



## FARKLI PUNTA SAYILARININ POLİESTER KUMAŞ ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

<sup>1</sup>Beysim GARİP , <sup>2</sup>Ayten Nur YÜKSEL YILMAZ , <sup>3</sup>Necati ER , <sup>4</sup>Ayşe ÇELİK BEDELOĞLU 

<sup>1,2,4</sup>Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Polimer Malzeme Mühendisliği Bölümü, Bursa, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Bursa, TÜRKİYE

<sup>3</sup>Polyteks Tekstil Sanayi Araştırma ve Eğitim A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Bursa, TÜRKİYE

<sup>1</sup>beysim@bsctekstil.com, <sup>2</sup>ayten.yilmaz@btu.edu.tr, <sup>3</sup>ner@polyteks.com.tr, <sup>4</sup>ayse.bedeloglu@btu.edu.tr

(Geliş/Received: 08.05.2020; Kabul/Accepted in Revised Form: 15.09.2020)

**ÖZ:** Poliester (PES) diğer bir deyişle polietilen tereftalat (PET) tekstil sektöründe önemli yere sahip olan sentetik polimerlerden biridir. Poliester iplik ve kumaşlar, gerilmeye karşı yüksek dayanım, bakterilere ve ısıya karşı direnç, elastiklik, bakım kolaylığı ve yıkama sonrası çabuk kuruma gibi üstün özelliklere sahiptir. Bu çalışmada, aynı iplik numaralarına sahip (167/48 dtex/filament) tam çekimli (fully drawn yarn) (FDY) ve tekstüre kısmen çekilmiş poliester iplikler (partially oriented) (POY), hava ile kaplama (air covering) yöntemiyle farklı punta sayılarında (8, 29, 54, 75, 85 adet/metre) birleştirilerek filament şeklinde üretilmiştir. Daha sonra bu filamentler kullanılarak örme kumaş yüzeyleri oluşturulmuş ve boyama yapılmıştır. Punta sayısının, poliester iplik ve kumaş üzerine etkileri, görsel ve fiziksel performans özellikleri ile değerlendirilmiştir. Farklı punta sayısına sahip ipliklerde, en yüksek ve en düşük mukavemet değeri, sırasıyla 29 punta (3,41 cN/ dtex) ve 8 punta (3,23 cN/ dtex ) sayısına sahip ipliklerde elde edilmiştir. Genel olarak, boyalı kumaşlarda punta sayısının artması sonucunda kumaş kalınlığı artarken hava geçirgenliğinin azaldığı gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Filament, FDY, POY, poliester, punta, tekstüre, hava ile kaplama, puntalı iplik

### Investigation of the Effects of Different Number of Nips on the Properties of Polyester Fabric

**ABSTRACT:** Polyester (PES), in other words, polyethylene terephthalate (PET) is one of the synthetic polymers that have an important position in the textile industry. Polyester yarns and fabrics have superior properties such as high strength to stress, resistance to bacteria and heat, flexibility, maintainability, and quick drying after washing. In this study, fully drawn yarn (FDY) and textured partially drawn polyester (POY) yarn which have the same yarn counts (167/48 dtex/filament) were produced as filaments by combining them in different number of nips (8, 29, 54, 75, 85 number/meter) with the air covering method. Then knitted fabric surfaces were created and dyed using these filaments. The effects of number of nips on polyester yarn and fabric were evaluated with their visual and physical performance characteristics. Maximum and minimum strength values for yarns with different different number of nips were measured as 3.41 and 3.23 cN / dtex for yarns with 29 and 8 number of nips, respectively. It was observed that the air permeability decreases while the fabric thickness increases with the increasing number of nips in dyed fabrics.

**Key Words:** Filament, FDY, POY, polyester, nips, textured, air covering, intermingled yarn

## GİRİŞ (INTRODUCTION)

Plastik endüstrisinde yaygın olarak kullanılan bir polimer olan poliester, tekstil sektöründe de, lif, kumaş ve üretilmiş ürün formunda, konvansiyonel ve teknik tekstiller alanlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Filament veya kesikli lif formunda kullanımı mevcuttur. Tekstil malzemelerinde poliester lifleri, düşük maliyet, kolay işlenebilirlik, düşük yoğunluk, yüksek mukavemet, güneş ışığı ve kimyasallara karşı dayanımlarının yüksek olması gibi özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir. Yüksek gerilme değerlerinde, ipliklerin kopmadan, bu gerilmelere dayanmaları beklenmektedir. İpliklere mukavemet kazandırmak için kullanılan haşılama ve büküm gibi konvansiyonel işlemlerin dışında, çeşitli kaynaklarda birleştirme, karıştırma vb. gibi isimlerle anılan puntalama işlemi de mukavemet artırıcı yöntemlerden birisidir (Öztanır ve Yüksekaya, 2014).

Kısmen çekilmiş poliester iplik, poliester ipliğin temel formu olan POY (partially oriented) ismiyle adlandırılır. POY tekstüre edilerek poliester çekimli tekstüre iplikler (DTY) üretilir ve örme ve dokuma kumaş üretiminde atkı-çözgü olarak kullanılır. POY ipliğin, güneş ışığı ve sabuna maruz kaldığında solmaması, yüksek dayanım ve aşınma direnci, kırışıklık giderme gibi avantajları vardır. Ayrıca farklı filament enine kesitleri (yuvarlak, trilobal, kanallı vb.) kullanılarak POY ipliğe farklı görünüm ve parlaklık kazandırılırken, genel olarak mat ve parlak olmak üzere iki türü bulunmaktadır. POY iplikler 3000-4000 m/dk hızla üretildikten sonra, germe işlemi ile 1,20-1,27 oranında çekim işlemi uygulanır. %130 uzamaya sahip bir iplik türüdür (Çirkin, 2006; Garip, 2005). Tam çekimli ipliklerin (fully drawn yarn, FDY) üretimi de POY üretimine benzemektedir fakat FDY iplik üretiminde daha yüksek eğirme hızları (4500-5000 m/dk ve üzeri) kullanılır. Böylece, ipliklerin daha iyi yönlenebilmesi ve kristalizasyonu sağlanır. Kullanılacağı proses için tekrardan çekim işlemi gerektirmeyen bir iplik türüdür (Çirkin, 2006). FDY genellikle kumaşlarda atkı olarak kullanılırken, yarı-mat, parlak, dairesel kesitli ve trilobal parlak olmak üzere farklı tipleri tercih edilmektedir.

Puntalama ve bu işlemin iplik ve kumaş özellikleri üzerine etkisi, literatürde farklı araştırmacılar tarafından çalışılmıştır (Demir, 1990; Miao ve Soong, 1995; Özkan ve Baykal, 2012; Baykal ve Özkan, 2013). Alagirusamy ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri çalışmada, puntalama işleminde hava basıncının etkisi ile artan punta karakterleri incelenmiştir (Alagirusamy ve diğ., 2005). Atasayan, 5 farklı punta sayısına (60, 80, 100, 120, 140 adet/metre) sahip yalancı bükümlü Poliamid 6.6 ipliği üretmiştir. 60 puntalama uygulanan ipliğin mukavemet değerinin en düşük, 120 olanın ise en yüksek değere sahip olduğunu ve punta sayısı 140 olan ipliklerde mukavemet değerinin tekrar düştüğünü belirtmiştir (Atasayan, 2005). Ayrıca, puntalama performansı ile iplik numarası arasındaki ilişkiyi (Webb ve diğ., 2009), puntalama basıncı arttıkça punta sayısının arttığını (Baykal ve Özkan, 2013) ve punta basıncının artırılmasıyla punta kalıcılığının arttığını (Özkan ve Baykal, 2012) gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Öztanır ve Yüksekaya, yaptıkları çalışmalarda, puntalamanın (5 bar basınç altında 500, 600 ve 700 m/dk makine hızlarında) farklı iplik tiplerinin (PES (50,70,100 ve 150 denye) ve PA6 (40, 70, 100 ve 140 denye)) mukavemeti üzerinde etkisini (Öztanır ve Yüksekaya, 2014) ve punta miktarı ve makine hızı arasındaki ilişkiyi (Yüksekaya ve Öztanır, 2014) göstermişlerdir. Özkan ve arkadaşları, 283 dtex POY ipliğini farklı punta (5, 23,4, 67,4, 72,2 ve 80,5 adet/metre) sayılarında puntaladıktan sonra, örgü kumaşlar elde etmiş ve boyasız kumaşlarda, punta sayısı ve dolayısıyla tüylülüğünün artması ile kumaşlardaki gözeneklerin azalmasından dolayı L\* ve R (yansıma) değerlerinin arttığı; boyalı kumaşlarda belirli punta sayısından (67,4 ve üstü) sonra bu değerlerin azaldığı belirtilmiştir (Özkan ve diğ., 2018). Bir diğer çalışmada, farklı yapı ve özelliklere sahip FDY ve POY poliester iplikler, tekstüre makinasında farklı kombinasyonlarda birleştirilerek katlı iplikler (farklı çekim oranlarında) üretilmiş ve daha sonra bu ipliklerin mekanik özellikleri ile örme kumaştaki görsel özellikleri incelenmiştir. Çekim oranı arttıkça, kumaşlarda açıklık L\* (açıklık) değeri artarken K/S (boyama kuvveti) değeri azalmıştır (Babaarslan ve diğ., 2019). Çeşitli hibrit ipliklerin puntalanarak kullanımı ve özelliklerinin incelenmesi üzerine de güncel çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin cam elyafın poliamid 6 ile birlikte puntalandığı hibrit iplik çalışmasında, hibrit ipliklerin birleşme kalitesini belirleyebilmek için yeni bir analiz yöntemi geliştirilmiş ve bu yöntemin diğer termoplastik hibrit yapıların birleşme kalitesini belirlemede kullanılabileceği belirtilmiştir (Kravaev ve diğ., 2013). Ayrıca, çeşitli metal ve polimer filamentler, puntalama yöntemiyle birleştirildikten sonra elde edilen metal

takviyeli kompozit ipliklerden farklı formlarda, dokuma (Özkan ve Telli, 2019), örme (Özkan, 2019; Özkan, 2020) ve halı (Özkan ve diğ., 2019; Özkan ve diğ., 2020) numuneleri üretilmiş ve bu malzemelerin elektromanyetik kalkanlama, antimikrobiyel etkinlik gibi çeşitli özellikleri incelenmiştir. Kompozit iplik üretimi için puntalama yöntemi, hem maliyetin düşük olması hem de hızlı üretim imkanı sunmasından dolayı, uygun bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Önceki çalışmalar gözönünde tutulduğunda, farklı ipliklerin bir araya getirilip puntalanmasında, puntanın iplik ve kumaş özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği yeterli ayrıntıda bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yüzden bu çalışmada, tekstüre POY ve FDY olmak üzere iki farklı iplik, farklı punta sayılarında puntalanarak iplik ve örme kumaş numuneler elde edilmiştir. Üretilen iplik ve kumaşların fiziksel, mekanik ve morfolojik özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmayla özellikle kumaş üreticilerine puntalanmış ipliklerin görsel efekt yaratarak kullanıma hazır sunulması amaçlanmıştır.

## **MALZEME ve YÖNTEM (MATERIAL and METHOD)**

### **Malzeme (Material)**

SASA Polyester Sanayi A.Ş. (Türkiye) ve INDORAMA (Tayland) firmalarından temin edilen parlak ve yarı mat poliester granüller hammadde olarak kullanılmıştır. Granüllerin yoğunluğu 1,18 g/cm<sup>3</sup>, erime sıcaklığı 260 °C ve camsı geçiş sıcaklığı 60-80 °C'dir.

### **Yöntem (Method)**

POLYTEKS firmasında parlak ve yarı mat poliester granüller kullanılarak eriyikten lif çekim yöntemi ile aynı dtex/filament özelliğinde FDY ve POY iplikler üretilmiştir. POY iplik yarı mamul olduğu için tekstüre edilerek, life doğal görünüm kazandırılıp puntalama prosesine hazır hale getirilmiştir. 167/48 süper parlak FDY ve 167/48 POY filament iplikler temel kaynakları oluşturmaktadır. POY iplik tekstüre edilerek 167/48 normal tekstüre iplik elde edilmiştir. Daha sonra, elde edilen 167/48 süper parlak FDY ve 167/48 normal tekstüre iplikler hava jeti kullanılarak puntalama işlemiyle birleştirilmiştir. İpliklere uygulanan punta miktarına göre KNUM1, KNUM2, KNUM3, KNUM4 ve KNUM5 olarak isimlendirilen numuneler çorap örme makinasında örülerek kumaş formuna getirilmiş ve boyanmıştır. İşlem adımları detaylı olarak aşağıda anlatılmıştır:

### **Tam çekimli iplik (FDY) (fully drawn yarn) ve kısmen çekimli iplik (POY) (partially oriented yarn) üretimi (Production of fully drawn yarn (FDY) and partially oriented yarn (POY))**

Parlak poliester granüller kullanılarak eriyik lif çekim ile 167/48 süper parlak FDY filament iplik üretimi Polyteks firması üretim hattında gerçekleştirilmiştir. Bu kısımda iplik üretimi çok yüksek hızlarda çekilerek yapılmaktadır. FDY iplik üretiminde godetler sıcaktır ve tekstüre olmadan hazır hale gelir, bu yüzden çekimi tam olarak tamamlanır. Çekim ve fikse olabilmesi için sıcaklığın camsı geçiş sıcaklığı üzerinde olması gerekir. Üretimde esnasında kullanılan ilk godetin sıcaklığı 85-90 °C, ikinci godetin sıcaklığı ise 125-130 °C ve çekim hızı 4400-4700 m/dk' dır. Godetlerden geçen ipliğe punta aparatı olan jet ile punta verilir. FDY ipliklerde çift yağlama vardır. FDY iplikleri tekstüreye gitmediğinden burada verilen puntanın amacı filamentleri bir arada tutmak ve kapiler dağılımı önlemektir. Puntalama işleminden sonra filamentler bobinlere sarılarak FDY iplik üretimi tamamlanmıştır.

Yarı mat poliester granüller kullanılarak eriyik lif çekim metodu ile 167/48 dtex POY filament iplik üretilmiştir. POY iplik için üretim hızı 2900-3300 m/ dk'dir. POY üretimindeki iplikler sadece godetlerin etrafında toplanır. İplikler birinci godetten sonra ikinci godetten geçerek bobin sarım ünitesine gelir. Sarım için ipliğe belirli bir gerginlik verilir. POY iplik üretiminde godetler sıcak değildir ve godetlerde çekim işlemi tam gerçekleşmez. POY da yağlama işlemi bir defa yapılmaktadır. Yağlama işlemi iplik düzeden çıktıktan sonra kılavuzlarda gerçekleşir. İplik analiz değerleri kaydedildikten sonra POY ipliği son ürün haline getirmek için Polyteks firmasında ait tekstüre makinasında iplik tekstüre edilmiştir. 167/48 POY

filament ipliklere tekstüre işlemi olarak, yalancı büküm tekstüre işlemi uygulanmıştır. Üretilen 167/48 normal tekstüre ve FDY ipliklerin özellikleri Çizelge 1’de belirtilmiştir.

**Çizelge 1.** 167/48 normal tekstüre ve FDY ipliklerin karakteristik özellikleri

*Table 1. Characteristic properties of 167/48 normal texturized and FDY yarns*

	FDY	POY	Normal Tekstüre
İplik lineer yoğunluğu (dtex)	167.8	269.3	168.6
Filament Sayısı	48	48	48
Lif Enine Kesiti	Trilobal	Yuvarlak	Yuvarlak
Genleşme (%)	32.8	124.5	22.3
Mukavemet (cN/dtex)	3.6	2.2	3.5
Yağ (%)	1.34	0.34	1.68
Punta Sayısı	23.3	13.4	6.07
Kaynama çekme (%)	10.2	65.4	5.9
Uster	0.89	0.8	-

### İpliklerin puntalanması (Intermingling process)

Üretilen 167/48 dtex/filament FDY ve 167/48 dtex/filament tekstüre POY iplikler hava ile kaplama (air covering) metodu ile farklı punta karakterlerinde bir araya getirilerek 334/96 dtex/filament puntalı iplikler elde edilmiştir. 8, 29,54, 75 ve 85 adet/metre olmak üzere 5 farklı punta karakterinde elde edilen numuneler artan punta sayısına göre KNUM1, KNUM2, KNUM3, KNUM4 ve KNUM5 şeklinde numaralandırılmıştır. Puntalama işlemi, ipliklerin jet adı verilen hava üfleme mekanizması içinden geçerken, jet tarafından uygulanan hava basıncı etkisiyle, iplik yapısındaki filamentleri sağa sola dönmeleri sonucunda oluşan filamentlerin birleşmesiyle meydana gelmektedir. İplik puntalama parametreleri Çizelge 2’de verilmiştir.

### Çorap örme (Sock knitting)

334/96 dtex/filament olarak üretilen puntalı iplikler kullanılarak, efektler ve kumaş özelliklerini incelemek amacıyla çorap örme işlemi gerçekleştirilmiştir. İplik olarak üretilen KNUM1, KNUM2, KNUM3, KNUM4 ve KNUM5 numuneler, Harry Lucas TK83 marka çorap örme makinasında örülerek Şekil 1’de gösterilen numuneler elde edilmiştir. Örme işlemi numuneler makineye bağlandıktan sonra otomatik olarak gerçekleştirilmiş ve makine teknik özellikleri Çizelge 3’te belirtilmiştir.

**Çizelge 2.** Üretilen iplik numuneler ve özellikleri

*Table 2. Yarn samples produced and their properties*

Numune	1.iplik (dtex /filament)	2.iplik (dtex /filament)	Jet Tipi	Jet basıncı (bar)	İplik hızı (m/dk)	Punta (adet/metre)	Kalıca punta (adet/metre)
KNUM1	167/48	167/48 FDY SPR	P223	1.5	450	8	3
	tekstüre ekru	parlak ekru	İnsert				
KNUM2	167/48	167/48 FDY SPR	P312	0.55	450	29	18
	tekstüre ekru	parlak ekru	İnsert				
KNUM3	167/48	167/48 FDY SPR	P312	1	450	54	51
	tekstüre ekru	parlak ekru	İnsert				
KNUM4	167/48	167/48 FDY SPR	P312	3	450	75	75
	tekstüre ekru	parlak ekru	İnsert				
KNUM5	167/48	167/48 FDY SPR	P312	5	400	85	85
	tekstüre ekru	parlak ekru	İnsert				

**Çizelge 3.** Çorap örme makinasının teknik özellikleri*Table 3. Technical properties of the sock knitting machine*

Çorap örme makinası	
Marka	Harry Lucas
Model	TK 83
Yıl	1999
Çap Ölçüsü	3 1/2"
Gauge	22
İğne Sayısı	240

**Çoraplara boyama işleminin uygulanması (Application of dyeing process to socks)**

Çorap örme işlemi gerçekleştirilen numunelerin efekt özelliklerinin daha belirgin incelenebilmesi amacıyla Polyteks Ar-Ge laboratuvarında numuneler boyanmıştır. Poliester çoraplar 90°C'de 2,5 saat boyanmış ve ardından kurutma fırınında 100°C'de 1 saat tutularak kurutulmuştur. Şekil 1'de boyasız ve boyalı çorap örme kumaş görüntüleri verilmiştir.



**Şekil 1.** KNUM1, KNUM2, KNUM3, KNUM4 ve KNUM5 iplikler kullanılarak örülen çorap görüntüleri:  
a. boyasız, b. boyalı

*Figure 1. Sock images knitted using KNUM1, KNUM2, KNUM3, KNUM4, and KNUM5 yarns: a. undyed (bare), b. Dyed*

**Testler ve Karakterizasyon (Tests and Characterization)****Filament ipliklere uygulanan testler ve karakterizasyon (Tests and characterization applied to filament yarns)**

Bu çalışma kapsamında üretilen poliester ipliklerin lineer yoğunlukları, mukavemet özellikleri, kıvrım değerleri, kaynama çekme değerleri ve düzgünsüzlük özellikleri, kesit kontrolü ve UV renk haslığı değerleri aşağıda verilen standartlara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Testlere başlamadan önce numuneler 24 saat kondisyonlanmıştır. İpliğin, belirlenen uzunluğuna ait ağırlığının hesaplanması (iplik numarası) TS 244 ISO 2060 standardına göre yapılmıştır. 500 m iplik, gerilim ve iplik ayar kılavuzlarından geçirilerek çıkırığa bağlanmış ve gerilim 0,05 g/dtex olarak ayarlanmıştır. Ölçümler her bir iplik için 5 kez tekrarlanmıştır. İplik mukavemeti testleri, DIN EN ISO 2062 standardına göre STATIMAT marka test cihazında yapılmıştır. POY ipliklerde, kısıkaçlar arasındaki mesafe 200 mm +/- 1 mm, test hızı 1500 mm/dk, ön gerilim 0,05 g/dtex olacak şekilde ayarlanmıştır. FDY ipliklerde, kısıkaçlar arasındaki mesafe 500 mm

$\pm 1$  mm, test hızı ise ipliğin kopma süresi 20 sn olacak şekilde ayarlanmıştır. Ölçümler her bir iplik için 5 kez tekrarlanmıştır. İplik numunelerinin kaynama çekme test ölçümleri, DIN 53866-1:1979 standardına göre TEXTURMAT test cihazında yapılmıştır. Çıkrıkla çile haline getirilen iplikler, çile magazin aparatına yerleştirildikten sonra, her iplik çilesinin ucuna 2 cN/tex kuvvet uygulanıp ilk uzunluk ( $L_0$ ) ölçülmüştür. Ardından 190°C'de 5 dk fırında bekletildikten sonra fırından çıkarılan ipliklere aynı miktarda kuvvet uygulanıp son boy ( $L_g$ ) ölçülmüştür. İlk uzunluktan, kaynama çekme sonrası ölçülen uzunluk çıkarılıp, ilk uzunluğa bölünerek kaynama çekme değeri bulunmuştur. Ölçümler her bir iplik için 5 kez tekrarlanmıştır. İplik düzgünlük ölçümleri, USTER test cihazında ISO 16549:2004 standardına göre yapılmıştır. Test hızı 50 m/dk ve gerilim kuvvetleri minimum düzgünlük elde edilecek şekilde ayarlanmıştır. Ölçümler her bir iplik için 5 kez tekrarlanmıştır. Olympus SZ61 marka mikroskop ile boyalı ve boyasız olarak üretilen kumaşların efektleri ve ilmek yapıları mikroskop altında görüntülenmiştir.

### **Örme kumaşlara uygulanan testler ve karakterizasyon (Tests and characterization applied to knitted fabrics)**

Çorap örme yöntemi ile elde edilen boyalı ve boyasız kumaş yapılarına, kumaş kalınlık testi, hava geçirgenlik testi, sürtme haslığı testi, Martindale boncuklanma ve patlama mukavemeti testleri yapılmıştır. Kumaş kalınlık testi, TS 7128 EN ISO 5084 numaralı standarda uygun olarak boyalı ve boyasız örme çorap kumaşlar için gerçekleştirilmiştir. Boyalı ve boyasız örme çorap kumaşlar için hava geçirgenlik testi, DEVOTRANS marka test cihazı kullanılarak TS 391 EN ISO 9237 numaralı test standardına göre yapılmıştır. SDL-Atlas Crockmeter test cihazı ile sürtme haslığı testleri yapılmıştır. Test sonucu değerlendirmeleri karanlık odada D65 gün ışığı altında ışık kabini yapılmıştır. Numune, ışık kabini içine 45° açılı yerleştirilerek değerlendirme yapılmıştır. Martindale boncuklanma testi, TS EN ISO 12945-2 standardına uygun olarak TÜBİTAK Bütal laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Patlama mukavemeti ölçümleri, TruBurst Patlama Cihazı kullanılarak TS 393 EN ISO 13938-2 standardına göre Pnömatik diyafram metodu ile gerçekleştirilmiştir. Mikroskop görüntüleri, Leica stereo mikroskop kullanılarak tekstüre, FDY ve puntalı ipliklerin mikroskop görüntüleri elde edilmiştir.

### **ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA (RESEARCH FINDINGS and DISCUSSION)**

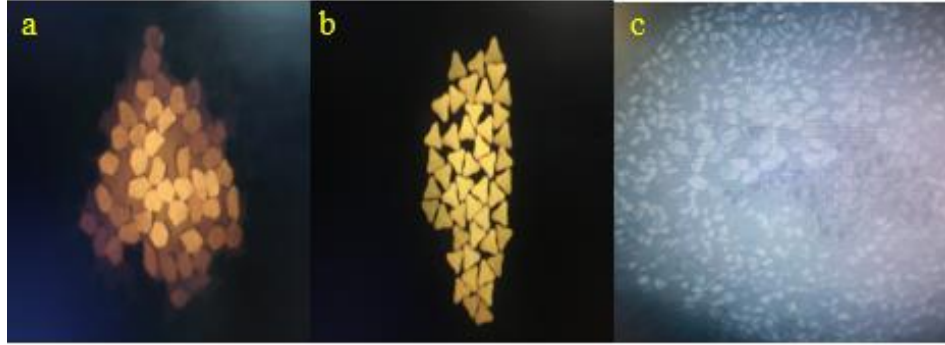
Farklı punta karakterlerinin poliester kumaş efekti üzerindeki etkileri özelliklerine etkilerini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmada uygulanan deneysel çalışmalara ait araştırma sonuçları aşağıda verilmiştir.

#### **Puntalı İplik Test Sonuçları (Test Results of Intermingled Yarns)**

Eriyikten çekim yöntemi kullanılarak üretilen tekstüre, FDY ve puntalı ipliklerin mikroskop görüntüleri Şekil 2 ve iplik enine kesitleri Şekil 3'te görülmektedir. Farklı punta karakterine sahip tekstüre ipliklerin dtex, % uzama, mukavemet, yağ, kaynama çekme, punta ve kalıcı punta özellikleri Çizelge 4'te verilmiştir. Puntalama basıncı (jet basıncı)'nın artırılmasıyla punta sayısı ve kalıcı punta sayısının artması sağlanmıştır. Literatürde de puntalama basıncının artmasıyla filamentlerin daha fazla karıştığı ve punta şeklini tam almayan kısımlarında punta oluşturmasıyla punta sayısının arttığı belirtilmiştir (Çirkin, 2006; Özkan ve Baykal, 2012). Puntalı ipliğin hacimli ve tüylü yapısı Şekil 2-c'de görülmektedir. KNUM5 numunesi, yüksek punta sayısı sayesinde, en yüksek iplik numarası değerini (342,4 dtex) vermiştir. Maksimum mukavemet değeri KNUM2 numaralı numunede 3,41 cN/dtex ölçülmüştür ve kaynama çekmesi de bu numunede en düşük elde edilmiştir. En düşük uzama değerini (%21,45) uygulanan punta sayısı en az olan KNUM1 numunesi göstermiştir. Ayrıca kalıcı punta sayılarına bakıldığı zaman, yüksek sayıda punta uygulanmış KNUM4 ve KNUM5 numunelerinde, diğer numunelere göre punta kalıcılığının daha iyi olduğu görülmektedir.



Şekil 2. İpliklerin mikroskop görüntüleri (2,5x) a. 167/48 FDY, b. 167/48 tekstüre, c. puntalı iplik  
Figure 2. Microscope images of yarns (2.5x) a.167/48 FDY, b. 167/48 texturized, c. intermingled yarns



Şekil 3. İplik kesit görüntüleri: a. tekstüre iplik b. FDY iplik c. katlanmış iplik  
Figure 3. Images of the cross section of the yarns: a. texturized, b. FDY, c. plied yarn

Çizelge 4. Puntalı iplik test sonuçları

Table 4. Test results of intermingled yarns

	Dtex	Uzama (%)	Mukavemet (cN/dtex)	Yağ (%)	Kaynama Çekme (%)	Punta (adet/metre)	Kalıcı Punta (adet/metre)
KNUM1	340,8	21,45	3,23	2,2	9,38	8	3
KNUM2	342	25,49	3,41	1,8	8,54	29	18
KNUM3	338,8	22,42	3,29	2	9,35	54	51
KNUM4	339,4	22,95	3,31	1,9	9,42	75	75
KNUM5	342,4	23,54	3,26	1,9	9,51	85	85

### Örme Kumaş Test Sonuçları (Test Results of Knitted Fabric)

Boyalı ve boyasız kumaş kalınlık değerleri Çizelge 5'te verilmiştir. Boyalı numunelerin boyasız numunelere göre kalınlıklarının yaklaşık 0,10-0,13 mm daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bu farklılığın sebebi liflerin boya alımı nedeniyle kesitlerinin artmasıdır. Poliesterin boyanması, boya molekülünün poliester amorf bölgesine hapsedilmesine dayanır. Amorf bölgelere nüfuz eden boya molekülleri liflerde kalınlaşmaya yol açar ve bu durum kumaş kalınlığını doğrudan etkiler. Boyalı numunelerde punta sayısı arttıkça kumaş kalınlığı da artarken, boyasız numunelerde bu şekilde doğrusal bir ilişki görülmemiştir. Literatürde, puntalama işlemiyle ipliğin hacim kazanmasından dolayı kalınlığın arttığı ve kalınlık farkının belirgin olabilmesi için punta sayısı arasındaki farkın fazla olması gerektiği belirtilmiştir (Özkan ve diğ., 2015). Buna göre bu çalışmada da, punta sayısı arasındaki farkın daha da artırılmasıyla boyasız ve boyalı numunelerde daha net kalınlık artışı görülebileceği tahmin edilmektedir.

**Çizelge 5.** Kumaşların kalınlık değerleri

Table 5. Thickness values of fabrics

	Boyasız	Boyalı
KNUM1	0,49 mm	0,60 mm
KNUM2	0,50 mm	0,61 mm
KNUM3	0,45 mm	0,61 mm
KNUM4	0,49 mm	0,63 mm
KNUM5	0,49 mm	0,64 mm

Kumaşlara uygulanan hava geçirgenlik test sonuçları Şekil 4'te verilmiştir. Verilen grafiğe bakıldığı zaman boyalı kumaşların hava geçirgenlik değerlerinin boyasız kumaşlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. İplik, boyanmanın etkisiyle daha kapalı ve rijit bir yapı oluşturduğu için hava geçirgenliği değerleri, boyasız numunelere göre daha yüksek çıkmıştır. En düşük hava geçirgenliği değeri, boyanmamış en düşük puntalı KNUM1 numunesinde elde edilirken, en yüksek hava geçirgenliği boyalı kumaş numuneler olan KNUM2 ve KNUM3 ile elde edilmiştir. Punta sayısının artması, iplik yapısındaki lif kıvrım ve iplik hacim miktarını arttırdığından dolayı, bu ipliklerden örülen kumaşlar birbirine daha çok tutunarak kompakt bir yapı oluşturmaktadır. Kıvrım almış lifler, açık gözeneklerin kapanmasını ve daha sıkı olmasını sağlayarak hava geçirgenliğini düşürmektedir (Özkan ve diğ., 2015; Ogulata, 2006). Literatüre uygun olarak, Şekil 4'te boyalı kumaşlarda, punta sayısının artmasıyla hava geçirgenliği değerinin 0,61289 m/s'den 0,61122 m/s'ye düştüğü görülmektedir.

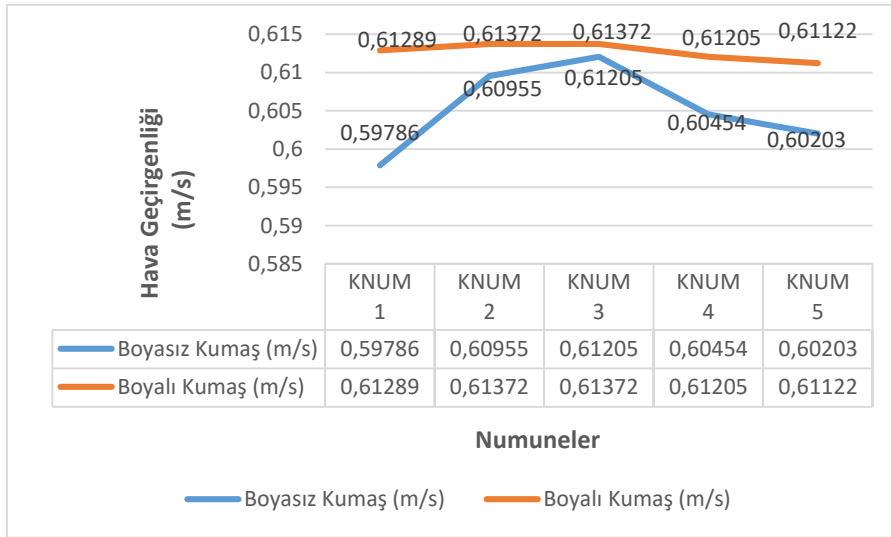
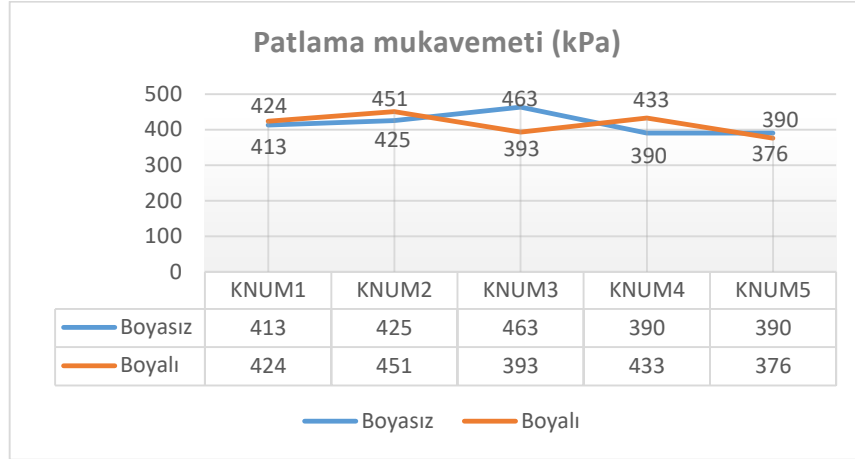
**Şekil 4.** Hava geçirgenlik test sonuçları

Figure 4. Results of air permeability test

Boyalı ve boyasız kumaşlara yapılan patlama testinden sonra elde edilen sonuçlar Şekil 5'te gösterilmiştir. En yüksek patlama mukavemeti değeri 469 kPa değeri ile KNUM3-boyasız kumaşta elde edilmiş; en düşük değer ise 376 kPa ile KNUM5-boyalı kumaşta görülmüştür. Aynı hammaddeye sahip ipliklerden elde edilen kumaşlarda, iplik kalınlığının artması birim alandaki lif sayısı arttırdığından dolayı kumaş mukavemetinin arttığı bilinmektedir (Tayyar, 2010). Punta sayısındaki artışla, hacim kazanan ipliklerden elde edilen kumaşlarda daha yüksek patlama mukavemeti değeri beklenirken, test sonuçlarında bu şekilde doğrusal bir ilişki gözlenememiştir. Çizelge 4'te de görüldüğü üzere, ölçülen iplik numarası (dtex), mukavemet ve % uzama değerlerinde, punta sayısı artarken, doğrusal bir değişim gerçekleşmediği için, bu değişimler, örme kumaş patlama mukavemeti test sonuçlarına da yansımıştır.

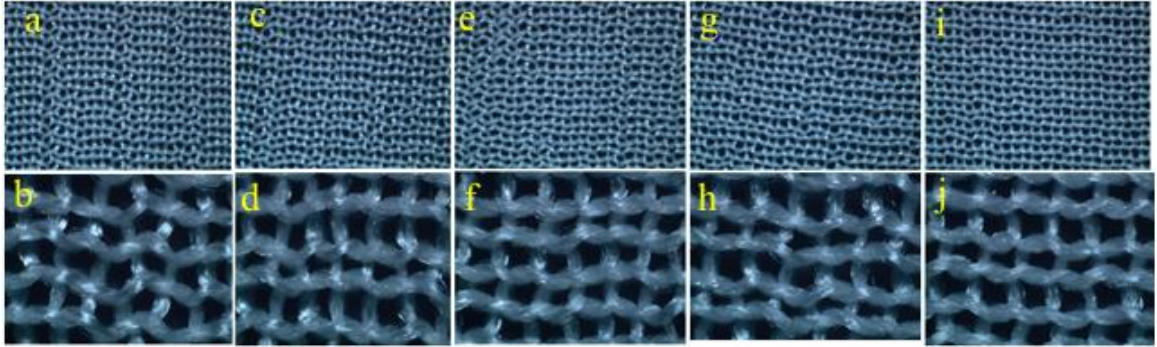




**Şekil 5.** Patlama mukavemeti test sonuçları

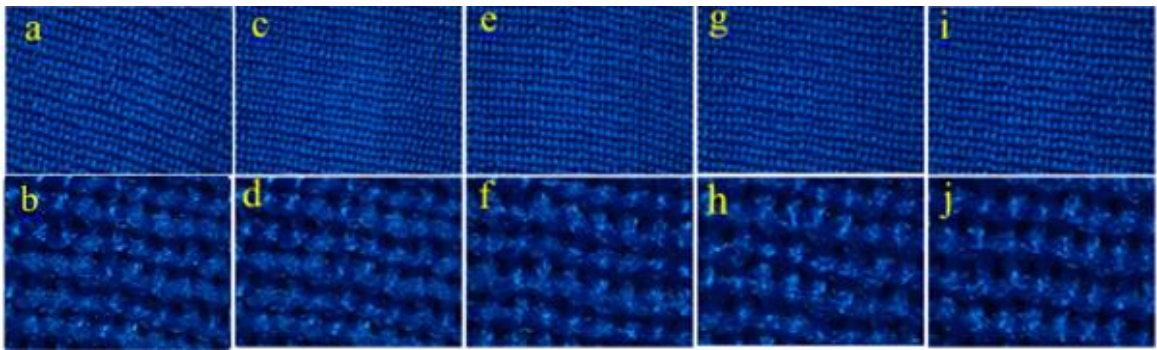
*Figure 5. Results of bursting strength test*

Kumaş yüzeyleri, ilmek yapıları ve efektlerin gözlemlenmesi amacıyla 0,67X ve 2,5X büyütme oranları kullanılarak, boyalı ve boyasız örgü kumaşların mikroskop görüntüleri alınmıştır. Şekil 6 ve 7’de verilen mikroskop görüntülerinde punta karakterleri numuneler üzerinde fark edilmektedir. Boyalı numunelerde örme ilmek yapılarının boyasız numuneler göre dar olduğu görülmüştür. Bunun sebebi ise, boya alımı ile liflerin şişerek hacimlerinin artmasıdır.



**Şekil 6.** Boyasız kumaş ilmek yapıları ve efektler, (sırasıyla 0.67X ve 2.5X büyütme): a-b: KNUM1, c-d: KNUM2, e-f: KNUM3, g-h: KNUM4, i-j: KNUM5

*Figure 6. Loop structures and effects of undyed (bare) fabric (0.67X ve 2.5X magnification, respectively): a-b: KNUM1, c-d: KNUM2, e-f: KNUM3, g-h: KNUM4, i-j: KNUM5*



**Şekil 7.** Boyalı kumaş ilmek yapıları ve efektler, sırasıyla 0.67x ve 2.5x büyütme oranı: a-b: KNUM1 c-d: KNUM2, e-f: KNUM3, g-h: KNUM4, i-j: KNUM5

*Figure 7. Loop structures and effects of dyed fabric (0.67X ve 2.5X magnification, respectively): a-b: KNUM1, c-d: KNUM2, e-f: KNUM3, g-h: KNUM4, i-j: KNUM5*

Sürtme haslığı test sonuçları için numuneler, beş ölçekli gri skala ile karşılaştırılarak lekelenme değerlendirilmesi yapılmıştır. Kumaşların haslık değerleri incelendiği zaman numuneler üzerinde en iyi haslık sonucunun elde edildiği ve boyama işlemi ile lif kalitesinin iyi bir performansta olduğu görülmüştür. Şekil 8’da Martindale boncuklanma testi sonrası, KNUM1 ve KNUM5 numunelerinin görüntüsü verilmiştir. Görsel inceleme sonrası, düşük puntalı ve yüksek puntalı numuneler arasında belirgin bir fark gözlenmemiştir. Bu durumun, uygulanan punta miktarlarının birbirine yakın olmasından dolayı olduğu düşünülmektedir (Özkan ve diğ., 2015).



Şekil 8. Martindale boncuklanma testinden sonra boyalı kumaş görünümü: a. KNUM1, b. KNUM5  
Figure 8. Appearance of dyed fabric after Martindale pilling test: a. KNUM1, b. KNUM5

## SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada FDY ve tekstüre iplikler hava ile kaplama metodu ile bir araya getirildikten sonra farklı punta karakterlerinin iplik ve kumaş üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çorap örme yöntemi ile oluşturulan kumaş yüzeylerine, kumaş kalınlık, hava geçirgenlik, sürtme haslığı, boncuklanma, patlama mukavemeti testleri uygulanmış ve kumaşların mikroskop görüntüleri alınmıştır. Boyalı kumaşlarda punta sayısının artmasıyla kumaş kalınlığının arttığı görülmüştür. Artan kalınlıkla beraber hava geçirgenlik değeri 0,61289 m/s’den 0,61122 m/s’ye düşmüştür.

En yüksek patlama mukavemeti değeri ise 469 kPa değeri ile KNUM3-boyasız kumaşta, en düşük değer ise 376 kPa ile KNUM5-boyalı kumaşta elde edilmiştir. Martindale boncuklanma testi sonrası, kumaşlarda boncuklanma olmamıştır. Sürtme haslığı testleri sonrasında, düşük puntalı ve yüksek puntalı numuneler arasında belirgin bir fark gözlenmemiştir. Sonuç olarak, elde edilen tüm sonuçlar incelendiğinde, iki farklı ipliğin (tektüre POY-FDY) birleştirilerek puntalanması ve ardından örme kumaş üretilmesi ve ayrıca, punta sayılarının (8, 29, 54, 75 ve 85 adet/metre) birbirine yakın seçilmesi nedeniyle, özellikle kumaş test sonuçlarında nispeten az ve doğrusal olmayan bir değişim gözlenmiştir. Ancak görsel olarak punta karakterleri kumaşların boyanmasından sonra kumaş üzerinde efektler oluşturmuştur.

## KATKI BELİRTME (ACKNOWLEDGEMENT)

İpliklerin ve kumaşların üretilmesinde ve testlerinde, yardımlarını esirgemeyen Polyteks Tekstil Sanayi Araştırma ve Eğitim A.Ş. Ar-Ge Merkezi / BURSA firması ve çalışanlarına desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Alagirusamy, R., Ogale, V., Vaidya, A., and Subbarao, P.M.V., 2005, “Effect of Jet Design on Commingling of Glass/Nylon Filaments”, *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, Cilt 18, Sayı 3, ss. 255–268.
- Atasayan, S., 2005, Dikişsiz Örme “Seamless” Teknolojisinde Üretimde Karşılaşılan Kumaş Çekme Sorunları ve Çekmenin Optimizasyonu, Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Babaarslan, O., Telli, A., ve Gören, A.G., 2019, "FDY ile POY, CDPET ve Mikro POY polyester filamentlerin farklı tekstüre şartlarında birleştirilmesiyle elde edilen ipliklerin özellikleri ve örme kumaştaki görsel etkileri", *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, Cilt 21, Sayı 62, ss. 409-418.
- Baykal, P.D., & Özkan, İ., 2013, "The effects of intermingling process parameters and number of filaments on intermingled yarn properties", *The Journal of the Textile Institute*, Cilt 104, Sayı 12, ss. 1292-1302.
- Çirkin, S., 2006, *Yalancı Büküm Tekstüre İşleminde Tekstüre Değişkenlerinin İplik Özellikleri Üzerindeki Etkisi*, Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Demir, A., 1990, "Intermingling/ Interlacing- A Survey", *Textile Asia*, Cilt 21, Sayı 9, ss. 114.
- Garip, R., "Korteks İplik Fabrikası Eğitim Notları", Haziran, Bursa, 2005.
- Kravaev, P., Stolyarov, O., Seide, G., and Gries, T., 2013, "A method for investigating blending quality of commingled yarns", *Textile Research Journal*, Cilt 83, Sayı 2, ss. 122-129.
- Miao, M., & Soong, M. C. C., 1995, "Air interlaced yarn structure and properties", *Textile Research Journal*, Cilt 65, Sayı 8, ss. 433-440.
- Ogulata, R. T., 2006, "Air permeability of woven fabrics", *Journal of Textile and Apparel, Technology and management*, Cilt 5, Sayı 2, ss. 1-10.
- Özkan, I., & Telli, A. 2019, "The effects of metal type, number of layers, and hybrid yarn placement on the absorption and reflection properties in electromagnetic shielding of woven fabrics", *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 14, 1558925019860961.
- Özkan, İ., 2019, "Investigation on antimicrobial activity and electromagnetic shielding effectiveness of metal composite single jersey fabrics", *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, Cilt 14, 1558925019895984.
- Özkan, İ., 2020, "Investigation of the technical and physical properties of metal composite 1× 1 rib knitted fabrics", *Industria Textila*, Cilt 71, Sayı 1, ss. 41-49.
- Özkan, İ., Baykal, P. D., & Özdemir, H., 2018, "Effects of intermingled yarn surface characteristics on knitted fabric's color parameters", *Tekstil ve Mühendis*, Cilt 25, Sayı 112, ss. 327-334.
- Özkan, İ., & Baykal, P.D., 2012, "Puntalama işleminde üretim parametrelerinin ve filament özelliklerinin punta kalıcılığına etkisi", *Tekstil ve Mühendis*, Cilt. 19, Sayı 87, ss. 1-6.
- Özkan, İ., Baykal, P. D., ve Kuvvetli, Y., 2015, "Puntalama işleminin örülmüş kumaşların yapısal özellikleri ve hava geçirgenliği üzerindeki etkilerinin araştırılması", *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 30, Sayı 2, ss. 65-72.
- Özkan, İ., Duru Baykal, P., & Gülnaz, O., 2019, "Investigation of antibacterial and antifungal properties of tufting carpets containing metal composite yarns", *The Journal of The Textile Institute*, Cilt 110, Sayı 5, ss. 756-763.
- Özkan, İ., Duru Baykal, P., & Karaaslan, M., 2020, "Investigation of electromagnetic shielding properties of metal composite tufted carpets", *The Journal of The Textile Institute*, Cilt 111, Sayı 4, ss. 476-483.
- Öztanır, İ., & Yüksekaya, M.E., "Puntalama işleminin sentetik ipliklerin sağlamlık ve düzgünlük özellikleri üzerindeki etkisi", *XIII. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu*, İzmir, 216-220, 2-5 Nisan 2014.
- Tayyar, A. E., 2010, "Ev tekstillerinde kumaş özelliklerinin patlama mukavemetine etkileri", *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt 16, Sayı 2, ss. 165-172.
- Webb, C.J., Waters, G.T., Liu, G.P., and Thomas, C., 2009, "The influence of yarn count on the splicing of simple continuous filament synthetic yarns", *Textile Research Journal*, Cilt 79, Sayı 3, ss. 195-204.
- Yüksekaya, M. E., & Öztanır, İ., 2014, "The effect of intermingling process parameters on the synthetic filament yarn strength", *Tekstil ve Mühendis*, Cilt 21, Sayı 93, ss. 10-17.