



TEKSTİL VE MÜHENDİS
(Journal of Textiles and Engineer)



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

Görüntü İşleme Teknikleri ile Örmeye Kumaşlardaki Boncuklanma Direncinin Objektif Ölçümü

Objective Measurement of Pilling Resistance in Knitted Fabrics with Image Processing Techniques

Abdurrahman TELLİ, İlkan ÖZKAN
Çukurova Üniversitesi Müh. Fak. Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye

Online Erişime Açıldığı Tarih (Available online): 31 Aralık 2018 (31 December 2018)

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

Abdurrahman TELLİ, İlkan ÖZKAN (2018): Görüntü İşleme Teknikleri ile Örmeye Kumaşlardaki Boncuklanma Direncinin Objektif Ölçümü, Tekstil ve Mühendis, 25: 112, 313-318.

For online version of the article: <https://doi.org/10.7216/1300759920182511204>

Sorumlu Yazara ait Orcid Numarası (Corresponding Author's Orcid Number) :

<https://orcid.org/0000-0002-6720-9410>



Araştırma Makalesi / Research Article

GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ İLE ÖRME KUMAŞLARDAKİ BONCUKLANMA DİRENCİNİN OBJEKTİF ÖLÇÜMÜ

Abdurrahman TELLİ*
İlkan ÖZKAN

Çukurova Üniversitesi Müh. Fak. Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 16.05.2018

Kabul Tarihi / Accepted: 25.10.2018

ÖZET: Tekstil sektöründe görüntü işleme prensibine dayalı ölçüm tekniklerinin geleneksel boncuklanma ölçümünün yerini almaya hazırlanmaktadır. Bu çalışmada örme kumaşlardaki boncuklanmanın objektif olarak değerlendirilebilmesi için MATLAB yazılımı kullanılmıştır. 1000, 2000, 3000, 5000 ve 7000 devirlerde boncuklandırılmış örme kumaştan görüntüler alınmıştır. Yazılıma yüklenen görüntülerde, kumaş yüzeyinin sayısallaştırılması, boncukların belirlenmesi ve bölütlenmesi gerçekleştirilmiştir. Gri Düzey Eş Oluşum Matrisi (GLCM) kullanılarak doku analizi yapılmıştır. Görüntülerin başlıca öznelikleri çıkarılmıştır. Kumaş üzerine uygulanan sürtme hareketinin artması ile boncuk sayısı, boncuk alanı, matris elementlerinin ortalaması, standart sapması, entropisi ve karışıklık değerleri artış göstermiştir. Enerji ve homojenite değerleri azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Boncuklanma, Görüntü İşleme, Martindale, MATLAB, GLCM

OBJECTIVE MEASUREMENT OF PILLING RESISTANCE IN KNITTED FABRICS WITH IMAGE PROCESSING TECHNIQUES

ABSTRACT: In the textile industry, measurement techniques based on image processing principles prepare to take over subjective evaluation. In this study, MATLAB software was used to evaluate pilling of knitted fabrics as objective. Knitted fabric images were taken in the cycles of 1000, 2000, 3000, 5000 and 7000. Fabric's surface digitization, pills detection and segmentation were carried out from these images. Texture analysis was performed with Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM). After this phase, pill quantizations were made using images in matrix format obtained from image processing studies. Standart deviation, entropy and mean of matrix elements, pill count, pill area and contrast values increased with the increase of rubbing cycles applied on the fabric. Furthermore, the increase of rubbing cycles caused decrease in energy and homogeneity.

Keywords: Pilling, Image Processing, Martindale, MATLAB, GLCM

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: atelli@cu.edu.tr <http://orcid.org/0000-0002-6720-9410>

DOI: 10.7216/1300759920182511204, www.tekstilmuhendis.org.tr

1. GİRİŞ

Boncuklanma, tekstil mamullerinin giyimi ve yıkanması sırasında oluşan sürtünmelere bağlı olarak, kumaş yüzeyine bir veya daha fazla lifle tutunmuş küçük lif yumakçıklarının meydana gelmesidir. Boncuklanma problemi mamullerin sadece görünüş ve kullanımını bozmakla kalmamakta aynı zamanda iplik yapısından lif ayrıldığı için kullanım ömrünü de kısaltmaktadır. Boncuklanma iplik ve kumaş yüzey özelliklerine bağlı olarak değişmektedir [1]. Tüm kesikli liflerde sürtünmeye maruz kaldığı zaman boncuklanma görülmektedir. Fakat normal giyim koşullarında giysi üzerinde boncuk oluşurken bir taraftan da çeşitli etkilerle bu boncuklar koparak kumaş yüzeyinden ayrılırlar. Boncuk oluşma hızı onun kumaş yüzeyinden koparak ayrılma hızını geçerse boncuklanma rahatsız edici olacaktır. Boncuklanma eğilimini lif, iplik, kumaş özellikleri ve bitim işlemleri etkilemektedir [2]. Giyim sırasında oluşan sürtünmeler nedeniyle kumaş yüzeyinde oluşacak boncuklanma ve havlanma özelliklerini laboratuvar koşullarında gerçekleştirmek için geliştirilmiş kutulu boncuklanma metodu, taklalı serbest düşme metodu, Martindale methodu gibi farklı yöntemler ve cihazlar vardır.

Günümüzde en çok tercih edilen boncuklandırma yöntemlerinden birisi, Martindale test metodudur. Boncuklanma olayı kumaşın kendi yüzeyine sürtünmesi ile gerçekleşmektedir. Cihazda ikisi yanlarda diğeri iç kısımda bulunan üç tahrik tekerleği bulunmaktadır. Bunların hareketiyle Lissajous hareketinin yapılması sağlanmaktadır. Numune tutucuların bulunduğu üst plaka yatay doğrultuda, her bir noktası Lissajous deseni yapacak şekilde hareket eder. Bu harekette önce bir daire şeklinde ve daha sonra giderek daralan elipsler şeklini almakta ve en son doğrusal hareket yaptıktan sonra giderek genişleyen elipsler ve son olarak yine dairesel hareket yapmaktadır [3].

Boncuklanma deneylerinin sonuçlarını değerlendirmek amacıyla; birim alandaki boncukların kesilerek ağırlığının bulunması, belirli alandaki boncuk sayısının tespiti, göz ile değerlendirme, teste tabi tutulan numunelerin standart fotoğraflarla kıyaslanması gibi farklı yöntemler kullanılmaktadır [2, 4]. Göz ile değerlendirme en çok kullanılan değerlendirme metodudur. Çünkü boncukları saymak ve ağırlıklarını bulmak oldukça zahmetli ve uzun zaman gerektirmektedir. Değerlendirmenin subjektif olması nedeniyle deney numunesini birden fazla gözlemcinin değerlendirmesi önerilmektedir. Standart fotoğraflarla kıyaslama, asıl tanımlanmamış olan göz ile değerlendirme metodunu desteklemek amacıyla kullanılmaktadır. Standart olarak göz ile

değerlendirmede Tablo 1’de verilen bir derecelendirme kullanılmaktadır. Bu dereceler dışında 1-2, 2-3, 3-4, 4-5 ara derecelendirme de yapılabilir. Değerlendirmede kullanılan fotoğraflar kumaş cinslerine göre (örme veya dokuma) farklıdır. Şekil 1’de örme kumaşlar için oluşturulmuş bir standart fotoğraf örneği görülmektedir.



Şekil 1. Örme kumaşlar için oluşturulmuş bir standart fotoğraf

Tekstilde görüntü analiz yöntemleri genellikle dokuma ve örme üretimi sırasında online olarak hataların kontrolü, kumaş sıklığının belirlenmesi, iplik ve kumaş hatalarının tespiti üzerine odaklanmaktadır [5, 6, 7]. Boncuklanma hatalarının tespitine yönelik çalışmalar ise 90’li yılların başlarına uzanmaktadır. Rangulam vd. (1993) kumaş yüzey yapısını çıkarabilen bir cihaz geliştirmişler ve bu cihaz ile yapılan ölçüm değerlerini kullanarak boncuklanma derecesi, boncuk sayısı ve yükseklikleri ile birim kumaş alanı başına boncukların toplam büyüklükleri arasında ilişki kurmaya çalışmışlardır [8]. Rangulam vd. tarafından geliştirilen cihaz ile Amirbayat ve Alagha (1994) 50 örme kumaşı değerlendirip, bulgularını bir komite tarafından yapılmış değerlendirmeyle karşılaştırmışlardır [9]. Hsi vd. (1998 a) görüntü analiz tekniği kullanarak kumaş boncuklanması hakkında bilgiler verebilecek yazılım geliştirmeye çalışmışlar, Hsi vd. (1998b) ise yazılımın kullanımının şu an için ham ve çok açık renklere ve de basit yüzey görünümü sahip kumaşlar ile sınırlı kaldığını belirtmişlerdir [10, 11, 12].

Tablo 1. Göz ile değerlendirmede dereceler [3]

Derece	Tanım
5	Değişme yok
4	Hafif bir tüylenme ve/veya kısmen oluşmuş boncuklanma
3	Orta düzeyde tüylenme ve/veya orta düzeyde boncuklanma. Deney numunesi yüzeyini kaplayan farklı büyüklükte ve yoğunlukta boncuklanma
2	Belirgin bir tüylenme ve/veya belirgin bir boncuklanma. Deney numunesi yüzeyinin büyük bir kısmını farklı büyüklük ve yoğunlukta kaplayan boncuklanma
1	Yoğun yüzey tüylenmesi ve/veya etkin boncuklanma. Deney numunesinin bütün yüzeyini farklı büyüklükte ve yoğunlukta kaplayan tüylenme ve boncuklanma

Son yıllarda boncuklanma hatalarının değerlendirilmesinde geleneksel ölçüm yöntemlerine yardımcı olma (ya da değiştirme) fikrini paylaşan ilginç ve kayda değer çalışmalar göze çarpmaktadır. Özçelik (2009) çalışmasında boncuklanmış kumaşların değerlendirilmesinde görüntü analizi yöntemi prensibine göre çalışan "PillGrade Objektif Boncuklanma Değerlendirme Sistemi" cihazını kullanarak, kumaşların boncuklanma derecesi, toplam boncuk sayısı, ağırlıklı toplam boncuk sayısı, ortalama boncuk alanı, ortalama boncuk yüksekliği, ortalama hav yüksekliği değerlerini tespit etmiştir [13]. Kayseri ve Kırtay (2011) bu yöntemdeki boncuklanma eğilimlerini farklı ölçüm yöntemlerinde istatistiksel olarak karşılaştırmışlardır [14]. Kayseri ve Kırtay (2015) ise bu cihazdan edilen boncuklanma özelliklerinin lif, iplik ve kumaş özellikleri yardımıyla tahminlenmesi sağlayacak denklem ve yapay sinir ağı modelleri elde etmişlerdir [15]. Türker vd. (2017) çalışmalarında ortalama boncuk çapı, boncuk sayısı, birim alana düşen boncuk sayısı gibi sayısal verilerle bir bilgisayar programı geliştirilmişler, belirli periyodlar sonunda numunenin fotoğrafı alınıp değerlendirilerek, boncuklanma özelliği hakkında daha detaylı bilgi elde edilebileceğini belirtmişlerdir [16]. Sübjektif yöntemlerin yerini objektif yöntemlerin alması için ciddi sayıda çalışma yapılmıştır. Furferi vd. (2015) çalışmalarında şimdiye kadar önerilen boncuklanmanın değerlendirilmesi ile ilgili en uygun yöntemlerin akılcı ve kronolojik bir incelemesini sunmuşlardır. Çalışmaları eşik belirleme tabanlı 2B resim işleme, Fourier ve Dalgacık Dönüşüm metodu tabanlı 2B resim işleme, 3B Görüntü İşleme Metodları ve yapay zekâ metodları olmak üzere dört kategoride ele almışlardır. Araştırmacıların görüntülerin alınmasında daha az maliyetli unsurlara odaklanması gerektiği vurgulamışlardır [17].

Literatüre genel olarak bakıldığında ise, araştırmacılar boncuklanmanın görüntü analizinde işlenmesi ve analizini; kumaş yüzeyinin sayısallaştırılması, boncukların bölütlenmesi, boncukların özelliklerinin sayısal ve istatistiksel olarak belirlenmesi ve sınıflandırılması şeklinde dört aşamada toplamışlardır. Yüzeyin sayısallaştırılması, kumaş yüzeyinin bilgisayarda işlenebilecek şekilde dijital bir şekle dönüştürme işlemidir. Bunun için görüntü almada araştırmacılar tarafından çeşitli kamera sistemleri ve lazer sensörler kullanılmaktadır. Boncukların tespiti, bölütlenmesi arka plandan ayrılması için araştırmacılar tarafından farklı teknikler ortaya konulmuştur. Kenar belirleme algoritmaları ve filtreler kullanılmıştır. Kumaş görüntülerinden elde edilen sayısal değerler ile görüntülerin öznelikleri belirlenebilmektedir. Görüntünün sınıflandırılması ise tüm bu işlemlerin nihai hedefi olarak karşımıza çıkmaktadır [18, 19].

Görüntü işleme prensibine dayalı ölçüm teknikleri, geleneksel boncuklanma değerlendirme sistemlerinin yerini almaya hazırlanmaktadır. Örneğin video kaydı ile görüntülerin alındığı SDL Atlas firmasının PillGrade sisteminde, beş aşamada toplam boncuk sayısı, ağırlıklı toplam boncuk sayısı, boncuk yoğunluğu, ağırlıklı boncuk yoğunluğu, hav yüksekliği, ortalama boncuk alanı ve ortalama boncuk yüksekliği hesaplanarak 1-5 arasında boncuklanma derecesi ölçümü gerçekleştirilebilmektedir [13, 20]. Bu çalışmada MATLAB yazılımı kullanılarak daha önceki çalışmalarda önerilen teknikler ile çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Literatürden farklı olarak çeşitli görüntü işleme teknik-

leri bir araya getirilerek alternatif bir yöntem oluşturulmaya çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada 205 g/m² ağırlığında %100 Co ribana örme kumaş kullanılmıştır. Bu kumaşa boncuklanma testi uygulanmıştır. Kumaşın boncuklanma ölçümleri TS EN ISO 12945-2 standardına göre "Nu-Martindale Aşınma ve Boncuklanma Test Cihazı"nda yapılmıştır. Her bir test için kumaştan üç numune alınmıştır. Kumaşlar 1000, 2000, 3000, 5000 ve 7000 devirlerde sürtme hareketine tabi tutulmuştur. Kumaşların başlangıçta ve her bir devir sonrasında görüntüleri Brother DCP-7055 standart ofis tarayıcısı kullanılarak 300x300 dpi 24 bit renkte alınmıştır. Alınan görüntüler boncuklandırılmış bölgeleri içerecek şekilde 1000x1000 piksel olarak boyutlandırılmıştır. Daha sonra görüntü işleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

2.1 MATLAB Programında Görüntü İşleme Çalışmaları

Görüntü işleme çalışmaları MATLAB R2017a paket programında gerçekleştirilmiştir. Bilgisayarda MATLAB yazılımı açıldıktan sonra üç boyutlu resim (RGB) sisteme yüklenmektedir. Sistemde "mXnX3 uint8" formatında üç boyutlu matrisle sahip olan resim daha sonraki işlemler için iki boyutlu hale getirilmektedir. Bu durumda matris "mXn uint8" şeklinde iki boyutlu olarak sistemde gözükecektir. Böylelikle 0 ile 256 arasında grinin farklı tonlarını ifade eden bir matris oluşturulmuş olmaktadır. Bu işlemden sonra matris 0-1 arasında değer alacak şekle dönüştürülür. Artık dosya "mXn double" şeklinde üzerinde Gri Düzey Eş Oluşum Matrisi (GLCM) ile doku analizi yapılabilecek formata getirilmiş olmaktadır [21].

Bu matrislerde doku analizi kapsamında yapılan ön deneme çalışmaları sonucunda standart sapma filtresi uygulanmıştır. Daha sonra Otsu'nun global eşikleme algoritması [22] kullanılarak görüntüler her biri içerisinde farklı özelliklerin tutulduğu anlamlı bölgelere ayrılarak bölütlenmiştir. Burada amaç, görüntü içerisindeki boncukların görüntü arka planından ayrılmasıdır. Filtreleme ve eşik belirlemeden sonra görüntü erozyona uğratarak, belirlenen büyüklüğün altındaki değerler maskelenmiştir. Maskeleyme işleminde dairesel diskler ile kapama (close mask with disk) tekniği kullanılmıştır. Bu teknikte, nesne üzerindeki görüntüler ve boşluklar genişleme uygulamasından sonra giderilmektedir. Fakat genişlemeden dolayı orijinal boyutundan daha büyük olan nesne, aşındırma işlemine tabi tutularak eski haline döndürülmektedir [23, 24]. Böylelikle tercih edilen büyüklüğün altındaki değerler maskelenmiş olmaktadır.

Bu çalışmada, referans yarıçapı belirlemek için boncuklanma öncesi kumaş görüntüleri kullanılmıştır. Görüntüde boncuk miktarı asgari değere (1-5) ulaşıncaya kadar yarıçap değeri artırılmıştır. Bu değer çalışmada örme kumaş için "4" piksel şeklinde belirlenmiştir. Bu sayede kumaş yapısından kaynaklanan havlar veya farklılıklar elimine edilmiş olmaktadır. Belirlenen yarıçaplar tüm devirlerde aynı şekilde kullanılmıştır. Böylelikle tüm devirler için sağlıklı bir karşılaştırma olanağı sunulmuş olmaktadır. Bundan sonra görüntülerin matrislerinin negatifleri alınmış ve kenarlar temizlenmiştir. Artık görüntü matrisi "1000X1000

logical” formatına ulaşmıştır. Bu formata ulaşan görüntülerin öz nitelikleri çıkartılmıştır.

2.2 Görüntü öz niteliklerinin çıkartılması

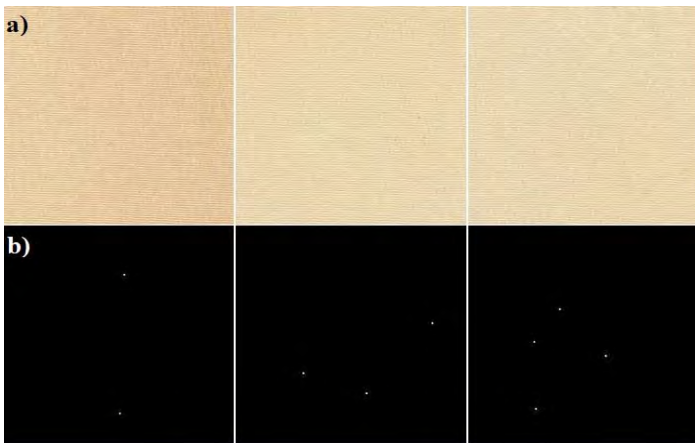
“1000X1000 logical” formattaki görüntü matrisine ait dokusal parametrelerin hesaplamalarında elde edilen Gri Düzey Eş Oluşum Matrisi (GLCM); karışıklık (contrast), korelasyon (correlation), enerji (energy) ve homojenlik (homogeneity) bilgilerinden oluşmaktadır. Ayrıca iki bileşenli (0 ve 1) “1000X1000 logical” formattaki görüntülerden matris elemanlarının ortalaması (mean2), matris elemanlarının standart sapması (std2) ve istatistiksel bir rastgelelik ölçüsü olan entropisi (entropy) bilgileri de elde edilebilmektedir.

MATLAB yazılımı ile dokusal parametrelere ek olarak “1000X1000 logical” formattaki görüntüden, belirlenen referans değerlerin üstündeki büyüklüklerde tespit edilen boncukların karakteristikleri de belirlenebilmektedir. Bunlar alan (area), dışbükey alan (convexArea), eksantrisite (eccentricity), eşdeğer çap (equivalentdiameter), Euler sayısı (Euler number), boyut (extent), dolu alan (filled area), ana eksen uzunluğu (major axis length), küçük eksen uzunluğu (minor axis length), oryantasyon (orientation), çevre uzunluğu (perimeter) ve katılık (solidity) gibi değerlerdir.

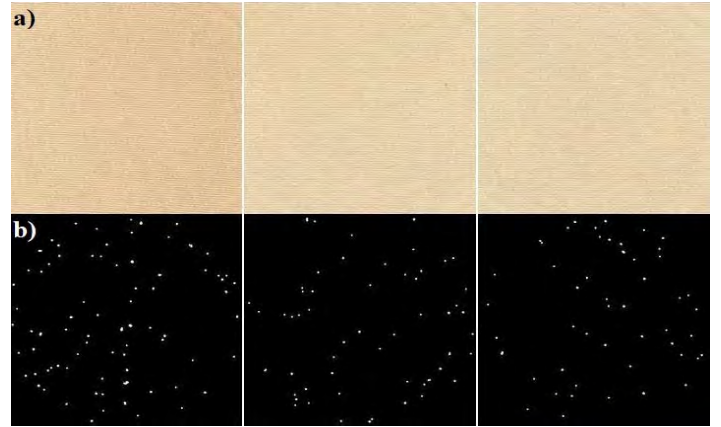
Bahsedilen dokusal parametreler ve boncuk karakteristiklerinin eğilimlerinin belirlenmesi, istatistiksel olarak incelenmesi, subjektif ölçüm sonuçları ile aralarındaki ilişkilerin belirlenmesi kumaşların boncuklanma dirençlerinin objektif olarak ölçülmesine önemli katkılar sunabilecektir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

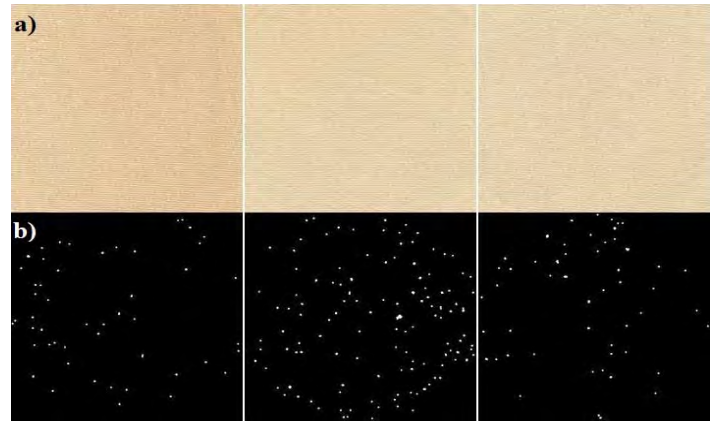
Şekil 2’de her üç numunenin boncuklandırma işlemi öncesi ve görüntü işleme ile elde edilen görüntüleri yer almaktadır. 1000, 2000, 3000, 5000 ve 7000 devirlerde sürtme hareketine tabi tutulan numunelerde her bir devir sonrasında aynı işlem tekrarlanmıştır. Şekil 3’de 1000, Şekil 4’de 2000, Şekil 5’de 3000, Şekil 6’da 5000 ve Şekil 7’de 7000 devir sonrası gerçekleştirilen görüntü işleme çalışmalarından elde edilen görüntüler sıralanmaktadır. Bu şekilde boncuklanmanın görüntü analizi ile işlenmesi tamamlanmış olmaktadır. Kumaş yüzeyinin sayısallaştırılması ve boncukların bölütlenmesi gerçekleştirilmiştir.



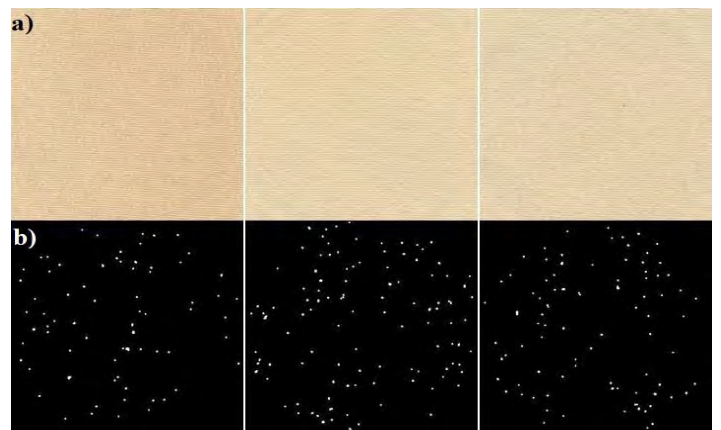
Şekil 2. a. Boncuklandırılmamış örme kumaş, b. Görüntü işleme sonrası durum



Şekil 3. a. 1000 devir boncuklandırılmış kumaş, b. Görüntü işleme sonrası durum

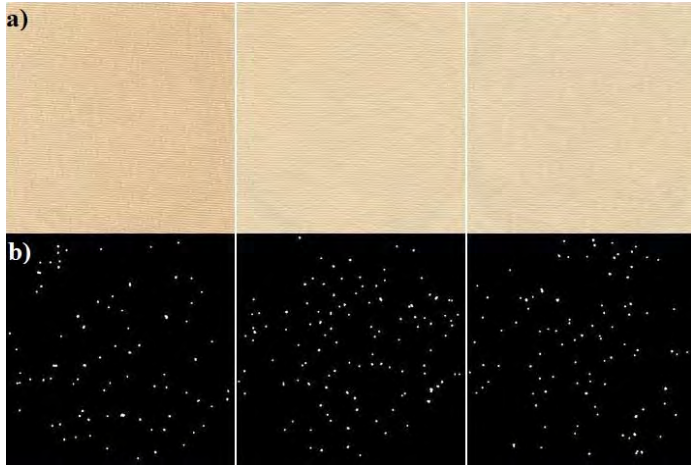


Şekil 4. a. 2000 devir boncuklandırılmış kumaş, b. Görüntü işleme sonrası durum

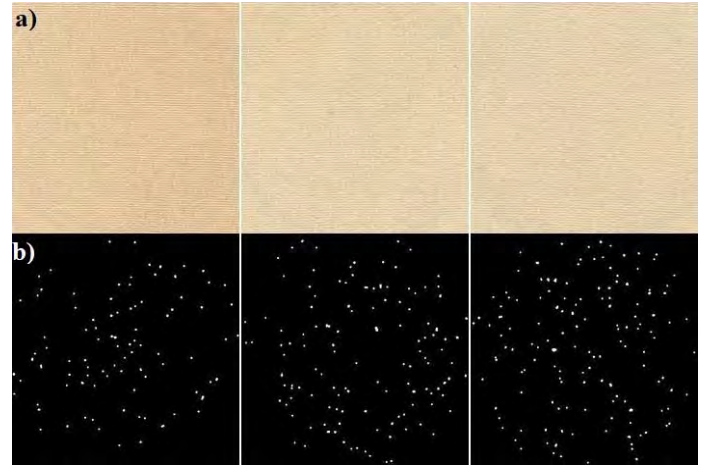


Şekil 5. a. 3000 devir boncuklandırılmış kumaş, b. Görüntü işleme sonrası durum

Daha sonra boncuklara ait sayısal ve istatistiksel özelliklerin belirlenmesi işlemine geçilmiştir. Kumaş görüntülerinden elde edilen dokusal parametreler ve boncuk karakteristikleri ile başlıca görüntü öz nitelikleri çıkarılmıştır. Tablo 2’de farklı devirlerde elde edilen iki bileşenli görüntülere ait dokusal parametrelerden elde edilen değerler gösterilmektedir. Tablo 3’de ise maskeleye sonrası elde edilen boncukların karakteristik özelliklerine ait başlıca görüntü öz niteliklerinin değerleri yer almaktadır.



Şekil 6. a. 5000 devir boncuklandırılmış kumaş, b. Görüntü işleme sonrası durum



Şekil 7. a. 7000 devir boncuklandırılmış kumaş, b. Görüntü işleme sonrası durum

Tablo 2. Dokusal parametrelerden elde edilen görüntü özniteliklerinin değerleri

Devir	Matris Ort.	Std. Sapma	Entropi	Karşıtlık	Korelasyon	Enerji	Homojenite
0	0,0002	0,012	0,002	0,00005	0,823	1,000	1,0000
1000	0,0044	0,065	0,040	0,00130	0,848	0,990	0,9993
2000	0,0052	0,070	0,046	0,00160	0,846	0,988	0,9992
3000	0,0064	0,079	0,056	0,00190	0,849	0,985	0,9990
5000	0,0066	0,081	0,057	0,00200	0,848	0,985	0,9990
7000	0,0081	0,089	0,067	0,00240	0,845	0,982	0,9988

Tablo 3. Boncukların karakteristik özelliklerine ait başlıca görüntü özniteliklerinin değerleri

Devir	Adet	Yüzde Adet	Alan	Yüzde Alan	Ortalama Hacim (piksel)
0	3	0,001	157	0,06	52
1000	61	0,024	4347	1,74	70
2000	74	0,030	5199	2,08	69
3000	89	0,035	6388	2,56	72
5000	94	0,038	6583	2,63	70
7000	118	0,047	8051	3,22	68

Bu değerler incelendiğinde; devir sayısı arttıkça matris elementlerinin ortalamasının, standart sapmasının, entropisinin ve karşıtlık değerlerinin arttığı görülmektedir. Bu sırada enerji ve homojenite değerleri azalmaktadır. Kumaş üzerine uygulanan sürtme hareketinin artması ile boncuk sayısı ve alanının artış gösterdiği, ortalama hacim ve korelasyonda ise birbirine yakın sonuçlar alındığı Tablo 2 ve Tablo 3’de görülmektedir. Tercih edilen deney numunesinde devir sayısı arttıkça boncuklanmanın artış gösterdiği görülmektedir. Ancak bu durumun diğer kumaşlarda da aynı şekilde olmayacağı gözden kaçırılmamalıdır. Tecrübeler, başlangıç devirlerindeki boncuklanmanın ilerleyen devirlerde kaybolabileceğini de göstermektedir [3].

Bu çalışmada kumaş yüzeyinin sayısallaştırılması, boncukların bölütlenmesi ve boncukların özelliklerinin belirlenmesi aşamalarının kullanılan teknik sayesinde başarıyla gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu şekilde boncuklara ilişkin sayısal ve istatistik-

sel değerler elde edilmektedir ve çeşitli özellikler için eğilimlerin hangi yönde olacağı görülmektedir. Ancak son aşama olan görüntülerin sınıflandırılması için daha fazla deney setine ihtiyaç duyulduğu açıktır. Farklı boncuklanma seviyeleri verecek şekilde uygulanacak deney planından üretilecek matris yapılarının karakteristik özellikleri ile geleneksel olarak kullanılan standart fotoğraflar ile değerlendirme yapan uzman görüşlerinden alınan subjektif sonuçlar arasındaki ilişki incelenerek kümeleme işlemi yapılabilecektir. Elde edilen sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesi ile hem dokusal parametrelerin hem de boncuk karakteristiklerinin değişken olduğu regresyon denklemleri hazırlanabilecektir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, boncuklanmanın değerlendirilmesi konusunda yapılan daha önceki çalışmalardan farklı olarak çeşitli görüntü

işleme teknikleri bir araya getirilerek bir alternatif oluşturulmaktadır. Böylelikle özel bir görüntü alma sistemi kurulmasına gerek kalmadan standart ofislerde kullanılan tarayıcılarda alınan görüntülerden kumaş yüzeyindeki boncuklar tespit edilebilmiştir. Ayrıca alınan görüntülerin öznelikleri çıkarılmıştır. Daha sonraki çalışmalarda, daha fazla numuneden elde edilecek bu sayısal ve istatistiksel değerlerin kullanılması ile görüntülerin sınıflandırılması işlemi de gerçekleştirilebilecektir. Subjektif değerlendirmeden dolayı ortaya çıkan problemler çözülebilecektir. Geliştirilen sistemin düşük bir maliyet ile laboratuvarlara entegre edilmesiyle, farklı kumaş çeşitleri için ortak bir kalite dili kullanılmasına imkân verecektir. Ayrıca alınan çıktılar, buradaki duruma benzer şekilde buruşmazlık ve çeşitli haslık testlerindeki problemlerin de çözümüne katkı sağlayabilecektir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi BAP Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje Kodu: FBA-2017-9938).

KAYNAKLAR

1. Marmaralı Bayazıt, A., (2004) Atkı Örmeciliğine Giriş, E.Ü. T.K.A.U.M, Yayın No:9, 2.Baskı, İzmir, 160s.
2. Özdil, N., (2003) Kumaşlarda Fiziksel Kalite Kontrol Yöntemleri, E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayınları Yayın No: 21, ISBN No: 975-483-579-9, Bornova-İzmir, 120s.
3. TS EN ISO 12945-2/Nisan 2002, Tekstil - Kumaşlarda yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatınlığının tayini - Bölüm 2: Geliştirilmiş Martindale metodu
4. Bozdoğan, F., (2009). Fiziksel Tekstil Muayeneleri (Kumaş Testleri), E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayınları Yayın No: 32, Bornova-İzmir, 162s.
5. Arıkan, C.O., (2009). Bilgisayarlı Resim İşleme Uygulamalarının Tekstilde Kullanılması Üzerine bir Çalışma, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Bornova-İzmir, 128s.
6. Yıldız, K., (2014). Kumaş Hatalarının Isıl Görüntüleme ve Görüntü İşleme Teknikleri İle Tespit Edilmesi, M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul, 98s.
7. Aldemir, E., Özdemir, H., & Kılınc, S. (2016). Kumaş Sıklıklarının Görüntü İşleme Teknikleri ile Otomatik Olarak Belirlenmesi. *Tekstil ve Mühendis*, 23(104), 247-262.
8. Rangulam R. B., Amirbayat J. and Porat I., (1993) The objective assessment of fabric pilling, Bölüm 1- Methodology, J. of the Text. Inst., 84, 221-226.
9. Amirbayat, J., & Alagha, M. J. (1994). The objective assessment of fabric pilling. Part II: experimental work. *The Journal of The Textile Institute*, 85(3), 397-401.
10. Hsi C. H., Bresee R. R. and Annis P. A., (1998) Characterizing fabric pilling by using image-analysis techniques, Bölüm 1-Pill detection and description, J. of the Text.Inst., 89, 80-95.
11. Hsi C. H., Bresee R. R. and Annis P. A., (1998) Characterizing fabric pilling by using image-analysis techniques, Bölüm 2- Comparison with visual pill ratings", J. of the Text. Inst., 89, 96-105.
12. Candan, C. (2000) Yünlü Örme Kumaşlarda Boncuklanmaya Tesir Eden Faktörler, Tr J Engin Environ Sci, 24, 35-44.
13. Özçelik, G., (2009). Kumaş Boncuklanma Özelliğinin Objektif Olarak Değerlendirilmesi ve Tahminlenmesi Üzerine Bir Araştırma, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Bornova-İzmir, 291s.
14. Kayseri, G. Ö., & Kırtay, E. (2011). Farklı Ölçüm Yöntemleri İle Kumaş Boncuklanma Eğiliminin Değerlendirilmesi. *Tekstil ve Mühendis*, 18(84).
15. Kayseri, G. Ö., & Kırtay, E. (2015). Part II. Predicting the Pilling Tendency of the Cotton Interlock Knitted Fabrics by Artificial Neural Network. *Journal of Engineered Fabrics & Fibers (JEFF)*, 10(4).
16. Türker, E., Dönmez, E. T., & Yaman, N. (2017). Tekstil Yüzeylerinde Oluşan Boncuklanmanın Görüntü İşleme İle Ölçülmesi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(1), 50-61.
17. Furferi, R., Governi, L., & Volpe, Y. (2015). Machine Vision-Based Pilling Assessment: A Review. *Journal of Engineered Fabrics & Fibers (JEFF)*, 10(3).
18. Eldessouki, M., & Hassan, M. (2015). Adaptive neuro-fuzzy system for quantitative evaluation of woven fabrics' pilling resistance. *Expert Systems with Applications*, 42(4), 2098-2113.
19. Eldessouki, M. (2018). Evaluation of fabric pilling as an end-use quality and a performance measure for the fabrics. In *Applications of Computer Vision in Fashion and Textiles* (pp. 147-187).
20. LineTech Industries, PillGrade Automated 3D Pilling & Fuzz Grading System Operation Manuel, <http://tobjackson.synology.me/images/pillgrademanual.pdf> (15.05.2018)
21. Demir, Ö., (2006). Matlab Gereçleri ile Görüntü İşleme Uygulamaları, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 109s.
22. Otsu, N. (1979). A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, 9(1), 62-66.
23. Dilbilir, Y, (2017). Görüntü İşlemede Kullanılan İstatistik Yöntemler ve Bir Uygulama, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Van, 64s.
24. Perihanoglu, G.M., (2015). Dijital Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Görüntülerden Detay Çıkarımı, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 67s.