

Metal Filament İçeren İpliklerden Üretilen Süprem Örme Kumaşların Farklı Doğrultulardaki Yüzey Özdirençlerinin İncelenmesi

İlkan ÖZKAN*¹

¹Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş tarihi: 20.07.2018

Kabul tarihi: 15.10.2018

Öz

Bu çalışmada bakır/çelik monofilament ve metalize gümüş multifilament içeren ipliklerden üretilen örme kumaşların farklı doğrultulardaki yüzey özdirenç değerleri incelenmiştir. Bu kapsamda iletken filamentler (metalize gümüş, bakır, paslanmaz çelik) eşkarıştırma (commingling) tekniği kullanılarak tekstüre polyester filament iplikler ile birleştirilmiştir. Üretilen metal içerikli ipliklerden süprem örgü yapısında numune kumaşlar üretilmiştir. Üretilen numune örme kumaşlara sıra ve çubuk doğrultusunda yüzey özdirenç testleri uygulanmıştır. Mikroskop görüntüleri kullanılarak iplik ve kumaş numunelerinin yüzey yapıları detaylı olarak incelenmiştir. Veriler istatistiksel teknikler ile analiz edilmiş ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçları metal içerikli ipliklerden üretilen örme kumaşların daha düşük özdirenç değerine sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Eşkarıştırma, Metal filament, Metalize filament, Örme kumaş, Yüzey özdirenç

Investigation of Surface Resistivity in Different Directions of Single Jersey Knitted Fabrics Produced by Yarns Including Metal Filaments

Abstract

In this study, surface resistivity of knitted fabrics produced by yarns including conductive copper/steel monofilament and metallized silver multifilament was investigated. In this context, conductive filaments are combined with textured polyester yarns by commingling technique. The produced yarns were knitted to single jersey. Surface resistivity tests were applied to the fabric samples in wale and course directions. Surface structures of the yarns and fabrics were examined in detail by taking microscope images. The obtained results were statistically analyzed and evaluated comparatively. As a conclusion, the knitted fabrics produced by yarns including metallized filaments have a lower surface resistivity than the standard and the metal monofilament fabric samples.

Keywords: Commingling, Metal filament, Metallized filament, Knitted fabric, Surface resistivity

*Sorumlu yazar (Corresponding author): İlkan ÖZKAN, iozkan@cu.edu.tr

1. GİRİŞ

Statik elektrik, durgun haldeki elektriği belirtir, diğere maddelerle temas eden malzemenin yüzeyinde meydana gelen elektriksel dengesizliktir. Atomlarda elektron ve proton sayıları eşit olmakla birlikte elektronlar bir atomdan diğere kolayca transfer olabilmektedir. İletken veya yalıtkan iki maddenin teması ve ayrılması veya sürtünmesiyle statik elektrik doğal olarak meydana gelir. Günlük yaşamda halı, parke gibi zeminler üzerinde yürüme, araçlara inip binme, kıyafet giyme-çıkarma vb. durumlarda meydana gelen sürtünmelerden dolayı statik elektrik oluşabilir [1].

Tekstil malzemeleri çeşitli yüzeylerle sürekli temas halindedir. Örnek olarak, imalat sürecinde makine parçalarına ve son ürün formunda ise kullanım süresince müşterinin vücuduna temas eder. Statik elektriklenme artan kirlenmeye, temizlik problemlerine, kumaşların birbirine ve insan bedenine yapışmasına, kullanıcının rahatsız hissetmesine ayrıca boncuklanmada artışa neden olabilir [2].

Doğal ve yapay tekstil lifleri doğası gereği yalıtkan dır. Statik elektrik birikimi, sentetik liflerde özellikle de kuru ortamlarda sıklıkla meydana gelir. Doğal lifler, hidrofil bir yapıya sahip oldukları ve bu nedenle yapılarında daha fazla nem muhafaza edebildiklerinden bu liflerde statik elektriklenme problemi ile daha az karşılaşılır. Hidrofilliği artırma ve iletken tekstil malzemelerinin kullanımı statik elektrik birikimini azaltmada genel olarak kabul gören iki yöntemdir. İletken filamentler metal, karbon vb. iletken malzemelerin sentetik liflerin yapısına eklenmesiyle üretilebilir. Sentetik lifler ile metal filamentlerin birlikte kumaşa dönüştürülmesi de kumaş formunda iletkenliği arttırmaktadır [3].

İletken malzemeler düşük elektriksel dirence sahip olan ve elektrik akımını kolayca ileten malzemelerdir. Antistatik malzemelerin yüzey özdirenci iletkenlere göre daha yüksek olmakla birlikte ve üzerinde bulunan elektriksel yükü deşarj etme özelliğine sahiptirler. Yalıtkan malzemeler ise elektriksel direnci çok yüksek olan ve elektrik

akımı iletmeyen ya da çok zayıf ileten malzemelerdir. Malzemeler yüzey özdirenci değerlerine göre yalıtkan, antistatik ve iletken olarak Çizelge 1'deki gibi sınıflandırılabilir [4].

Çizelge 1. Malzemelerin yüzey özdirenci değerlerine göre sınıflandırılması

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

Yapılan çalışma kapsamında yalıtkan tekstüre polyester ipliklere iletken özellik kazandırmak için bu iplikler, bakır/paslanmaz çelik monofilamentler ve metalize gümüş PA (poliamid) multifilament iplikler ile eşkarıştırma yöntemi kullanılarak birleştirilmiştir. Elde edilen metal içerikli iplikler örme yoluyla yüzey haline getirilmiş ve bu yüzeylerin farklı doğrultulardaki elektriksel dirençleri ölçülmüştür.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Araştırma alanında yapılmış önceki çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Asanovic ve arkadaşları [5] tekstil numunelerinin elektrik direncini belirlemek için doğru akım ölçümüne dayalı bir cihaz geliştirmişlerdir. Çalışmada pamuk, keten, kenevir, yün, jüt, viskon, akrilik liflerinden ürettikleri iplikleri dokuyarak ve elde ettikleri kumaşların yüzey özdirençlerini ve dielektrik özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda bağıl nem oranındaki artışın elektriksel direnci düşüreceği ve statik elektrikten kaynaklanan problemleri azaltacağı belirtilmiştir. Bedeloğlu [6] iki farklı çapta paslanmaz çelik telleri akrilik iplikler ile katlayıp bükerek hibrid iplikler üretmişlerdir. Bu ipliklerden süprem ve ribana tipi örme kumaşlar üretip elektriksel özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda iletken tel miktarı ve örgü tipinin iletkenlik üzerinde etkili olduğu, tek katlı iplikler ile üretilen kumaşların daha düşük yüzey özdirenci gösterdiği ifade edilmiştir. Tokarska ve Orpel [7] yaptıkları çalışmada gümüş içerikli iplikler içeren ve gümüş kaplı düz örme kumaşların düzlemsel

anizotropisini değerlendirmek için önceden belirledikleri farklı doğrultudaki noktalarda elektriksel direnç değişimlerini araştırmışlardır. Çalışmada anizotropiyi belirlemek için Van der Pauw metodu kullanılmıştır. Araştırma sonucunda tüm örme kumaşların anizotropik yapı gösterdiğini fakat en düşük anizotropi değerine X-Silver ve Adafruit marka yüzeyi gümüş kaplı kumaşların sahip olduğunu belirtmişlerdir. En düşük elektriksel direnç değerinin ilmek sıra yönüne paralel, en yüksek değerlerinin ise çubuk doğrultusuna paralel noktalarda ölçüldüğü ifade edilmiştir. Isaia ve arkadaşları [8] paslanmaz çelik/polyester (%80/20) ipliklerden ürettikleri düz örme kumaşların elektriksel özelliklerinin tekrarlı kuvvet yüklemeleri karşısında değişimini araştırmışlardır. Ön yüklemeler sonucunda elektriksel davranışların daha hızlı bir şekilde stabil hale geldiği ve bu stabil yapının dinlenme süreci sonunda yapılan tekrar yüklemelerde korunduğunu tespit etmişlerdir. Lou ve arkadaşları [9] içi boş iğ tekniği ile farklı tur sayılarında paslanmaz çelik/polyester ve bakır/polyester iplikler üretilmişlerdir. Bu iplikleri atkı yönünde kullanarak dokudukları kumaşların elektriksel ve elektromanyetik özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda metal içeriğinin kumaşlara düşük yüzey özdirenç değerleri kazandırdığı ifade edilmiştir. Sancak ve arkadaşları [10] paslanmaz çelik, bakır ve gümüş kaplamalı bakır teller kullanarak ring iplik makinesinde pamuk/metal özlü iplikler elde etmişlerdir. Özlü ipliklerden interlok yapısında örme kumaşlar üretilip bu kumaşların yüzey özdirenç ve elektromanyetik ekranlama özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda özlü ipliğin pamuk içeriği azaldıkça

iletkenliğin arttığı bunun pamuğun yalıtkan yapısından kaynaklandığı ifade edilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

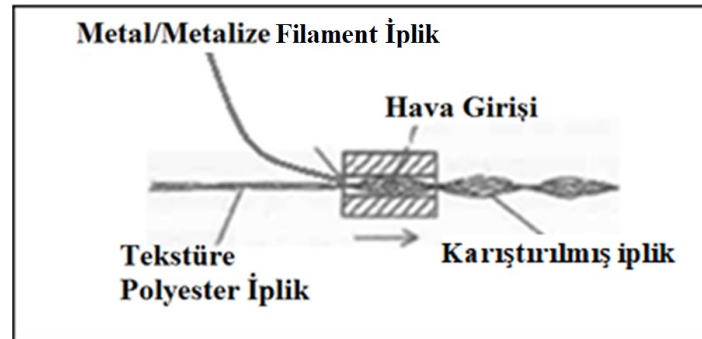
Araştırma kapsamında örme kumaş yapısında kullanılması amaçlanan metalize gümüş polyamid multifilament, bakır ve paslanmaz çelik monofilamentler tekstüre polyester iplik ile eşkarıştırma yöntemi kullanılarak birleştirilmiştir. Kullanılan ipliklere ait özellikler Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. İplik özellikleri

İplik Türü	Ort. İncelik (denye)
Tekstüre Polyester (PES)	795/144f
Metalize Gümüş (Polyamid)	90/30f
Mono Filament Bakır	157 (Çap 50 µ)
Mono Filament Çelik (AISI 316L)	144 (Çap 50 µ)

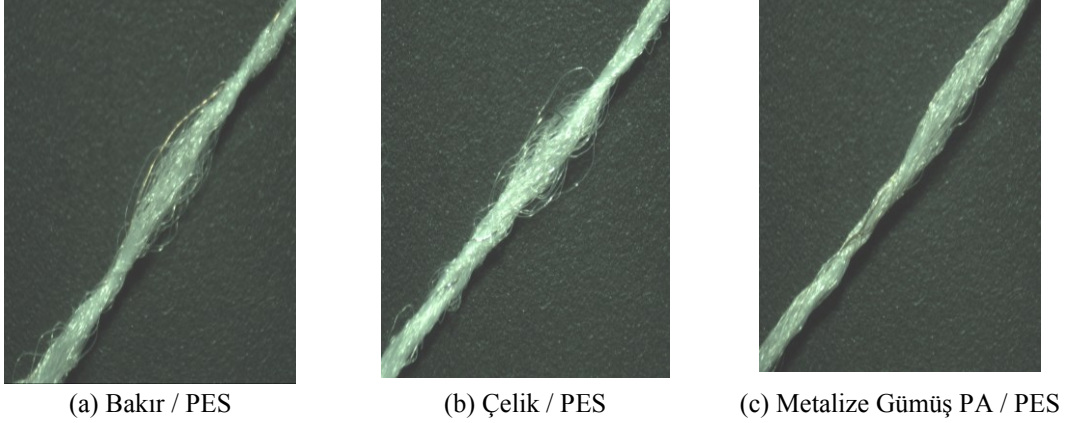
3.2. Metot

Çalışma kapsamında metalize gümüş PA multifilament, bakır ve paslanmaz çelik monofilamentler tekstüre polyester iplik ile 5 bar basınç ve 150 m/dk çalışma hızında Hemaks HMX 115 puntalama makinesinde birleştirilmiştir. Eşkarıştırma işleminin prensibi Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Eşkarıştırma işlem prensibi

Üretilen metal içerikli ipliklere ait görüntüler dijital kameralı mikroskop ile 10 kat büyütme oranıyla alınmış olup Şekil 2’ de verilmiştir.



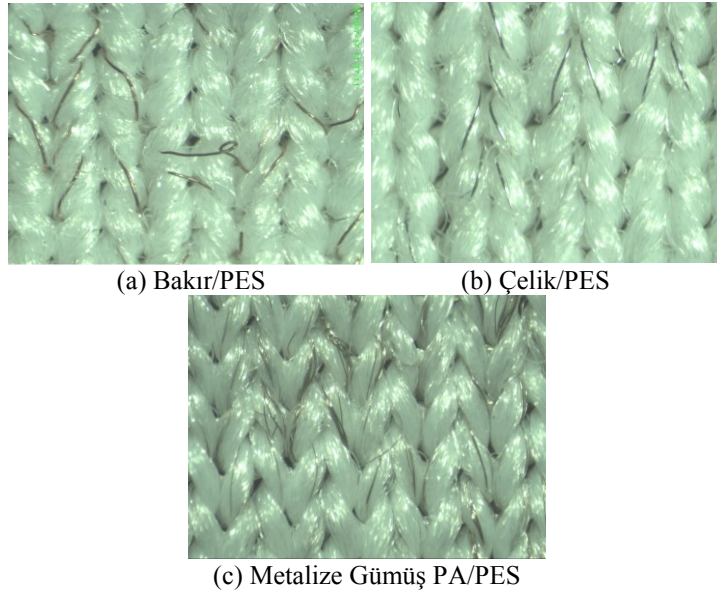
Şekil 2. Metal içerikli ipliklere ait görüntüler (x10)

Üretilen kompozit ipliklerden numune tipi yuvarlak örme makinesinde süprem kumaş örnekleri üretilmiştir. Örgü makinasının teknik özellikleri Çizelge 3’te verilmiştir.

Örme kumaş örneklerinin yüzey görüntüleri Novel marka NSZ808 model dijital kameralı stereo mikroskop ile 20 kat büyütme oranında alınmış olup Şekil 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Örgü makinesinin teknik özellikleri

Örme Silindiri	3 ½ inç, tek kafalı
Hız (devir)	0-400 rpm
Makine inceliği (inç’teki iğne sayısı)	18
Doku Dürü	Süprem



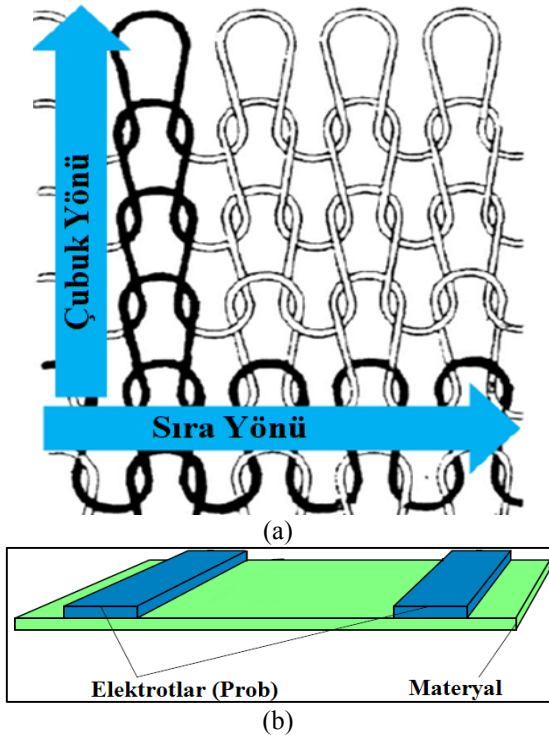
Şekil 3. Örme kumaşlara ait görüntüler (x20)

Kumaş numunelerin yüzey özdirenç testleri “ELME Multimeg” cihazı ile her numune için sıra ve çubuk doğrultusunda 5’er adet olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Ölçümde kullanılan cihazın genel görünümü Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 4. Dijital direnç ölçer (megohmmeter)

Ölçümler 25 °C sıcaklık ve %50 bağıl nem değerlerinde gerçekleştirilmiştir. Kumaş ölçüm doğrultuları ve ölçümün şematik görünümü ve Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5. Yüzey özdirenç ölçüm doğrultuları (a) ve şeması (b)

Ölçüm verilerinin istatistiksel analizi SPSS paket programı ile yapılmış olup, sonuçlar karşılaştırmalı olarak yorumlanmıştır.

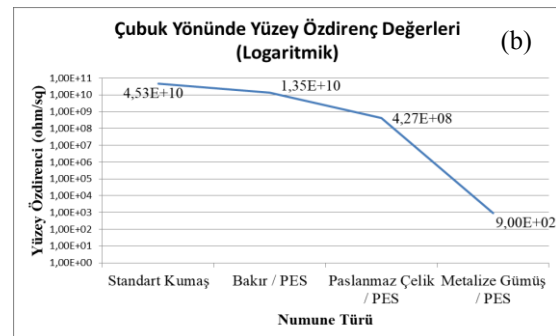
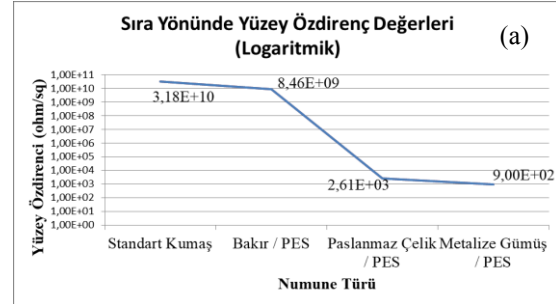
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kumaş numunelerinin çubuk ve sıra doğrultusundaki yüzey özdirenç ölçümlerine ait ortalama değerler Çizelge 4’te verilmiştir.

Çizelge 4. Yüzey özdirenç test sonuçları

Kumaş Türü	Yüzey Özdirenç (ohm/sq)	
	Sıra Yönü	Çubuk Yönü
Standart Kumaş	3,18e+10	4,53e+10
Bakır / PES	8,46e+09	1,35e+10
Paslanmaz Çelik/ PES	2,61e+03	4,27e+08
Metalize Gümüş/ PES	<1,00e+03	<1,00e+03

Sıra ve çubuk yönünde elektriksel direnç değerlerine ait grafikler Şekil 5’de verilmiştir. Değerler arasında büyük farklılıklar olduğu için grafikler logaritmik ölçek ile oluşturulmuştur.



Şekil 4. (a) Sıra ve (b) çubuk yönünde özdirenç grafikleri

Şekil 4 genel olarak incelendiğinde metal içeren örme kumaşların standart polyester örme kumaşa

göre daha düşük özdirenç sahip olduğu görülmektedir. Yüzey özdirenç verileri ölçüm doğrultusu açısından değerlendirildiğinde standart ve metalize gümüş multifilament örnekleri için fark söz konusu değil iken bakır ve çelik monofilament içerikli örneklerin sıra yönünde çok daha iyi iletken olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun atkı örme tipinde kullanılan ipliklerin sıra doğrultusu boyunca devamlılık göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Diğer taraftan çubuk doğrultusunda elektrik akımı sadece ilmeklerin temas ettiği noktalar aracılığıyla iletebilmektedir. Ayrıca bu iletimin gerçekleşebilmesi temas noktalarında metal içeriklerin birbirine denk gelmesi ile mümkün olabilmektedir. İlmek temas noktalarındaki etkileşim iplik formu açısından değerlendirildiğinde aşağıda açıklanan noktalar öne çıkmaktadır.

Eşkarşıtlama tekniğinde iplikler basınçlı hava etkisiyle bir araya getirilmektedir. Multifilament iplik yapısında filamentler havanın etkisiyle birbirinden ayrılmakta ve bir araya getirildiği ipliğin yapısında rastgele dağılmaktadır (Şekil 2c). Metal filamentlerin bu dağınık formu kumaş yapısında da kendini göstermekte ilmek temas noktaları elektriksel iletkenlik açısından uygun hale gelmektedir (Şekil 3c). Sonuç olarak çubuk doğrultusunda da iletken yapı devamlılık gösterebilmekte ve yüzey özdirenç önemli ölçüde düşmektedir.

Diğer taraftan iletken monofilament iplikler doğası gereği bir araya geldiği ipliğin yapısında multifilament benzeri bir dağılım gösterememektedir (Şekil 2a ve b). Bu durum ilmek bağlantı noktalarında iletken filamentlerin temas olasılığını düşürmekte (Şekil 3a ve b) dolayısıyla standart kumaşa kıyasla çubuk doğrultusundaki özdirenç değerlerinde önemli bir değişiklik görülmemektedir.

Monofilament metal içeren numuneler karşılaştırıldığında, eşkarşıtlama işleminde kullanılan basınçlı hava ve örme iğnelerinin hareketi ile rijitliği yüksek bu filamentlerin uzunluk boyunca çeşitli noktalarda kırıldığı Şekil

3a ve b' de açıkça görülmektedir. Bakır, çeliğe nazaran çok daha fazla noktada kırılmış, bu durum kumaşın test sonuçlarına da yansımış ve bakır içeren numunelerde özdirenç üzerinde beklenen anlamlı düşüş görülememiştir.

Elde edilen özdirenç değerleri istatistiksel olarak da analiz edilmiştir. Bu kapsamda veri setinin normal dağılıma uygunluğunun tespiti için Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Kolmogorov - Smirnov testi sonuçları

		Sıra Yönü	Çubuk Yönü
N		20	20
Normal Parametreler	Ort.	1E+010	1E+010
	St. Sp.	2E+010	2E+010
En Ekstrem Farklar	Mutlak	0,325	,320
	Pozitif	0,281	,320
	Negatif	-0,325	-,267
Kolmogorov-Smirnov Z		1,455	1,429
Asymp. Anlamlılık (2-Yönlü)		0,029	0,034

Çizelge 5'de anlamlılık değeri 0,05'den küçük olduğu için sıra ve çubuk yönündeki özdirenç değerlerinin normal dağılıma sahip olmadığı söylenebilir. Normal dağılım koşulu sağlanmadığından non-parametrik test uygulanması yoluna gidilmiştir. Gruplar arasındaki farkın anlamlılığını tespiti için kullanılan non-parametrik test yöntemlerinden Kruskal Wallis H gerçekleştirilmiş olup sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Kruskal Wallis H test tablosu

	Sıra Yönü	Çubuk Yönü
Chi-Square	17,364	17,364
df	3	3
Anlamlılık	0,001	0,001
Sıralama Verileri		
Numune Türü	N	Sıralar Ortalaması
Standart Kumaş	5	17,40
Bakır / PES	5	13,60
Çelik / PES	5	8,00
Metalize Gümüş / PES	5	3,00

*Gruplandırma değişkeni: Numune Türü

Anlamlılık satırındaki değer 0,05'den küçük olduğu için, numune türü ile sıra ve çubuk yönündeki özdirenç değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Sıralama verileri dikkate alındığında özdirenç değerleri her iki doğrultuda için de, büyükten küçüğe doğru şu şekilde sıralanmaktadır: “*standart kumaş* > *bakır/PES* > *çelik/PES* > *metalize gümüş /PES*”.

Gruplar arasındaki farkın belirlenmesi amacıyla yapılan çoklu karşılaştırma testleri parametrik olmayan yöntemler içerisinde bulunmamaktadır. Bu nedenle gruplar arası farkların karşılaştırılması amacıyla ayrı ayrı Man Withney U testi gerçekleştirilmiş sonuçlar toplu halde Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 7. Man Withney U testi sonuçları

	Numune Türü	Numune Türü	Anlamlılık
Bağımlı Değişken:	Standart Kumaş	Bakır/PES	0,047
		Çelik/PES	0,009
		Metalize Gümüş/PES	0,005
Sıra Yönü Yüzey Özdirenci	Bakır/PES	Çelik/ PES	0,009
		Metalize Gümüş/PES	0,005
		Çelik/PES	0,005
Çubuk Yönü Yüzey Özdirenci	Standart Kumaş	Bakır/PES	0,047
		Çelik/PES	0,009
		Metalize Gümüş/PES	0,005
Çubuk Yönü Yüzey Özdirenci	Bakır/PES	Çelik/PES	0,009
		Metalize Gümüş/PES	0,005
		Çelik/PES	0,005

Çizelge 6 ve 7 birlikte değerlendirildiğinde metal ve metalize filament kullanımının standart örme kumaş numunesi ile karşılaştırıldığında sıra ve çubuk doğrultularında yüzey özdirencini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde düşürdüğü görülmektedir. Sonuçlar farklı metal türleri açısından değerlendirildiğinde her iki doğrultu da da en düşük özdirenç değerlerine metalize gümüş multifilament ipliğin kullanıldığı numunelerde rastlanmıştır. Monofilament içeren numuneler

açısından değerlendirme yapıldığında çelik içerikli numunenin her iki doğrultuda da bakır içerikli numuneden daha düşük özdirence sahiptir. Aradaki bu fark istatistiksel olarak da anlamlıdır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada monofilament ve multifilament metal içerikli ipliklerden üretilen süprem örme kumaşların sıra ve çubuk doğrultusundaki özdirenç değerleri incelenmiş ve tespit edilen farklılıkların nedenleri açıklanmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Metal içeren örme kumaşların standart polyester örme kumaşa göre daha düşük özdirence sahip olduğu ve bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.
- Metal içerikli örme kumaş numunelerin sıra doğrultusunda çok daha iletken olduğu görülmüştür. Bu durumun atkı örme tipinde kullanılan ipliklerin sıra doğrultusu boyunca devamlılık göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Her iki doğrultuda özdirenç değerlerinin büyükten küçüğe doğru “**standart kumaş** > **bakır/PES** > **çelik/PES** > **metalize gümüş /PES**” şeklinde olduğu tespit edilmiştir.
- Multifilament ipliği oluşturan filamentlerin eşkarıştırma yönteminde kullanılan basınçlı havanın etkisiyle bir araya getirildiği ipliğin yapısında rastgele dağıldığı mikroskop görüntüleriyle belirlenmiştir (Şekil 2c). İletken filamentlerin yapıda dağılması ilmek temas noktalarını iletkenlik açısından uygun hale getirmiş olup (Şekil 3c) çubuk doğrultusunda da özdirençin önemli ölçüde düşmesine neden olmuştur.
- Monofilament bakır ve çelik içeren numunelerin ilmek bağlantı noktalarında iletken filamentlerin yeterince temas edememesinden dolayı (Şekil 3a ve b) çubuk doğrultusunda sıra doğrultusundaki kadar çarpıcı bir düşüş görülmemiştir.

- Çelik içerikli numunenin her iki doğrultuda da bakır içerikli numuneden istatistiksel olarak anlamlı seviyede daha düşük özdirence sahip olduğu tespit edilmiştir.
 - Monofilament metaller rijit yapıları nedeniyle eşkarıştırma işleminde kullanılan basınçlı hava ve örme işlemindeki iğnelerin baskısıyla uzunluk boyunca çeşitli noktalarda kırılmış bu durum mikroskop görüntüleriyle tespit edilmiştir (Şekil 3a ve b).
 - Bakır içeren numunelerde özdirenç üzerinde beklenen anlamlı düşüş görülememiştir. Bunun bakır filamentin, çeliğe nazaran çok daha fazla noktada kırılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
 - Sonraki çalışmalar için, eşkarıştırma tekniğinde monofilament metallerin birden fazla mutifilament iplik ile birleştirilmesiyle metal filament kırılmalarının azaltılabileceği, ipliklerin örme makinesine katlı formda beslenmesi ve farklı örgü türlerinin tercih edilmesiyle iletkenliğin artırılarak daha iyi sonuçlar elde edilebileceği düşünülmektedir.
6. Bedeloglu, A., 2013. Electrical, Electromagnetic Shielding and Some Physical Properties of Hybrid Yarn-based Knitted Fabrics. *Journal of the Textile Institute*, 104(11), 1247-1257.
 7. Tokarska, M., Orpel, M., 2018. Study of Anisotropic Electrical Resistance of Knitted Fabrics, *Textile Research Journal*, Online ver., 1-11.
 8. Isaia, C., McNally, D., McMaster, S.A., Branson, D.T., 2016. Investigation of Changes in the Electrical Properties of Novel Knitted Conductive Textiles During Cyclic Loading. *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), IEEE 38th Annual International Conference of the IEEE*, 6050-6061.
 9. Lou, C.W., Lin, T.A., Chen, A.P., Lin, J.H., 2016. Stainless Steel/polyester Woven Fabrics and Copper/polyester Woven Fabrics: Manufacturing Techniques and Electromagnetic Shielding Effectiveness, *Journal of Industrial Textiles*, 46(1), 214-236.
 10. Sancak, E., Akalin, M., Usta, İ., Yuksek, M., Özen, M.S., 2018. The Effects of Fabric and Conductive Wire Properties on Electromagnetic Shielding Effectiveness and Surface Resistivity of Interlock Knitted Fabrics, *Fibers and Polymers*, 19(4), 843-853.

6. KAYNAKLAR

1. Başarır, İ.F., 2013. Elektronik İmalat Aşamasında Güvenlik, Statik Elektriğe Karşı Önlemler, *TMMOB Elektrik Mühendisliği Dergisi*, 447, 42-44.
2. Asanovic, K.A., Mihajlidi, T.A., Milosavljevic, S.V., Cerovic, D.D., Dojcilovic, J.R., 2007. Investigation of the Electrical Behavior of Some Textile Materials. *Journal of Electrostatics*, 65(3), 162-167.
3. Miao, M., Xin, J. H., 2017. *Engineering of High-Performance Textiles*. Woodhead Publishing, 306-307.
4. 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. In: *Proceedings of the 40th Space Congress*.
5. Asanovic, K.A., Mihajlidi, T.A., Milosavljevic, S.V., Cerovic, D.D., Dojcilovic, J.R., 2007.