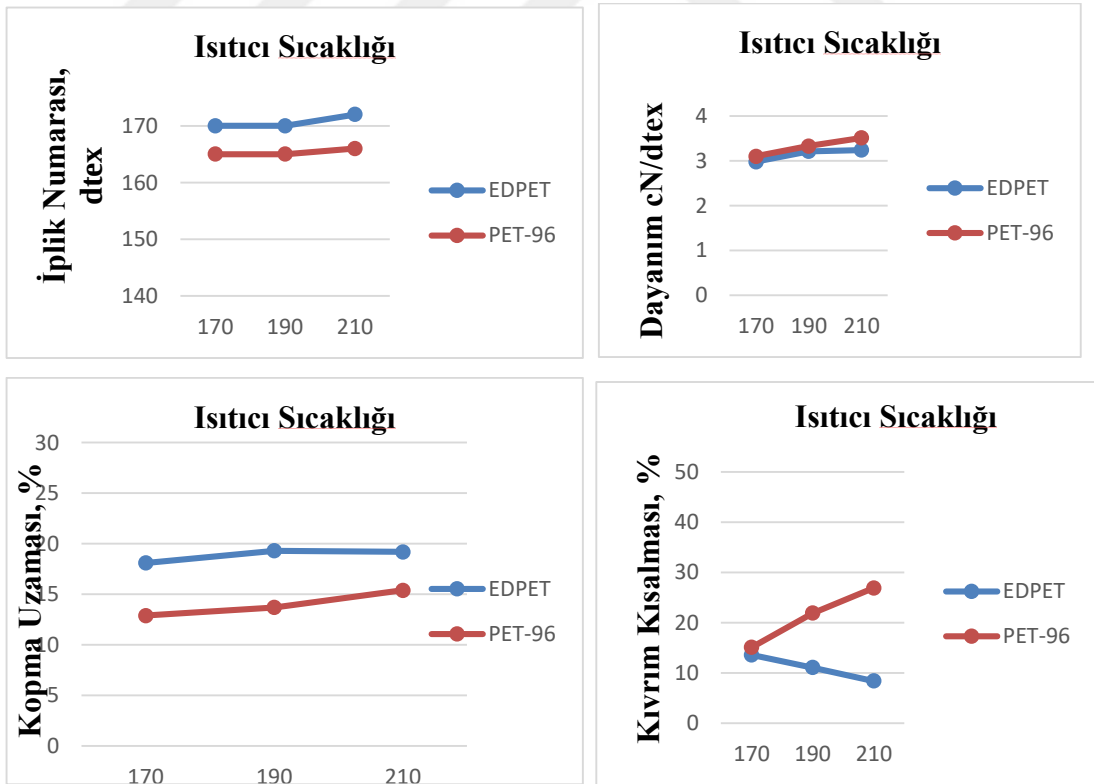
PET-96 kodlu ipliklerde PET-96-4 (birinci ısıtıcı sıcaklığının en düşük olduğu iplik), PET-96-6 (çekim oranının en düşük olduğu iplik) ve PET-96-8 (D/Y oranı en düşük iplik) kodlu ipliklerin en koyu renkleri verdikleri gözlenmiştir. Bu durum da diğer iplik gruplarında olduğu gibi birinci ısıtıcı sıcaklığının, çekim oranının ve D/Y oranının ipliğin iç yapısı üzerindeki etkisini göstermektedir.



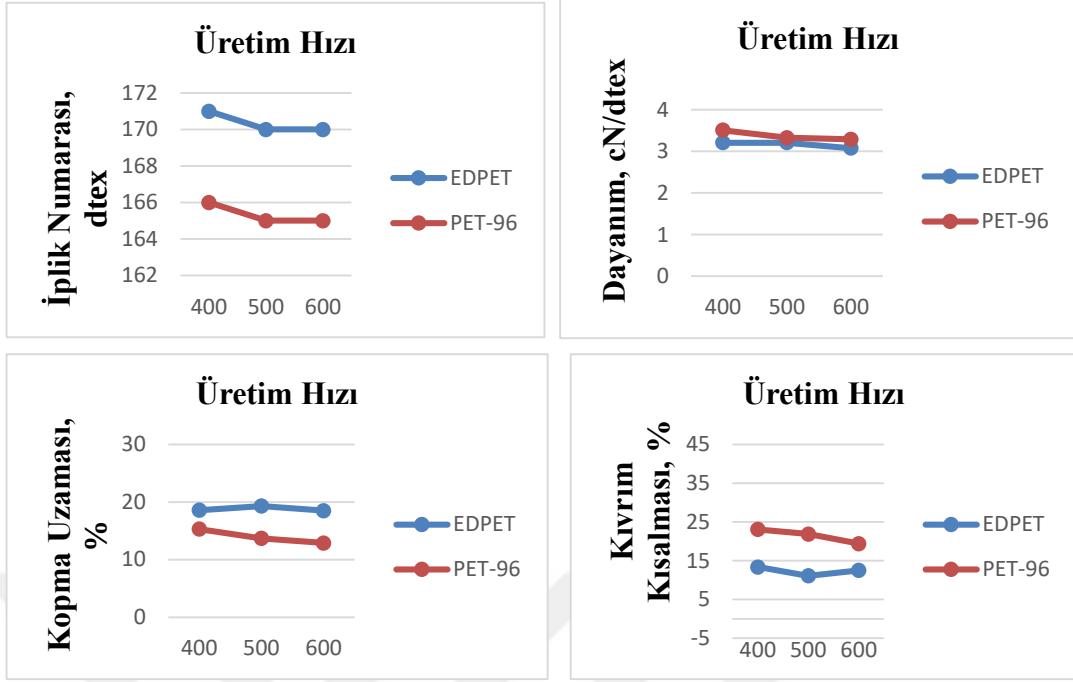
Şekil 4.16. EDPET ipliklerden örülmüş çorabın boyama sonrası görüntüsü



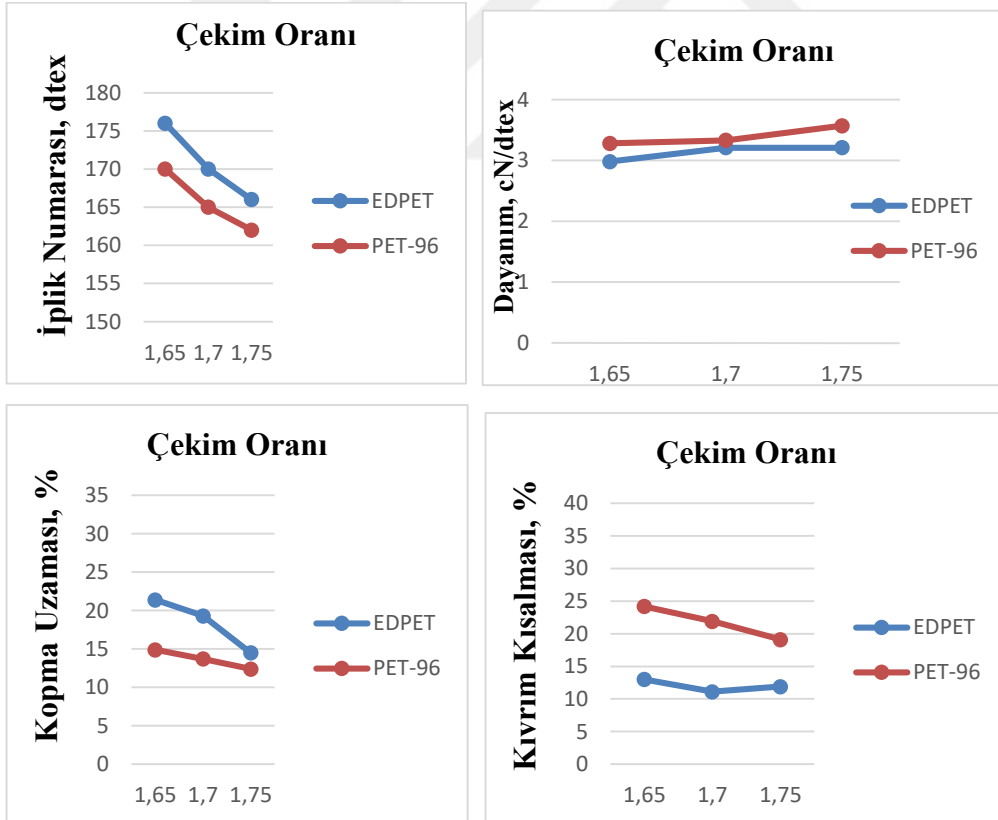
Şekil 4.17. PET-96 ipliklerden örülmüş çorabın boyama sonrası görüntüsü



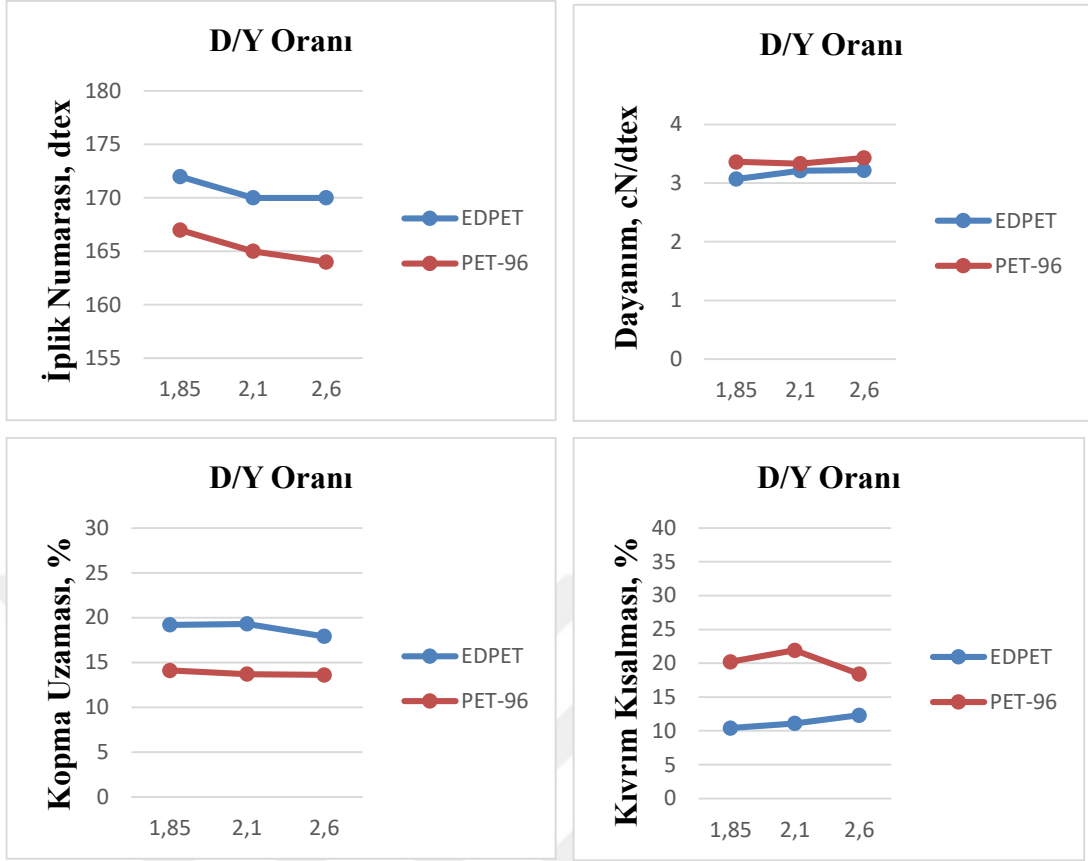
Şekil 4.18. Birinci ısıtıcı sıcaklığının EDPET ve PET-96 iplikleri üzerine etkisi



Şekil 4.19. Üretim hızının EDPET ve PET-96 iplikleri üzerine etkisi



Şekil 4.20. Çekim oranının EDPET ve PET-96 iplikleri üzerine etkisi



Şekil 4.21. D/Y oranının EDPET ve PET-96 iplikleri üzerine etkisi

5. SONUÇ

PET ipliklerin yalancı büküm metodu ile tekstüre edilmeleri tekstil sektöründeki en yaygın işlemlerden biridir. Yalancı büküm yönteminde pek çok işlem parametresi bulunmaktadır. Bu işlem parametreleri içinde en önemlilerden biri besleme ipliğinin cinsidir.

PET, yapısı gereği modifikasyonlara uygun bir polimerdir. Üretimleri sırasında yapılarına katılabilecek katkı maddeleri sayesinde PET liflerine farklı özellikler kazandırılabilir.

Bu çalışmada, besleme ipliği cinsinin yalancı büküm ile tekstüre işlemi üzerindeki etkileri incelenmiştir. FR-UIPET, ABR-PET ve EDPET olmak üzere 3 farklı PET iplik ile çalışılmıştır. Bu 3 iplik de modifiye edilmiş PET'dir. Bu ipliklerin seçilme nedenleri her birinin üretimi farklı modifikasyon mekanizmasına sahip olmasıdır.

Tekstüre çalışmalarında besleme ipliği çeşidinin yanı sıra birinci ısıtıcı sıcaklığı, üretim hızı, çekim oranı ve D/Y oranı parametrelerinin etkileri de incelenmiştir. Çalışmada her farklı besleme ipliği için aynı iplik numarası ve filament sayısına sahip polietilen tereftalat (PET) iplik de aynı işlem parametreleri ile tekstüre edilmiştir. Katkılı, modifiye edilmiş PET ipliklerinin test sonuçları aynı parametrelerle tekstüre edilmiş katkısız, orjinal PET iplikleri ile kıyaslanmıştır.

Filamentlerin enine kesitleri incelendiğinde, tüm numunelerde tekstüre işlemine bağlı olarak enine kesitte deformasyon olduğu gözlenmiştir.

Tekstüre ipliklerden örülmüş çorapların boya alma davranışları, ipliklerin iç yapıları hakkında bilgi vermektedir. Boyanmış çorapların görüntüleri, bu çalışmada incelenen tekstüre işlem parametreleri arasından en belirgin etkiyi çekim oranının yaptığı göstermiştir. Genel olarak çekim oranındaki artışa bağlı olarak ipliklerin iplik numaralarında azalma, dayanımlarında artış, kopma uzamalarında azalma ve boya alma davranışlarında (amorf bölge miktarlarında) azalma tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Abbasi, M., Mohades Mojtahedi, M. R. ve Kotek, R. (2020). Experimental study on texturability of filament yarns produced from recycled PET. *Textile Research Journal*, 90(23-24), 2703-2713. doi:10.1177/0040517520925859
- Babaarslan, O., Telli, A. ve Gören, A. G. (2019). FDY ile POY, CDPET ve Mikro POY Polyester Filamentlerin Farklı Tekstüre Şartlarında Birleştirilmesiyle Elde Edilen İpliklerin Özellikleri ve Örme Kumaştaki Görsel Etkileri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 21(62), 409-418. doi: 10.21205/deufmd.2019216208
- Başer, İ. (2002). *Elyaf Bilgisi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi.
- Çelik, H. İ., Sarioğlu, E. ve Kaynak, H. K. (2018, Mart). Bursting strength of knitted fabrics produced from of polybutylene terephthalate (PBT) yarns with different false-twist texturing parameters. II. International Conference on Engineering Technology and Innovation Konferansı'nda sunulan bildiri, Budapeşte, Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/326234704_Bursting_Strength_of_Knitted_Fabrics_Produced_from_of_Polybutylene_Terephthalate_PBT_Yarns_with_Different_False-Twist_Texturing_Parameters
- Chivas, C., Guillaume, E., Sainrat, A. ve Barbosa, V. (2009). Assessment of risks and benefits in the use of flame retardants in upholstered furniture in continental Europe. *Fire Safety Journal*, 44(5), 801-807. doi: 10.1016/j.firesaf.2009.03.009
- Çirkin, S. (2006). Yalancı Büküm Tekstüre İşleminde Tekstüre Değişkenlerinin İplik Özellikleri Üzerindeki Etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <http://libratez.cu.edu.tr/tezler/5768.pdf>
- Demir, A. (2006). *Sentetik filament iplik üretim ve tekstüre teknolojileri*. İstanbul: Şan Ofset.
- Hearle, J. W. S., Hollick, L. ve Wilson, D. K. (2001). *Yarn Texturing Technology*. Cambridge: Woodhead Publishing.
- Küçükgül, E. ve Kırşen Doğan, S. (2007). Pet Şişenin Yaşamsal Döngü Analizi, 7.Uluslararası Çevre Mühendisliği Kongresi, ss. 491-501
- Mohammadi, E., Abbasi, M. ve Nouri, M. (2019). The effect of aging and first heater temperature on the physical properties of polybutylene terephthalate textured yarn. *Polymer Crystallization*, 2(5), e10083. doi:10.1002/pcr2.10083
- Özat, F. A. (2019). Polyester tekstüre ipliklerde filament kesit şeklinin ve tekstüre işlem parametrelerinin iplik ve kumaş özelliklerine etkisi (yüksek lisans tezi). YÖK tez merkezinden edinilmiştir (605099).

Özkan, S. (2008). Filament kesit şeklinin, sayısının ve lineer yoğunluğunun POY ve tekstüre iplik özelliklerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://fbe.cu.edu.tr/storage/fbeyedek/makaleler/200819-2-15.pdf>

Özkan, S. ve Babaarslan, O. (2010). İplik kesitindeki filament sayısının filament ve tekstüre ipliklerin özellikleri üzerindeki etkisi. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 20(1), 17-22. Erişim adresi: <http://search/yayin/detay/111885>

Pal, S. K. (1995). Studies on false-twist texturing of different types of polyester yarns (yüksek lisans tezi). Erişim adresi: <http://103.27.10.17/handle/12345678/3858>

Tavanai, H., Ataeian, A., Ghasemi, L. ve Kargar, Z. (2007). Comparison of the properties of false twist textured super bright, semi-dull, grey and black dope dyed polyethylene terephthalate yarns. *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, 15(4), 54-58. Erişim adresi: http://www.fibtex.lodz.pl/63_15_54.pdf

Yildirim, K., Altun, S. ve Ulcay, Y. (2009a). The effect of first heater temperature on the properties of false-twist textured poly(ethylene terephthalate) yarn. *Textile and Apparel*, 19(4), 286-290. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/218134>

Yildirim, K., Altun, S. ve Ulcay, Y. (2009b). Relationship between yarn properties and process parameters in false-twist textured yarn. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 4(2), 26-32. doi:10.1177/155892500900400205