

Filament inceliği ve disk tipinin DTY polyester ipliklerin fiziksel ve mekanik özelliklerine etkilerinin incelenmesi

Investigation of the effects of filament fineness and disc type on yarn physical and mechanical properties of DTY polyester yarns

Gülbin FİDAN^{1*}, Yasemin KORKMAZ², Halil İbrahim ÇELİK³

¹El Sanatları Bölümü, Naci Topçuoğlu Meslek Yüksekokulu, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep, Türkiye.

gfidan@gantep.edu.tr

²Tekstil Mühendisliği Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fak., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye.

ykorkmaz@ksu.edu.tr

³Tekstil Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep, Türkiye.

hcelik@gantep.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 14.01.2022

Düzeltilme Tarihi/Revision: 26.01.2023

doi: 10.5505/pajes.2023.03271

Kabul Tarihi/Accepted: 30.01.2023

Araştırma Makalesi/Research Article

Öz

Polyester lifi, halı endüstrisinde ATY (Hava Jetli Tekstüre İplik), DTY (Çekimli Tekstüre İplik), BCF (Hacimli Sonsuz Filament) gibi farklı formlarda halı ipliği olarak kullanım alanı bulmuştur. Filament inceliği, iplik kopma mukavemetine ve kopma uzamasına etki eden önemli bir parametredir. Farklı filament incelikleri ile üretilen hav ipliklerinin kopma mukavemeti, kopma uzaması, kıvrım kısalması, sıcakta çekme özellikleri ile bu hav ipliklerinden üretilen halıların rezilyans özelliklerinin farklı olması beklenmektedir. Filament inceliğinin yanı sıra, farklı yapılarıdaki poliüretan ve seramik disklerin kullanımı, DTY iplik özelliklerini etkiler. Üretim sırasında uygun disk seçimi bu nedenle önem arz etmektedir. Bu çalışmada, üç farklı filament sayılarında ve farklı disklerle üretilen DTY polyester hav ipliklerinin fiziksel özellikleri incelenmiştir. DTY hav iplikleri, 1200 denye doğrusal yoğunlukta, 3.13, 2.08, 1.56 dpf filament inceliklerinde üretilmiştir. İplik numunelerine poliüretan ve seramik olarak iki farklı disk tipinde yalancı büküm tekstüre işlemi uygulanmıştır. DTY hav iplik numunelerine kopma mukavemeti, kopma uzaması, kıvrım kısalması ve sıcakta çekme testleri uygulanmıştır. Sonuçlar istatistiksel olarak analiz edilip filament inceliğinin ve disk tipinin, iplik fiziksel özellikleri üzerine anlamlı etkiye sahip olup olmadığı belirlenmiştir. Filament inceliğinin kopma mukavemeti üzerinde anlamlı etkisi olmazken kopma uzaması, kıvrım kısalması ve sıcakta çekme üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu görülmüştür. Disk tipinin ise kopma mukavemeti, kopma uzaması, kıvrım kısalması üzerinde anlamlı etkisi varken, sıcakta çekme sonuçları üzerine etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: DTY, Polyester, Filament inceliği, Disk tipi, Hav ipliği.

Abstract

Polyester fiber has found usage as carpet yarn in different forms such as ATY (Air Textured Yarn), DTY (Drawn Textured Yarn), BCF (Bulked Continuous Filament). Filament fineness is an important parameter which affects the yarn properties. In this context, it is expected that pile yarns produced with different filament finenesses will have different breaking strength, breaking elongation, crimp contraction, and shrinkage properties, so carpets produced from these yarns will have different resilience property. In addition, usage of polyurethane and ceramic discs which have different characteristic, affect DTY yarn properties. In this study, physical properties of DTY polyester pile yarns produced with different filament numbers and different discs were investigated. 1200 denier DTY pile yarns were produced by combining filaments with 3.13, 2.08, 1.56 dpf filament fineness. Yarn production was carried out by false twist texturing method with polyurethane and ceramic discs. DTY pile yarn samples were subjected to breaking strength, breaking elongation, crimp contraction and shrinkage tests. It was observed that filament fineness had no significant effect on breaking strength but had significant effect on breaking elongation, crimp contraction and shrinkage tests. Also, disc type had significant effect on breaking strength, breaking elongation, crimp contraction and it did not have significant effect on shrinkage test.

Keywords: DTY, Polyester, Filament fineness, Disc type, Pile yarn.

1 Giriş

Tekstil endüstrisinde en fazla kullanılan sentetik lif olan polyester, günlük konfeksiyon ürünlerinden teknik tekstillere kadar çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Halı endüstrisinde zemin çözüğü, dolgu çözüğü ve hav çözüğü olarak, saf veya farklı liflerle karışımı halinde kullanımı tercih edilebilmektedir. Halı ipliğinde, genel olarak ATY (Air Textured Yarn), DTY (Draw Textured Yarn), BCF (Bulked Continuous Filament) gibi farklı formlarda kullanılmaktadır. Halı hav ipliği olarak yaygın biçimde kullanılan BCF-polipropilene göre daha ince filament şeklinde üretimi mümkün olmaktadır. Polyester

hav iplikleri ile üretilen halılarda görülen yumuşak tuşe ve daha parlak renkler, polipropilen hav iplikleri ile üretilen halılara göre üstünlük sağlamaktadır. Polyesterin yüksek mukavemetli yapısı da, polipropilene göre artan bir kullanım trendi yakalamasını sağlamıştır.

İplik mekanik, termal ve geçirgenlik özelliklerinin lif inceliği, kesitteki lif sayısı, lif mukavemeti, lif kesit şekli, iplik doğrusal yoğunluğu gibi fiziksel özelliklerden ve üretim parametrelerinden doğrudan etkilendiği bilinmektedir. Sentetik ipliklerde, tekstüre olarak adlandırılan mekanik ve termal işlemler sonunda, iplik elastikiyeti, hacimliliği ve kıvrım özelliklerinde değişiklikler meydana gelmektedir. Bu

*Yazışılan yazar/Corresponding author

değişimler iplik yapısı yanında, bu ipliklerden üretilen kumaşların da yapı ve performans özelliklerine etki etmektedir. Literatürde filament inceliğinin, iplik ve kumaş özelliklerine etkileri üzerine birçok çalışma mevcuttur [1]-[9]. Özkan çalışmasında filament sayısının, kesit şeklinin ve lineer yoğunluğunun POY ve tekstüre iplik özellikleri üzerinde etkisi olduğu sonucuna varmıştır [1]. Özkan ve Babaarslan yaptıkları çalışmada iplik kesitindeki filament sayısının tekstüre iplik özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonunda iplik kesitinde artan filament sayısının, iplik kopma mukavemeti, kopma uzaması, kıvrım kısılması ve sıcakta çekme özellikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahip olduğu sonucuna varmışlardır [2]. Aydoğdu ve Yılmaz, üç farklı iplik inceliğinde üretilen dual-core ipliklerin iplik (düzgünsüzlük, ince yer, kalın yer, neps, tüylülük, kopma mukavemeti, kopma uzaması) ve kumaş (mukavemet ve eğilme rijitliği) özelliklerine etkisini incelemişlerdir. İplik inceliğinin, iplik ve kumaş özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna varmışlardır [3]. Varshney ve diğ. polyester lif inceliğinin ve kesit şeklinin iplik özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Farklı kesit ve inceliğe sahip lifler, farklı büküm seviyelerinde eğrilmiştir. Lif doğrusal yoğunluğundaki artışla, Young modülünün yanı sıra, ipliklerdeki eğilme rijitliğinin arttığını belirtmişlerdir [4]. AL-ansary çalışmasında farklı filament inceliğindeki polyester atkı ipliklerinin, dokuma kumaş özellikleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bu bağlamda 34, 48, 108, 144 ve 208 filament sayılarında, 150 denye polyester iplik üretimi gerçekleştirmiştir. Üretilen polyester kumaş özelliklerinin, iplik kesitindeki filament sayısından önemli derecede etkilendiği sonucuna ulaşmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda iplik kesitindeki filament sayısı arttıkça, kumaş kalınlığı, kopma mukavemeti, kopma uzaması ve kırışma (crease recovery) artarken, kumaş hava geçirgenliği, aşınma sonrasında ağırlık kaybı ve yırtılma mukavemetinde azalma olduğunu tespit etmiştir [5]. Akıncı ve diğ. aynı doğrusal yoğunlukta, farklı filament inceliklerinde üretilen mikrofilament dokuma kumaşlarda geçirgenlik özelliklerini incelemişlerdir [6]. Kaynak ve Babaarslan farklı filament incelikleri ile üretilen mikrolif örgü kumaşların performans özelliklerini araştırmışlardır [7]. Babaarslan ve diğ. yaptıkları çalışmada, farklı filament sayılarında multifilament polyester iplikler kullanarak denim kumaş üretmişler ve bu kumaşların performans özelliklerini incelemişlerdir [8]. Zarrebini ve diğ. farklı hızlarda üretilen polipropilen liflerin fiziksel özellikleri üzerinde lif inceliğinin etkisini araştırmışlardır [9]. Önceki çalışmalar incelendiğinde, tekstüre parametrelerinin iplik özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmaların

bulunduğu görülmektedir [10]-[13]. Çirkin yaptığı çalışmada, iplik hızı, çekim oranı (D/R), disk kombinasyonu gibi yalancı büküm tekstüre parametrelerinde yapılan değişikliklerin, iplik özelliklerinde farklılıklara neden olduğunu belirlemiştir [10]. Stojanovic ve diğ. yalancı büküm tekstüre parametrelerinin polyester iplik yapısı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Tekstüre hızı ve fırın sıcaklığının, iplik yapısı ve kıvrım kısılması özelliklerini etkileyen önemli parametreler olduğu sonucuna ulaşmışlardır [11]. Özat yaptığı çalışmada, lif enine kesit şeklinin ve fırın sıcaklığının, üretilen iplik ve kumaş özellikleri üzerinde etkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır [12]. Yıldırım ve diğ. çekim oranı, D/Y oranı gibi tekstüre iplik üretim parametrelerinin iplik kıvrım, dayanım ve kristallik özelliklerine olan etkilerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda çekim ve D/Y parametrelerinin kristallik yüzdesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı, ancak dayanım ve kıvrım özelliklerinde etkilerinin olduğu sonucuna varmışlardır [13].

Bu çalışmada, farklı filament inceliklerinde üretilen DTY polyester ipliklerine farklı disk tipleri kullanılarak tekstüre işlemi uygulanmıştır. Yapılan istatistiksel analizler ile filament inceliğinin ve tekstüre disk tipinin iplik kopma mukavemeti, kopma uzaması, kıvrım kısılması ve sıcakta çekme özelliklerine olan etkileri incelenmiştir.

2 Materyal ve metot

Yapılan çalışma kapsamında üretilen DTY hav ipliklerinin özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir. DTY iplik üretimi, 300 denye doğrusal yoğunlukta, 96, 144 ve 192 filament sayısına sahip 4 POY (Partially Oriented Yarn) ipliğinin birleştirilmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Tekstüre işlemi 1-6-1 kombinasyonunda, poliüretan ve seramik olmak üzere iki farklı friksiyon disk tipi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve diğer üretim parametreleri sabit tutulmuştur. Polyester DTY iplik üretimleri KORTEKS Mensucat Sanayi ve Tic. AŞ. (KORTEKS) firmasında gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen iplik numunelerinin kıvrım kısılması, sıcakta çekme, kopma uzaması ve kopma mukavemeti performans özellikleri test edilmiştir. Tüm numuneler testler uygulanmadan önce ISO 139 Standartlarına uygun olarak 20 °C ± 2 ve %65 ± 2 bağıl nem ortamında kondüsyonlanmıştır [14]. İklimlendirme için numuneler en az 12 sa. bekletilmiştir. Testler KorteKS Mensucat San. ve Tic. AŞ. laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. DTY polyester iplik özellikleri.

Table 1. DTY polyester yarn properties.

Numune Kodu	POY Doğrusal Yoğunluğu (denye)	POY Filament Sayısı	DTY Doğrusal Yoğunluğu (denye)	DTY Filament Sayısı	DTY filament inceliği (dpf)	Disk Tipi
PU-313	300	96	1200	384	3.13	poliüretan
SE-313	300	96	1200	384	3.13	seramik
PU-208	300	144	1200	576	2.08	poliüretan
SE-208	300	144	1200	576	2.08	seramik
PU-156	300	192	1200	768	1.56	poliüretan
SE-156	300	192	1200	768	1.56	seramik

Kıvrım kısalması değerlerinin ölçümü için, filament iplikler öncelikle kıvrım oluşumu ve sabitlemesi amacıyla 120 °C'de 10 dk. bekletilmiştir. Fırından çıkan ipliklerin standart laboratuvar şartlarında (ISO 139; 20 °C±2 ve %65±2 bağıl nem) 12 sa. bekletilmesi sonrasında, Texturmat ME cihazı kullanılarak ipliklerin sırayla 500 g (2 cN/Tex) ağırlık altında 'Lg' uzunlukları ve 2.5 g (0.01 cN/Tex) ağırlık altında 'Lz' uzunlukları ölçülmüştür. Her numuneden DIN 53840-2 (1983) standardı doğrultusunda 2 ölçüm alınarak test yapılmıştır [15]. Test sonucunda, kıvrım kısalması aşağıda görülen formül doğrultusunda (1) hesaplanmıştır.

$$\text{Kıvrım Kısalması} = \frac{L_g - L_z}{L_g} \times 100 \quad (1)$$

İplik numunelerinin sıcakta çekme yüzdeleri ISO 18067 (2015) standardına göre Texturmat ME cihazı ile belirlenmiştir [16]. Sıcakta çekme; tekstüre ipliklerin kaynar suda ıslatılıp kurutulmasından veya yüksek sıcaklığa maruz bırakılmasından sonra, boydaki çekmesi olarak ifade edilir. Bu çalışmada iplik numuneleri, her bobinden ikişer numune alınmak suretiyle etüvde 190°C'de kuru havaya maruz bırakılmıştır. Numunelerin, sıcak havayla muamele öncesi ve sonrası uzunlukları ölçülmüş ve aşağıda verilen formül doğrultusunda (2) % sıcakta çekme dereceleri belirlenmiştir [17].

$$\text{Sıcakta Çekme (\%)} = \frac{l_{g1} - l_{g2}}{l_{g1}} \times 100 \quad (2)$$

Burada;

lg1: İlk uzunluk (cm),

lg2: Isıl işlem sonrası uzunluktur (cm).

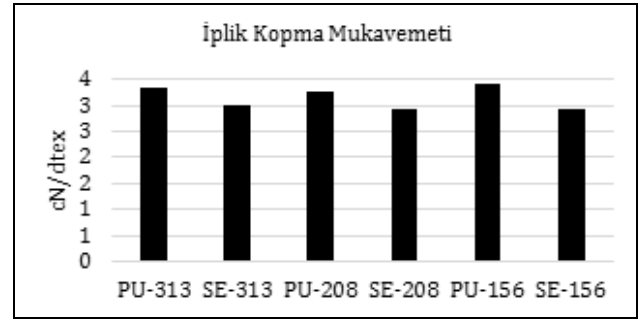
İplik numunelerinin kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri ISO 2062 (2009) standardına göre ölçülmüştür [18]. İpliklerin kopma mukavemeti ve kopma uzaması testleri, Statimat ME cihazında gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analiz için SPSS 21.0 programı kullanılarak ANOVA analizi (varyans analizi) yapılmıştır. Tüm sonuçlar %95 güven aralığında değerlendirilmiştir.

3 Bulgular ve tartışma

3.1 İplik kopma mukavemeti test sonuçları

Şekil 1'de iplik kopma mukavemeti test sonuçları görülmektedir. Sonuçlar disk tipinin farklılığı açısından

değerlendirildiğinde, poliüretan diskler ile üretilen DTY ipliklerinin seramik diskle üretilenlere göre daha yüksek kopma mukavemeti değerlerine sahip oldukları görülmektedir. Bu durum seramik disklerin poliüretan disklere göre daha sert yüzey özelliğine sahip olmaları ile açıklanabilir. Yüzey sertliğinden dolayı seramik diskler filament ipliğe zarar verebilmekte ve sonuç olarak iplik kopma mukavemetinde ve kopma uzamasında azalmaya neden olmaktadır [12]. Poliüretan diskler daha yumuşak bir yüzeye sahip olduğu için tekstüre işlemi sırasında iplik yüzeyine zarar vermediği düşünülmektedir. Ancak, yüksek filament sayılarında ve kalın iplik üretiminde poliüretan disk yapısı daha hızlı deforme olduğu için kullanım süreleri kısa olmaktadır. Sonuçlar, filament inceliği açısından değerlendirildiğinde, numuneler arasında önemli bir fark görülmemektedir. Ayrıca, filament inceliğine göre değişen herhangi bir trend belirlenmemiştir.



Şekil 1. DTY iplik kopma mukavemeti test sonuçları.

Figure 1. DTY yarn breaking strength test results.

İplik kopma mukavemeti için uygulanan iki yönlü ANOVA test sonuçları Tablo 2'de verilmektedir.

Sonuçlar doğrultusunda anlamlılık değeri $p=0.090 > 0.05$ olduğundan, filament inceliğinin iplik kopma mukavemeti üzerinde, istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Üretim sırasında kullanılan disk tipinin ise anlamlılık değeri $p=0.000$ olduğundan iplik kopma mukavemeti üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Filament inceliği ve disk tipinin birlikte etkisi incelendiğinde, anlamlılık değeri $p=0.076 > 0.05$ olduğundan, sonuçlar üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 2. İplik kopma mukavemeti için iki yönlü ANOVA sonuçları.

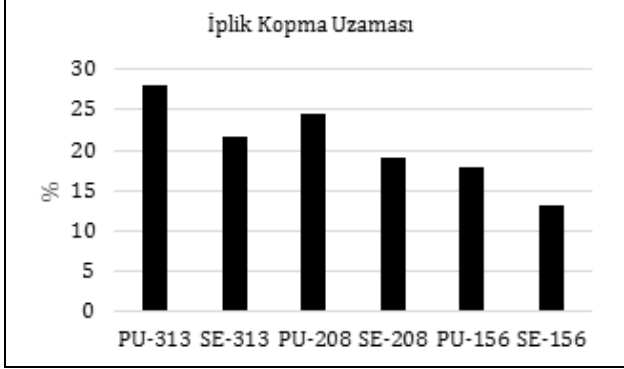
Table 2. Two-way ANOVA results for yarn breaking strength.

Bağımlı Değişken: İplik Kopma Mukavemeti							
Kaynak	Tip IV Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Etki Düzeyi	
Düzeltilmiş Model	1.143a	5	0.229	33.745	0.000	0.875	
Kesişim	297.675	1	297.675	43948.081	0.000	0.999	
Filament inceliği	0.036	2	0.018	2.662	0.090	0.182	
Disk tipi	1.068	1	1.068	157.656	0.000	0.868	
Filament inceliği * disk tipi	0.039	2	0.019	2.874	0.076	0.193	
Hata	0.163	24	0.007				
Toplam	298.980	30					
Düzeltilmiş Toplam	1.305	29					

a. $R^2 = 0.875$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0.850$).

3.2 İplik kopma uzaması test sonuçları

İplik kopma uzaması test sonuçları Şekil 2’de görülmektedir. Kopma mukavemeti sonuçlarında olduğu gibi, poliüretan disklerle seramik diskler arasında fark görülmektedir. Tüm filament incelikleri için poliüretan disklerde daha yüksek kopma uzaması değerleri elde edilirken seramik friksiyon diskleri ile tekstüre edilen numunelerde daha düşük kopma uzaması değerleri elde edilmiştir. Bu durum, kopma mukavemeti sonuçlarında olduğu gibi seramik disklerin sert yüzeylerinin filamentleri deforme etmesi ile açıklanabilir [12].



Şekil 2. DTY iplik kopma uzaması test sonuçları.

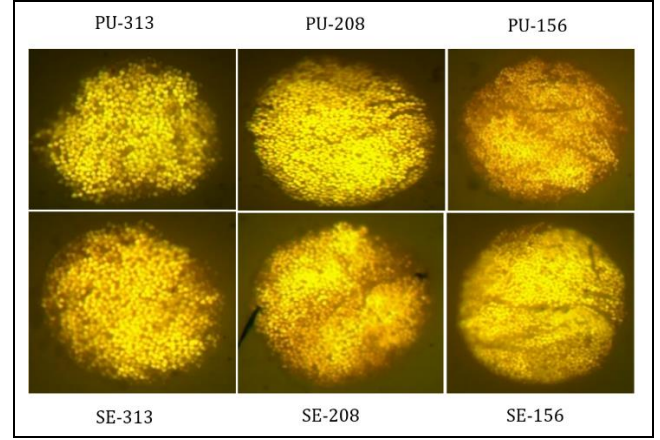
Figure 2. DTY yarn breaking elongation test results.

Kopma uzaması sonuçları filament inceliği açısından karşılaştırıldığında, kalın filamentlerle üretilen DTY iplik numunelerinin daha iyi kopma uzaması sonuçlarına sahip olduğu görülmektedir. Bu durum tekstüre işlemi sırasında, iplik kesitindeki filament sayısı fazla olan ince filamentli ipliklerde, filamentlerin daha fazla sürtünme etkisine maruz kalarak yapılarında bir miktar zayıflamaya neden olmasına bağlanmaktadır [2].

Şekil 3’te farklı filament inceliklerinde üretilen PU-313, SE-313, PU-208, SE-208, PU-156 ve SE-156 iplik numunelerinin mikroskop altındaki kesit görünüşleri verilmektedir. Daha ince filamentlerden üretilen ve kesitinde daha fazla filament bulunan PU-156 ve SE-156 iplik numunelerinde, filamentler arasında daha az boşluk bulunduğu ve birbirlerine yakınlığı sebebi ile sürtünme eğiliminin daha yüksek olacağı görülmektedir.

Tablo 3’te iplik kopma uzaması için yapılan iki yönlü ANOVA test sonuçları görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde filament inceliğinin ve disk tipinin kopma uzaması üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ($p=0.000$) etkiye sahip olduğu görülmektedir. İplik kopma uzaması üzerinde filament inceliğinin ve disk

tipinin birlikte etkisi incelendiğinde ($p = 0.342 > 0.05$) istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir.



Şekil 3. Farklı filament sayılarında üretilen iplik numunelerinin mikroskop görüntüleri (x10).

Figure 3. Microscope views of yarn samples produced with different filament numbers (x10).

3.3 İplik kıvrım kısılması test sonuçları

Aynı filament inceliğine sahip numunelerin poliüretan ve seramik disklerden üretilen test sonuçları incelendiğinde, poliüretan disklerle üretilen DTY iplik numunelerinin kıvrım kısılması sonuçlarının, kopma mukavemeti ve kopma uzaması sonuçlarında olduğu gibi daha yüksek olduğu görülmektedir. Poliüretan disklerle gerçekleştirilen tekstüre iplik üretiminde hacimli iplik yapıları elde edilmektedir [12]. Kıvrım kısılması, iplik hacimliliğini etkilemekte ve daha yüksek kıvrım kısılması, daha fazla iplik hacimliliği anlamına gelmektedir [2]. Poliüretan disk yapısı ve yüksek kopma uzaması değerleri nedeniyle bu iplik numunelerinde yüksek kıvrım kısılması değerleri elde edilmiştir (Şekil 4).

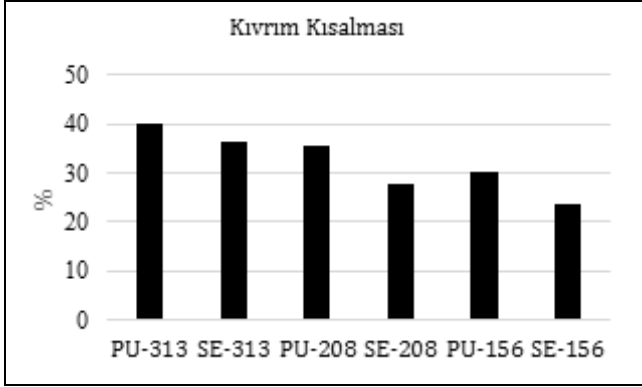
DTY iplik test sonuçları filament inceliği açısından değerlendirildiğinde, her iki disk tipinde de ince filamentli numunelerde, kıvrım kısılmasının daha düşük olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuçlar Özkan ve Babaarslan’ın sonuçlarıyla örtüşmektedir [2]. İnce filamentlerle üretilen iplik yapılarının daha kompakt bir yapıda olması kıvrım kısılması değerlerinin düşmesine ve iplik hacimliliğinin azalmasına neden olmaktadır. Daha kalın filamentlerle üretilen DTY iplikler daha hacimli bir yapıya sahip olmaktadır. İnce filamentlerden üretilen ipliklerde daha sıkı bir yapının olması liflere hareket alanı bırakmamaktadır.

Tablo 3. İplik kopma uzaması için iki yönlü ANOVA sonuçları.

Table 3. Two-way ANOVA results for yarn breaking elongation.

Bağımlı Değişken: İplik Kopma Uzaması							
Kaynak	Tip IV Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Etki Düzeyi	
Düzeltilmiş Model	686.979 ^a	5	137.396	96.776	0.000	0.953	
Kesişim	12841.455	1	12841.455	9044.966	0.000	0.997	
Filament inceliği	450.383	2	225.192	158.615	0.000	0.930	
Disk tipi	233.411	1	233.411	164.405	0.000	0.873	
Filament inceliği * disk tipi	3.184	2	1.592	1.121	0.342	0.085	
Hata	34.074	24	1.420				
Toplam	13562.508	30					
Düzeltilmiş Toplam	721.052	29					

a. $R^2 = 0.953$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0.943$).



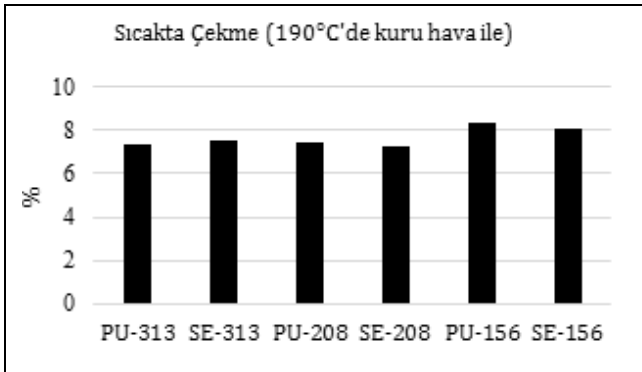
Şekil 4. DTY iplik % kıvrım kısalması test sonuçları.

Figure 4. DTY yarn % crimp contraction test results.

Tablo 4'te verilen iki yönlü ANOVA sonuçlarına incelendiğinde, filament inceliğinin ve disk tipinin istatistiksel olarak anlamlı ($p=0.000 < 0.05$) bir etkisi olduğu görülmektedir. Her iki parametrenin birlikte etkisi incelendiğinde ise yine kıvrım kısalması üzerinde anlamlı ($p = 0.001 < 0.05$) bir etki görülmektedir.

3.4 İplik sıcakta çekme test sonuçları

Şekil 5'te DTY iplik numunelerinin sıcakta çekme test sonuçları görülmektedir. İplik kopma mukavemeti, kopma uzaması ve kıvrım kısalması test sonuçlarının aksine sıcakta çekme sonuçlarında belirgin bir trend görülmemektedir. Poliüretan ve seramik disk tipleri ile üretilen DTY iplik numuneleri arasında, önemli bir fark görülmemektedir. Filament inceliği açısından sonuçlar değerlendirildiğinde, 3.13 ve 2.08 dpf inceliğindeki filamentlerle üretilen DTY iplik numunelerinin her iki disk tipinde sıcakta çekme performanslarının aynı olduğu görülmektedir. Bu durumla birlikte, 1.56 dpf filament inceliğine sahip numunelerde sıcakta çekme oranlarının biraz daha fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 5. DTY iplik sıcakta çekme test sonuçları.

Figure 5. DTY yarn % shrinkage test results.

Tablo 5'te sıcakta çekme testi için yapılan iki yönlü ANOVA test sonuçları görülmektedir. Sonuçlar doğrultusunda, filament inceliği ile sıcakta çekme sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı ($p = 0.000$) bir ilişki olduğu görülmektedir. Disk tipinin ise sıcakta çekme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır ($p = 0.055 > 0.05$). Filament inceliği ve disk tipi bağımsız değişkenlerin birlikte etkisi incelendiğinde ise ($p=0.000$) istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır.

Hav iplik numunelerine uygulanan testlerin birbirleri arasındaki etkileşimin incelenebilmesi adına yapılan korelasyon analizi sonuçları Tablo 6'da görülmektedir. Korelasyon analizi sonuçları incelendiğinde, kopma mukavemeti ve kopma uzaması sonuçları arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Kopma mukavemeti sonuçları arttıkça kopma uzaması sonuçları artmaktadır ($r=0,522$; $p=0,003$). Aynı şekilde, kopma mukavemeti ve kıvrım kısalması sonuçları arasında da pozitif ve anlamlı bir ilişki vardır ($r=0,519$; $p=0,027$). Ancak kopma mukavemeti ve sıcakta çekme sonuçları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır ($r=0,208$; $p=0,408$). Yapılan iplik testleri içerisinde en güçlü ilişki kopma uzaması ve kıvrım kısalması sonuçları arasında görülmektedir ve aralarında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ($r=0,928$, $p=0,000$). Kopma uzaması ve sıcakta çekme sonuçları arasında ise negatif ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ($r=-0,661$, $p=0,003$) ve kopma uzaması değerleri arttıkça sıcakta çekme oranları düşmektedir. Kıvrım kısalması sonuçları ile sıcakta çekme sonuçları arasında negatif ve anlamlı bir ilişki görülmektedir ve kıvrım kısalması değerleri arttıkça sıcakta çekme değerleri azalmaktadır ($r=-0,545$; $p=0,019$).

4 Sonuçlar

İplik kesitindeki filament sayısı iplik özelliklerine etki eden en önemli faktörlerden birisidir. Aynı doğrusal yoğunlukta, farklı filament sayıları ile üretilen ipliklerin farklı davranışlar göstermesi beklenir. Ayrıca tekstüre iplik üretiminde kullanılan diskler iplik yapısına direk etki ettiğinden farklı disk tipleri ile üretilen tekstüre ipliklerin özelliklerinde de farklılar olmaktadır. Bu çalışmada, farklı filament inceliklerinde ve farklı disk tipleri ile üretilen DTY ipliklerin fiziksel özellikleri karşılaştırılmıştır. İplik kesitindeki lif sayısının artması ile iplik kopma mukavemetinde ve kopma uzamasında artış beklenen bir durumdur. Ancak literatürde de görüldüğü gibi [2] bu çalışmada da beklenenin aksine bir durum söz konusudur.

Aynı doğrusal yoğunlukta ve farklı filament inceliklerinde üretilen iplik numuneleri arasında kopma mukavemeti açısından önemli bir fark görülmemiştir. Bu durumun yanı sıra filamentler incelidikçe kopma uzamalarında azalma meydana gelmiştir. Kopma mukavemeti ve kopma uzamasında elde edilen sonuçlar doğrultusunda, tekstüre ipliklerde kesitteki filament sayısının artması sonucunda filamentler arasındaki artan sürtünme kuvvetlerinin iplik yapısında bir miktar zayıflamaya neden olduğu sonuna varılmıştır. Kıvrım kısalması iplik hacimliliğini ifade etmektedir ve yüksek kıvrım kısalması değerleri iplik hacimliliğinin fazla olduğu anlamına gelmektedir. Yapılan çalışmada, önceki çalışma sonuçlarıyla paralel olarak, filamentler incelidikçe kıvrım kısalması değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir [2]. İnce filamentlerle gerçekleştirilen iplik üretimlerinde elde edilen düşük kopma uzaması değerlerinin yanında bu ipliklerin daha sıkı ve kompakt bir yapıya sahip olması filamentlere hareket alanı bırakmamış ve daha az hacimli bir yapının oluşmasına neden olmuştur. Sonuç olarak kalın filamentlerle üretilen DTY ipliklerinde daha hacimli bir iplik yapısı söz konusudur. İplik numunelerinin sıcakta çekme sonuçları incelendiğinde 3.13 ve 2.08 dpf inceliğe sahip filamentlerle üretilen DTY iplik numuneleri arasında önemli bir fark görülmemektedir. Ancak, 1.56 dpf filamentler ile üretilen numunelerin sıcakta çekme değerlerini daha yüksektir.

Tablo 4. Kıvrım kısılması testi için iki yönlü ANOVA sonuçları.

Table 4. Two-way ANOVA results for yarn crimp contraction.

Bağımlı Değişken: Kıvrım Kısılması						
Kaynak	Tip IV Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Etki Düzeyi
Düzeltilmiş Model	546.918 ^a	5	109.384	212.659	0.000	0.989
Kesişim	18702.425	1	18702.425	36360.495	0.000	1.000
Filament inceliği	374.207	2	187.104	363.759	0.000	0.984
Disk tipi	160.384	1	160.384	311.812	0.000	0.963
Filament inceliği * disk tipi	12.327	2	6.163	11.982	0.001	0.666
Hata	6.172	12	0.514			
Toplam	19255.515	18				
Düzeltilmiş Toplam	553.090	17				

a. R² = 0.989 (Düzeltilmiş R² = 0.984).

Tablo 5. Sıcakta çekme testi için iki yönlü ANOVA sonuçları

Table 5. Two-way ANOVA results for yarn shrinkage.

Bağımlı Değişken: Sıcakta Çekme						
Kaynak	Tip IV Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Etki Düzeyi
Düzeltilmiş Model	2.851 ^a	5	0.570	128.300	0.000	0.982
Kesişim	1054.936	1	1054.936	237360.500	0.000	1.000
Filament inceliği	2.671	2	1.336	300.500	0.000	0.980
Disk tipi	0.020	1	0.020	4.500	0.055	0.273
Filament inceliği * disk tipi	0.160	2	0.080	18.000	0.000	0.750
Hata	0.053	12	0.004			
Toplam	1057.840	18				
Düzeltilmiş Toplam	2.904	17				

a. R² = 0.982 (Düzeltilmiş R² = 0.974).

Tablo 6. İplik testleri sonuçları arasındaki korelasyon analizi.

Table 6. Correlation analysis between yarn test results.

		Kopma mukavemeti	Kopma uzaması	Kıvrım kısılması	Sıcakta çekme
Kopma mukavemeti	Pearson	1,0	0,522**	0,519*	0,208
	Korelasyonu				
Kopma uzaması	Sig.		0,003	0,027	0,408
	Pearson	0,522**	1,0	0,928**	-0,661**
Kıvrım kısılması	Korelasyonu				
	Sig.	0,003		0,000	0,003
Sıcakta çekme	Pearson	0,519*	0,928**	1,0	-0,545*
	Korelasyonu				
Kopma mukavemeti	Sig.	0,027	0,000		0,019
	Pearson	0,208	-0,661**	-0,545*	1,0
Kopma uzaması	Korelasyonu				
	Sig.	0,408	0,003	0,019	

*: Korelasyon 0,05 seviyesinde anlamlıdır. **: Korelasyon 0,01 seviyesinde anlamlıdır.

Aynı filament inceliğinde poliüretan ve seramik diskler kullanılarak üretilen iplik numunelerinin test sonuçlarına göre, literatürle uyumlu olarak [12], poliüretan disk tipi ile üretilen numunelerin kopma mukavemeti, kopma uzaması ve kıvrım kısılması (%) değerleri daha yüksektir. Bu sonuç seramik disklerin iplik yapısına verdiği zarardan ileri gelmektedir. Disk yapısı ve test sonuçlarından elde edilen yüksek kopma uzaması değerleri nedeniyle poliüretan disklerle üretilen DTY iplik numunelerinin, daha hacimli bir yapıya sahip olduğu sonucuna varılmaktadır. Sıcakta çekme sonuçları disk tipi açısından değerlendirildiğinde sonuçlar arasında önemli bir fark görülmemektedir. Halı hav ipliklerinin hacimli bir yapıya sahip olması beklenmektedir. Yapılan deneysel çalışmada, en hacimli iplik yapısı, poliüretan diskler kullanılarak üretilen kalın filamentli ipliklerle elde edilmiştir. Bu ipliklerin halı hav ipliği olarak tercih edilebileceği sonucuna varılmıştır.

5 Conclusions

Number of filaments in the yarn structure is one of the important factor that impacts the yarn features. Yarns

produced with the same linear density and different filament numbers are expected to show different behaviours. Also, since the discs used in the production of textured yarn directly affect the yarn structure, there are differences in the properties of the textured yarns produced with different disc types. In this study, physical properties of DTY polyester yarns produced with different filament fineness and disc types are researched.

Increase in yarn breaking strength and breaking elongation is expected with the increase of number of fibers in the yarn cross-section. However, for breaking strength results, contrary to expected in this study, no significant difference is observed between the yarn samples produced at the same linear density and different filament thickness. In addition to this situation, breaking elongation results decrease as the filaments get finer. Increasing with number of filaments in the cross-section and increased friction between the filaments in textured yarns cause these results. Crimp contraction means yarn bulkier and so higher crimp contraction value results higher bulkier in the yarn. In the study, it is deduced that the crimp contraction values decrease as the filaments get finer. More compact yarn

structure and lower breaking elongation values obtained from yarns produced with finer filaments has caused this situation. As a result, DTY yarns produced with coarser filaments have more bulkier structure. When the shrinkage results of the yarn samples are examined, there are no significant difference between DTY yarn samples produced with filaments with a fineness of 3.13 and 2.08 dpf. However, the shrinkage values of the samples produced with 1.56 dpf filaments are higher than the others.

According to the test results of the yarn samples produced with polyurethane and ceramic discs with same filament fineness; breaking strength, breaking elongation and crimp contraction values of the samples produced with the polyurethane disc type are higher than those of ceramic disc. This is a probable result of damaging effect of ceramic discs to the yarn structure. It is concluded that, DTY yarn samples produced with polyurethane discs have more bulkier structure due to the disc type and higher breaking elongation values. According to shrinkage results, there is no significant difference between yarn samples produced by different disc types.

Carpet pile yarns are expected to have a bulky structure. According to the experimental study, bulkier yarn structure is obtained in the yarn samples produced by polyurethane discs and with coarser filaments. It is concluded that these yarns can be preferred as carpet pile yarn.

6 Teşekkür

Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenen 2019/1-18 D [D6] No.lu araştırma projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, gerçekleştirilen çalışma için yazarlar KORTEKS AŞ, Bursa, Türkiye şirketine ve çalışanlarına teşekkür eder.

7 Yazar katkı beyanı

Gerçekleştirilen çalışmada Gülbin FİDAN fikrin oluşması, tasarımın yapılması, literatür taraması ve kullanılan malzemelerin temin edilmesi başlıklarında; Halil İbrahim ÇELİK, elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ve sonuçların incelenmesi başlıklarında; Yasemin KORKMAZ yazım denetimi ve içerik açısından makalenin kontrol edilmesi başlıklarında katkı sunmuşlardır.

8 Etik kurul onayı ve çıkar çatışması beyanı

Hazırlanan makalede etik kurul izni alınmasına gerek yoktur.

Hazırlanan makalede herhangi bir kişi/kurum ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

9 Kaynaklar

- [1] Özkan S. Filament Kesit Şeklinin, Sayısının ve Lineer Yoğunluğunun POY ve Tekstüre İplik Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye, 2008.
- [2] Özkan S, Babaarslan O. "İplik kesitindeki filament sayısının filament ve tekstüre ipliklerin özellikleri üzerindeki etkisi". *Tekstil ve Konfeksiyon*, 20(1), 17-22, 2010.
- [3] Aydoğdu SHÇ, Yılmaz D. "Effect of yarn fineness and core/sheath fibre types on the physical properties of dual-core yarns and fabrics". *Cellulose Chemistry and Technology*, 54(3-4), 381-394, 2020.

- [4] Varshney RK, Kothari VK, Dhamija S. "Influence of polyester fibre shape and size on the hairiness and some mechanical properties of yarns". *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 39(1), 24-32, 2014.
- [5] AL-ansary MAR. "The influence of number of filaments on physical and mechanical characteristics of polyester woven fabrics". *Life Science Journal*, 9(3), 79-83, 2012.
- [6] Akıncı FC, Kaynak HK, Korkmaz Y. "Filament inceliği ve atkı sıklığının mikrofilament dokuma kumaşlarda geçirgenlik özelliklerine etkileri". *Tekstil ve Mühendis*, 25(111), 234-240, 2018.
- [7] Kaynak HK, Babaarslan O. "Filament inceliğinin mikrolif örgü spor giysiliklerin performans özelliklerine etkisinin araştırılması". *Tekstil ve Mühendis*, 17(78), 20-24, 2010.
- [8] Babaarslan O, Telli A, Karaduman S. "Mikrofilament iplik yapılarının denim kumaş performans özellikleri üzerine etkisi". *Tekstil ve Mühendis*, 22(99), 7-14, 2015.
- [9] Zarrebini M, Mahmoudi MR, El-Bakary MA, El-Dessouky HM, Lawrence CA. "The influence of fiber fineness on physical characteristics of staple polypropylene fibers spun at different pumping speeds". *Journal of Applied Polymer Science*, 115(5), 2892-2897, 2010.
- [10] Çirkin S. Yalancı Büküm Tekstüre İşleminde Tekstüre Değişkenlerinin İplik Özellikleri Üzerindeki Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye, 2006.
- [11] Stojanovic P, Savic M, Trajkovic D, Stepanovic J, Stamenkovic M, Kostic M. "The effect of false-twist texturing parameters on the structure and crimp properties of polyester yarn". *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*, 23(3), 411-419, 2017.
- [12] Özat FA. Polyester Tekstüre İpliklerde Filament Kesit Şeklinin ve Tekstüre İşlem Parametrelerinin İplik ve Kumaş Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye, 2019.
- [13] Yildirim K, Altun Ş, Ulcay Y. "Relationship between yarn properties and process parameters in false-twist textured yarn". *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 4(2), 26-32, 2009.
- [14] International Organization for Standardization. "Textiles-Standard atmospheres for conditioning and testing". ISO 139:2005, Geneva, Switzerland, 2005.
- [15] German Standard. "Testing of textiles; determination of parameters for the crimp of textured filament yarns; filament yarns with a linear density exceeding 500 dtex". Deutsches Institut für Normung, Berlin, Germany, DIN 53840-2, 1983.
- [16] International Organization for Standardization. "Textiles, Synthetic filament yarns, Determination of shrinkage in dry-hot air (after treatment)". ISO 18067:2015, Geneva, Switzerland, 2015.
- [17] Textechno, Textile Testing Technology. "Texturmat ME+ Automatic Crimp Contraction and Shrinkage Tester". [TEXTURMAT_ME-.pdf \(textechno.com\)](https://www.textechno.com/TEXTURMAT_ME-.pdf) (02.02.2022).
- [18] International Organization for Standardization. "Textiles, Yarns from packages, Determination of single-end breaking force and elongation at break using constant rate of extension (CRE) tester". ISO 2062:2009, Geneva, Switzerland, 2009.