



TEKSTİL VE MÜHENDİS
(Journal of Textiles and Engineer)



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

Yün ve Yün Karışımli Elyafıta Makine Hızına ve Harmana Bağlı Statik Elektriklenme Miktarının İncelenmesi

Investigation of Static Electricity Amount of Wool and Wool Blend Fibers Depending on Machine Speed and Fiber Blend

Ayşe Selcen ALTINOK¹, Hafız Z. ALİSOY², Buket ÇINAR GELİR¹

¹Yünsa Yünlü Sanayi ve Ticaret A.Ş., Tekirdağ, Türkiye

²Namık Kemal Üniversitesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

Online Erişime Açıldığı Tarih (Available online): 30 Eylül 2017 (30 September 2017)

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

Ayşe Selcen ALTINOK, Hafız Z. ALİSOY, Buket ÇINAR GELİR (2017): Yün ve Yün Karışımli Elyafıta Makine Hızına ve Harmana Bağlı Statik Elektriklenme Miktarının İncelenmesi, Tekstil ve Mühendis, 24: 107, 146-151.

For online version of the article: <https://doi.org/10.7216/1300759920172410702>



Arştırma Makalesi / Research Article

YÜN VE YÜN KARIŞIMLI ELYAFTA MAKİNE HIZINA VE HARMANA BAĞLI STATİK ELEKTRİKLENME MİKTARININ İNCELENMESİ

Ayşe Selcen ALTINOK*¹
Hafız Z. ALİSOY²
Buket ÇINAR GELİR¹

¹Yünsa Yünlü Sanayi ve Ticaret A.Ş., Tekirdağ, Türkiye

²Namık Kemal Üniversitesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 10.01.2017

Kabul Tarihi / Accepted: 09.08.2017

ÖZET: 100% yün ve yün karışimli elyafın iplik üretimi esnasında hazırlama hattında meydana gelen lif-lif ve lif-metal sürtünmesi lifler üzerinde statik elektriklenmeye neden olmaktadır. Bu çalışmada, elyaf çekme makinesi üzerinde hareket halinde iken elyaf üzerinde biriken statik elektriklenmenin makine hızına ve harman karışımına bağlı olarak değişimi incelenmiştir. %100 yün, %45/55 Yün/polyester, %90/10 Yün/nylon harmanların çekim makinesi üzerinde 3 farklı hızda harman yağı verilerek dinamik rejimde elyaf yüzeyine temas eden silindir elektrot ile akım değerleri ölçülerek yüzey yük yoğunluğu ölçüm metoduna göre statik elektriklenme artışı tespit edilmiştir. İplik üretim aşamasında silindirlere sarma kaynaklı telef oranının artmasına sebep olan elyaf partilerinde statik elektriklenme miktarının daha fazla olduğu ve statik elektriklenme artışı ile iplik kalitesinin olumsuz etkilendiği çalışma sonucunda görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Statik elektriklenme, çekme makinesi, yün, polyester, nylon

INVESTIGATION OF STATIC ELECTRICITY AMOUNT OF WOOL AND WOOL BLEND FIBERS DEPENDING ON MACHINE SPEED AND FIBER BLEND

ABSTRACT: Fibre-fibre and fibre-metal frictions lead to static electricity on 100% wool and wool blended fibres during the yarn production due to the triboelectric charging. In this study, the variation of the static electricity deposited on the fibre while moving on the fibre drawing machine, depending on the machine speed and the blend mixture, was examined. Static electricity of 100% wool, 45/55% wool/polyester, 90/10% wool/nylon blended fibres which were finish oiled during the process, was measured on drawing frame. Measurements were made for 3 different speeds of the frame. Static electricity was calculated by surface charge density measurement method. It was determined that fibres which cause an increase in the ratio of waste due to the wrapping problem to the cylinders of drawing machines, have higher amount of static electricity in the yarn production.

Keywords: Static electricity, drawing frame, wool, polyester, nylon

* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: saltinok@yunsa.com

DOI: 10.7216/1300759920172410702, www.tekstilmuhendis.org.tr

1. GİRİŞ

İplik eğirmedeki lif-lif, lif-metal sürtünmesi (tribo yüklenme dolayısıyla), lifler üzerindeki biriken statik elektriklenmeye neden olmaktadır. Triboelektrik seriye göre sürtünme sonucunda yün, naylon, viskon rayon, pamuk lifleri pozitif elektrik yükü ile yüklenirken, polivinilalkol, dakron polyester, polyvinilklorür, polietilen lifleri negatif elektrik yükü ile yüklenmektedir (Morton, Hearle, 1993). İplik üretiminde lifler çekim prosesi esnasında sürekli sürtünmeye maruz kaldığından dolayı statik elektriklenme ortaya çıkar ve bunun sonucunda liflerin çekim tertibatındaki manşonlara ve silindirlere sarılması problemi ortaya çıkmaktadır. Statik elektriklenme problemini önlemek için elyafa çekim aşamasında harman yağı verilmektedir.

Oluşan statik elektriklenme lif göçüne neden olmaktadır. Çünkü iplik üretim süresince yüklü liflerin birbirini itmesi sebebiyle bir lif veya filament iplik eksenine göre yer değiştirmektedir. Statik elektriklenmeden dolayı iplikteki lif düzeni bozulmakta ve sonuç olarak üretilecek iplik düzgünlüğü kötüleşerek iplikteki hatalar artmaktadır. İplik eğirme makinesinde, yüklü iplik ile iplik kılavuzu ve yüklü iplik ile kopça arasındaki sürtünme kuvveti çok fazla olmasından dolayı üretilecek ipliğin tüylülüğü de artmaktadır (Alhalabi, 2010).

İşletmelerde uçuntu, toz v.s. nedeniyle kirlilik ortaya çıkmasıyla statik elektriklenme artmaktadır ve bu durum makine duruşlarının artmasına, iplik kalitesinin düşmesine neden olmaktadır.

Elyafa harman yağının verilmesi belirli bir standart ile yapılmamakta, bu proses karışımı oluşturan liflerin cinsine bakılarak yağın optimum kullanım oranını tespit etmek için işletmenin deneyimlerine göre gerçekleştirilmektedir.

Onogi ve arkadaşları (1996) yaptıkları çalışmada tribo elektriklenme sonucu oluşan elektriksel yüklerin tekstil yüzeylerinden nasıl uzaklaştıklarını incelemişlerdir. Kumaştaki triboelektrik yükler serbest elektronların difüzyonu ile iletilir. Tekstil yüzeyindeki su moleküllerinin buharlaşması sonucunda bu triboelektrik yüklerin de havaya yayıldığını tespit etmişlerdir.

Ma ve arkadaşları (2003) yaptıkları çalışmada yün yüzeyini potasyum permanganat ile muamele ederek oksitlenmesini sağlamışlardır. Oksitlenmiş yün ile oksitlenmemiş yünün fiziksel ve elektriksel özelliklerini kıyaslamışlardır. Yün elyafı üzerinde statik elektriklenme ölçümleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda yün yüzeyindeki modifikasyonun statik elektriklenmeyi etkilediği tespit edilmiştir.

Alhalabi K ve Sabır E. C. (2011) çalışmalarında polyester elyafı üzerinde iplik üretim aşamasında tarak hızını değiştirerek statik elektriklenme seviyesini belirlemişlerdir ve bu prosesler esnasında harmana atılan spin finish miktarının iplik kalitesine etkisi incelenmiştir. Analizler Taguchi L4 ortogonal dizisiyle incelenmiştir.

Ercan E., (2005) çalışmasında spunbond tekniği ile üretilen nonwoven kumaşlar hareket halinde iken kumaş üzerinde statik

elektriklenme miktarı ölçümleri yapmıştır. Makine üzerindeki kayışın hareketinin statik elektriklenme oluşumunda en önemli faktör olarak belirlenmiştir. Kumaş ile silindir arasındaki sürtünme arttıkça statik elektriklenmenin temas alanı artışına bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir.

Hao ve arkadaşları (2007) nonwoven kumaş üretiminde taraklama prosesi esnasında ciddi bir problem olan statik elektriklenmenin ölçümlerini yapmışlardır. Tarak şeridi üretimi esnasında statik elektrik uygulanarak taraklama prosesine statik elektriklenmenin etkisini incelemişlerdir. Statik elektriklenme ölçümleri yapılırken tarak silindirinin yüzey büyüklüğü, şerit düzgünlüğü, neps sayısı, tarak elemanlarının ne kadar lif yüklendiği gibi parametreler üzerinde çalışılmış ve aralarında ilişki kurulmuştur. Kumaş üzerinde oluşan statik elektriğin kumaş kalitesine ciddi etkisi olduğu ve düzgünlüğü kötü yönde etkilediği görülmüştür.

Kan ve Yuen (2008) yaptıkları çalışmada PES kumaşı plazma işlemi ile muamele ederek antistatik özelliklerini geliştirmeye çalışmışlardır. Düşük sıcaklıkta yapılan plazma işlemi ile kumaşın nem çekme oranında artış gözlemlenmiştir. Nem çekme oranlarındaki artış kaynaklı statik elektrik yüklenmenin azaldığı tespit edilmiştir.

Robins ve arkadaşları (1988) çalışmalarında spin finish verilen ve verilmeyen polyester liflerinde lif/metal ve lif/lif sürtünme katsayılarını ölçmüşlerdir. Spin finishin iplik üretim prosesleri esnasında homojen bir şekilde dağılmadığı zamanla adım adım bütün liflere dağıldığı tespit edilmiştir. Lif/lif sürtünmesinin liflerin mekanik özelliklerine bağlı olduğu li/metal sürtünmesinin ise sürtünen yüzeylerin sertliğine bağlı olarak değiştiği görülmüştür.

İplik üretim aşamasında elyaf makineler üzerinde hareket halinde iken lif/lif lif/metal sürtünmesi kaynaklı üzerinde statik elektrik birikmektedir. Statik elektrik oluşumu iplik hazırlama hattında elyafın ilerlemesini zorlaştırmakta hatta makinelerin durmasına sebep olmaktadır. Ayrıca bazı harmanlarda silindirlere sarma problemi meydana gelmektedir. Bu durum telef miktarının artmasına yol açmaktadır. Bu çalışmada; Oluşan statik elektriklenmeye sebep olan etkenlerin tespit edilmesi için bir statik elektrik ölçüm düzeneği oluşturulmuştur.

Geliştirilen ölçüm düzeneği ile çekim makinesi üzerinde hareket halindeki elyafta biriken statik elektriklenme miktarı ölçülmüştür. Böylece dinamik rejimde elyaf üzerinde biriken yük miktarı tespit edilerek iplik kalitesini olumsuz etkileyen statik elektriklenmenin bu yöntem kullanılarak harman karışımına ve makine hızına bağlı olarak değişimi incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

NSC marka GN6 Model çekme makinesi üzerinde yapılan statik elektriklenme ölçümlerinde kullanılan yün, polyester ve naylon liflerinin özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan Liflerinin Özellikleri

Yün	Form	Tops
	Renk	Ekru, Lacivert
	Ortalama lif uzunluğu	75 mm
	Lif inceliği	250.000 dtex
Polyester	Form	Tops
	Renk	Ekru, Gri
	Ortalama lif uzunluğu	76 mm
	Lif inceliği	2.4 dtex
Naylon	Form	Tops
	Renk	Ekru, Siyah
	Ortalama lif uzunluğu	75 mm
	Lif inceliği	2 dtex

Tablo 2’de Statik elektriklenme ölçümlerinde kullanılan şeritlerin uster düzgünlük değerleri gösterilmektedir.

Elyaf üzerindeki statik elektriklenme miktarını tespit etmek için elyaf çekme makinesi üzerinde hareket halinde iken Keithley 6517 yüksek özdirenç ölçüm kiti kullanılarak akım miktarı ölçülmüştür.

Statik elektriklenme ölçümlerinde kullanılan toppların elyaf rutubet oranları; yün/polyester harmanlar için % 6, %100 yün ve yün/naylon harman karışımlarında %14’ tür. İplik üretim esnasında verilen toplam harman yağı miktarları; %100 yün için %3, yün/naylon ve yün/polyester harmanlar için %1-1,5 ’dir. Ortam çalışma sıcaklığı ortalama 20,5 °C, ortalama bağıl nem değeri %66,7’dir.

2.2.Metot

Ölçüm düzeneği ile çalışmada harman tiplerinin statik elektriklenmeyi ne kadar etkilediğinin iplik üretim aşamasında elyaf sarmanın yoğun olduğu yün/naylon partilerde oluşan statik elektriklenme oranının ölçülmesi ve diğer partilerle kıyaslanması için üretim esnasında yüksek özdirenç ölçüm kiti kullanılarak statik elektriklenme kaynaklı oluşan akım miktarı ölçülmüştür. Oluşan statik elektriklenme miktarı yüzey yük yoğunluğu metoduna göre tespit edilmiştir. Buradaki temel prensip sürtünme dolayısıyla oluşan yükün oluşturduğu akımın belirlenmesidir. Böylece ölçülen I –akım şiddeti değerine ve şerit hareket hızı V –ye bağlı olarak, şerit üzerindeki elektriksel Q- yükü belirlenir.

$$Q=I/V \quad (1)$$

Oluşturulan ölçüm düzeneğinin makine üzerindeki fotoğrafları Şekil-1 ve Şekil-2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. Ölçümlerde Kullanılan Şeritlerin Uster Düzgünlük Değerleri

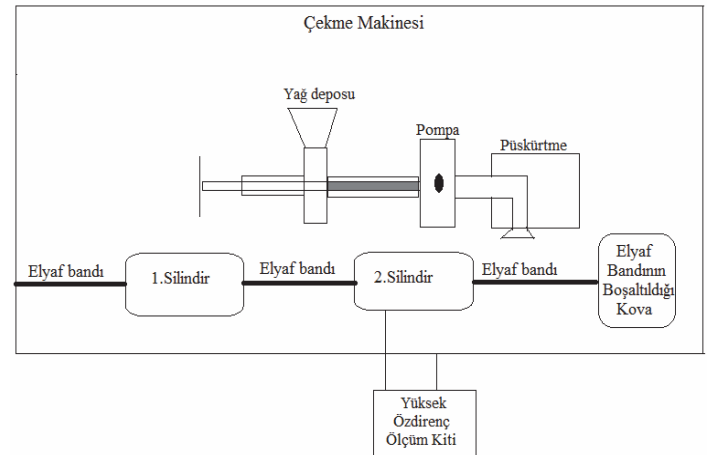
Harman karışımı	Ortalama U Değerleri (%)	Ortalama CV _m Değerleri (%)	1 metrede Ortalama CV _m Değerleri (%)	3 metrede ortalama CV _m Değerleri (%)	Index Değeri (I)
%100 Yün	2,76	3,40	1,32	1,14	7,14
%45/55 Yün/Polyester	4,85	6,01	1,40	0,84	15,26
%90/10 Yün/Naylon	2,76	3,42	1,34	1,17	7,30



Şekil 1. Çekim Makinesi



Şekil 2. Statik elektriklenme ölçüm düzeneği



Şekil 3. Statik elektriklenme ölçüm düzeneği

Çekme makinesi üzerinde elyaf hareket halinde iken Keithley 6517 yüksek özdirenç ölçüm kitinin elektrotlarından birinin elyafın temas ettiği çekim silindirlere birine temas ettirilmesi ve diğer elektrotunun makinenin şasesine bağlanması ile ölçümler alınmıştır.

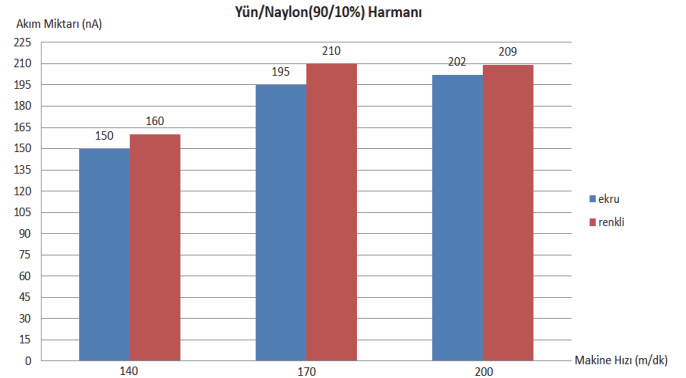
Yüksek özdirenç ölçüm kiti ile akım değerleri makine üzerinde üç farklı hızda, 3 farklı harman tipi ve her harman tipi için ekru ve renkli olmak üzere 2 farklı renkte ölçümler yapılmıştır. Ölçülen akım değerlerine göre harman tipinin, renginin, makine hızının ve rutubet değerlerinin statik elektriklenme üzerindeki etkisi incelenmiştir. Lif/lif, lif/metal sürtünmesi sonucu oluşan statik elektriklenme miktarı çok düşük seviyelerde olduğu için ölçülen akım değerleri nanoamper (nA) mertebesindedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Oluşturulan ölçüm düzeneği ile elyaf üzerindeki statik elektriklenme miktarı ölçüm sonuçları Tablo 3’de gösterilmiştir.

Yapılan ölçümlerde elyaf üzerinde biriken en yüksek akım miktarı 170 m/dk makine hızına göre yün/naylon harmanda 210 nA’dır. Triboelektriklenme serisine göre yün ve naylon lifleri sürtünme sonrasında pozitif elektrik yükleri ile yüklenmektedir. Her ikisi de aynı yük ile yüklendiği için statik elektriklenme miktarı diğer karışımlardan daha yüksektir.

Yün/Naylon (%90/10) karışımı elyafta makine hızına bağlı akım miktarı Şekil-4’de gösterilmektedir.



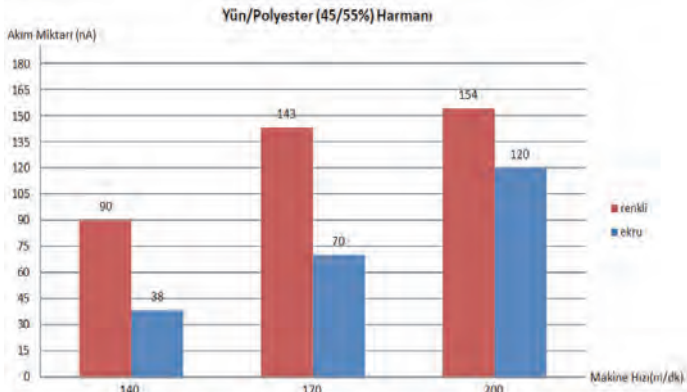
Şekil 4. Yün/Naylon (%90/10) karışımı elyafta makine hızına bağlı akım miktarı

%100 yün harman karışımı elyafta statik elektriklenme oranının yün/polyester karışımı elyafından daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Şekil-5, Şekil-6) %100 yün partilerde bütün lifler aynı yük ile yüklendiği için statik elektriklenme miktarının artmasına sebep olmaktadır.

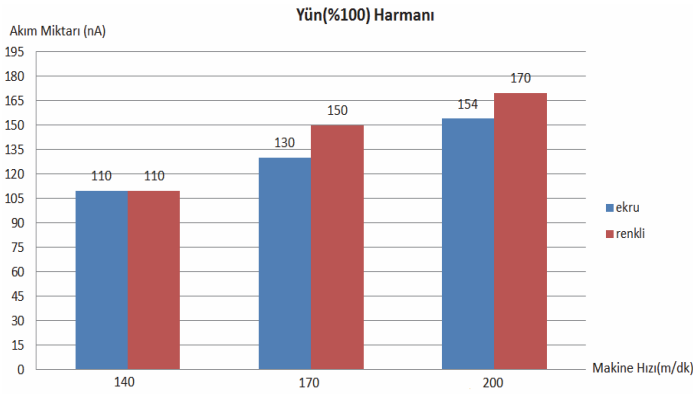
Yapılan ölçümler elyaf çekme makinesi üzerinde hareket halinde iken yapıldığı için ölçülen statik elektrik miktarına göre yağlama oranına anında müdahale edilmesini sağlamaktadır. Bu şekilde yağlama oranları optimize edilmiştir. Yağlama oranlarında standardizasyon için hareket halinde anlık ölçümün iplik hazırlama hattında üretim verimliliğini artırdığı tespit edilmiştir.

Tablo 3. Statik elektriklenme ölçüm sonuçları

Harman Karışımı	140 m/dk makine hızına göre akım miktarı (nA)	170 m/dk makine hızına göre akım miktarı (nA)	200 m/dk makine hızına göre akım miktarı (nA)
Yün/polyester (%45/55) Rutubet oranı: %6 Renkli	90	143	154
Yün/polyester (%45/55) Rutubet oranı: 6% Ekru	38	70	120
Yün (%100) Rutubet oranı: %14 Renkli	110	150	170
Yün (%100) Rutubet oranı: 14% Ekru	110	130	154
Yün/naylon (%90/10) Rutubet oranı: 14% Renkli	160	210	209
Yün/naylon (%90/10) Rutubet oranı: %14 Ekru	150	195	202



Şekil 5. Yün/Polyester (%45/55) karışımı elyafta makine hızına bağlı akım miktarı



Şekil 6. Yün (%100) karışımı elyafta makine hızına bağlı akım miktarı

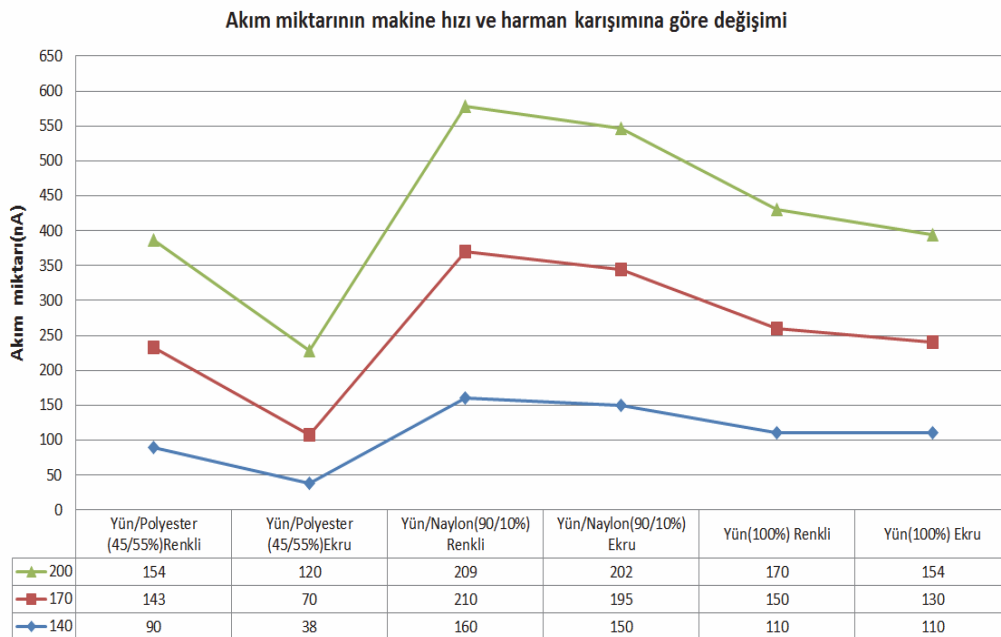
Ölçümler üç farklı makine hızında gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sonuçlarına göre makine hızı arttıkça lif/lif, lif/metal sürtünmesi arttığı için statik elektriklenme oranında artış olduğu görülmüştür.

Ayrıca iplik üretim hattında baştan sona doğru ilerledikçe elyaf üzerindeki harman yağının buharlaşması nedeniyle elyafın üzerindeki kirliliğin, makine üzerindeki silindirlere sarmanın, neps probleminin arttığı görülmüştür. Bu durum statik elektriklenmenin arttığını göstermektedir.

Her harmanda ölçüm sonuçlarına göre renkli partilerde statik elektriklenme miktarının ekru partilere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Boyama sonrasında elyaf üzerindeki nem oranında bir miktar artış olmasına rağmen nem uzaklaştıktan sonra elyaf üzerindeki boyanın taşıdığı yük miktarı kaynaklı statik elektriklenme miktarında da artış olduğu öngörülmektedir.

Ayrıca elyaf boyama esnasında liflerin yüksek basınç ve sıcaklığa maruz kalması kaynaklı mukavemet ve elastikiyet kaybı oluşması ve bu durumun elyafın iplik üretim hattında rahat ilerleyememesine ve kopuşların artmasına sebep olduğu görülmüştür. Kopuşların artması ile kısa lif miktarındaki artışın statik elektriklenme miktarındaki artışa sebep olmaktadır.

Ölçüm sonuçlarına göre elyaf sarmanın en fazla olduğu yün/naylon partide statik elektriklenmenin en yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Bu sonuca göre elyafın silindirlere sarma problemini kullanılan hammaddelerin tribo elektrik yüklenme özelliklerinin büyük oranda etkilediği görülmektedir. Liflerin tribo elektrik yüklenme serisi incelendiğinde (Şekil 7) yün ve naylonun lif/lif, lif/metal sürtünmesi sonucunda pozitif yüklendiği görülmektedir. Bu yüzden yün/naylon partilerde liflerin birbirini itmesi kaynaklı statik elektriklenme miktarının yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 7. Akım miktarının makine hızı ve harman karışımına göre değişimi

Şekil 7’de elyaf üzerinde biriken akım miktarının makine hızı ve harman karışımına göre değişimi gösterilmektedir. Makine hızı arttıkça statik elektriklenme miktarının da arttığı tespit edilmiştir. Kullanılan elyafın harman karışımının statik elektriklenme miktarında önemli bir etkisi olmaktadır. Kullanılan harman karışımına göre elyaf üzerindeki nem oranları belirlenmektedir. Ancak statik elektriklenme artışı göz önünde bulundurularak nem oranlarının daha hassas bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Sadece yağ oranını arttırmak belirli bir seviyeye kadar statik elektriklenme miktarında azalma gösterse de bir süre sonra liflerin birbirine yapışması, neps oranında artış ile iplik kalitesini olumsuz etkilemektedir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada; yün ve yün karışımı elyaf statik elektriklenmeyi etkileyen faktörler incelenmiştir. Elyaf, çekim makinesi üzerinde hareket halinde iken yüzey yük yoğunluğu ölçüm metoduna göre statik elektriklenme miktarı tespit edilmiştir.

Ölçüm sonuçlarına göre elyaf sarmanın en fazla olduğu yün/naylon partide statik elektriklenmenin en yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. %100 yün partide statik elektriklenme oranının yün/polyester partiden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Triboelektrik yüklenme serisine göre aynı yük ile yüklenen liflerin birbirini itmesi prensibine göre %100 yün ve Yün/naylon harmanlarda biriken yük miktarının yüksek olması beklenen bir sonuçtur.

Ayrıca ölçümler üç farklı makine hızında çalışılmıştır. Ölçüm sonuçlarına göre makine hızı arttıkça lif/lif ve lif/metal sürtünmesinin artmasından dolayı statik elektriklenme oranında artış görülmüştür.

Statik elektriklenme ölçümleri her harman için ekru ve renkli partilerde ayrı ayrı yapılmıştır ve statik elektriklenme miktarının renkli partilerde ekru partilere oranla daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum boyama ve diğer kimyasal işlemlerin elyaf üzerindeki statik elektrik miktarını arttırdığı göstermektedir. Renkli partilerde statik elektriklenme miktarını düşürmek için nem oranının ekru partilere oranla artırılması önerilmektedir.

Elyaf üzerinde statik elektriklenme miktarının tespitinin dinamik rejimde yapılabilmesi bu çalışmanın orijinal katkılarının biridir. Böylece yağlama miktarlarının doğru bir şekilde belirlenmesi, standardizasyonu sonucunda üretim verimliliğinin artırılması sağlanabilecektir.

Yünlü kumaş üreten işletmelerin iplik üretimi aşamasında harman yağı miktarını belirlerken makine hızına ve harman karışımına bağlı değişim gösteren statik elektriklenme miktarını dikkate almaları önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı (TEYDEB) tarafından 3151036 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Yazarlar, söz konusu destekten dolayı TÜBİTAK’a teşekkürü bir borç bilir.

KAYNAKLAR

1. Morton W.H., Hearle J.W.S., (1993), 'Physical Properties of Textile Fibers', The Textile Institute, UK.
2. Alhalabi K., (2010) 'Sentetik lif eğirmede antistatik yağ kullanımının araştırılması ve iplik kalite parametrelerinin optimizasyonu' Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü doktora tezi, Adana.
3. Onogi, Y., Sugiura, N., Nakaoka, Y., (1996), 'Dissipation of Triboelectric Charge Into Air From Textile Surfaces' Textile Research Journal, Vol.66(5):337-342.
4. Ma, B, Zheng, C., Sun, R., (2003), 'Physical Properties of Surface Oxidized Wool' Textile Research Journal, Vol. 73 (12): 1100-1102.
5. Alhalabi K. ve Sabır E. C., (2011), 'Anti Statik Yağın İplik Kalite Parametrelerine Etkisi', Ç.Ü. Müh. Fak. Dergisi, C.26, S. 2, ss 19-31.
6. Ercan, E., (2005), 'Method for Measuring Static Potential on Moving Fabrics' Msc, North Carolina State University, 90p.
7. Hao, H. W., Ting, K. K., Horng, L. G., Ting, S. Y., (2007), 'Investigation of Nonwoven Carding Process with the Application of Static Electricity to Various Fibres and Process Parameters' Fibres & Textiles in Eastern Europe, Vol. 15 (1): 76-81.
8. Kan, C. W. and Yuen, C. W. M., (2008), 'Static Properties and Moisture Content Properties of Polyester Fabrics Modified By Plasma Treatment and Chemical Finishing', Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions With Materials and Atoms, Vol. 266(1).
9. Robins, M. M., Rennell, R. W., and Armell, R. D., (1988), 'The Friction of Polyester Staple Fibres: The Effects of Speed, Processing, Spin Finish, Humidity, and Counterface-Surface Roughness', Journal of The Textile Institute, Vol. 79(1):126-139.