



TEKSTİL VE MÜHENDİS
(Journal of Textiles and Engineer)



<http://www.tekstilvemuhendis.org.tr>

Metal Tel Sarımlı Hibrid İplik İçeren Dokuma Kumaşların Dökümlülüğünün Görüntü Analizi Yöntemi ile Ölçülmesi

Measurement of the Drape of Woven Fabrics Including Metal Wire-Wrapped Hybrid Yarns by Using Image Analysis

Nazan ERDURLU, Canan SARIÇAM
İstanbul Teknik Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye.

Online Erişime Açıldığı Tarih (Available online): 30 Aralık 2015 (30 December 2015)

Bu makaleye atıf yapmak için (To cite this article):

Nazan ERDURLU, Canan SARIÇAM (2015): Metal Tel Sarımlı Hibrid İplik İçeren Dokuma Kumaşların Dökümlülüğünün Görüntü Analizi Yöntemi ile Ölçülmesi, Tekstil ve Mühendis, 22: 100, 38-45.

For online version of the article: <http://dx.doi.org/10.7216/1300759920152210005>



METAL TEL SARIMLI HİBRİD İPLİK İÇEREN DOKUMA KUMAŞLARIN DÖKÜMLÜLÜĞÜNÜN GÖRÜNTÜ ANALİZİ YÖNTEMİ İLE ÖLÇÜLMESİ

Nazan ERDUMLU*
Canan SARIÇAM

İstanbul Teknik Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Beyoğlu, İstanbul, Türkiye.

Gönderilme Tarihi / Received: 15.07.2015

Kabul Tarihi / Accepted: 18.12.2015

ÖZET: Bu çalışmada, metal tel sarımlı hibrid iplik içeren bezayağı ve 3/1 dimi olmak üzere iki farklı örgü tipine sahip dokuma kumaşların giysi üretiminde kullanılabilirliğini değerlendirmek üzere hem kes-tart yöntemiyle, hem de görüntü analizi yöntemi ile dökümlülük katsayıları ölçülmüş ve metal tel sarımlı hibrid iplik içermeyen kumaşlar ile karşılaştırılmıştır. Kes-tart yöntemi ve görüntü analizi yöntemi ile hesaplanan dökümlülük katsayıları arasında güçlü bir korelasyon bulunmuştur. Metal tel sarımlı hibrid iplik içeren ve içermeyen kumaşların kes-tart yöntemiyle hesaplanan dökümlülük katsayıları arasında önemli bir fark bulunmazken, görüntü analizi sonuçlarına göre metal tel sarımlı hibrid iplik içermeyen kumaşların dökümlülük katsayıları daha düşük olduğu gözlenmiştir. Kumaşların dökümlülük katsayıları üzerinde örgü tipinin önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiş, öte yandan kullanılan metal tel tipinin istatistiksel açıdan önemli bir etkisinin bulunmadığı kaydedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hibrid iplik, metal tel, dokuma kumaş, dökümlülük katsayısı, görüntü analizi.

MEASUREMENT OF THE DRAPE OF WOVEN FABRICS INCLUDING METAL WIRE-WRAPPED HYBRID YARNS BY USING IMAGE ANALYSIS

ABSTRACT: In this study, the drape coefficient of woven fabrics including metal wrapped hybrid yarns in two different weave types as plain and 3/1 twill were determined by both cut-weigh and image analysis methods and compared with the fabrics woven without metal wire in order to evaluate the ability of these fabrics to be manufactured into a garment. A strong correlation was found between drape coefficient values calculated by using cut-weigh method and image analysis method. While the difference between the drape coefficient values of the fabrics including metal wire wrapped hybrid yarns and the fabrics without metal wire calculated by cut-weigh method was found to be insignificant, based on the results of image analysis method, drape coefficient values of the fabrics without metal wire were observed to be lower than that of the fabrics including metal wire wrapped hybrid yarns. The effect of the weave type on drape coefficient values of the fabric samples was found to be significant, whereas it was stated that metal wire type did not have any significant impact on drape coefficient.

Keywords: Cotton yarn, hybrid yarn, metal wire, woven fabric, drape coefficient, image analysis.

* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: okurn@itu.edu.tr

DOI: 10.7216/1300759920152210005, www.tekstilvemuhandis.org.tr

1. GİRİŞ

Genel olarak akıllı giysiler, koruyucu giysiler ve endüstriyel tekstillerde kullanılmak üzere metal lif veya iplik içeren iletken tekstil yapılarının geliştirilmesi son yıllarda giderek önem kazanmaktadır. Uzaktan sağlık gözetimi, kablosuz iletişim, veri transportu, sensörler, elektromanyetik kalkanlama, elektrostatik koruma gibi alanlar iletken iplikler için potansiyel kullanım alanlarını oluşturmaktadır [1].

İletken tekstil yapıları iletken lif, polimer, tel ve iplik kullanılarak elde edilebildiği gibi, özel bitim işlemleri ile de üretilebilmektedir [1]. Metal tel içeren iplikler özlü iplik üretimi, sarım ve kaplama prosesleri ile üretilebilmektedir [1]. Buna ilaveten, bikomponent iletken iplikler, kompozit iletken iplikler ve metal tel içerikli fantasti iplikler de iletken tekstil yapılarının elde edilmesinde kullanılabilir [1,2].

Metal tel içerikli iplikler kullanılarak elde edilen iletken tekstil yapılarına ilişkin çalışmalar, genel olarak bu yapıların elektriksel iletkenlik, elektromanyetik ve elektrostatik kalkanlama özelliklerini incelemek amacıyla yapılmıştır [3-16]. Ancak, fonksiyonel özelliklere sahip tekstil yapıların giysi üretiminde kullanımı amaçlandığında, söz konusu yapıların fiziksel performansları, estetik özellikleri ve konfor özellikleri de önemli olmaktadır.

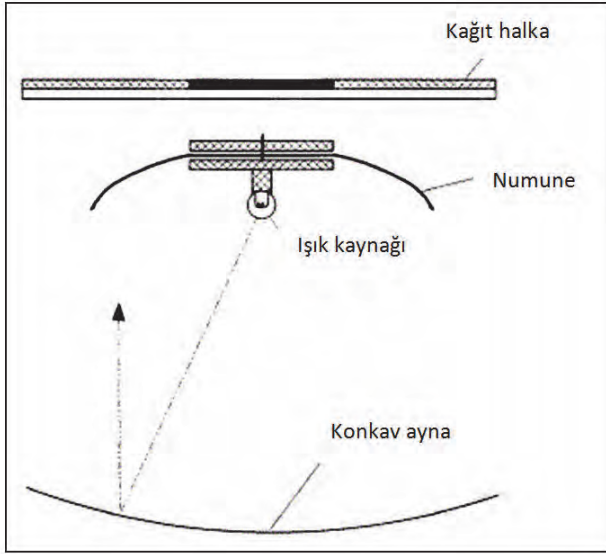
Baykal ve Sıgnaç [17] günlük kullanıma yönelik, aynı konstrüksiyonda metal iplikli ve metal ipliksiz olarak üretilen dokuma kumaşların performans özelliklerini incelemişlerdir. İki adet penye pamuk ipliğinin metal filamentler birlikte bükülmesiyle elde edilen iplikler dokuma prosesinde atkı ipliği olarak kullanılmış, üretilen kumaşlar boyutsal stabilite, kopma ve yırtılma dayanımı, dikiş kayması ve boncuklanma özellikleri açısından değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, % 3-7 oranında metal iplik içeren dokuma kumaşların, giysilerde rahatlıkla kullanılabildiğini ifade etmişlerdir. Bedeloğlu [15,16], paslanmaz çelik tel içeren hibrid ipliklerin, örme ve dokuma kumaşlarda boncuklanma ve aşınma dayanımını artırdığını tespit etmiştir. Örtlek ve ark [18], metal tel içeren ring, siro ve kompakt ipliklerden örülmüş kumaşlarda metal

oranının artmasıyla kumaşların beyazlık ve renk kuvvetinde azalma görüldüğü sonucuna varmışlardır.

Metal lif veya iplik içeren tekstil yapılarının konfor parametrelerinin incelendiği çalışmalar ise termal konfor parametreleri üzerine odaklanmıştır. Örtlek ve arkadaşları [18] süprem kumaşların termal konfor ve elektromanyetik kalkanlama özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, kumaşların üretiminde kullanılan metal tel içerikli hibrid ipliklerde metal telin kalınlığı arttıkça, kumaşın hava geçirgenliğinin ve dikey kılcal ıslanma değerinin azaldığını kaydetmişlerdir. Ceven ve ark. [19], aynı yapısal parametrelere sahip metal ilavesiz kumaşlar ile metal ilaveli kumaşlar hava geçirgenlik özellikleri açısından karşılaştırıldığında, Bedeloğlu'nun [15,16] elde ettiği sonuçlara benzer şekilde, metal ilaveli dokuma kumaşların daha yüksek hava geçirgenliğine sahip olduğunu görmüşlerdir.

Literatürde ayrıca metal tel içeren özlü ve sarımlı ipliklerin eğilme rijitliği ve mukavemet özelliklerinin incelendiği bir dizi çalışmaya rastlanmıştır [20-22]. Ancak, metal tel içerikli ipliklerden üretilen kumaşların düşük gerilim altındaki davranışlarının incelendiği oldukça sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bedeloğlu [16], metal tel içeren dokuma kumaşların eğilme rijitliğini ölçmüş, Perumalraj ve ark [23] da, yine metal tel içerikli dokuma kumaşların eğilme rijitliği ve dökümlülük özelliklerini ölçmüşlerdir.

Kumaşın kendi ağırlığı altında şekil değiştirme davranışı olarak tanımlanabilen dökümlülük, kumaşın kullanım esnasındaki görünümünü belirleyen başlıca parametre olarak önem arz etmektedir [24]. Kumaşlarda dökümlülüğün ölçülmesi için en yaygın olarak kullanılan yöntem, Cusick Dökümlülük Ölçer ve bu cihazın ölçme prensibidir. Bilindiği üzere, Cusick dökümlülük ölçme prensibinde (bakınız Şekil 1), ışık kaynağı ve konkav ayna vasıtasıyla dökümlü haldeki numunenin gölgesi kağıt halka üzerinde düşürülür [25]. Kumaş görüntüsünün sınırları kalemle kağıt üzerinde çizildikten sonra, kağıt halkanın ilk ağırlığıyla, kumaş görüntüsünün sınırlarından kesilerek tartıldığında elde edilen ağırlıklar kullanılarak kumaşın dökümlülük katsayısı hesaplanır [25].



Şekil 1. Cusick dökümlülük ölçme prensibi [25].

Kes-tart yöntemi günümüzde hala yaygın bir biçimde kullanılmakla birlikte, dökümlülük ölçümünü kolay ve hızlı bir şekilde gerçekleştirebilmek için, son yıllarda görüntü analizi yöntemlerinin kullanımı önem kazanmıştır [24]. Esasen, görüntü analizi yöntemi ile dökümlülük ölçümü, Cusick dökümlülük ölçme prensibini temel almaktadır. Söz konusu prensipte elde edilen dökümlü haldeki kumaşın görüntüsü kamera ile alınıp, bilgisayara aktarılmakta ve dökümlülük katsayısı görüntü işleme teknikleriyle hesaplanmaktadır [24]. Görüntü analizi ile konvansiyonel kumaşların dökümlülüğünün ölçüldüğü bir çok çalışma bulunmaktadır [26-37].

Bu çalışmada, metal tel sarımlı hibrid iplikler kullanılarak farklı örgü tipinde dokunmuş olan kumaşların dökümlülük katsayıları hem kes-tart hem de görüntü analizi yöntemiyle hesaplanmış ve metal tel içermeyen kumaşlarla karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Böylelikle, söz konusu kumaşların her iki

yöntemle de dökümlülük katsayısının hesaplanabilirliğinin incelenmesi; bununla birlikte, metal tel içerikli dokuma kumaşların giysi üretiminde kullanıldığı takdirde vücuda uygunluğu açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, dokuma kumaşların üretiminde, Ne 30/2 pamuk ipliği çözgü ipliği olarak, metal sarımlı hibrid iplikler de atkı ipliği olarak kullanılmıştır. Metal tel içermeyen kumaşların üretiminde ise atkı ipliği olarak çift katlı pamuk ipliği kullanılmıştır. Metal tel sarımlı hibrid iplikler, Ne 20/1 pamuk ipliği (α_e 4.03, TPM 710, Z büküm) ile bakır tel (0.05 mm) ve paslanmaz çelik telin (0.05 mm) Agteks DirecTwist makinasında birlikte bükülmesiyle elde edilmiştir. Bakır tel sarımlı ve paslanmaz çelik tel sarımlı hibrid ipliklerin numaraları sırasıyla Ne 11.6 ve Ne 12.6 olarak ölçüldüğünden, metal tel içermeyen kumaşların atkısında kullanılmış olan Ne 20/1 pamuk ipliği de aynı makinada katlanarak Ne 20/2 katlı pamuk ipliği elde edilmiştir.

Katlı iplik üretiminde iplik üzerindeki torku azaltmak ve dengeli bir iplik üretmek için genellikle tek katın tersi yönünde büküm verilir [38]. Dolayısıyla, katlı pamuk ipliği S yönünde büküm verilerek üretilmiştir. Öte yandan, metal tel pamuk ipliği ile birlikte sarılırken, pamuk ipliğinde büküm açılmasından dolayı oluşabilecek iplik kopuşlarını önlemek için Z yönünde sarım yapılmıştır.

Kumaş numuneleri CCI numune dokuma makinesinde üretilmiştir. Dokumada kullanılan atkı ipliklerinin özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Atkı ipliklerinin numara tayini TS 244 EN ISO 2060'na göre yapılmıştır [39].

Tablo 1. Atkı ipliklerinin özellikleri.

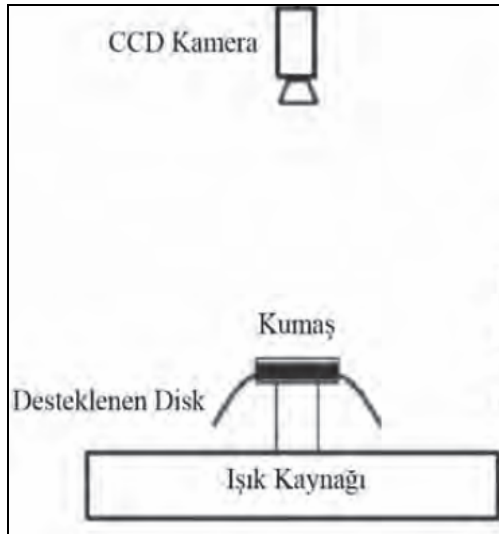
İplik kodu	Atkı ipliği						
	Öz materyal		Metal tel		Katlı büküm		Katlı iplik no
	Numara (Ne)	Lif tipi	Çap (mm)	Tipi	TPM	Yön	
Pa-Pa	20/1	Pamuk	-	-	350	S	10.0
Pa-Ba	20/1	Pamuk	0.05	Bakır	350	Z	11.6
Pa-PÇ	20/1	Pamuk	0.05	P. çelik	350	Z	12.6

Dokuma kumaşlara ait yapısal parametreler Tablo 2’de yer almaktadır. Atkı ve çözgü sıklıkları, kumaş gramajı ve kalınlığı sırasıyla TS 250 EN 1049-2, TS 251 ve TS 7128 EN ISO 5084 standartlarına göre belirlenmiştir [40-42].

Tablo 2. Kumaşlara ait yapısal parametreler.

Kumaş kodu	Örgü tipi	Çözgü /cm	Atkı /cm	Gramaj (g/m ²)	Kalınlık (mm)
Pa-Pa-B	Bezayağı	24	25	255,63	1,75
Pa-Ba-B	Bezayağı	23	31	266,89	1,69
Pa-PÇ-B	Bezayağı	23	32	254,97	1,68
Pa-Pa-D	3/1 dimi	24	29	298,68	1,97
Pa-Ba-D	3/1 dimi	23	31	270,20	1,84
Pa-PÇ-D	3/1 dimi	23	30	246,36	1,81

Kumaşların dökümlülük katsayılarını hesaplamak için Şekil 2’de gösterilen düzenden yararlanılmıştır. Dairesel test numuneleri, iki adet destek diskinin arasına yerleştirilmiş ve kendi ağırlıkları dolayısıyla dökümlü hale gelmeleri sağlanmıştır.



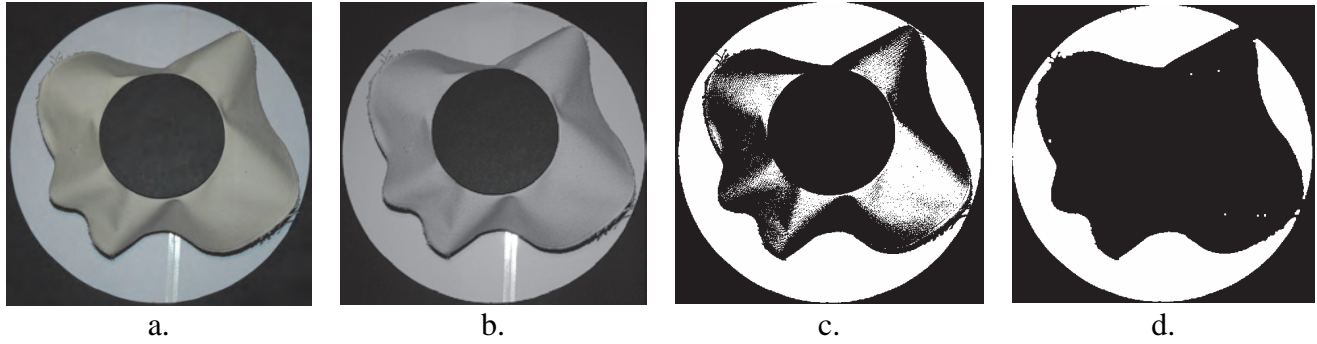
Şekil 2. Dökümlülük katsayısı ölçüm düzeneği.

Test numunesinin gölgesi, test numunesinin diskler tarafından desteklenmeyen kısmı ile aynı boyuttaki kağıt halkanın üzerinde düşürülmüş ve gölgenin sınırları kağıt üzerine çizilmiştir. Öncelikle kağıt

halkanın ilk ağırlığı tartılmış, daha sonra gölgenin oluşturduğu kısım kesilerek tartılmıştır. 1 no’lu eşitlik kullanılarak her bir kumaşın dökümlülük katsayısı hesaplanmıştır [25]:

Kumaşların dökümlülük katsayıları ayrıca, görüntü analizi yöntemi ile hesaplanmıştır. Buna göre, iki adet destek diski arasına yerleştirilmiş dairese test numunelerinin 640 x 480 (24 bit) çözünürlükteki ve RGB formatındaki görüntüleri dijital kamera (NIKON D70s) ile alınmıştır. Test numunelerinin görüntüleri MATLAB görüntü işleme araç kutusu kullanılarak analiz edilmiş ve morfolojik işlemler aracılığıyla dökümlülük katsayıları hesaplanmıştır. Görüntü işleme prosesinde öncelikle RGB formatındaki görüntüler gri seviyeye dönüştürülmüştür. Ardından tüm görüntüler filtrelenmiş ve uygun eşik (threshold) değerleri kullanılarak siyah-beyaz görüntüler elde edilmiştir. Daha sonra morfolojik işlemlerle (aşınma ve genişleme-erosion and dilation) görüntünün sınırları belirlenmiştir. Son olarak elde edilen görüntünün alanının dairese test numunesinin alanına oranı, kumaşın dökümlülük katsayısı olarak belirlenmiştir. Görüntü işleme prosesinde aşama aşama elde edilen görüntüler Şekil 3’te yer almaktadır.

$$Dökümlülük\ katsayısı = \frac{gölgenin\ oluşturdu\ alanın\ ağırlığı}{kağıt\ halkanın\ ilk\ ağırlığı} \times 100 \quad (1)$$



Şekil 3. a. alınan görüntü, b. gri seviye görüntü, c. işlenmiş görüntü, d. en son görüntü.

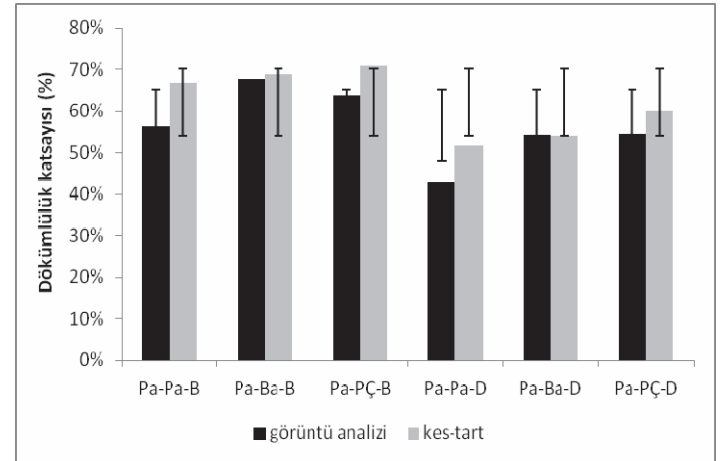
Dökümlülük katsayılarının hesaplanması için her bir kumaş numunesi üzerinde beş ölçüm yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar SPSS 21 istatistik yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir [43].

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Hem kes-tart yöntemiyle hem de görüntü analizi hesaplanan dökümlülük katsayıları ve standart sapmaları Şekil 4'te görülmektedir. Şekil 4'te metal tel sarımlı hibrid iplik içermeyen, yani atkısında pamuk ipliği kullanılan kumaş numunelerinin metal tel sarımlı hibrid iplik içeren kumaş numunelerinden daha düşük dökümlülük katsayısına sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun, atkı ve çözgüde kullanılan katlı ipliklerin büküm yönü ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir [37]. Atkı ve çözgüsünde aynı yönde büküm içeren iplik kullanılan numunelerde daha fazla temas yüzeyi, dolayısıyla daha fazla sürtünme sonucunda kayma ve esneme deformasyonunun daha zor olacağı ve daha yüksek dökümlülük katsayısının elde edileceği bilinmektedir [37].

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, görüntü analizi ile elde edilen dökümlülük katsayılarının, kes-tart yöntemine göre elde edilen dökümlülük katsayılarından az miktarda düşük olduğu ve görüntü analizi ile elde edilen dökümlülük katsayılarının varyasyonunun kes-tart yöntemine göre elde edilen dökümlülük katsayıları varyasyonundan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu farkın istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Literatürde de benzer sonuçlar elde edildiği görülmüştür [31, 32, 45]. Bununla

birlikte, her iki yöntemle de elde edilen dökümlülük katsayıları arasında %95 güven aralığında, 0.05 anlam düzeyinde pozitif yönde ve güçlü bir korelasyon bulunmuştur (Pearson korelasyon katsayısı 0.87, $p=0.000$, $sd=28$). Elde edilen bu sonuç, önceki çalışmaları doğrular niteliktedir [26,28,30].



Şekil 4. Kumaşlara ait dökümlülük katsayıları ve standart sapmaları.

Örgü tipinin dökümlülük üzerindeki etkisini belirlemek için t-testinden yararlanılmıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre %95 güven aralığında (kes-tart yöntemi için $t=6.773$, $p=0.000$, $sd=28$; görüntü analizi yöntemi için $t= 5.855$, $p=0.000$, $sd=28$), dimi kumaşların her iki yöntemle de hesaplanan dökümlülük katsayıları ile bezayağı kumaşların yine her iki yöntemle hesaplanan dökümlülük katsayıları arasında önemli bir fark bulunduğu görülmüştür. Buna göre, dimi kumaşların dökümlülük katsayıları, bezayağı kumaşlardan daha düşüktür. Bu durumun dimi örgü

yapısında bezayağı ile kıyaslandığında daha az keşişim noktası bulunması dolayısıyla ipliklerin daha rahat ve kolay hareket edebilmesi neticesinde oluştuğu ifade edilebilir [44].

Bununla birlikte, kes-tart yöntemiyle elde edilen dökümlülük katsayıları karşılaştırıldığında, bakır ve paslanmaz çelik tel içeren kumaşlarla metal tel içermeyen kumaşlar arasında her iki örgü tipi için de tek yönlü ANOVA testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmazken ($F=1.351$, $p=0.276$, $sd=29$), görüntü analizi ile elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında metal tel içermeyen kumaşların istatistiksel olarak önemli ölçüde daha düşük dökümlülük katsayılarına sahip olduğu saptanmıştır ($F=8.095$, $p=0.000$, $sd=29$). Bu durum yine hem bezayağı hem de dimi kumaşlar için tespit edilmiştir.

Son olarak kullanılan metal tel tipinin kumaşların her iki yöntemle de elde edilen dökümlülük katsayıları üzerindeki etkisine bakıldığında ise, hem bezayağı hem de dimi örgü tipinde, bakır tel içerikli kumaşlar ile paslanmaz çelik tel içeren kumaşlar arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamıştır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, bakır ve paslanmaz çelik tel sarımlı hibrid iplikler kullanılarak bezayağı ve 3/1 dimi olmak üzere iki farklı örgü tipi kullanılarak dokunan kumaşların dökümlülük katsayıları hem kes-tart hem de görüntü analizi yöntemiyle hesaplanmış ve metal tel içermeyen kumaşlarla karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Her iki yöntem ile elde edilen sonuçlar arasında 0.87 olarak bulunan korelasyon katsayısı, görüntü analizi yönteminin bu tip yapıların dökümlülük katsayısının belirlenmesinde kullanılabileceğini göstermiştir.

Her iki yöntemle de hesaplanan dökümlülük katsayılarının 3/1 dimi kumaşlarda bezayağı kumaşlardan istatistiksel olarak önemli seviyede düşük olduğu tespit edilmiş, ancak atkı ipliğinde kullanılan hibrid ipliklerde bakır veya paslanmaz çelik tel kullanılmasının her iki örgü tipinde de dökümlülük katsayısı

üzerinde istatistiksel açıdan önemli bir etkisinin bulunmadığı kaydedilmiştir.

Çalışma kapsamında yer alan kumaşlara ait dökümlülük katsayıları incelendiğinde, metal tel sarımlı hibrid iplik içeren kumaşlardan üretilen giysilerin görünüm ve vücuda uygunluk açısından metal tel içermeyen kumaşlarla benzer davranış sergileyeceği sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla, metal tel sarımlı hibrid ipliklerin atkı ipliği olarak kullanıldığı dokuma kumaşların, sağlık gözetimi, kablosuz iletişim, elektromanyetik kalkanlama gibi çeşitli amaçlara yönelik olarak fonksiyonel giysi üretiminde kullanılabilmesi görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Alagirusamy, R., and Das, A. (2010). *Technical Textile Yarns*, Woodhead Publishing.
2. Sunter, N. (2011). *A research about production methods and properties of conductive yarns*, Dokuz Eylül University, Institute of Science and Technology, MSc Thesis.
3. Cheng, K. B., Lee, M. L., Ramakrishna, S. and Ueng, T. H. (2001), *Electromagnetic Shielding Effectiveness of Stainless Steel/Polyester Woven Fabrics*, Textile Research Journal, 71(1), 42-39.
4. Ueng, T. H., Cheng, K. B. (2001), *Friction Core-Spun Yarns for Electrical Properties of Woven Fabrics, Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, Vol. 32, 1491-1496.
5. Cheng, K. B., Cheng, T. W., Lee, K. C., Ueng, T. H., Hsing, W. H. (2003), *Effects of Yarn Constitutions and Fabric Specifications on Electrical Properties of Hybrid Woven Fabrics*, Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 34, 971-978.
6. Su C.I. and Chern J.T. (2004), *Effect of Stainless Steel Containing Fabrics on Electromagnetic Shielding Effectiveness*, Textile Research Journal, (74), 51-54.
7. Cheng K.B., Cheng T.W., Nadaraj R.N., Giri Dev V.R. and Neelakandan R. (2006), *Electromagnetic Shielding Effectiveness of the Twill Copper Woven Fabrics*, Journal of Reinforced Plastics and Composites, 25(7), 699-709.
8. Lou, C.W., Liu, H.H. (2007), *Process and Anti-electrostatic Properties of Knitted Fabric Made from Hybrid Staple/metallic-core Spun Yarn*, Journal of Advanced Materials, January, 39, 11-16.
9. Perumalraj R. and Dasaradan B.S. (2009), *Electromagnetic Shielding Effectiveness of Copper Core Yarn Knitted Fabrics*, Indian Journal of Fibre & Textile Research, 34, 149-154.

10. Ramachandran, T. & Vigneswaran, C. (2009), *Design and development of copper core conductive fabrics for smart textiles*, Journal of Industrial Textiles, 39, 81–93.
11. Perumalraj R. and Dasaradan B. S. (2010), *Electromagnetic Shielding Effectiveness of Doubled Copper Cotton Yarn Woven Materials*, Fibres & Textiles in Eastern Europe, 18(3), 274-280.
12. Das A., Kothari V.K., Kothari A. and Kumar A. (2009), *Effect of Various Parameters on Emse of Textile Fabrics*, Indian Journal of Fibre & Textile Research, (34), 144-148.
13. Duran, D. and Kadoglu, H. (2012), *A Research on Electromagnetic Shielding with Copper Core Yarns*, Journal of Textile and Apparel, 22(4), 354-359.
14. Ceken, F., Kayacan, O., Özkurt, A & Uğurlu, S.S. (2012), *The electromagnetic shielding properties of some conductive knitted fabrics produced on single or double needle bed of a flat knitting machine*, The Journal of the Textile Institute, 103:9, 968-979.
15. 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.
16. Bedeloglu, A. (2013), *Investigation of electrical, electromagnetic shielding, and usage properties of woven fabrics made from different hybrid yarns containing stainless steel wires*, Journal of the Textile Institute, 104, 12, 1359-1373.
17. Baykal, P., Signak, P. (2009), *Metal İplik İçeren Dokuma Kumaşların Performans Özelliklerinin İncelenmesi*, Tekstil ve Konfeksiyon (Turkish), 19(1), 39-44.
18. Ortlek, H.G., Kilic, G., Yolacan, G., Tutak, M. (2010), *Color and whiteness properties of fabrics knitted from different hybrid core-spun yarns containing metal wire*, Fibers and Polymers, 11 (7), 1067–1074.
19. Ceven, E.K., Sule, G., Gurarda, A. ve Ersoz, A. (2011), *Metal İplikli Dokuma Kumaşların Hava Geçirgenliği*, Uludağ University Journal of the Faculty of Engineering and Architecture (Turkish), Cilt 16, Sayı 2.
20. Bedeloglu, A.C., Sunter, N. and Bozkurt, Y. (2011), *Manufacturing and Properties of Yarns Containing Metal Wires*, Materials and Manufacturing Processes, 26, 1378-1382.
21. Bedeloglu, A.C., Sunter, N., Yildirim, B. and Bozkurt, Y. (2012), *Bending and Tensile Properties of Cotton/Metal Wire Complex Yarns Produced for Electromagnetic Shielding and Conductivity Applications*, The Journal of the Textile Institute, 103:12, 1304-1311.
22. Bedeloglu, A.C. and Sunter, N. (2013), *Investigation of Polyacrylic/Metal Wire Composite Yarn Characteristics Manufactured on Fancy Yarn Machine*, Materials and Manufacturing Processes, 28:6, 650-656.
23. Perumalraj R., Dasaradhan B.S. and Nalankili, G (2010), *Copper, stainless steel, glass core yarn, and ply yarn woven fabric composite materials properties*, Journal of Reinforced Plastics and Composites, 29(20), 3074–3082.
24. Plattürk G.G. ve Kılıç, M. (2014), *Kumaş Dökümlülüğünün Görüntü Analizi Temelli Yöntemlerle Ölçülmesi*, Tekstil ve Mühendis, 21: 94, 31-45.
25. Saville, B.P. (1999), *Physical Testing of Textiles*, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, FL, USA.
26. Jeong Y.J., (1998), *A Study of Fabric-drape Behavior with Image Analysis Part 1: Measurement, Characterization, and Instability*, Journal of the Textile Institute, 89, 1, 59–69.
27. Jeong Y.J., Phillips D.G., (1998), *A Study of Fabric-Drape Behavior with Image Analysis Part 2: The Effects of Fabric Structure and Mechanical Properties on Fabric Drape*, Journal of the Textile Institute, 89, 1, 70-79.
28. Robson D., Long C.C., (2000), *Drape Analysis Using Imaging Techniques*, Clothing and Textiles Research Journal, 18, 1, 1–8.
29. Uçar N., Kalaoğlu F., Bahtiyar D., Bilaç O.E., (2004), *Investigating the Drape Behavior of Seamed Knit Fabrics with Image Analysis*, Textile Research Journal, 74, 2, 166-171.
30. Vangheluwe L., Kiekens P., (1993), *Time Dependence of the Drape Coefficient of Fabrics*, Institute Journal Textile Science Technology, 5, 5-8.
31. Kenkare N., May-Plumlee T., (2005), *Fabric Drape Measurement: A Modified Method Using Digital Image Processing*, Journal of Textile and Apparel Technology and Management, 4, 3, 1–8.
32. Behera B.K., Pattanayak A.K., (2008), *Measurement and Modeling of Drape Using Digital Image Processing*, Indian Journal of Fiber and Textile Research, 33, 230-238.
33. Behera B.K., Mishra R., (2006), *Objective Measurement of Fabric Appearance Using Digital Image Processing*, The Journal of the Textile Institute, 97, 2, 147-153.
34. Tsai K.H., Tsai M.C., Wang P.N., Shyr T.W., (2009), *New Approach to Directly Acquiring the Drape Contours of Various Fabrics*, Fibres & Textiles in Eastern Europe, 17, 3 (74), 54-59.
35. Shyr T.W., Wang P.N., Cheng K.B., (2007), *A Comparison of the Key Parameters Affecting the Dynamic and Static Drape Coefficients of Natural-Fibre Woven Fabrics by a Newly Devised Dynamic Drape Automatic Measuring System*, Institute of Textile Engineering, 15, 3, 81-86.
36. Shyr T.W., Wang P.N., Lin J.Y., (2009) *Subjective and Objective Evaluation Methods to Determine the Peak-trough Threshold of the Drape Fabric Node*, Textile Research Journal, 79, 13, 1223–1234.
37. Al-Gaadi B., Göktepe F., Halasz M., (2012), *A New Method in Fabric Drape Measurement and Analysis of the Drape Formation Process*, Textile Research Journal, 82, 5, 502–512.

38. Palaniswamy, N.K., Mohammed, A.S. and Robert, P.W. (2007), *Balanced two-ply cotton rotor yarn*, Indian Journal of Fibre and Textile Research, 32, 169-172.
39. TS 244 EN ISO 2060, (1999), *Textiles-Yarn from packages-Determination of linear density (mass per unit length) by the skein method*.
40. TS 250 EN 1049-2, (1996), *Textiles-Woven Fabrics-Construction-Methods of Analysis-Part 2 Determination of Number of Threads per Unit Length*.
41. TS 251,(2008), *Determination of Mass Per Unit Length and Mass Per Unit Area of Woven Fabrics*.
42. TS 7128 EN ISO 5084, (1998), *Textiles-Determination of thickness of textiles and textile products*.
43. George, D. and Mallery, P. (2013), *IBM SPSS Statistics 21 Step by Step: A Simple Guide and Reference*, Pearson Education.
44. Ozguney A.T., Taskin C., Ozcelik G., Gurkan P., Ozerdem A. (2009). *Handle Properties of the Woven Fabrics Made of Compact Yarns*, Tekstil ve Konfeksiyon, 19, 2, 108-113.
45. Payvandy P. (2011). *Evaluation of Fabric Drape Coefficient Using Image Processing and Fractal Dimension*, The 7th Iran Conference on Machine Vision and Image Processing,16-17 November.