

## HAVA-JETLİ TEKSTÜRE PBT İPLİKLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN VE KARARSIZLIK DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF MECHANICAL PROPERTIES AND INSTABILITY OF AIR-JET  
TEXTURED PBT YARNS

Seren DURAN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Serpil KORAL KOÇ

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

doi:10.46291/ICONTECHvol4iss1pp25-32

### ÖZET

Hava-jetli tekstüre işlemi, sentetik filamentlerin iplik içerisindeki düzenli yerleşimlerini mekanik yolla değiştirerek, bu filamentleri birbirine karışmış, hacimli, doğal ipliklere benzer bir yapıya dönüştürür. Bu teknikte, uygulanan aşırı beslemenin yardımıyla her çeşit filament, tekstüre jetinden uygulanan süpersonik hava akımının tesiriyle karıştırılabilir. Hava-jetli tekstüre işleminde jetten tekstüre olarak çıkan ipliğe, alım silindiri ile sevk silindiri arasında bir mekanik germe işlemi uygulanır. Mekanik germenin amacı, tam olarak ilmek oluşturamamış filamentlerin çözülmesi ve ilmek oluşturabilmiş filamentlerin daha iyi kilitlenerek ipliğin mekanik özelliklerini daha kararlı hale getirmektir. Hava-jetli tekstüre ipliklerin yapısında bulunan ilmeklerin bir kısmı uygulanan kuvvetlerin etkisiyle yok olabilir, iplik üzerinde kalan ilmeklerin miktarı bu ilmeklerin “kararlılığı” ile ilişkilidir. Poliesterler ana zincirlerinde ester bağları bulunduran sentetik liflerdir. Bu lifler olumlu performans özellikleri nedeniyle konvansiyonel ve endüstriyel alanlarda sıklıkla tercih edilmektedir. Farklı poliester çeşitleri arasında, polibütilen tereftalat (PBT) lifleri özellikle iyi toparlanma davranışının istendiği uygulamalarda tercih edilmektedir. Bu çalışmada hava-jetli tekstüre PBT ipliklerin mekanik özellikleri ve kararsızlık davranışları incelenmiştir. Yapılan ön denemelerde, mekanik germe oranının %6'nın üzerinde olduğu durumlarda iplik yapısında deformasyon gözlenmiştir. Bu nedenle bu çalışmada en yüksek %6 olacak şekilde 4 farklı mekanik germe (%0-2-4-6) ve 3 farklı aşırı besleme oranında (%20-40-60) hava-jetli tekstüre PBT iplikler üretilmiştir. Üretilen bu numunelerin, iplik numaraları, mekanik özellikleri ve elastik toparlanma davranışları incelenmiştir. Çekme ve elastik toparlanma deneylerinden elde edilen sonuçlar optik mikroskop deneyleriyle ilişkilendirilerek açıklanmıştır. Yapılan deneyler sonucunda, hava-jetli tekstüre PBT ipliklerde aşırı besleme oranındaki artışa bağlı olarak ilmekli yapıda bir artış gözlenmiştir. Bu durum, numunelerin iplik numarası ve kopma uzaması değerlerinde bir artışa, elastik toparlanma davranışlarında ise azalmaya neden olmuştur. En az ilmekli yapının gözlendiği %20 aşırı besleme ile üretilen numunelerde filamentler iplik eksenine olan paralelliklerini kısmen korumuştur. Dolayısıyla bu numuneler için hava-jetli tekstüre iplik yapısından ziyade filamentleri meydana getiren molekül zincirlerinin özellikleri ön plana çıkmış ve en iyi toparlanma bu iplik grubunda gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hava-jetli Tekstüre, Polibütilen Tereftalat, Mekanik Özellik, Kararsızlık Davranışı

## ABSTRACT

Air-jet texturing mechanically alters the parallel arrangement of the synthetic filaments within the yarn, transforming them into a bulky, spun yarn like structure. In this technique, with the help of the applied overfeed and supersonic airflow, all kinds of filaments can be textured. In air-jet texturing, the textured yarn is subjected to a slight stretch between two feed-roll units after the exit of the jet. The purpose of this stretch is to stabilize the mechanical properties of the textured yarn by anchoring the loops in the core. Some of the loops in the structure of the air-jet textured yarns can be destroyed by the effect of the applied forces. The amount of the loops remaining on the thread is related to the "stability" of these loops. Polyester fibres are synthetic materials that contain ester bonds in their main chains. These fibres are especially preferred in conventional and industrial applications due to their favourable properties. Among all the polyester fibres, polyethylene terephthalate (PBT) is generally used where elastic behaviour is essential. In this study, mechanical properties and instability of the air-jet textured PBT yarns were investigated. The preliminary studies showed that mechanical stabilization over a 6% stretch ratio deformed the yarn structure. For this reason, PBT yarns were textured with 4 different mechanical stretch (0-2-4-6%) and 3 different overfeed ratios (20-40-60%). Yarn counts, mechanical properties and instability of the yarns were investigated. The results were discussed concerning the optical microscope images. It was concluded that increasing the overfeed, increased the looped structure. This led to an increase in the yarn count and breaking elongation, while a decrease in the elastic recovery. Filaments in the samples with the least looped structure (yarns textured with 20% overfeed) maintained their parallel arrangement regarding the yarn axis. Therefore for these samples, the properties of their molecular structure came into prominence and the best elastic recovery behaviour was observed in this group of samples.

**Keywords:** Air-Jet Texturing, Polybutylene Terephthalate, Mechanical Property, Instability

## 1. GİRİŞ

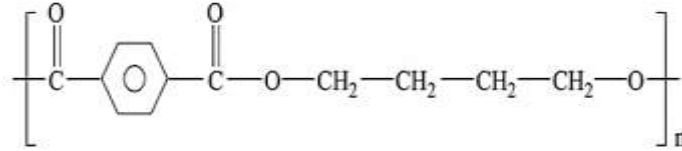
Hava-jetli tekstüre işlemi, sentetik filamentlerin iplik yapısında bulunan düzenli konumlarını mekanik yolla değiştirerek, bu filamentleri birbirine karışmış, hacimli, doğal ipliklere benzer bir biçime dönüştürür. Bu teknikte, uygulanan aşırı beslemenin yardımıyla her çeşit filament tekstüre jetinden uygulanan süpersonik hava akımı tesiriyle karıştırılabilir<sup>1,4</sup>.

Hava-jetli tekstüre işleminde jetten tekstüre olarak çıkan ipliğe, alım silindiri ile sevk silindiri arasında bir mekanik germe işlemi uygulanır. Mekanik germenin amacı, tam olarak ilmek oluşturamamış filamentlerin çözülmesi ve ilmek oluşturabilmiş filamentlerin daha iyi kilitlenerek ipliğin mekanik özelliklerini daha kararlı hale getirmektir<sup>3</sup>.

Hava-jetli tekstüre ipliklerin yapısında bulunan ilmeklerin bir kısmı uygulanan kuvvetlerin etkisiyle yok edilebilir, iplik üzerinde kalan ilmeklerin sayısı bu ilmeklerin "kararlılığı" ile ilişkilidir<sup>5</sup>. Kararsızlık ölçme yöntemleri temel olarak hava-jetli tekstüre ipliğe belirli bir kuvvet

uygulanması ve kuvvetin etkisiyle iplikte meydana gelen uzama değerinin ölçülmesini kapsar. Ancak tekstil iplikleri çoğunlukla kuvvet ortadan kalktığında toparlanma davranışı sergiler. Gösterdikleri bu toparlanma davranışı iplik ve lif özelliklerine bağlıdır. Bu nedenle hava-jetli tekstüre ipliklerin kararlılık davranışlarını incelerken sadece kuvvet etkisiyle olan uzama davranışı değil, yük kaldırıldıktan sonra oluşan toparlanma davranışı da dikkate alınmalıdır. Koç ve ark.<sup>5</sup> yaptıkları çalışmada hava-jetli tekstüre ipliklerin kararsızlık davranışlarını elastik toparlanma deneyleri ile incelemişlerdir. Bu yöntemde yük kaldırıldıktan sonra iplikte meydana gelen toparlanma da göz önüne alınmaktadır. Bu çalışmada da ipliklerin kararsızlık davranışlarını incelemek için elastik toparlanma deneyleri tercih edilmiştir.

Poliesterler ana zincirlerinde ester bağları bulunduran sentetik liflerdir. Bu lifler yüksek performans özellikleri sayesinde konvansiyonel ve endüstriyel alanlarda sıklıkla tercih edilmektedir<sup>6</sup>. Farklı poliester çeşitleri arasında, tekstil sektöründe en yaygın kullanıma sahip olan poliesterlerden biri, PBT lifleridir.



Şekil 1. PBT polimerinin kimyasal formülü<sup>2</sup>

Bu çalışmada hava-jetli tekstürel PBT ipliklerinin mekanik özellikleri ve kararsızlık davranışları incelenmiştir. İpliklerin, iplik numaraları, mekanik özellikleri ve elastik toparlanma değerleri incelenmiştir. Çekme ve elastik toparlanma deneylerinden elde edilen sonuçlar optik mikroskop deneyleriyle birlikte ilişkilendirilerek açıklanmıştır.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Çalışmada, kısmen yönlenmiş (POY) konvansiyonel PBT iplikler kullanılmıştır. İplik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. PBT ipliğinin mekanik özellikleri

İplik no (dtex)	Kopma dayanımı (N/tex)	Kopma uzaması (%)	Modül (N/tex)
167	0,336	124,35	3,12



## 2.2.Yöntem

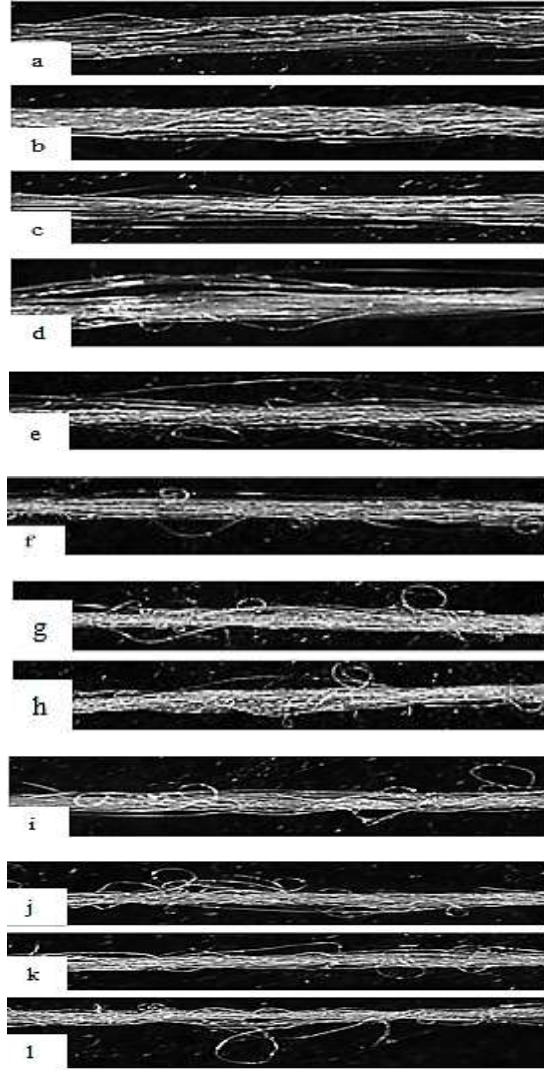
Hava-jetli tekstüre çalışmaları Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Laboratuvarları'nda bulunan SSM Stähle RM3-T marka hava-jetli tekstüre makinesinde gerçekleştirilmiştir. Sonuçların daha kolay ifade edilebilmesi amacıyla, çalışma kapsamında üretilen ipliklere kodlar verilmiştir. Bu kodlar, kullanılan aşırı besleme oranı ve mekanik germe değeri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Kodlardaki ilk sayı aşırı besleme, ikinci sayı ise mekanik germe oranını ifade etmektedir. Örneğin “PBT 40.2” kodu, aşırı beslemenin %40, mekanik germenin ise %2 olduğu anlamına gelmektedir.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan hava-jetli tekstüre işlem parametreleri ve PBT ipliklere verilen kodlar

Aşırı besleme oranı (%)	Mekanik germe oranı (%)	İplik kodu
20	0	PBT 20.0
	2	PBT 20.2
	4	PBT 20.4
	6	PBT 20.6
40	0	PBT 40.0
	2	PBT 40.2
	4	PBT 40.4
	6	PBT 40.6
60	0	PBT 60.0
	2	PBT 60.2
	4	PBT 60.4
	6	PBT 60.6

## 3. BULGULAR

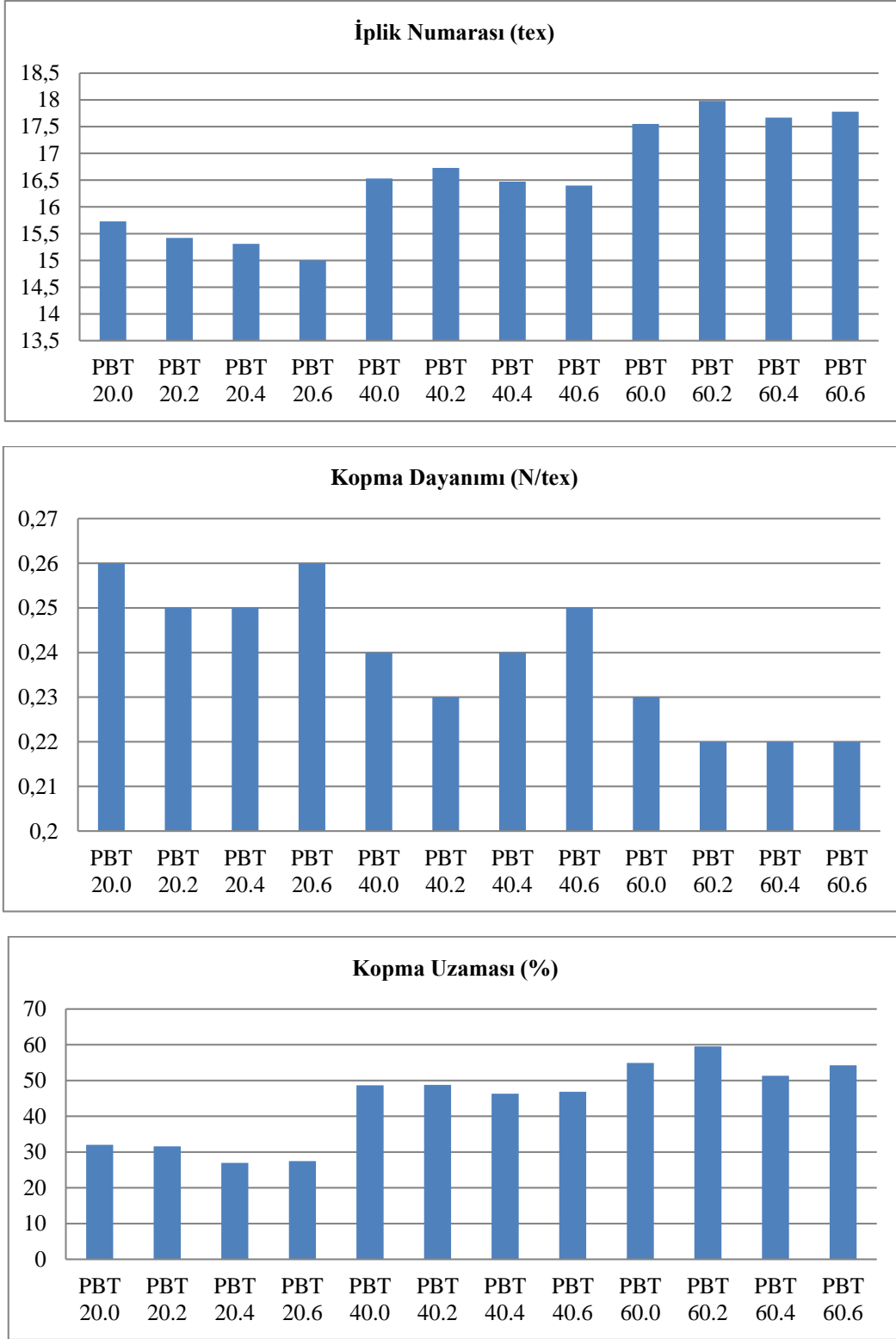
**Optik mikroskop görüntüleri, iplik numarası tayini, çekme deneyi ve elastik toparlanma deneyi sonuçları:** Hava-jetli tekstüre ipliklerin özellikleri bu iplikleri meydana getiren filamentlerin özellikleri ve iplik içerisindeki yerleşimleri tarafından belirlenir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen tüm deneyler de optik mikroskop görüntülerinin desteği ile açıklanmıştır.



Şekil 2. Hava-jetli tekstüre PBT ipliklerinin optik mikroskop görüntüleri

a)PBT20.0b)PBT20.2c)PBT20.4d)PBT20.6e)PBT40.0f)PBT40.2g)PBT40.4h)PBT40.6i)PBT  
60.0j)PBT60.2k)PBT60.4l)PBT60.6

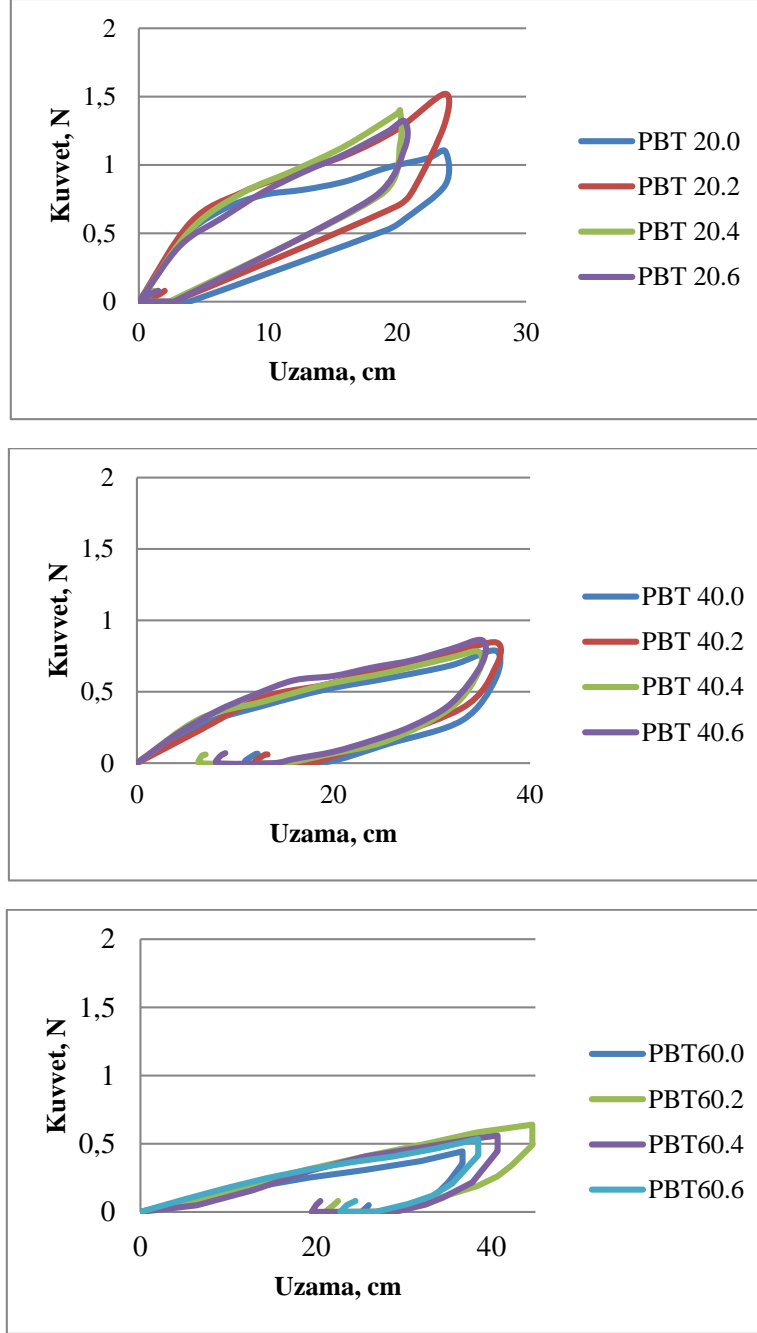
PBT hava-jetli tekstüre iplik yapıları incelendiğinde %20 aşırı beslemede belirgin bir ilmekli yapı gözlenmediği için uygulanan mekanik germenin etkisi de gözlenmemiştir. %40 ve %60 aşırı besleme oranlarında ise mekanik germenin ilmek oluşumunu olumlu etkilediği tespit edilmiştir. PBT'nin esnek yapıda olması nedeniyle yüksek aşırı besleme oranlarında deformasyon meydana gelmemiştir.



Şekil 3. Hava-jetli tekstüre PBT ipliklerin iplik numara tayini ve çekme deneyleri sonuçları

PBT tekstüre iplik numaralarının 15,00-17,98 tex aralığında değiştiği gözlenmiştir. PBT ipliklerde aşırı besleme oranındaki artışın iplik numaralarında az da olsa bir artışa neden olduğu görülmüştür. Bu iplik grubu için optik mikroskop görüntülerinde tespit edilen ilmekli yapıdaki artışın iplik numarasındaki artış ile paralel olduğu söylenebilir. PBT ipliklerin kopma

dayanımlarının 0,22-0,26 N/tex aralığında değiştiği ve en düşük dayanım değerlerini en iyi ilmek oluşumunun gözlemlendiği %60 aşırı besleme oranında üretilen iplik grubunun verdiği görülmektedir. Hava-jetli tekstüre PBT ipliklerin kopma uzaması değerleri incelendiğinde aşırı besleme oranındaki artışa bağlı olarak kopma uzaması değerlerinin arttığı gözlenmiştir.



Şekil 4. Hava-jetli tekstüre PBT ipliklerin elastik toparlanma deneyi sonuçları

İlmeğin oluşumunun neredeyse hiç gözlenmediği %20 aşırı besleme ile tekstüre edilen PBT ipliklerde filamentler iplik eksenine olan paralelliklerini korumuşlardır. Dolayısıyla %20 aşırı besleme ile üretilen iplik grubunda, PBT molekül zincirlerinin sahip olduğu iyi toparlanma özelliği sayesinde, tamamen geri toparlanmanın meydana geldiği görülmüştür. Aşırı besleme oranındaki artışla birlikte ilmekli yapısı artan PBT ipliklerin kararsızlık davranışlarında da artış

gözlenmiştir. PBT ipliklere ait elastik toparlanma grafiklerinde en dar histerezis döngü alanının %60 aşırı besleme ile üretilen ipliklerde olduğu gözlenmiştir. Bu iplik grubu PBT iplikler içinde en düşük kararlılık değerlerine sahip olan gruptur. Bu ipliklerin ikincil toparlanma değerleri incelendiğinde, bu değerlerin oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu durum, PBT molekül zincirlerinin kalıcı uzamanın azaltılması konusunda önemli bir rol oynadığını, iplikte kalan kalıcı uzama değerinin büyük bir kısmının tekstüre iplikte bulunan ilmekli yapının açılmasından kaynaklandığını göstermektedir.

#### **4. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER**

Optik mikroskop görüntüleri incelendiğinde, üretilen her numune için, kullanılan hava-jetli tekstüre işlem parametrelerine bağlı olarak filamentlerin iplik içindeki düzenli yerleşimlerinin tekstüre işlemi sonrasında bozulduğu görülmektedir. Optik mikroskop görüntülerinde tespit edilen ilmekli yapıdaki artışın iplik numarasındaki artış ile paralel olduğu söylenebilir. Hava-jetli tekstüre PBT ipliklerin aşırı besleme oranındaki artışa bağlı olarak kopma uzaması değerlerinin arttığı gözlenmiştir. PBT tekstüre ipliklerin ilmek yapılarının, uygulanan kuvvetin etkisi altında açılarak daha yüksek kopma uzaması değerleri verdikleri tespit edilmiştir. %20 aşırı besleme ile üretilen PBT ipliklerde tamamen geri toparlanmanın meydana geldiği gözlenmiştir. Bu ipliklerde filamentler iplik eksenine olan paralelliklerini korumuştur. Bu durumda, hava-jetli tekstüre iplik yapısından ziyade filamentleri meydana getiren molekül zincirlerinin özellikleri ön plana çıkmıştır. PBT molekül zincirlerinin sahip olduğu iyi toparlanma özelliği sayesinde hava-jetli tekstüre PBT ipliklerde de iyi toparlanma elde edilmiştir. Aşırı besleme oranındaki artışla birlikte ilmekli yapısı artan PBT ipliklerinin kararsızlık davranışlarında da artış gözlenmiştir.

#### **KAYNAKLAR**

- [1] Acar, M., Bilgin S., Versteeg, H.K., Dani, N., Oenham W. 2006. “The Mechanism of the Air-jet Texturing: The Role of Wetting, Spin Finish and Friction in Forming and Fixing Loops”, *Textile Res. J.*, 76,116-125.
- [2] Deopura, B.L., Alagirusamy R., Joshi, M., Gupta, B. 2008. “Polyesters: Polyesters and Polyamides. England: S.T., CRC Press, 314-318.
- [3] Demir, A. 2006. *Sentetik Filament İplik Üretim ve Tekstüre Teknolojileri*. İstanbul, 455s.
- [4] Hearle, J.W.S., Hollick, L., Wilson, D.K. 2001. *Yarn Texturing Technology*. England: Woodhead Publishing Limited. 300 pp.
- [5] Koç, S.K., Düzyer, Ş., Hockenberger, A. 2015. “A New Approach to Determination of the Instability of Air-jet Textured Yarns”. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 10, 152-157.
- [6] Scheirs, J. 2003. “Modern Polyesters: Chemistry and Technology of Polyesters and Copolyesters”. England: John Wiley & Sons.