

Dilli örme iğnelerindeki aşınmaların SEM stereoskopi yöntemiyle incelenmesi

Dilek ÇUKUL, Cevza CANDAN, Servet TURAN

İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Programı, 34437, Gümüşsuyu, İstanbul

Özet

Bu çalışmada, SEM stereoskopi görüntüleri ve yüzey pürüzlülük parametreleri kullanılarak, örme bölgesindeki iplik temasından dolayı iğnelerinin kanca kısmında meydana gelen aşınmalar incelenmiştir. İğnelerdeki aşınmaları sayısal olarak gösterebilmek ve belirlenen makine parametresinde, iplik kalitelerine bağlı olarak açıklayabilmek için bir seri kontrollü test üretimi gerçekleştirilmiştir. Hem her iplik kalitesine ait üretimi temsil eden iğneler, hem de kullanılmamış iğne yüzeyleri SEM’de incelenmiştir. İğnelerin kanca iç yüzeyinden alınan stereoskopik SEM görüntüleri, görüntü işleme yazılımı vasıtasıyla üç boyutlu hale getirilmiştir. Oluşturulan üç boyutlu yüzeylerden topografik bilgiler alınarak, yüzey pürüzlülük ölçümleri gerçekleştirilmiştir. İğne yüzeylerinin karşılaştırılmasında, “ R_a ” ortalama yüzey pürüzlülük parametresi kullanılmıştır. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Yapılan t-testi sonucunda kullanılan iğneler ile kullanılmamış iğnelerin yüzeyleri arasında fark olduğu belirlenmiştir. Kullanılan iğnelere ait SEM görüntüleri ve R_a ortalama pürüzlülük değerlerinin bir arada incelenmesi ile aralarındaki ilişki irdelenmiştir. Çalışmanın sonunda, hem üç boyutlu iğne yüzeyinin oluşturulmasında, hem de bu görüntülerden topografik bilginin elde edilmesinde kullanılan ve şimdiye kadar tekstil makinelerine ait malzeme yüzeyi değerlendirmesinde uygulaması görülmemiş olan SEM stereoskopi yöntemi, iğne aşınma davranışını açıklamada kullanılabilir bir yöntem olarak önerilmektedir. Böylece, SEM stereoskopi yöntemiyle elde edilen R_a ölçümlerinin mikron boyutlardaki aşınmaların değerlendirmesinde kullanılacak alternatif bir yöntem olduğu gösterilmiştir. Ayrıca iplik kalitelerinin kullanılan iğnelerin aşınmalarında farklı etkiler gösterdiği de belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Örme iğnesi, SEM stereoskopi, ortalama yüzey pürüzlük parametresi.

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Dilek ÇUKUL; Tel: (222) 224 13 91, dcukul@anadolu.edu.tr.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Programında tamamlanmış olan "Örme makinelerinde kullanılan dilli iğnelerde aşınma davranışının iplik ve makine parametrelerine bağlı olarak incelenmesi" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 06.06.2007 tarihinde dergiye ulaşılmış, 30.07.2007 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 31.03.2009 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Examining wear behaviour of latch needles by SEM stereoscopy

Extended abstract

In this study, the wear occurred inside the latch needle hook was examined empirically to be able to explain how they were affected by the type of yarns. The wear of the needle hooks was represented numerically. Scanning electron microscope stereoscopy (SEM), which is a method of characterizing the surface topography by the application of computer image analysis to SEM images (stereoscopic pairs), was used for the evaluation of the needle surfaces. The average surface roughness parameter (R_a) was utilized for investigating the wear inside the needle hooks.

*To aid the investigation of the wear inside the latch needle hooks which caused by the yarn contact during the knitting production, a set of controlled test production was carried out. Mayer & Cie. with 14 systems, 14 Fayn-20 Gauge interlock knitting machine (2*876 needles) was employed for the fabric production. The production was realized under the commercial production conditions in terms of relative humidity and temperature. In order to examine the wear states of the needle hooks four different yarn types (100% cotton ring, 100% cotton OE-rotor, 100% viscose ring and 100% polyester ring) were chosen for the test productions. The knitting period for each production was determined to be five days (120 hours). The machine parameters, such as machine speed, yarn input tension and fabric takedown tension, were stabilized during all productions. At the end of the each knitting period, the needles taken from the same part of the needle bed were replaced with the new ones before starting to knit with the next yarn type.*

*A challenging problem was the characterization of the surface topography of the worn needle surfaces. Currently available methods, such as laser confocal microscopy, phase shift interferometry and atomic force microscopy exhibit severe limitation regarding their applications to the acquisition of 3-D surface topography data. Therefore SEM stereoscopy was preferred to accurately recreate a 3-D image of the surfaces. Two stereoscopic images were taken by tilting the specimen holder from +6° to -6°. All images which have a resolution of 1024*760 pixels, 256 grey levels*

were taken with a Zeiss Supra 50VP SEM. For a comparative study regarding the differences in topography of the hook surfaces numerically, stereoscopic SEM images, acquired from the inner parts of the needle hooks were used for the reconstruction surfaces in 3D by means of image analyzing software. SEM images were also displayed in anaglyph mode. By viewing with anaglyph glasses, observer can get 3D impression of the surfaces. In addition to this, the topographic information and the average roughness parameter of the needle surfaces were measured by means of the image analysing software. In order to evaluate the change in topographical texture and surface roughness, the unused needles and the needles knitted with different yarns were compared with their SEM images and also their measured R_a values. For this purpose, two sample t-test was performed between the R_a values of the needles, knitted with four different yarn types, and the unused needle samples. Two sample t-test showed that there were differences between the R_a values, which means that the knitting period (five days) was found to be enough to wear off the surface of the needle hooks. After examining the SEM images and R_a values, the wear of the surface of the needle hooks were affected differently by the yarn types.

Finally, the amount of wear formed during the knitting process at the inner surfaces of the latch needle hooks is affected by the type of yarns. After examining the R_a values and SEM images of those surfaces, it can be said that 100% cotton ring yarn and 100 % viscose ring yarn caused similar impact on the needle hook surfaces while 100 % cotton OE-rotor and 100 % polyester yarns showed different effect on the surfaces that means moving yarns on the needle hooks cause some changes on the texture of the surfaces. Furthermore, SEM stereoscopy method used for the reconstruction of the needle surface in 3D and getting the topographical information from those images, was suggested to compare the wear differences between the surfaces of the needles by means of roughness parameters. As a result, SEM stereoscopy could be used to understand the wear mechanism of the surfaces of needles.

Keywords: Latch needle, SEM stereoscopy, average surface roughness.

Giriş

Tekstil makine üreticileri ve kumaş imalatçıları için mekanik aşınmaların önem kazanmasının temelinde yatan sebep tekstil sektöründe kar marjının giderek küçülmesidir. Tekstil üretiminde kalite ve performans beklentileri her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle liflerin ve ipliklerin, temas halinde bulunduğu makine parça yüzeylerinde sebep oldukları etkiler hakkında detaylı bilgi gerekmektedir (Sonntag, 2005).

Örme makinelerinde kullanılan iğneler, örme işleminin temel elemanı olup, iğnelerin kalitesi üretilen kumaşın kalitesini ve üretimin verimliliğini, kısacası üretimin ekonomik açıdan optimum olmasını doğrudan etkileyen faktörlerden birisidir. Örme makinesi üzerinde çok sayıda örme iğnesi kullanılmaktadır. Bu iğnelerin aşınması sonucu yenilenmeleri gerekeceği için önemli bir maliyet unsurudur. Bu nedenle iğne kalitesi üretim ve üründen sağlanan karlılığı etkilemektedir. Özellikle zamanından önce meydana gelen iğne aşınmaları sebebiyle, makinelerde tekrar yeni iğnelerin yerleştirilmesi göz ardı edilemeyecek miktarda işlem maliyetine sebep olmaktadır (Groz-Beckert, 1999).

Üretim esnasında, örme makinelerinin çeşitli parçaları gibi örme iğneleri de farklı aşındırıcı etkilere maruz kalırlar. İğnelerin belli bir kullanım süresi sonundaki aşınma miktarı, iğnenin yapılmış olduğu malzemenin yanı sıra kullanılan ipliğin malzemesi ve üretim metodu (ring, OE-rotor vb.) (Little vd., 1986; Ward, 1986; Seidel ve Bühler, 1990; Jones, 2001) ipliğin kirlilik derecesi, makine ayarları (iplik giriş gerginliği, kumaş çekim gerginliği, makine hızı, besleme sayısı, vb.) ve çalışma koşulları (temizlik, nem ve sıcaklık gibi) etkili olmaktadır (Lyne, 1955; Hansen ve Tabor, 1957; Smith vd., 1974; Atasu ve Candan, 2000).

Olumsuz çalışma koşullarının bir araya gelmesi halinde iğne ömrünü kısaltan aşınmalar birkaç hafta içinde hızlı bir şekilde meydana gelebilmektedir. En belirgin aşınma belirtileri en çok örme elemanlarının iplik ile direk temas halinde bulunduğu bölgelerde (kancasında, dilde ve pimde) meydana gelmektedir. İplik ile direkt

temasta olmasa da, platinlerde, iğne yatağında, kamalarda vb. parçalarda da örme işlemi esnasında kullanılan iplikten dökülen lif kırıkları, tozlar ve diğer yabancı maddeler sebebiyle aşınmalar meydana gelmektedir.

İğnenin iplikle direkt temas ettiği kısımlarda oluşan aşınmaların artması durumunda örülen kumaşlarda daha sık hatalara rastlanmaktadır. Bu sebeple dilli iğnelerde artan aşınmanın muhtemel sebeplerini anlamak için, aşınmaya etkili olacağı düşünülen parametrelerin incelenmesi gerekmektedir. Dilli iğnelerde meydana gelen aşınmanın artışında etkili olduğu bilinen örme parametreleri ise; iğne zamanlaması, kapak yüksekliği, besleme sayısı, kumaş çıkış gerilimi, iplik giriş gerginliği, makine hızı ve iğne malzemesindeki karbon miktarı şeklinde sıralanabilir (Hansen ve Tabor, 1957; Knapton, 1972; Little vd., 1986; Atasu ve Candan, 2000).

Aşınma karmaşık bir olaydır. Tanım olarak aşınma, katı cisimlerin yüzeylerinden çeşitli etkenlerle sürekli malzeme kayıplarının ortaya çıkmasıdır. DIN 50320 ve ASTM G40-93 standartlarına göre aşınma, “kullanılan malzemelerin başka malzemelerle (katı, sıvı veya gaz) teması neticesinde mekanik etkilerle yüzeyden küçük parçacıkların ayrılması sonucu meydana gelen ve istenmeyen yüzey hasarlarıdır”. Sonuç olarak metal parçaların aşınması, metalin kademeli çürümesi, bozunması, yüzey malzemesinin istenmeyen bir şekilde yer değiştirmesi veya uzaklaşması olarak tanımlanabilir (Scott, 1983; Hutchings, 1992).

Aşınma olayını, olaya etki eden değişkenlerin birleşik etkilerini dikkate alarak incelemek gerekir. Aşınma bir sistemin bütünlüğü içinde ele alınmalıdır. Bu sistemin tümüne “tribolojik sistem” denir (Hutchings, 1992; David, 1994). Tekstil üretimindeki tipik tribo-sistem ise temel yüzey (tekstil yüzeyi), karşıt yüzey (tekstilden daha sert olan, lif ile temas eden yüzey) ve her iki yüzey arasında lif, polimer, mum, terbiye maddeleri ve çevreden gelen diğer maddelerden oluşan orta malzemedir (Sonntag, 2005). Sürtünme üzerine geliştirilmiş teorilerden en yaygın olanı, temas halindeki yü-

zeylerin yüzey pürüzlülüğünü oluşturan yükseltilerin tepe noktalarının bir biri ile temas ediyor olmasıdır (Ward, 1986; Seidel ve Bühler, 1990; Hutchings, 1992).

Yüzey pürüzlülüğü, malzemenin sürtünme özelliklerini etkilemesinden dolayı önemli bir yüzey özelliğidir. (Meine vd., 2002). Yüzey pürüzlülüğünü ifade eden istatistiksel parametreler yüzey profilinden veya 3 boyutlu yüzey haritasından elde edilir (Lou vd., 1998; Soft Imaging System, 2004).

Stereoskopi yöntemi, numunelerin üç boyutlu olarak algılanmalarına olanak veren bir tekniktir (Shen, 1997; Podsiadlo ve Stachowiack, 1997; Tatschl, vd., 2000; Kuchler vd., 2001; Goldstein, 2003). Bu tekniğin kullanımı ile incelenen yüzeyin topografik yapısı hakkında bilgi elde etmek mümkündür. Ayrıca yüzeye hasar vermeyen bir incelemedir (Richards, vd., 2000; Tatschl vd., 2000; http://www.mech.uwa.edu.au/Tribology/projects/Project_stereoSEM.html, 2003). Stereoskopi metodu, stereo efektler prensibine dayanır ve yüzey pürüzlülüğü hakkında bilgi elde edebilmek için ışık ve elektron mikroskoplarında uzun yıllardan beri kullanılmaktadır (Richards vd., 2000).

Stereo efekt aynı yüzeyin farklı açılardaki görüntü çiftlerinin hazırlanması ile elde edilebilir. Stereo görüntü çiftleri elde edildikten sonra, bu görüntülerden bilgisayar yazılımları vasıtasıyla dijital yüzey bilgileri yani pürüzlülükleri hakkında bilgi sağlamak mümkündür (Richards vd., 2000; Bharat, 2000).

SEM stereoskopi yönteminin en önemli avantajı ise yatay ve dikey yönde yüksek çözünürlüğe sahip görüntülerin elde edilebilmesidir. Ayrıca bu yöntemle incelenen yüzeyin doğru bir şekilde üç boyutlu hale dönüştürülmesi ve derinlik ölçümünün daha net bir biçimde yapılabilmesi mümkün olmaktadır. Diğer önemli nokta ise incelenen numunenin yüzeyine hasar verebilecek herhangi bir mekanik temasın olmamasıdır.

Malzeme ve yöntem

Örme kumaş üretiminde önemli yeri olan iplik tipinin dilli örme iğnelerin kancasında meydana

gelen aşınma üzerine etkileri bu çalışmada incelenmiştir. İğnelerin aşınma sürecinde tribolojik sistemin standart olabilmesi ve gerçek üretim şartlarını yansıtabilmesi amacıyla test üretimleri Deniz Tekstil A.Ş.'nin Muratlı/Çorlu örme tesislerinde gerçekleştirilmiş ve Mayer & Cie. Marka 14 pus/20E (2*876 iğne), 14 sistemli interlok örme makinesi kullanılmıştır. Kullanılan makinede, silindir ve kapak iğnelerinin bulunduğu, iki iğne yatağı seti bulunmaktadır. Şekil 1'de test üretiminde kullanılmış olan örme makinesi görülmektedir.



Şekil 1. Mayer & Cie. Marka 14 pus / 20E (2*876 iğne), 14 sistemli interlok örme makinesi

İnterlok kumaş üretiminde kullanılan iplik kaliteleri ise Ne 20/1, % 100 pamuk ring, % 100 pamuk OE-rotor, % 100 viskon ring, % 100 polyester ring olarak belirlenmiştir. İpliklere ait büküm katsayıları sırasıyla $\alpha_e = 4.09$, $\alpha_e = 3.862$, $\alpha_e = 3.7$ ve $\alpha_e = 3.33$ 'tür. Her iplik kalitesi için belirlenen çalışma süresi 5 iş günüdür (120 saat). Üretimlere ait makine parametreleri Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1. Kumaş üretimine ait makine parametreleri

Makine hızı	İplik giriş gerginliği	İplik sevk miktarı	Kumaş çekimi
48 tur / dak	1.5-2 cN	320 cm / tur	3 N

Her üretim öncesinde iğne yatağında özel olarak belirlenmiş iğne yuvalarına daha önce hiç kullanılmamış iğneler yerleştirilmiştir. Her beş günlük üretimden sonra yerleri önceden belirlenen iğneler makineden çıkarılıp kodlanarak dış etkenler tarafından zarar görmemeleri için poşetlere yerleştirilmiştir. İğne numuneleri, SEM’de incelenmeden önce petrolium eter çözeltisi içinde yıkanarak örme işlemi esnasında maruz kaldıkları toz, yağ ve lif tozlarından arındırılmıştır.

Örme iğnesinde iplik teması ile meydana gelen iğne aşınmasının belirlenmesinde SEM görüntülerinin incelenmesi bir metot olarak kullanılabilir. Kullanılmış iğne yüzeylerine ait SEM görüntülerinin incelenmesi halinde ipliğin iğne yüzeyinde oluşturduğu izler gözlemlenebilir (Egerton ve Fisher, 1970a; Egerton ve Fisher, 1970b; Atasu ve Candan, 2000). Aşınma sonrası iğne yüzey topografilerinde değişim kaçınılmazdır (Egerton ve Fisher, 1970a). Bu sebeple metal yüzeyin üç boyutlu olarak incelenmesi daha gerçekçi yüzey bilgilerinin elde edilmesini sağlamaktadır. SEM stereoskopi yöntemi ile yüksek çözünürlüğe sahip yüzey görüntülerinin elde edilmesi mümkün olmaktadır (Egerton ve Fisher, 1970a; Bethel vd., 2001). Bu nedenle bu çalışmada SEM stereoskopi yöntemi iğne yüzeylerinin değerlendirilmesinde tercih edilmiştir.

Tek bir SEM görüntüsü çıktı olarak numunenin iki boyutlu görüntüsünü verir. Bu şekilde çıkan görüntülerden iki boyutlu ölçüler (yükseklik veya genişlik) cetvel veya piksel sayımı yapan programlar ile elde edilebilir (Bethel vd., 2001; Goldstein, 2003). Elde edilen veriler yanıltıcı olabilir. Bu sebeple SEM’de stereo görüntülerin kullanımı, uzaysal ilişkilerini saptamak için karmaşık topografilerinin anlatılması açısından önemlidir. Yüksek alansal çözünürlükte (high spatial resolution) yüzey yapısının tam olarak elde edilebilmesi için stereo görüntülerin kullanılması gerekmektedir (Richards vd., 2000).

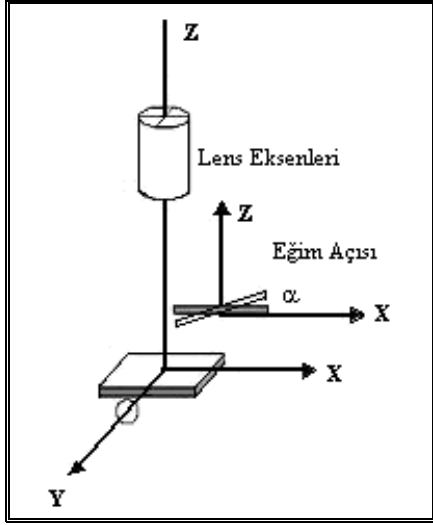
Stereoskopik SEM çekimlerinde, kabin içine yerleştirilen numunenin saat yönünde döndü-

rülmesi halinde sol göz görüntüsü, saat yönünün tersine döndürülmesi halinde ise sağ göz görüntüsü elde edilir (Watt, 2006). Şekil 2’de numunenin SEM numune haznesi içinde nasıl döndürüldüğü gösterilmektedir (Shen,1997). SEM görüntülerinden yüzey mikro topografik bilgilerin elde edilebilmesi için kullanılan teknikler şunlardır:

- SEM’de numuneye açı verilmesi,
- SEM’de elektron demetine açı verilmesi,
- Çoklu dedektör tekniği ile stereo görüntü çiftlerinin elde edilmesi şeklindedir (Richards vd., 2000).

İncelenecek bölgeye ait üç boyutlu bilgi elde edebilmek için numunenin farklı konumlardaki görüntüleri SEM’de çekilir. Farklı açılarda yüzey görüntüsü alınırken çalışma mesafesine ve büyütme miktarına dikkat edilmelidir. Her iki görüntünün elde edilişindeki parametreler birbirinin aynı olmalıdır. Numunenin SEM içinde belli bir açı ile döndürülmesi ile elde edilen bu görüntülerde döndürme açısı önem taşır. Açı derecesi öncelikle söz konusu yüzeydeki ölçülebilir farklılığın elde edilebileceği genişlikte olmalıdır. Aynı zamanda, ikinci görüntünün çekimi esnasında ilgili noktanın tanınabilmesine yetecek kadar da açı derecesi küçük olmalıdır (Podsiadlo ve Stachowiack, 1997; Watt, 2006).

Stereoskopik etki, mikroskoptaki büyütme ve döndürme açısına bağlıdır. Bu parametrelerin incelenen detayın derinliğine ve boyutuna göre uygun değerlere sahip olmaları gerekir. Stereo görüntülerin elde edilmesinde odak mesafesi sabit tutulmalıdır (Bethel vd., 2001; Scherer, 2001). Dört farklı iplik kullanılarak elde edilen üretimlerden örnek olarak alınan 4 dilli iğnenin iplik ile doğrudan temas halinde bulunduğu kanca içi bölgesi Zeiss 50VP SEM cihazında stereoskopik olarak görüntülenmiştir. Yapılan tüm iğne SEM çekimlerinde, 15 kV hızlandırma voltajı (EHT), 16 mm çalışma mesafesi (WD) ve 3000x büyütme ve ikincil elektron görüntüleme yöntemi kullanılmıştır. Stereo çekimlerde uygulanan eğim açısı +6° ve -6° olarak toplam 12° dir.



Şekil 2. SEM içinde numunenin 0 derece ve α kadar eğim verilmiş pozisyonları

Yüzey pürüzlülüğünü ifade etmede en yaygın olarak kullanılan parametreler ise R_a ve R_q 'dir. Bu iki istatistiksel yükselti tanımlayıcısı ANSI (the American National Standards Institute/Amerikan Ulusal Standart Enstitüsü) ve ISO (the International Standardization Organization/Uluslararası Standartlar Örgütü) tarafından desteklenen pürüzlülük parametreleridir. İğne yüzey topografisini değerlendirmede bu parametreler içinden R_a tercih edilmiştir. Yaygın olarak kullanılan ortalama pürüzlülük parametresi aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (David, 1994; Lou vd., 1998; Bharat, 2000; Wieleba, 2002):

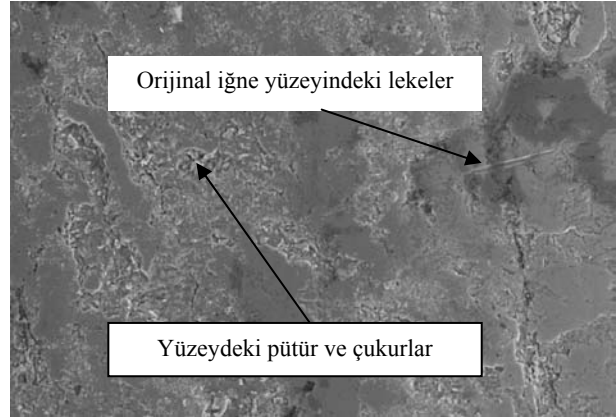
$$R_a = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} \left| z(x_m, y_n) \right| \quad (1)$$

Burada, N; profil sayısı, M; her profildeki noktaların sayısı, z ise yüzey profiline ait fonksiyonu ifade etmektedir. R_a , profile ait referans düzlemden ortalama sapmaları ifade eder (ISO 4287, 1997).

Kullanılan iğnelerin kanca içinde meydana gelen aşınmalar, yüzey ortalama pürüzlülük parametresi R_a 'ya göre değerlendirilmiştir. Kullanılmayan iğne kanca iç yüzeyleri ile karşılaştırı-

larak farklar belirlenmiştir. R_a (ortalama pürüzlülük) değerlerinin ölçülmesinde stereoskopik SEM görüntülerinden faydalanılmıştır. Görüntü işleme yazılımı kullanılması ile her iğne kançasının iç yüzeyine ait stereoskopik SEM görüntü çiftlerinden söz konusu olan bölgenin üç boyutlu yüzey bilgileri elde edilmiştir.

Kullanılmamış iğnelere ait SEM görüntüleri, pürüzlülük parametreleri ve malzeme analizi analiz sonuçları (EDX) belirlenmiştir. Böylece çalışılan malzemenin özellikleri hakkında bilgi edinilmesi amaçlanmıştır. SEM görüntülerinden iğne yüzeyindeki leke, çukurluk ve diğer yapılar ile yüzey karakteristiklerinin genel dağılımı hakkında veri sağlanmıştır.

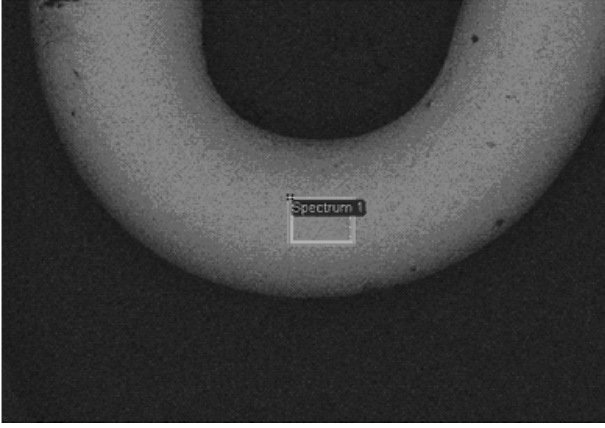


Şekil 3. Kullanılmamış iğne yüzeyine ait SEM görüntüsü ve yüzey karakteristikleri

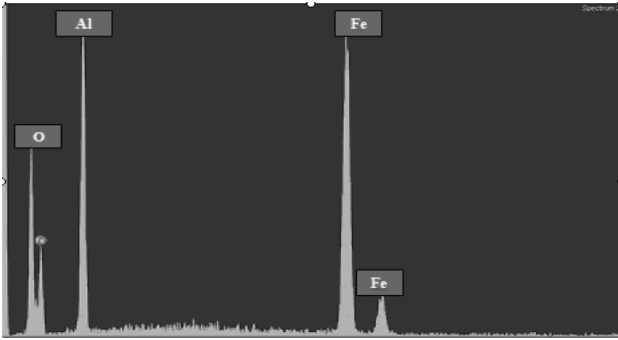
İğne yüzeylerine ait pürüzlülük ölçümleri, SEM stereoskopi yöntemi ile elde edilen ve Scandium-Height yazılımı ile 3 boyutlu hale dönüştürülen yüzey görüntülerinden yine aynı yazılımın kullanılması ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yüzeyi incelenen dilli iğnelere ait kompozisyon tespiti ise X ışını enerji yayılımı analizine dayanan enerji yayımlı spektrometri (energy dispersive spectrometre-EDX) ile SEM'de gerçekleştirilmiştir. İncelenen malzemenin kimyasal analizi, X ışınlarına ait karakteristik sinyallerin enerjisinin ve şiddetinin ölçülmesiyle gerçekleşmektedir. EDX analizi, küçük boyutta miktarsal analiz için oldukça kuvvetli bir araçtır. Malzemeye ait kompozisyon, çok kısa bir sürede (10-100sn) hızlı bir şekilde hesaplanabilmektedir (Goldstein, 2003).

Deneysel çalışma sonuçları

Test üretimlerinde kullanılan iğnelere ait malzeme kompozisyonu hakkında bilgi sahibi olabilmek amacıyla gerçekleştirilen EDX, analizin yapıldığı bölgeyi gösteren SEM görüntüsü ve spektrum Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 4. Kullanılmamış iğne enerji yayımlı spektrometri analizi için seçilen bölge



Şekil 5. Kullanılmamış iğne enerji yayımlı spektrometri analizi ait spektrum

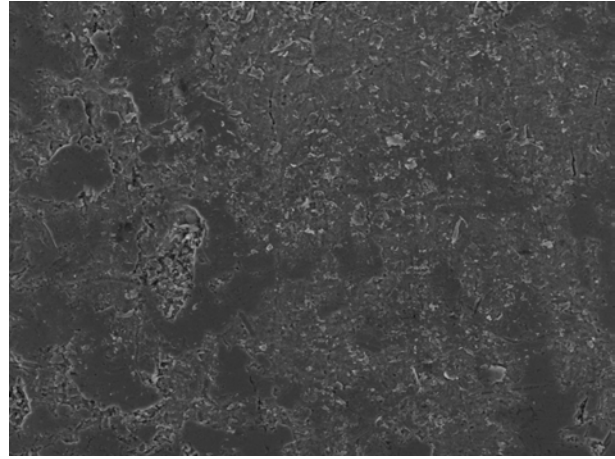
EDX analizi sonucunda, iğnenin yapılmış olduğu malzemenin içinde var olan elementlerin ağırlık ve atomik yüzdeleri Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2. İğnedeki elementlerin % olarak ağırlıkları

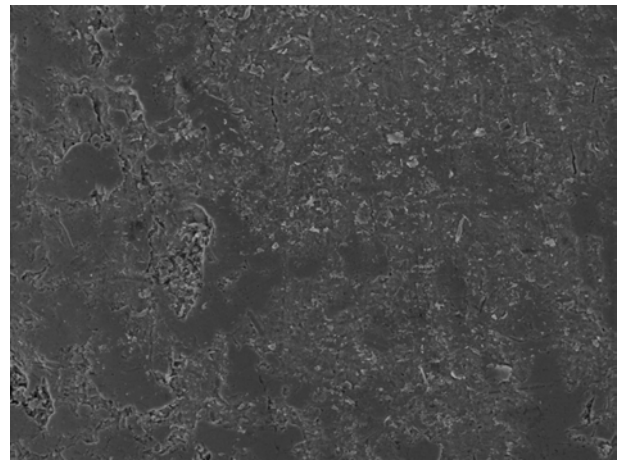
Element	Ağırlık %	Atomik %
Al K	0.51	1.05
Fe K	99.49	98.95
Toplam	100	100

Tablo 2'de görüldüğü üzere, iğne malzemesi ağırlıklı olarak Fe' den (% 98,95) oluşmakta ve az miktarda Al (%1,05) içermektedir. Kullanılan örme makinesinin çalışma parametreleri ve seçilen iplik tipleri ile yapılan üretimler sonrasında, iğne yatağının belirlenen noktasından toplanan örme iğneleri SEM'de incelenmeden önce üzerlerinde bulunabilecek yağ, toz vb maddeler uzaklaştırılıp, temizlenmiştir.

Şekil 6 ve Şekil 7'de 1 numaralı kullanılmamış iğnenin kanca iç bölgesinden alınan stereo SEM görüntüleri görülmektedir. Bu stereo görüntüler, Scandium-Height yazılımı vasıtasıyla birleştirilerek Şekil 8 ve Şekil 9'da görülen anaglif görüntünün ve üç boyutlu yükselti haritasının oluşturulmasında kullanılmıştır.

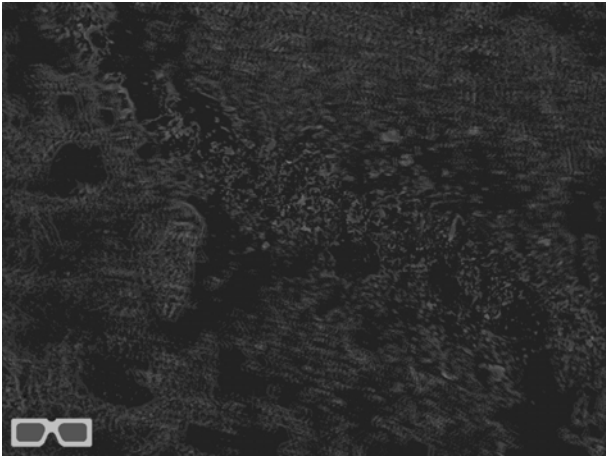


Şekil 6. Kullanılmamış iğnenin, +6°açı verilerek SEM'de çekilmiş yüzey görüntüsü



Şekil 7. Kullanılmamış iğnenin, -6°açı verilerek SEM'de çekilmiş yüzey görüntüsü

Şekil 7’de yüzeyin aynı bölgesinden numunenin SEM numune haznesi içinde -6° döndürülmesi ile elde edilen SEM görüntüsü görülmektedir. Sağ ve sol görüntüleri olarak da bilinen stereo görüntüler kullanılan görüntü işleme yazılımı ile birleştirilerek Şekil 8’de görülen yüzey anaglifi oluşturabilmektedir. Anaglif görüntüye üç boyut gözlükleri ile bakıldığında yüzeydeki dokular net bir biçimde, üç boyutlu olarak görülebilmektedir. Stereo görüntülerin sağlamış olduğu en önemli avantaj ise yüzey topografisi hakkında ayrıntılı bilginin doğru bir şekilde elde edilebilmesidir.



Şekil 8. Kullanılmamış iğne, yüzey anaglifi

Şekil 8’de de görüldüğü üzere yüzey homojen bir yapı görülmektedir. Yüzeylerin karakteristiği hakkında daha geniş bilgi sahibi olabilmek için diğer kullanılmamış iğne numunelerinin de kanca iç yüzeylerinin üç boyutlu yükselti haritaları oluşturulmuştur. Söz konusu olan bu iğnelerin yüzey pürüzlülük ölçümleri Tablo 3’de görülmektedir. Her iğne yüzeyinden 10 ölçüm alınmıştır.

Mayer & Cie. interlok makinesinde dört farklı iplik kalitesi ile beşer günlük üretimlerden alınan iğne numunelerine ait yüzey bilgileri, kullanılmamış iğnelerde olduğu gibi, stereo görüntü çiftlerinin animasyonu ile oluşturulan yükselti haritalarından alınan ortalama pürüzlülük parametresi R_a ’nın ölçülmesiyle elde edilmiştir.

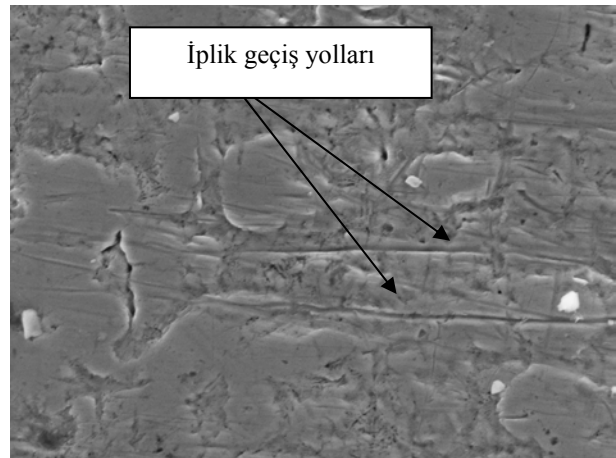
Şekil 9 ve 10’da % 100 pamuk ring iplik ile üretimde kullanılmış iğneye ait stereo görüntüler görülmektedir.

Şekil 9’da iğne kancasının iç yüzeyinde, Şekil 3’den farklı olarak, iplik-kanca teması sonucunda oluşan iplik izlerine rastlanmaktadır.

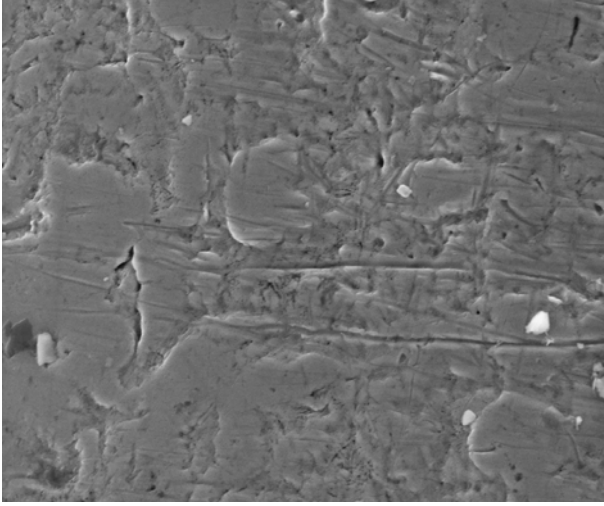
Şekil 10’da yüzeyin aynı bölgesinden numunenin SEM içinde -6° döndürülmesi ile elde edilen SEM görüntüsü görülmektedir. Sağ ve sol göz görüntüleri olarak da bilinen stereo görüntüler, kullanılan görüntü işleme yazılımı ile birleştirilerek Şekil 11’de görülen yüzey anaglifi oluşturabilmektedir.

Tablo 3. Kullanılmamış iğnelere ait yüzey pürüzlülük parametreleri (R_a)

İğne no / R_a (μm)	1	2	3	4	5
R_{a1}	0.52	0.69	0.65	0.64	0.92
R_{a2}	0.59	0.59	0.64	0.65	0.71
R_{a3}	0.57	0.53	0.83	0.50	0.81
R_{a4}	0.74	0.78	0.97	0.65	0.62
R_{a5}	0.64	0.80	0.90	0.63	0.65
R_{a6}	0.63	0.65	0.84	0.65	0.66
R_{a7}	0.68	0.66	0.89	0.59	0.53
R_{a8}	0.64	0.72	0.87	0.39	0.73
R_{a9}	0.57	0.66	0.70	0.33	0.50
R_{a10}	0.56	0.64	0.46	0.43	0.64

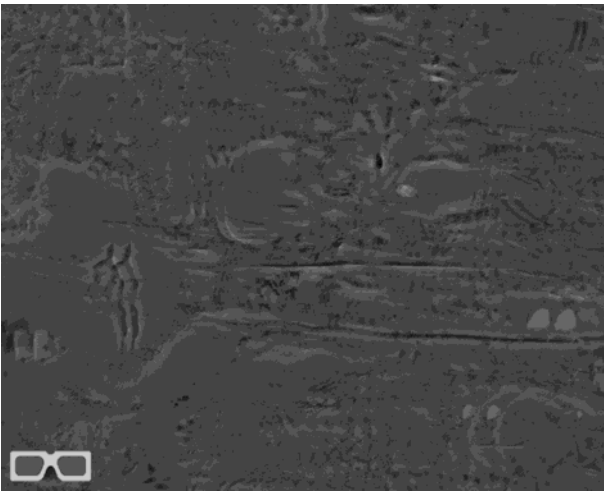


Şekil 9. Kullanılmış iğne, $+6^\circ$ açı verilerek SEM’de çekilmiş yüzey görüntüsü



Şekil 10. Kullanılmış iğne, -6° açı verilerek SEM'de çekilmiş yüzey görüntüsü

Anaglif görüntüye üç boyut gözlükleri ile bakıldığında yüzeydeki dokular net bir biçimde üç boyutlu olarak görülebilmektedir. Stereo görüntülerin sağlamış olduğu en önemli avantaj ise yüzey topografisi hakkında ayrıntılı bilginin elde edilebilmesidir.



Şekil 11. Kullanılmış iğne, yüzey anaglifi

Kullanılan kanca iç yüzeyinde, kullanılmamış iğne yüzeylerinden farklı topografik yapılar görülmektedir. Yüzeylerin karakteristiği hakkında bilgi sahibi olabilmek amacıyla, diğer iplik kaliteleri ile yapılan üretimlere ait iğne kanca iç yüzeylerinin benzer şekilde elde edilen stereo görüntülerinden yüzey pürüzlülük parametreleri ölçülmüştür.

Alınan ölçümlere ait sonuçlar Tablo 4'te görülmektedir. İncelenen iğnelerin kanca iç bölgesinde iplik temasından dolayı aşınmanın meydana gelip gelmediği istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu amaçla, kullanılmamış iğne kanca iç yüzeylerine ait R_a (ortalama pürüzlülük) ölçümleri ile kullanılmış iğne kanca iç yüzeylerine ait R_a ölçümleri arasında t-testi uygulanmıştır. Tablo 5'te t-testi sonuçları sunulmaktadır.

Tablo 4. Kullanılmış iğnelerin kanca iç yüzeyinden alınan R_a ölçüm sonuçları

R_a (μm)	% 100 Pamuk ring	% 100 Pamuk OE	% 100 Viskon3	% 100 Polyester
Ölçüm No				
1.	0.40	0.42	0.41	0.72
2.	0.45	0.44	0.43	0.73
3.	0.45	0.44	0.39	0.82
4.	0.44	0.41	0.43	0.75
5.	0.47	0.40	0.59	0.79
6.	0.54	0.40	0.61	0.73
7.	0.52	0.45	0.59	0.69
8.	0.51	0.41	0.57	0.51
9.	0.46	0.42	0.59	0.59
10.	0.46	0.43	0.64	0.64

Tablo 5. Kullanılmamış ve kullanılmış iğne R_a ölçümlerine ait t-testi sonuçları

	N	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama standart hata
Kullanılmış	196	1.85	2.70	0.19
40 ölçüm				
Kullanılmamış	148	2.62	2.90	0.24
50 Ölçüm				
Hesaplanan	Fark	=-0.773		
Olasılık	P	= 0.012		

Kullanılmış ve kullanılmamış iğnelerin ortalama pürüzlülük ölçümleri arasında yapılan t-testi sonucunda P değerinin %5'den küçük olması, değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğunu göstermektedir.

Sonuçlar

Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- SEM stereoskopi yöntemi ile diğer pürüzlülük ölçüm cihazlarının (AFM, profilometre, vb) ulaşamayacağı geometriye sahip iğne kanca iç bölgesindeki yüzeye ait üç boyutlu yüzey bilgileri elde edilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda, iğnelerin yüzey pürüzlülük parametreleri ölçülmüştür.
- Kullanılan iğnelerin iplik ile temas etmeleri sonucunda, kanca içi yüzey topografilerinde değişiklikler meydana gelmektedir.
- Örme makinesinin çalışma parametrelerinin sabit tutulması durumunda, örme iğnesinde meydana gelen aşınmalar tribolojik sistemin bir parçası olan iplik kalitesine göre değişmektedir. % 100 pamuk ring ve % 100 viskon ring ipliklerle yapılan üretime ait iğnelerin R_a değerleri birbirine yakınlık gösterirken, % 100 polyester ring ve % 100 pamuk OE-rotor iplik ile yapılan üretime ait iğnelerin R_a ölçümleri farklılık göstermektedir.

Kaynaklar

- Atasu, A. ve Candan, C., (2000). Parameters influencing latch needle wear, *Knitting*, March, 39-40.
- Bethel, E.W., Bastacky, S.J. ve Swartz, K.S., (2001). interactive stereo electron enhanced with virtual reality, *Proceedings of SPIE*, **46**, 391-400.
- Bharat, B., (2000). *Modern Tribology Handbook*, Boca Raton, FL: CRC Pres.
- David J., (1994). *Handbook of Surface Metrology*. Whitehouse, University of Warwick, IOP Publishing Ltd.,UK.
- Egerton, G.S. ve Fisher, K.M., (1970a). Use of sem in a study of the abrasive properties of textile yarn. Part I: Evaluation of wear on latch knitting needles, *Textile Research Journal*, **40**, 780-784.
- Egerton, G.S. ve Fisher, K.M., (1970b). Use of SEM in a study of the abrasive properties of textile yarn. Part II: Wear produced on knitting needles by different fibers and the effect of titanium dioxide content, *Textile Research Journal*, 784-788.
- Goldstein, J.I., (2003). *Scanning Electron Microscopy and X Ray Microanalysis*, Springer New York-Kluwer Academic/Plenum.

- Groz-Beckert, (1999). The effect of staple fiber yarns on needle service life, *Knitting Technology*, **3**, 22-24.
- Hansen, W.W. ve Tabor, D., (1957). Hydrodynamic factors in the friction of fibers and yarns, *Textile Research Journal*, **27**, **4**, 300-306.
- Hutchings, I.M., (1992). *Tribology: Friction and Wear of Engineering Materials*, Butterworth-Heinemann, London, 22-51.
- ISO 4287, (1997), Geometrik Mamül Özellikleri Yüzey yapısı: Profil metodu-*Terimler*, tarifler ve yüzey yapısı parametreleri, Uluslararası Standardizasyon Kurumu, Cenevre.
- Jones, J., (2001). Abrasion characteristics of ring-spun and open-end yarns, MSc Thesis, North Carolina University.
- Knapton, J.J.F., (1972). Knitting High-Quality Double Jersey Cloth I. General Factors Controlling Efficiency of Manufacture, *Textile Institute and Industry*, **10**, 39-42.
- Kuchler, G., Müler, G. ve Brendel, R., (2001). Stereoscopic reconstruction of randomly textured silicon surfaces, *17th European Photovoltaic Solar Energy Conference*, October, Munich.
- Little T., Smith, G. ve Ward S., (1986). Latch needle wear with OE Cotton Yarn, *ATI*, **9**, 1-3.
- Lou, M. S., Chen J.C.ve Li, C.M., (1998). Surface roughness prediction technique for cnc end-milling, *Journal of Industrial Technology*, **15**, **1**, 1-6.
- Lyne, D.G., (1955). The dynamic friction between cellulose acetate yarn and a cylindrical metal surface, *Journal of Textile Institute*, **46**, 113-118.
- Meine K., Schneider, T., Spaltmann, D. ve Santner, E., (2002). The Influence of Roughness on Friction. Part I. The Influence of A Single Step, *Wear*, **253**, 725-732.
- Podsiadlo, P. ve Stachowiack, G.W., (1997). Characterization of surface topography of wear particles SEM stereoscopy, *Wear*, **206**, 39-52.
- Richards, R.G., Wieland, M. ve Textor, M., (2000). Advantage of stereo imaging of metallic surface with low voltage backscattered electrons in a field emission scanning electro microscope, *Journal of Microscopy*, **2**, 115-123.
- Scherer, S.A, (2001). New system for automatic Surface analysis in Sem, *Microscopy and Analysis*, March, 15-17.
- Scott, D., (1983). Wear analysis, *Physical Technology*, **14**, 133-139.
- Seidel, A ve Bühler,G., (1990). Abrasive knitting element wear caused by filament and staple fiber yarns, *International Textile Bulletin Fabric Forming*, **4**, 33-46, 57.

- Shen, C., (1997). Lateral displacement maps obtained from scanning probe microscope images, *PhD Thesis*, University of Missouri-Rolla ve University of Missouri-St. Louis.
- Smith, D.E., Burns, N.D. ve Wray, G.R., (1974). The frictional forces between yarns and weft-knitting elements, *Journal of Textile Institute*, **65**, 337-343.
- Soft Imaging System, GmbH, (2004). Scandium Manual, Roughness Solution, Münster, 232.
- Tatschl, A., Gilbert, C.J., Schroeder, V., Pippan, R. ve Ritchie, R.O., (2000). Stereophotogrametric investigation of overload and cyclic fatigue fracture surface morphologies in a Zr-Ti-Ni-Cu-Be bulk metallic glass, *Journal of Material Research*, **15**, **4**, 898-903.
- Ward, S.G., (1986). OE yarn properties responsible for accelerated wear of latch needles, *MSc Thesis*, North Carolina State University.
- Watt, I., (2006). Visualising microscopy specimens in three dimensions: summary of current stereoscopic practices, *Science, Technology and Education of Microscopy*, 648-655.
- Wieleba, W., (2002). The statistical correlation of friction and wear rate of PTFE composites with steel counterface roughness and hardness, *Wear*, **252**, 719-729.
-
- <http://www.mech.uwa.edu.au/Tribology/projects/ProjectstereoSEM.html>, (15/2/2003), "Imaging of the wear particle surfaces by SEM stereoscopy"
<http://www.broell.com/tribologie.pdf>, (2/4/2005), "Sonntag, E., .Developments in Spinning The tribological approach"