

METAL KOMPOZİT ŞÖNİL İPLİKLERDEN ÜRETİLMİŞ ÖRME KUMAŞLARIN ELEKTRİKSEL, ANTİBAKTERİYEL VE PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

İlkan ÖZKAN *
İlhami İLHAN **

Alınma: 09.11.2018; düzeltme: 08.04.2019; kabul: 09.04.2019

Öz: Bu çalışmada, metal kompozit şönil iplik üretimi gerçekleştirilmiş ve bu ipliklerden örme kumaş üretilerek performans özellikleri araştırılmıştır. Şönil ipliğin kararlı yapısını oluşturan bağ iplikleri, gümüş kaplı poliamid filament ile pamuk ipliğinin katlanıp bükülmesi yoluyla üretilmiştir. Elde edilen kompozit iplikler örülerek kumaş haline getirilmiş, karşılaştırma amacıyla %100 pamuk ipliğinden kontrol kumaşı da üretilmiştir. Numunelerin aşınma dayanımı, dairesel eğilme direnci, elektriksel direnci ve antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesi için gerekli testler yapılmıştır. Kompozit kumaş ile kontrol kumaşından elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir. Kompozit kumaş örneğinin kontrol kumaş örneğinden 6 kat fazla aşınma dayanımına sahip olduğu, daha düşük yüzey özdirenci gösterdiği ve yapısında gümüş kullanılmasına karşın antibakteriyel özellik göstermediği bulgusuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Antibakteriyel aktivite, Aşınma dayanımı, Dairesel eğilme direnci, Kompozit iplik Şönil iplik, Yüzey özdirenci

Investigation of Electrical, Antibacterial and Performance Characteristics of Fabrics Knitted From Metal Composite Chenille Yarns

Abstract: In this study, performance characteristics of knitted fabrics, which were produced by using metal composite chenille yarns, were investigated. Cotton yarn was folded and twisted with silver-coated polyamide yarn for producing core yarns of chenille. Composite chenille yarns were knitted to single jersey fabric. 100% cotton fabric was also produced as control sample for comparison. Abrasion resistance, circular bending rigidity, electrical resistance and antibacterial activity tests were applied to samples. The obtained results were compared and evaluated. As a conclusion, composite fabrics ~~showed~~ revealed 6 times better abrasion resistance and lower surface resistivity than control sample. Despite the use of silver in structure, composite fabric did not show antibacterial activity.

Keywords: Abrasion resistance, Antibacterial activity, Chenille yarn, Circular bending rigidity, Composite yarn, Surface resistivity

1. GİRİŞ

Şönil iplik, bağ ipliklerinin arasına iplik eksenine dik olarak yerleştirilen hav ipliklerinin belli uzunlukta kesilmesi ve sonrasında büküm uygulanarak kararlı hale getirilmesi yoluyla elde edilen hacimli, tüylü ve özgün görünümüne sahip bir fantezi iplik türüdür. Şönil iplik üretimi, bu

* Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 01360, Adana

** Mersin Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Tekstil Bölümü, 33343, Mersin

İletişim Yazarı: İlkan ÖZKAN, iozkan@cu.edu.tr

İş için özel olarak tasarlanmış makinelerde yapılmaktadır. Bu iplikler özellikle döşemelik kumaşlar olmak üzere ev tekstili ve giyim amaçlı tekstil ürünlerinin üretiminde kullanılmaktadır. Şönil ipliklerin tüketimi, artış eğilimi göstermemekle birlikte günümüzde talebe göre değişen miktarda düzenli olarak gerçekleşmektedir. Özgün yapısı nedeniyle estetik bir görünüm, yumuşak bir tutum sağlamaktadır. Bu ipliğin temel üretim değişkenleri; şönil iplik numarası (N_m), bağ iplik numarası (N_b), hav iplik numarası (N_h), hav boyu (mm) ve sıklığı (adet/cm), büküm değeri (T/m) olarak sıralanabilir (İlhan, 2004). Şönil ipliklerden yapılmış kumaşların mobilya ve otomotiv döşemelik alanında yaygın olarak kullanılması nedeniyle antistatik ve antibakteriyel özelliğe sahip olması konfor açısından önem taşımaktadır. Kumaşların iletken hale getirilmesi için kullanılan başlıca yöntemler; kumaş üretiminde kullanılan filament ipliklerin polimerinin içerisine eğirme sırasında iletken malzeme tozu (nano veya mikro boyutta) karıştırılması, kumaşa antistatik apre uygulanması, lif harmanına kesikli metalik liflerin karıştırılması ve iletken filament içeren özlü (core) veya katlanıp bükülmüş ipliklerin kullanılması olarak sıralanabilir. Literatürde, şönil ipliğin iletken hale getirilmesi amacıyla yapılmış çalışmalar çok sınırlıdır. Hatamoto ve diğ. (1991), otomotiv döşemelik kumaşlar için antistatik özellikli bir şönil iplik tasarlamış ve patentini almışlardır. Bu çalışmada, şönil ipliğin havında ve bağında iletken iplikler %100 ya da karışım şeklinde kullanılmıştır. İletken iplik olarak, polimer yapısına karbon vb. iletken malzeme tozu karıştırılmış polimer liflerinden üretilmiş iplikler kullanılmıştır. Otomotiv döşemelik kumaşlarda kullanılması amacıyla bu ipliklerden dokunmuş kumaşın sırt kısmının iletken bir reçine ile kaplandığı belirtilmiştir (Hatamoto ve diğ., 1991). Neelakandan ve Madhusoothanan (2010) yaptıkları çalışmada, polyanilin kaplı dokuma kumaşlarda örgü tipi ve çözgü sıklığının yüzey özdirenci üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda sıklık, iplik yoğunluğu ve bağlantı noktası sayısının kumaş iletkenliği üzerinde etkili olduğu ifade edilmiştir. Çalışmada, 80 atkı/inç sıklığa sahip dimi kumaş örneklerinde 1300 ohm/sq ile en düşük yüzey direnci değerleri elde edilirken, daha fazla bağlantı noktasına sahip olan bezayağı kumaş örneklerinde 2781 ohm/sq ile en yüksek yüzey özdirenci değeri gözlemlenmiştir (Neelakandan ve Madhusoothanan, 2010). Jiang ve diğ. (2007), polyester/pamuk karışımı kumaşa kimyasal gümüş kaplama işlemi uygulamış ve işlem sonrası kumaş özelliklerinde meydana gelen değişiklikleri değerlendirmişlerdir. Uygulama sonrasında, kumaşın renginde beyazdan griye doğru bir değişim olduğu, ağırlık, kalınlık ve atkı/çözgü yönündeki eğilme dayanımı değerlerinde artış olduğu, kaplama sonrası ultraviyole radyasyona karşı dayanımın mükemmel seviyelere ulaştığı, Escherichia coli ve Staphylococcus aureus bakterilerine karşı etkin bir koruma sağladığı ve iyi bir antistatik özellik gösterdiği belirtilmiştir (Jiang ve diğ. 2007). Üreyen ve diğ. (2008), tekstil kumaşlarına uygulanabilen yıkama dayanımı yüksek gümüş katkı antibakteriyel kimyasal geliştirmek amacıyla, gümüş katkı kalsiyum fosfat esaslı antibakteriyel tozu yaş kimyasal yöntemle sentezlemiş, sonrasında sentezlenen tozun tane boyutunu nano seviyesine indirgemişlerdir. Bu toz kullanılarak geliştirilen apre kimyasalının performansını test etmek amacıyla laboratuvar tipi fularda pamuk, PES ve modal kumaşlara uygulama yapılmış, sonuçta 20 yıkama sonrasında bile çok güçlü antibakteriyel etkinin korunduğunu bildirmişlerdir (Üreyen ve diğ., 2008). Hebeish ve diğ. (2011), pamuklu kumaşlara antibakteriyel özellik kazandırmak amacıyla nano-gümüş parçacıklarını çevre dostu bir stabilizatör olan hidroksipropil nişasta ile birlikte kumaşa uygulamış, antibakteriyel özellik ve bu özelliğin yıkama dayanımını araştırmışlardır. Çalışmada kumaşların S.aureus ve E. coli bakterilerine karşı 20 yıkama sonrasında bile % 90' ının üzerinde antibakteriyel etki sağladığı belirtilmiştir (Hebeish ve ark, 2011). Özkan ve Duru Baykal (2017), yaptıkları çalışmada metalize gümüş/ polyester kompozit ipliklerden üretilmiş düz örme kumaşların A. Niger mantarına karşı antifungal özelliğini incelemiştir. Çalışma sonucunda, metalize gümüş kompozit ipliklerin tekstil yapısına antifungal özellik kazandırdığı ifade edilmiştir (Özkan ve Duru Baykal, 2017). Literatürde, iplikte metal kompozit şönil ipliğin kullanıldığı bir bilimsel çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı; şönil ipliğin özgün yapısının getirdiği avantajlardan yararlanarak iletken kompozit şönil iplik üretmek ve elde edilen ipliğin, bu iplikten üretilen kumaşın iletkenlik (antistatiklik) ve antibakteriyellik performansına katkısını araştırmaktır. Bunun yanı sıra kumaşın performans ve konfor özelliklerinden aşınma dayanımı ve sertlik (stiffness) özellikleri de ölçülmüştür. Bu amaçla; bağ ipliği olarak gümüş kaplı PA multifilament iplik ile bükülmüş Ne 30/1 penye pamuk ipliği (ring) ve hav ipliği olarak Ne 30/1 penye pamuk ipliği (ring) kullanılarak kompozit şönil iplik örnekleri üretilmiştir. Bununla birlikte kontrol ipliği olarak hem bağ hem hav olarak Ne 30/1 penye pamuk ipliği (ring) kullanılarak (metal içeriksiz, %100 pamuk) şönil ipliği numunesi de üretilmiştir. Elde edilen şönil iplik örneklerinin fiziksel özellikleri ve mukavemet değerleri incelenmiştir. İplik örnekleri dar çaplı (4 inç) yuvarlak örme makinesinde örme kumaş haline getirildikten sonra kumaş örnekleri en az 24 saat dinlendirilmiş ve ardından laboratuvar ortamında fiziksel özellikleri belirlenmiş, elektriksel özellik olarak yüzey direnci, performans özelliği olarak aşınma direnci, konfor için sertlik özelliği ve antibakteriyel aktivitesi ölçülmüştür. Sonrasında, kompozit şönil iplikten üretilmiş kumaş örneği ile kontrol kumaş örneğinin ölçülen özellikleri karşılaştırılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

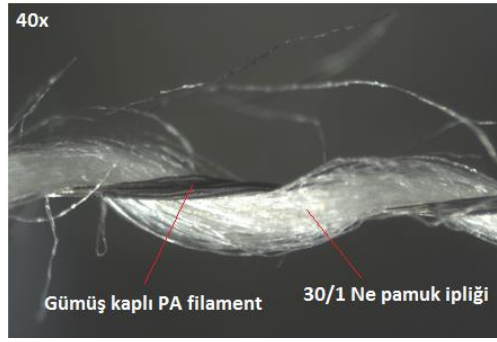
2.1. İplik Örneklerinin Üretimi

Kontrol grubu şönil iplik örneklerinin üretiminde bağ ve hav ipliği olarak Ne 30/1 Penye pamuk ring ipliği kullanılmıştır. Kompozit şönil iplik üretiminde hav olarak Ne 30/1 Penye pamuk ring ipliği kullanılırken, bağ ipliği olarak Ne 30/1 Penye pamuk ring ipliği ile gümüş kaplı PA 6 multifilamentin katlanıp bükülmesi ile elde edilen kompozit iplik kullanılmıştır. Kompozit iplik, pamuk ipliği ile iletken multifilament iplik katlandıktan sonra bire iki büküm (two-for-one) makinesinde 500 T/m (S) büküm verilerek üretilmiştir. Her iki iplik için hav boyunu belirleyen kalibre ölçüsü 0,8 mm olarak uygulanmış, büküm işleminde ise J tipi 225 numara plastik kopça kullanılmıştır. Karşılaştırma yapabilmek amacıyla her iki iplik örneğine de kompozit ipliğe uygun düzeyde büküm uygulanmıştır. Şönil iplik örneklerine ait özellikler Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Kontrol ve kompozit şönil iplik örneklerinin özellikleri

	Kontrol İplik Numunesi	Kompozit İplik Numunesi
Bağ ipliği	% 100 Penye Pamuk (Ring) Nm 51/1	% Penye Pamuk (Ring) Ne 30/1 + Gümüş kaplı PA 6 Multifilament 54/12 dtex
Hav ipliği	% Penye Pamuk (Ring) Nm 51/1	% Penye Pamuk (Ring) Nm 51/1
Ortalama Büküm Değeri (T/m) / %CV	688 / 3,57	673 / 19,09
Ortalama Şönil İplik Numarası Nm /%CV	4,90 / 40,86	3,80 / 40,86

Şekil 1’de bire-iki büküm yöntemiyle üretilmiş olan kompozit şönil iplik örneğinin 40 kat büyütülmüş mikroskop görüntüsü verilmiştir.



Şekil 1:
Kompozit bağ ipliğinin görünüşü (40x)

2.2. Kumaş Örneklerinin Üretimi

Üretilen kontrol ve kompozit şönil iplik örnekleri en az 24 saat dinlendirildikten sonra 4 inç çapında ve 5 makine inceliğine (fine) sahip bir yuvarlak örme makinesi kullanılarak süprem (single jersey) örgü yapısında tüp kumaş numuneleri üretilmiştir. Kumaş örneklerine ait özellikler Tablo 2’de verilmiştir. Kumaş kalınlığı ölçümü Käfer marka dijital kalınlık ölçüm cihazı kullanılarak yapılmıştır. Kumaş örneklerinin sıra/çubuk sıklıkları birbirine yakın çıkarken, kompozit kumaş örneğinin birim alan ağırlığı ve kalınlığı, kontrol kumaş numunesinden yaklaşık olarak sırasıyla 1,67 ve 1,52 kat daha fazla çıkmıştır.

Tablo 2. Örme kumaş örneğinin ölçülen özellikleri

	Kontrol Kumaş		Kompozit Kumaş	
	Ortalama	%CV	Ortalama	%CV
Birim Alan Ağırlığı (g/m^2)	303,258	-	505,997	-
Sıra/çubuk sıklığı (adet/cm)	4,0 / 3,5	-	4,5 / 3,5	-
Kumaş kalınlığı (mm)	1,288	3,76	1,963	1,92

2.3. İplik ve Kumaş Örneklerine Uygulanan Testler

İplik mukavemeti, aşınma dayanımı ve yüzey özdirenç testlerinden elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Bu amaçla parametrik testlerin uygulanabilirliğinin ön şartı olan verilerin normal dağılıma uygunluğunun belirlenmesi amacıyla Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. Metal içerikli numune ile standart numunenin karşılaştırılması için bağımsız örneklem t testi uygulanmış elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

2.3.1. Aşınma Dayanımı Ölçümü

Kompozit iplik örneklerinde bağ ipliğine dâhil edilmiş olan iletken filamentin kumaş kullanım performansına etkisinin tespiti amacıyla aşınma testi uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmiştir. Aşınma dayanımı testi TS EN ISO 12947-3 Martindale yöntemi ile kumaşların aşınmaya karşı dayanımının tayini - Bölüm 3:Kütle kaybının tayini standardına göre 4 kafalı ATAÇ marka aşınma test cihazı kullanılarak yapılmıştır. Test sırasında örnek kumaşların altına sünger yerleştirilmiştir. Standart gereği $500 g/m^2$ altındaki örneklerde sünger kullanmak gerekmektedir. Çalışmadaki kompozit kumaş örneği bu sınırın çok az üstünde ($505,997 g/m^2$) kontrol kumaş örneği ise oldukça altındadır. Bu durumda eşit şartlarda karşılaştırma yapabilmek için her iki örnekte de sünger kullanılmıştır.

2.3.2. Kumaş Sertlik Ölçümü

Kompozit ipliğin kumaş sertliği üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla kumaş numunelerinin dairesel eğilme dirençleri ölçülmüştür. Ölçümler ASTM D 4032 standardı esas alınarak A&T marka Dairesel Eğilme Direnci ölçüm cihazında yapılmıştır. Her iki numune türü için 10’ar tekrar yapılmıştır.

2.3.3. Yüze Özdirenci Ölçümü

Kumaş örneklerinin antistatik özelliğinin bir ölçüsü olarak elektriksel yüze direnci (Ohm) ölçümü kumaş örneklerinin sıra ve çubuk yönünde TS EN 1149-1 standardı esas alınarak 10^7 ar tekrar olacak şekilde yapılmıştır. Genel olarak malzemeler, yüze özdirenç değerlerine göre yalıtkan, antistatik ve iletken olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmaya ilişkin sınır değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Materyallerin yüze özdirenç değerlerine göre sınıflandırılması (Groop ve diğ., 2003)

Sınıflandırma	Yüze Özdirenci (ohm)
İletken	$<10^5$
Antistatik	10^5-10^{12}
Yalıtkan	$>10^{12}$

Bazı çok bilinen kumaş türleri için uygun yüze direnci sınır değerleri aşağıda sunulmuştur.

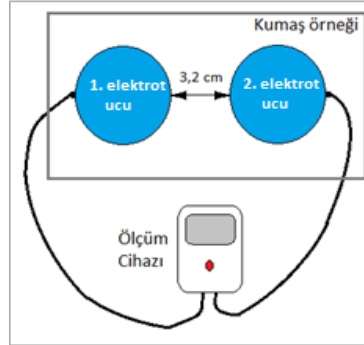
İç giyim (vücuda yapışmaması için) : $R < 1.10^{12}$ Ohm (British Standard, 1978)

Endüstriyel giyim (tehlikeli bölgelerde) : $R < 5.10^{10}$ Ohm (British Standard, 1983)

Bilgisayar odası zemin döşemelikleri : $R < 2.10^{10}$ Ohm (IBM, 1975)

10^{11} Ohm/m² ve daha altı özdirenç değerleri kumaşta statik birikim eğiliminin gözardı edilebileceğine işaret etmektedir. NFPA (National Fire Protection Association) 10^{11} Ohm/m² ve altında dirence sahip tekstil malzemelerinin, alev alabilir uyuşturucu (anaesthetic) gazların kullanıldığı ameliyat odalarında kullanımını onaylamıştır (Choudhury, 2017).

Yüze özdirenç ölçümleri % 65 bağıl nem ve 20 °C sıcaklık şartları altında ELME marka yüze direnci ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde elektrot uçları arasındaki mesafe 3,2 cm olarak sabit tutulmuş ve 100 V gerilim uygulanmıştır. Kullanılan ölçüm düzeneği Şekil 2'de görülmektedir.

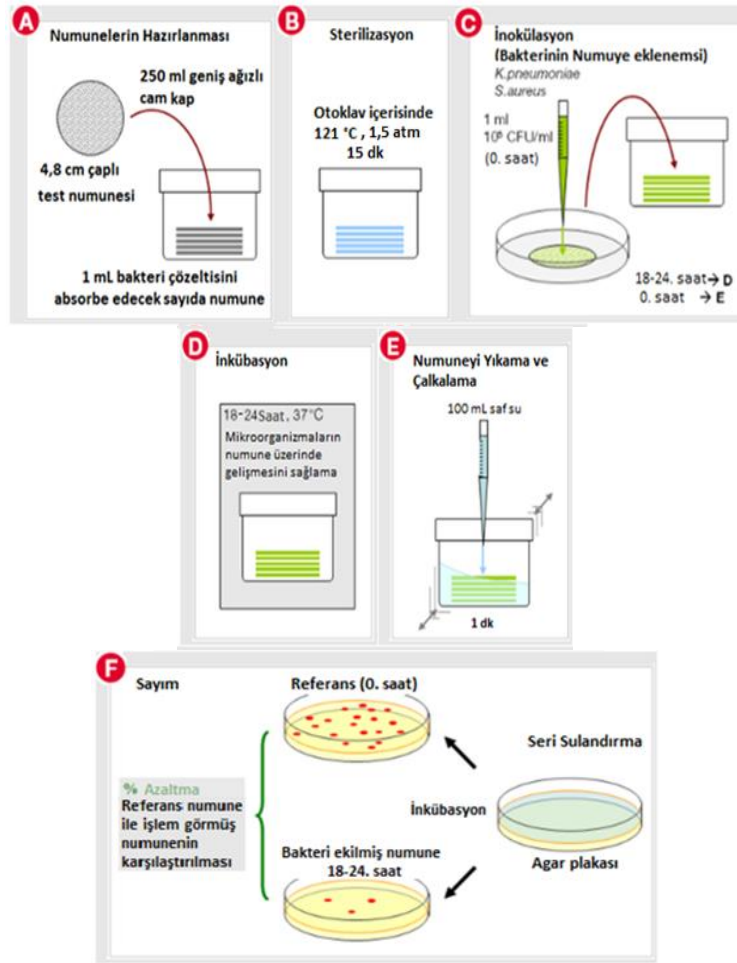


Şekil 2:

Elektriksel yüze direnci ölçüm düzeneği

2.3.4. Antibakteriyel Aktivite Tayini

Çalışma kapsamında, insanlarda çeşitli hastalıklara neden olan *S. Aureus* (cilt ve hastane enfeksiyonları) bakteri türüne karşı antibakteriyel aktivite seviyesinin tespit edilmesi için de testler yapılmıştır (Merck Manuals 1, 2018; Larry ve Brush, 2018). Antibakteriyel aktivite seviyesinin sayısal olarak değerlendirilebilmesine olanak veren nicel bir yöntem olan AATCC 100 standardı esas alınmıştır. AATCC 100 standardının uygulama basamakları Şekil 3' de verilmiştir.

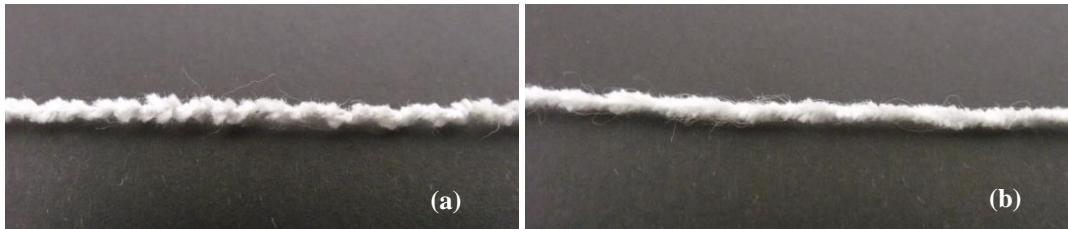


Şekil 3:
AATCC 100 test metodu basamakları (Height, 2018)

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. İplik Örneklerinin Fiziksel Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Çalışmada ilk olarak numune kumaş üretiminde kullanılan hav, bağ ve şönil ipliklerin fiziksel özellikleri ölçülmüş ve sonuçlar analiz edilmiştir. Üretilen şönil iplik örneklerinin genel görünüşü Şekil 4’te sunulmuştur. İki örneğin birbirinden farklı görünüme sahip olduğu, kontrol ipliğinin daha düzgün ve az kıvrımlı bir yapıya sahip iken kompozit ipliğin daha düzensiz ve fazla kıvrımlı bir yapıya sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4:
Kumaş örneklerinin üretiminde kullanılan şönil iplikleri (a) Kompozit (b) Kontrol

Bağ, hav ve şönil ipliklerine ait ölçülen fiziksel özellikler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. İplik örneklerinin mukavemet/uzama test sonuçları

	Doğrusal Yoğunluk (Nm)	Büküm (T/m)	Kopma Kuvveti (cN)	Mukavemet (cN/tex)	CV %	Uzama (%)	CV %
Bağ ipliği % 100 Pamuk	48,96	-	241,80	12,09	7,48	4,76	9,19
Bağ ipliği Kompozit	40,12	-	252,00	10,08	6,81	7,25	13,41
Hav ipliği %100 Pamuk	50,49	-	290,70	15,30	7,08	5,55	9,68
Şönil Kontrol İplik	4,90	688	604,00	3,02	4,34	3,74	10,55
Şönil Kompozit İplik	3,80	673	734,82	3,35	5,11	10,65	15,94

Çalışma kapsamında standart ve kompozit şönil ipliklerinin mukavemet ve uzama değerleri istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Sonuçlara Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmış 0,05' den büyük anlamlılık değeri ile mukavemet (Sig.=0,910) ve uzama (Sig.=0,079) verilerinin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Kompozit şönil ipliğin daha yüksek mukavemet ve uzama değerine sahip olduğu Tablo 4' de görülmektedir. Bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlılığının tespiti amacıyla verilere bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. Hem mukavemet (Sig.=0,000) hem de uzama (Sig.=0,000) için tespit edilen 0,05' den küçük anlamlılık değerleri farkın istatistiksel olarak da anlamlı olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuçlar kompozit iplikteki polimer esaslı metal kaplı filament varlığının mukavemet ve uzamaya pozitif katkı sağladığını göstermiştir.

3.2. Kumaş Örneklerine Uygulanan Test Sonuçları ve Analizi

Kumaş örneklerine uygulanan dairesel eğilme direnci, aşınma dayanımı ve yüzey özdirenç testlerine ait sonuçlar ayrı ayrı verilmiştir. Kompozit ve kontrol kumaş örneklerinin yüzey görüntüleri Şekil 5'te verilmiştir.

3.2.1. Aşınma Dayanımının Değerlendirilmesi








Aşınma dayanımı testi kütle kaybı esasına göre uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Test sonuçları Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Aşınma dayanımı testinde örneklerin kütle kaybı verileri

Aşındırma Hareketi Sayısı (Adet)	Kompozit Kumaş Örneği				Kontrol Kumaş Örneği			
	Örnek 1 Kütle (gr)	Kütle Kaybı (%)	Örnek 2 Kütle (gr)	Kütle Kaybı (%)	Örnek 1 Kütle (gr)	Kütle Kaybı (%)	Örnek 2 Kütle (gr)	Kütle Kaybı (%)
0	0,5196	-	0,5231	-	0,3116	-	0,3369	-
3000	0,5171	0,48	0,5216	0,29	0,1999	35,85	0,2216	34,22
10000	0,5118	1,50	0,5132	1,89	-	-	-	-
15000	0,5053	2,75	0,5063	3,21	-	-	-	-
20000	0,5009	3,60	0,5025	3,94	-	-	-	-

Aynı şartlarda üretilmiş kontrol kumaş örneklerinin 3000 aşındırma hareketi sonunda %34'ün üzerinde kütle kaybına uğrayarak kullanılamaz hale geldiği gözlenmiştir. Kompozit kumaş örneklerinin ise 20.000 aşındırma hareketi sonunda %3-4 oranında kütle kaybına uğradığı ve henüz kumaşta delik oluşmadığı gözlenmiştir. Tablo 6'da aşındırma hareketi aşamalarında kumaş örneklerinin aşınma durumunu gösteren fotoğraflar sunulmuştur. Elde edilen bulgular, şönil ipliklere filament katkısının kumaş aşınma dayanımına yüksek oranda etki ettiği ve pozitif katkı sağladığını göstermektedir. Örme kumaşlarda elde edilen bu aşınma dayanımı düzeyinin dokuma kumaşlarda daha yüksek olması beklenmektedir.

Tablo 6. Kumaş örneklerinin aşındırma testine ait fotoğrafları

Aşındırma Hareketi Sayısı (Adet)	Kompozit Kumaş Örneği	Kontrol Kumaş Örneği
0		
3000		
10.000		
15.000		
20.000		

3.2.2. Elektriksel Yüzeý Direncinin Deęerlendirilmesi

Kumaş örneklerinin sıra ve çubuk doğrultusundaki ortalama yüzeý özdirenci ölçüm sonuçları Tablo 7' de verilmiştir.

Tablo 7. Kumaş örneklerinin yüzeý özdirenci ölçüm sonuçları

Kumaş Örneklerinin Yüzeý Özdirenc Deęerleri (Ohm)				
	Kompozit Kumaş Örneği		Kontrol Kumaş Örneği	
	Sıra yönü	Çubuk yönü	Sıra yönü	Çubuk yönü
Ortalama	6,44 E+06	4,89 E+08	3,59 E+09	3,34 E+09
% CV	15,51	6,96	12,36	6,63

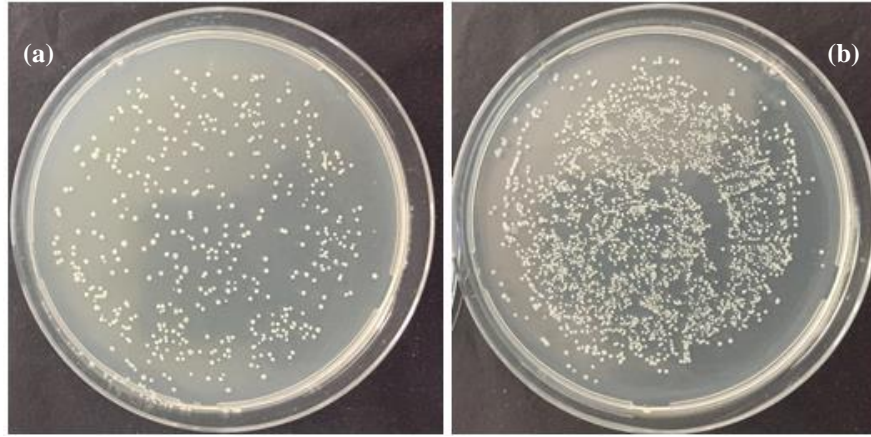
Tablo 7'deki ölçüm verileri incelendiğinde kompozit kumaş örneğinde yüzeý özdirencinin sıra ve çubuk yönünde önemli düzeyde (yaklaşık 100 kat) farklılık göstermesi dikkat çekmektedir. Bu farklılık örgü yapısında iletken ipliklerin sıra doğrultusunda kesintisiz olarak devam etmesi, çubuk yönünde ise iletimin sadece ilmeklerin bağlantı noktasındaki temas ile gerçekleşmesinden kaynaklanmaktadır. Kontrol kumaş örneğinde ise beklendiği gibi sıra ve çubuk yönündeki özdirenc değerlerinin birbirine yakındır. Kompozit kumaş ile kontrol kumaş örnekleri karşılaştırıldığında, kompozit kumaş örneklerinin 10^1 - 10^3 kat aralığında daha düşük

yüzey direnci gösterdiği anlaşılmaktadır. Hem farklı doğrultulardaki hem de kontrol kumaşı ile kompozit kumaş numunesi arasındaki özdirenç farklarının istatistiksel olarak anlamlılığının tespiti amacıyla verilere ayrı ayrı Kolmogorov-Smirnov ve bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. Sonuçlar kompozit kumaşın özdirencinin kontrol kumaşına göre istatistiksel olarak anlamlı seviyede düşük olduğunu ortaya koymuştur. Benzer şekil kompozit kumaş numunesinin sıra yönü ile çubuk yönü arasındaki fark da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kontrol kumaşında ise ölçüm yönünün sonuçlar üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmadığı görülmüştür.

Nem, tekstil malzemelerinde elektriksel iletkenlik üzerinde en etkili faktörlerden biridir. Pamuklu kumaşların nem tutma özelliğinden dolayı, kontrol kumaş örnekleri 10^5 - 10^{12} aralığında özdirenç değerleri vermiş ve Tablo 2'deki sınıflandırmaya göre antistatik sınıfta yer almıştır. Kompozit kumaş örneklerinde iletken özellikli iplik kullanmanın oldukça etkili olduğu ve pamuklu kumaşlara göre antistatik özelliği artırıcı yönde önemli iyileşme sağladığı anlaşılmaktadır.

3.2.3. Antibakteriyel Aktivitenin Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında yapılan antibakteriyel aktivite testleri, araştırma konusu olan gümüş içerikli kompozit şonil ipliklerden üretilen kumaş örneklerinin beklenen aksine antibakteriyel özellik göstermediğini ortaya koymuştur. Kompozit kumaş numunelerinin 0 ve 24 saat bakteri kültürü ile teması sonrasında, ekim yapılan petrilerin genel görünüşleri Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7:

0 saat temas sonrası (a) ve 24 saat temas sonrası (b)

Şekil 7 incelendiğinde 24 saat sonunda bakteri koloni sayısının arttığı görülmektedir. Bu durum bize kumaş üretiminde kullanılan gümüş içerikli ipliğin beklenen antibakteriyel etkiyi sağlayamadığını göstermektedir. 24 saat inkübasyon süresi sonunda kumaş numunesinden alınan görüntü bu durumu ortaya koymaktadır (Şekil 8).



Şekil 8:

24 saat inkübasyon süresi sonunda kompozit kumaş numunesi

Şekil 8 incelendiğinde bakteri kolonilerinin hav tabakası üzerinde ürediğini gösteren sarı bölgeler kolaylıkla görülmektedir. Bu durumun hav tabakasının, bakterilerin gümüş içerikli kompozit bağ iplikleriyle temas etmesini engellemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Antibakteriyel malzemenin şönil ipliğin merkezine konumlandırılmış bağ ipliklerinin içinde bulunması, 0,8 mm yükseklikteki hav tabakasının bakteriler ile merkezdeki gümüş kompozit iplik arasında bir bariyer oluşturmak suretiyle bakterilere gümüşten etkilenmeden çoğalacakları bir ortam sağladığı anlaşılmaktadır. Bu durum kumaşta antibakteriyel aktivitenin sağlanabilmesi için hav liflerinin de antibakteriyel özelliğe sahip olması gerektiği sonucunu ortaya koymaktadır.

4. SONUÇ

Çalışma kapsamında genel olarak, piyasada belli bir pazar payı edinmiş, özellikle döşemelik kumaşlarda yaygın olarak kullanılan fantezi bir iplik türü olan şönil ipliklere teknik ve fonksiyonel işlev kazandırma olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla üretilen metal kompozit ve kontrol kumaş örneklerinin aşınma dayanımı, dairesel eğilme direnci, antibakteriyel aktivitesi ve elektriksel yüzey direnci ölçülerek sonuçlar analiz edilmiş olup elde edilen sonuçlar maddeler halinde aşağıda verilmiştir.

- Kompozit iplik yapısında kullanılan gümüş kaplı filamentin iplik mukavemet ve uzama değerlerini kontrol ipliğine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir.
- Aşınma testi sonuçları, kompozit şönil kumaşın aşınma dayanımının kontrol kumaşa göre karşılaştırılamayacak düzeyde daha yüksek olduğunu ve piyasada kabul gören aşınma dayanımı gereksinimini karşılayacağını göstermiştir. Kontrol kumaş 3000 devirde işlevsiz hale gelirken (kütle kaybı yaklaşık %34-35) kompozit kumaşın en az 20.000 devire kadar dayandığı (kütle kaybı yaklaşık %3-4) tespit edilmiştir.
- Dairesel eğilme direnci testi sonuçları, kompozit şönil kumaş örneğinin kontrol kumaş örneğine göre çok daha yüksek eğilme direncine sahip olduğunu göstermiştir. Kumaş sertliğinde ortaya çıkan bu farkın istatistiksel olarak da anlamlı olduğu tespit edilmiştir.
- Yüzey özdirenci ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde, kompozit kumaş örneklerinin kontrol kumaş örneklerine göre 10-1000 kat aralığında daha düşük yüzey direnci gösterdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, kompozit kumaş örneğinde sıra yönündeki yüzey direnci değerlerinin çubuk yönüne göre yaklaşık 100 kat daha düşük çıkmıştır.
- Antibakteriyellik test sonuçları şönil ipliğin merkezindeki bağ ipliklerinde kullanılan gümüş içerikli kompozit ipliğin kumaşa antibakteriyel özellik kazandıramadığını göstermiştir. Bu

durum, hav tabakasının, kumaş yüzeyindeki bakteriler ile merkezdeki gümüş içerikli kompozit iplik arasında bir bariyer oluşturduğu ve böylece bakterilerin antibakteriyel özellikli gümüş ile temasını engellediği ve bakterilerin çoğalmasına zemin oluşturduğu şeklinde açıklanmıştır.

Bu çalışmanın sonuçları, şönil ipliklere teknik ve fonksiyonel özellikler kazandırılabilceğini göstermekte, antistatik özellik kazandırılmış döşemelik şönil kumaş üretiminin metal içerikli filament takviyesi ile mümkün olduğunu kanıtlamaktadır. Ek olarak antibakteriyel özelliğin kazandırılması için antibakteriyel malzemelerin hav ipliklerinde de kullanılmasının gerekli olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları değerlendirilerek antistatik ve antibakteriyel özellikli döşemelik kumaş üretimi için yeni optimizasyon çalışmalarının yapılabileceği düşünülmektedir.

Not: Araştırma sürecinde elde edilen sonuçların bir bölümü “Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi” etkinliğinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur (ilhan ve ark., 2017).

KAYNAKLAR

1. İlhan, İ. (2004). Şönil İpliğin Aşınma Direncini Etkileyen Parametreler, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
2. Hatamoto, I. ve Diğ. (1991). Composite Sheet For Automotive Use, United States Patent, Patent No: 5.009.946 (<https://www.google.ch/patents/US5009946>, Erişim Tarihi:26.08.2019)
3. Groop, E. E., Nowicki, A. W., Calle, C. I., Buhler, C. R., ve Mantovani, J. G. (2003). Comparison of surface resistivity and triboelectric charge generation characteristics of materials, Proceedings of the 40th Space Congress, Vol. 6, 1-6.
4. Neelakandan, R. ve Madhusoothanan, M., (2010). Electrical resistivity studies on polyaniline coated polyester fabrics. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 5(3), 25-29. Doi: 10.1177/155892501000500304
5. Jiang, S., Newton, E., Yuen, C. M. ve Kan, C. (2007). Application of Chemical Silver Plating on Polyester and Cotton Blended Fabric, *Textile Research Journal*, 2:77-85. Doi: 10.1177/0040517507078739
6. Üreyen, M. E., Çavdar, A., Koparalı, A. S., Doğan, A. (2008). Yeni Geliştirilen Gümüş Katkılı Antimikrobiyal Tekstil Kimyasalı ve Bu Kimyasal İle İşlem Görmüş Kumaşların Antibakteriyel Performansları, *Tekstil ve Mühendis Dergisi*, 15(69): 26-31.
7. Hebeish, A., El-Naggar, M. E., Fouda, M. M. G., Ramadan, M. A., Al-Deyab, S. S. ve El-Rafie, M. H. (2011). Highly Effective Antibacterial Textiles Containing Green Synthesized Silver Nanoparticles, *Carbohydrate Polymers*, 86: 936-940. Doi: 10.1016/j.carbpol.2011.05.048
8. Özkan, İ., ve Duru Baykal, P. (2017) Antifungal activity of fabrics knitted by metalized Silver/Polyester composite yarn, *Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 254, No. 5, IOP Publishing. Doi: 10.1088/1757-899X/254/5/052005
9. Choudhury, A. K. R. (2017) Principles of Textile Finishing, Woodhead Publishing.
10. Merck Manuals 1, <https://www.merckmanuals.com/home/infections/bacterial-infections-gram-positive-bacteria/staphylococcus-aureus-infections>, Erişim Tarihi: Haziran, 2018.

11. Larry M., Bush, M.D., <https://www.merckmanuals.com/home/infections/bacterial-infections-gram-negative-bacteria/klebsiella-,enterobacter-,and-serratia-infections>, Erişim Tarihi: Haziran, 2018.
12. Height, M., <https://www.microbe-investigations.com/testing-methods/aatcc-100/>, Erişim Tarihi: Haziran, 2018.
13. İlhan İ., Özkan İ. ve Yarar A. Y. (2017) İletken Kompozit Şönil İplik Üretimi Üzerine Deneysel Bir Çalışma, *Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi Bildiriler Kitabı*, 373-379.