

Anti Statik Yağın İplik Kalite Parametrelerine Etkisi*

Khalil ALHALABI^{†1}, Emel Ceyhun SABIR¹

¹Çukurova Üniversitesi, Müh. Mim. Fakültesi, Tekstil Müh. Bölümü, Adana

Özet

Bu çalışmada Taguchi L4 deney düzeni kullanılarak sentetik lif eğirmede statik elektriklenme problemini engellemek amacıyla kullanılan yağlayıcı maddenin ring iplik kalite parametrelerine etkisi incelenmiştir. İki seviyeli olmak üzere iki faktör; liflerin sürtünme nedeniyle meydana gelen statik elektriklenme seviyesi ve yağlayıcı madde miktarı dikkate alınmıştır. Çalışmada, (statik elektriklenme seviyesi×yağlayıcı madde miktarı)'nın etkileşimi de incelenmiştir. Polyester (PES) elyaftan Ne24 numara ring iplik numuneleri üretilmiş olup iplik kalite parametreleri tespit edilmiştir. İplik numunelerinin üretiminde statik elektriklenme, tarak prosesinde, Statometer II cihazı yardımıyla BS7506-2 standarda göre ölçülmüştür. Çalışmada statik elektriklenme seviyesi, iki farklı tarak hızı kullanılarak ayarlanmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizinde Minitab 14 paket programı kullanılmıştır. Taguchi Metodu ile optimum iplik kalite parametrelerini yapacak statik elektriklenme seviyesi ve yağlayıcı madde miktarı tespit edilmiş ayrıca bu iki faktörün iplik kalite parametreleri üzerindeki etkileşimli etkisi de tespit edilebilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Polyester, Statik Elektriklenme, İplik, Anti statik yağ, Taguchi metodu

The Effect of Antistatic Material on Yarn Quality Parameters

Abstract

In this article the effect of antistatic material used to avoid static electricity problem specially in synthetic fibers spinning on ring yarn quality parameters was investigated by Taguchi L4 orthogonal array. Two factors with two levels; the level of static electricity generated due to fiber friction and the amount of antistatic material applied to fibers was taken into account. (Static electricity level×amount of antistatic material applied to fibers) interaction was also discussed. Ne24 ring yarn samples have been spun from polyester fibers and their quality parameters were determined. In production of yarn samples, static electricity was measured at carding process according to BS 7506-2 by using Statometer II device and its level was adjusted by selecting two different carding speeds. Minitab 14 software program was used to evaluate the results statistically. By using the Taguchi method the static electricity level and the antistatic material amount that enable to obtain optimum yarn quality parameters were determined. Moreover the effect of these two factors interaction on yarn quality parameters could also be determined.

Key words: Polyester, Static Electricity, Yarn, Antistatic material, Taguchi method

* Bu makale, “%100 Pes Ring İplik Üretiminde Statik Elektriklenmenin ve Anti Statik Yağın İplik Kalite Parametrelerine Etkisinin Taguchi Yöntemiyle Araştırılması”, adıyla 27-29 Nisan 2011’de, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi’nde düzenlenen V. Ulusal Tekstil Boya ve Kimyasalları Kongresi’nde sözlü olarak sunulmuştur ancak kongrenin bildiriler kitabı basılmayacaktır.

[†] Yazışmaların yapılacağı yazar: Emel Ceyhun Sabır, Çukurova Üniversitesi, Müh. Mim. Fakültesi, Tekstil Müh. Bölümü, Adana. emelc@cu.edu.tr

1. GİRİŞ

Tekstil maddesi olarak büyük miktarda kullanılan sentetik liflerin pamuk gibi doğal liflerden farklı olarak elektrik iletkenlikleri çok düşüktür. Böylece sentetik lifler içeren tekstil mamulleri işlendiğinde sürtünmeler nedeniyle; Örneğin eğirmedeki Lif/Lif ve Lif/Metal sürtünmeleri, lifler üzerindeki biriken yükler statik elektriklemeye neden olur.

Bilindiği gibi aynı cins yükler birbirlerini iter ve farklı cins elektrik yükler birbirlerini çekerler. Bunun sonucunda aşağıdaki sorunlar ortaya çıkmaktadır:

1. Çekim esnasında şeritteki lifler taşıdığı yüklerle göre birbirini ya iter ya da çekerler ve bunun sonucunda çıkan şerit düzgünlüğü kötüleşir.
2. Yüklü liflerin birbirini itmesi ya da çekmesi nedeniyle iplikteki lif düzeni bozulur ve sonuç olarak üretilen iplik düzgünlüğü kötüleşir ve iplikteki hatalar artar.
3. Statik elektriklenme lif göçmesine neden olur. Çünkü iplik üretim süresince yüklü liflerin birbirini itmesi sebebiyle bir lif veya filament iplik eksenine göre yer değiştirecektir.
4. Eğirme makinesinde, yüklü iplik ile iplik kılavuzu ve yüklü iplik ile kopça arasındaki sürtünme kuvveti normal sürtünme kuvvetinden fazla olduğundan dolayı üretilen ipliğin tüylülüğü daha fazla olacaktır.
5. Dokumada yüklü çözgü iplikleri leventlere sarıldığında karışık hale gelmektedir. Kumaş oluştururken çözgü ile atkı ve iplik ile dokuma makinesi arasındaki sürtünmeden dolayı da statik elektriklenme meydana gelmektedir ve kumaş kalitesine olumsuz olarak etki etmektedir. Kumaştaki ipliklerin tüylülüğünün artmasıyla boncuklanma artar ve sonuç olarak kumaşın görünümü bozulur.

Böylece tekstil mamullerinin kalite parametrelerine olumsuz yönde etki eden statik elektriklenmenin kaldırılmasında önemli kazançlar elde edilecektir. Ancak tekstilde, baskı ve non-woven tarak prosesindeki gibi, statik elektriklenmenin karakteristiklerinden faydalanabilir. Non-wovende tarak bandındaki lif hareketini kontrol etmek amacıyla statik elektriklenme uygulanarak tarak faaliyeti ve tarak bandının düzgünlüğünü iyileştirilmiştir [1].

Statik elektriklenmeyi ortadan kaldırmak amacıyla farklı isimlerle bilinen; harman yağı, anti stat, spinfinish ve yağlayıcı madde gibi özel yağlar kullanılmaktadır. Bu yağların kullanım oranları tekstil materyalinin harmandan son mamule kadar kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. Bu konu bazı araştırmacılar tarafından da incelenmiştir. Acer ve ark., yaptıkları çalışmada hava jet tekstüre prosesinde hava akımı, nemlendirme ve spin finishin rolü incelenmiştir. Yaş tekstürede, iplik yüzeyindeki spin finish miktarının azaltılmasıyla filamentler arasındaki statik friksiyon artar böylece iplik karışıklığı sağlanmış olur [2]. Taşcan ve Demir, polipropilen BCF (bulked continuous filament) halı ipliği üretim teknolojisini ve özelliklerini incelemişlerdir. İplik üretim hattı boyunca polimer, düzelerden çıkıp soğutma kanallarında filament halini aldıktan sonra, filamentlere farklı miktarlar yağ (spinfinish) uygulanmıştır. %0.6 yağ uygulandığında kopma uzaması %30 civarına kadar inmiş buna karşın özgül mukavemet ise artmıştır. %1.5 yağ miktarında hem özgül mukavemet hem de uzama miktarı artmıştır. En iyi kıvrım %1.5 yağ eklendiğinde görülmüştür [3]. Postman, çalışmasında spin finishlerin tanımı, hangi özelliklere sahip olması, hangi bileşimlerden oluşurması, nasıl kullanılması gerektiğinden bahsedilmiştir [4].

İplik işletmelerinde elde edilecek iplik kalite seviyesi yüksek istenmektedir. Bunun için uygun proses şartlarının bulunması amaçlanmaktadır. Bu amaçla birçok yöntem mevcuttur. Ancak son yıllarda endüstride değişik alanlarda ve karar verme amacı ile Taguchi Metodu kullanılıp başarılı sonuçlar alınmasına yardımcı olmuştur. Taguchi metodu, üründe ve prodeste, değişkenliği oluşturan ve kontrol edilemeyen faktörlere karşı, kontrol edilebilen faktörlerin düzeylerinin en uygun kombinasyonunu seçerek, ürün ve prodesteki değişkenliği en aza indirmeye çalışan bir deneysel tasarım metodudur [5]. Taguchi Yöntemi sinyal gürültü oranı (S/N) kullanarak yanıt değişkeninin hem ortalaması hem de varyansı ile ilgili bilgilere yoğunlaşmaktadır. Bu yöntem kullanılarak elde edilen en iyi faktör/seviye kombinasyonu, yanıt ortalamasını hedef değerine taşıırken; bir yandan da değişkenliğinin azaltılmasını sağlar [6].

Taguchi, çok değişkenli deneyleri az sayıda deneme ile gerçekleştirme için Ortogonal Dizilerden (OD) yararlanmaktadır. OD'in kullanılması, çalışılacak deneyin büyüklüğünü önemli ölçüde azaltmaktadır. Taguchi ile tam faktoriyel tasarımı yapılacak deney sayısının azaltılması aşağıdaki Tablo 1'de gösterilmiştir. Tabloda ortogonal dizi L harfiyle ifade edilirken L'den sonraki sayı ise deneme sayısını göstermektedir

Tablo 1. Taguchi İle Tam Faktoriyel Tasarım Deney Sayısı Bakımından Arasındaki Fark

Ortogonal Dizi	Faktör ve Seviye Sayısı	Tam Faktöriyel Tasarım Deneme Sayısı
L4	3 faktör 2 seviyeli	8
L8	7 faktör 2 seviyeli	128
L9	4 faktör 3 seviyeli	81
L16	15 faktör 2 seviyeli	32768
L27	13 faktör 3 seviyeli	1594323

Taguchi, kaliteyi sağlamak için yapılan faaliyetleri iki bölüme ayırmaktadır:

1. On-Line Kalite Kontrol: Ürünün üretimi aşamasında ve üretim sonrasındaki kalite faaliyetlerini kapsar.
2. Off-Line Kalite Kontrol: Ürün üretilmeden önce yapılan kalite geliştirme çalışmalarıdır. Pazar araştırması ile başlar ve ürün ve proses geliştirme ile devam eder. Burada kalite sağlama aşaması olarak, üç adım halinde, Sistem Tasarımı, Parametre Tasarımı ve Tolerans Tasarımı olarak tanımlanmaktadır [7].

Taguchi metodunun, çeşitli alanlarda elde edilen başarılı sonuçları nedeniyle tekstilde de uygulama yaygınlaşmıştır. Salhotra, Ishtiaque ve Kumar'ın çalışmalarında Taguchi metoduyla eğirme prosesi analiz edilmiştir. Birinci çalışmada; Taguchi ve varyans analizi metoduyla eğirmenin farklı aşamalarındaki çekimin lif oryantasyonuna, şerit ve fitil mukavemetine etkisi incelenmiştir. İkinci çalışmada; farklı eğirme sistemiyle; ring, rotor ve hava jetli, üretilmiş ipliklerde farklı aşamalarındaki çekimin iplikteki lif düzenine ve dizilişine etkisi Taguchi metoduyla incelenmiştir. Üçüncü çalışmada, Taguchi metodu, varyans analizi ve

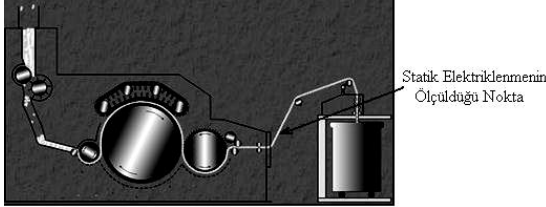
regrasyon model kullanılarak eğirmenin proses değişkenlerinin ring, rotor ve hava-jetli ipliğin migrasyon parametrelerine etkisi araştırılmıştır. Dördüncü çalışmada; migrasyon testine hazırlanmış ring, rotor ve hava jetli ipliklerin gerilim özellikleri incelenmiştir. Ayrıca eğirme makinesindeki çekimin iplik kopma mukavemetine ve iplik kopma uzamasına etkisi incelenmiştir. Beşinci çalışmada ise Taguchi metodu ve varyans analizi kullanılarak eğirmenin proses değişkenlerinin ring, rotor ve hava-jetli ipliğin fiziksel özelliklerine etkisi incelenmiştir [8,9,10,11,12]. Cheng ve Li'nin, çalışmasında L16 ortogonal dizi yardımıyla farklı eğirme parametrelerinin jet ve ring ipliğin tüylülüğüne etkisinden bahis edilmiştir. Ayrıca farklı lif materyal için optimum eğirme şartları değerlendirilmiştir [13]. Zeydan, çalışmasında artificial neural network ve Taguchi metodu yardımıyla jakarlı dokuma kumaşın mukavemetinin modellenmesi araştırmıştır. Kumaş mukavemetini maksimum yapacak optimum lif, iplik ve kumaş parametreleri tayin edilmiştir. Ayrıca iki yöntemle elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır [14].

Bu çalışmada ring eğirme sistemiyle üretilen 100% polyester iplik kalite parametreleri ile harman hazırlamasında verilen anti statik yağ miktarı arasındaki ilişki Taguchi metoduyla incelenip her faktörün optimum seviyesi bulunmaya çalışılmıştır. Çalışmada ortaya çıkan statik elektriklenme seviyesi de kontrol edilebilen faktör olarak alınmıştır.

Problem İçin Uygun Ortogonal Dizinin Seçimi

Çalışmada uygun ortogonal diziyi seçmek amacıyla öncelikle faktör grubunun toplam serbestlik derecesine bakılmıştır. Toplam serbestlik derecesi dizilerden hangisine uygunluk sağlıyorsa o tercih edilmiştir. Faktör grubunun toplam serbestlik derecesi; gruptaki tüm faktörlerin ve etkileşimlerin ayrı ayrı serbestlik dereceleri toplamıdır. Serbestlik derecesi hangi dizinin deneme sayısına uygun düşüyorsa o tercih edilecektir. Toplam serbestlik derecesi en fazla, seçilecek olan dizinin deneme sayısından bir eksik olabilir [15]. Çalışmada harmana yağlayıcı madde (anti statik yağ+su karışımı) verildikten sonra belli bir süre bekletilmiştir. Ondan sonra iplik üretimi

başlanmıştır. Elyaf taraktan geçince sürtünmelere maruz kaldığından dolayı taraktan çıkan şerit yüklü olmuştur. Tarakta statik elektriklenmenin ölçüldüğü nokta Şekil 1.'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Tarak Makinesinde Statik Elektriklenmenin Ölçüldüğü Nokta

Proses hızının artmasıyla lifler fazla sürtünme seviyelerine maruz kalacaktır. Böylece meydana gelen yük miktarı artacaktır [16]. Çalışmada tarak hızı değiştirilirse statik elektriklenme seviyesinin değişeceği düşünülmüştür. Burada bu faktör iki seviyeli olarak incelenecek olup, bu seviyeler düşük ve yüksek şeklinde ifade edilmiştir. Kullanılacak yağlayıcı madde miktarı da iki seviyeli faktör olarak incelenecektir;

Çalışmada bazı faktör etkileşimleri önemlidir. Bunun için ortogonal dizisinde yer alması gerekmektedir. Burada (Statik elektriklenme seviyesi×kullanılacak yağlayıcı madde miktarı) etkileşimi incelenecektir. Böylelikle bu çalışma için faktör grubunun toplam serbestlik derecesi üçe eşittir ve bu nedenle bu probleme en uygun ortogonal dizi L4 olacaktır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışmada Ne24 ring ipliği üretilmiştir. İplik üretiminde son yıllarda çeşitli alanlarda tercih edilen, pazarda daha sık kullanılan ve statik elektriklenmeyi çok gören 1.6 dtex inceliğinde, 38 cm uzunluğunda ve siyah renkte Polyester elyafı kullanılmıştır. Harman hazırlamasında el pompasıyla, ticari olarak bilinen Spirafil LCS anti statik yağı su ile karıştırıldıktan sonra elyafa verilmiştir. Tarak şeridi üzerindeki yük miktarı veya statik elektriklenme seviyesini ölçmek amacıyla Statometer model 7209 cihazı kullanılmıştır. Elde edilen iplik kalite parametreleri PROWHITE-PMT-08-B2 ve Uster Tester 3 cihazıyla ölçülmüştür.

2.2. Metot

Seçilen harmana yağlayıcı madde iki farklı miktarda uygulanıp ring eğirme sistemiyle Ne24 iplikler üretilmiştir. Yağlayıcı madde belli oran su ile karıştırıldıktan sonra el pompa vasıtasıyla püskürtülerek harmana atılıp harman 19 saat bekletilmiştir. Elyaf işlendiğinde hem birbirlerine hem de elyaf ile makine parçaları arasında sürtünme nedeniyle meydana gelen statik elektriklenme, tarak şeridi üzerindeki yüklerin yarattığı elektriksel alan ölçülmesiyle tespit edilmiştir. Bu statik elektriksel alan BS 7506-2 standarda göre aşağıdaki Şekil 2'de verilen Statometer model 7209 cihazı aracılığıyla ölçülmüştür.



Şekil 2. Statometer Cihazı Model 7209

Elde edilen ipliğin fiziksel ve mekanik parametreleri (mukavemet ve uzama) PROWHITE-PMT-08-B2 cihazıyla ölçülürken diğer parametreleri (düzgünsüzlük ve iplikteki hatalar) ise Uster Tester 3 cihazıyla ölçülmüştür. İplik kalite parametreleri tespitinde her deneyden 10 adet test yapılmıştır. İplik numuneleri laboratuarda standart hava koşullarında 24 saat bırakılarak kondisyonlanmıştır.

Taguchi Deneysel Tasarımı metodunda kalite karakteristiklerinin ölçülmesinde ve değerlendirilmesinde kullanılan ölçüt, ölçülmek istenen sinyalin (S), gürültü faktörüne (N) oranıdır. Sinyal değeri sistemin verdiği ve ölçülmek istenen gerçek değeri, gürültü faktörü ise ölçülen değer içerisindeki istenmeyen faktörlerin payını temsil eder. Taguchi, 60'ın üzerinde S/N oranından bahsetmektedir [17]. En çok bilinen üç tanesi [18]:

1. Düşük değer iyi (hedef en düşük değere ulaşmaktır).

Bu yaklaşıma göre iplik tüylülüğü, iplik düzgünsüzlüğü ve iplik hataları incelenmelidir.

Matematiksel olarak S/N oranı formu 1'den hesaplanabilir.

$$\frac{s}{N} [dB] = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right] \quad (1)$$

n : ortogonal dizisindeki deney sayısı
 y_i : ölçülen kalite parametresi

2. Yüksek değer iyi (hedef en yüksek değere ulaşmaktır)

Bu yaklaşıma göre iplik mukavemeti, yırtılma mukavemeti ve dikiş kayması incelenmelidir. Matematiksel olarak S/N oranı formu 2'den hesaplanabilir:

$$\frac{s}{N} [dB] = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 1/y_i^2 \right] \quad (2)$$

3. Nominal değer iyi (hedef nominal bir değere ulaşmaktır)

Bu yaklaşıma göre boyut ve nem gibi incelenmelidir. Matematiksel olarak S/N oranı formu 3'den hesaplanabilir:

$$\frac{s}{N} [dB] = 10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{y}^2 / s^2 \right] \quad (3)$$

\bar{y}^2 : gözlenen verilerin ortalaması
 s^2 : varyasyon

Taguchi metodunda değişkenliğin kaynağı olan faktörleri; kontrol edilebilir ve kontrol edilemez değişkenler (gürültü faktörleri) olarak ikiye ayırmıştır. Bu çalışmada kontrol edilebilen faktörler; statik elektriklenme seviyesi ve anti statik yağ miktarı olarak alınmıştır. Statik elektriklenme faktörü tarak hızının değiştirilmesiyle kontrol edilmiştir. Bu faktörler Tablo 2.'de verilmiştir.

Tablo 2. Çalışmada İncelenecek Faktörler ve Her Faktörün Seviyesi

Faktör	Açıklama	Seviye
A	Statik elektriklenme seviyesi (tarak makinesi üretim hızı, m/dak.)	Düşük Yüksek (50) (100)
B	Kullanılacak anti statik yağ miktarı (g)	300* 450*

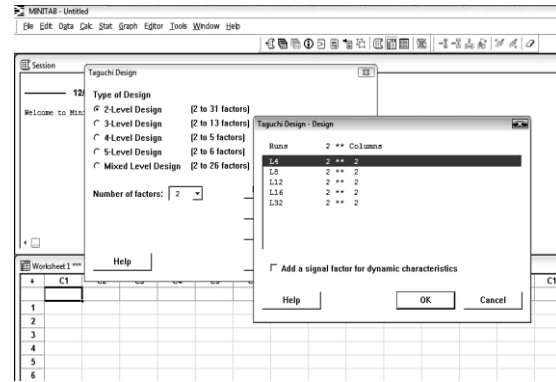
* yağ miktarı 10 litre su ile karıştırılarak bir ton elyafa verilecek miktardır.

Çalışmada kullanılacak Taguchi L4 deney tasarımı aşağıdaki Tablo 3.'te verilmiştir.

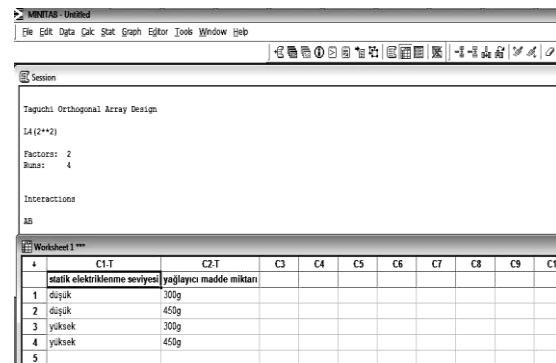
Tablo 3. Taguchi L4 Deney Tasarımı

Deney No	A Faktör	B Faktör
1	1	1
2	1	2
3	2	1
4	2	2

İstatistiksel veri analizi Minitab 14 programı yardımıyla yapılmıştır. Minitab ortamında faktör sayısına ve seviyelere göre uygun ortogonal dizisinin nasıl seçildiği Şekil 3.'te gösterilmiştir. Yapılan dört farklı deneme ise Şekil 4.'te verilmiştir.



Şekil 3. Minitab İle Çalışmanın Ortogonal Dizisinin Seçimi



Şekil 4. Çalışmada Yapılan Dört Farklı Denemenin Minitabla Görünümü

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE DEĞERLENDİRME

İplik üretiminde her deney için meydana gelen statik elektriklenme tarak prosesinde Statometer model 7209 cihazıyla BS7506-2 standarda göre

ölçülmüştür. Her deney için 5 farklı ölçüm yapılmıştır. İpliklerin üretildiği işletmedeki hava koşulları standart hava koşullarından farklı olduğundan dolayı nem ve sıcaklık sürekli kayıt edilmiştir ve mümkün olduğu kadar bütün iplik numuneleri aynı hava koşulları altında üretilmiştir. Çalışmada statik elektriklenme seviyesinin

farklılığı tarak hızının değiştirmesiyle ayarlanmıştır. Bunlar iki farklı tarak hızı olup; 50m/dk ve 100m/dk seçilmiştir. Elde edilen statik elektriklenme ortalama değerleri ve ölçüm yapılırken kayıt edilen nem ve sıcaklık ortalama değerleri aşağıdaki Tablo 4.'da verilmiştir:

Tablo 4. Yapılan Deneylerin Statik Elektriklenme ve Kayıt Edilen Hava Koşulları Ortalama Değerleri

Deney No.	Kullanılacak Faktörler ve Seviyeleri	Ortalama Sıcaklık °C	Ortalama Bağıl Nem %	Statik Elektriklenme Ort. Değerleri [kV/m]
1	A(1):düşük statik elektriklenme seviyesi (50m/dak. tarak hızına tekabül eden), B(1):300 g	19.5	47.8	+6.01
2	A(1):düşük statik elektriklenme seviyesi (50m/dak. tarak hızına tekabül eden), B(2):450 g	17.5	35.9	+12.50
3	A(2):yüksek statik elektriklenme seviyesi (100m/dak. tarak hızına tekabül eden), B(1):300 g	19.6	29.5	+25.38
4	A(2):yüksek statik elektriklenme seviyesi (100m/dak. tarak hızına tekabül eden), B(2):450 g	18.8	40	+9.47

Proses hızının artmasıyla lifler fazla sürtünme seviyelerine maruz kaldığında meydana gelen statik elektriklenme artmıştır. Morton ve Hearle de benzer bir sonuç elde etmiştir [16]. Ancak deney 2'de tarak hızı düşük olmasına rağmen statik elektriklenmenin az miktarda yüksek çıktığını bulunmuştur. Bunun muhtemel sebebi; deney 2 yapılırken hava koşulları diğer deneylere göre (deney 3 hariç) daha azdır. Statik elektriklenme veya statik elektriklenmenin yarattığı elektriksel alan, bazı cihazlar yardımıyla yüklü yüzeyinden 100mm uzaklıkta ölçülmektedir[19]. Ancak çalışmada kullanılan cihazın özelliği gereği elektriksel alan, tarak şeridinden 30 mm uzaklıkta ölçülmesi gerekmektedir [20].Böylece çalışmada elde edilen statik elektriklenme değerlerinin, Stock ve GmbH'nin [21] çalışmasında bulunduğu değerden; 5-6kV/m büyük ölçmede daha fazla

olduğu elde etmiştir. Bununla birlikte işletmedeki hava koşulları istenen standart hava koşulları farklı olduğu için elde edilen statik elektriklenme değerlerinin yüksek çıktığı görülmüştür.

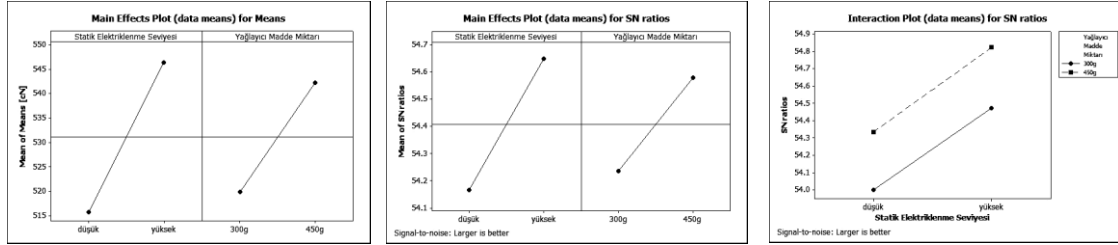
3.1. İplik Kopma Kuvveti, F[cN]

Minitab paket programı kullanılarak elde edilen iplik kopma kuvveti en yüksek istendiği için deneylerin sonuçları "yüksek değer iyi" yaklaşımıyla analiz edilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki Tablo 5.'de verilmiştir. Tabloda, F1,F2...F10, kuvvet ölçüm sonuçlarını, SNRA, sinyal-Gürültü oranını, MEAN ise ortalama iplik kopma kuvvetini göstermektedir.

İplik kopma kuvveti için ortalamaların sonuçları ve kontrol faktörlerinin S/N oranları aşağıdaki Şekil 5.'de gösterilmiştir.

Tablo 5. İplik Kopma Kuvveti İçin Elde Edilen Sonuçlar

Faktör A, Statik Elektriklenme Seviyesi	Faktör B, Yağlayıcı Madde Miktarı	F1 [cN]	F2 [cN]	F3 [cN]	F4 [cN]	F5 [cN]	F6 [cN]	F7 [cN]	F8 [cN]	F9 [cN]	F10 [cN]	SNRA1 [dB]	MEAN1 [cN]
1	1	435	527	465	483	481	521	590	532	545	485	53.9982	506.4
1	2	572	486	496	512	587	462	524	504	574	535	54.3339	525.2
2	1	546	555	507	576	469	502	494	522	581	583	54.4743	533.5
2	2	566	475	636	598	579	487	618	573	485	578	54.8241	559.5



Şekil 5. İplik Kopma Kuvveti İçin Ortalamaların Sonuçları ve Kontrol Faktörlerinin S/N Oranları

Yüksek iplik kopma kuvvetinin ortalama değerleri her faktör ayrı ayrı dikkate alındığında yüksek statik elektriklenme seviyesi ve 450g yağ kullanılarak elde edilmiştir. Yapılan optimizasyona göre maksimum iplik kuvvetinin olduğu seviyeler, 100m/dk tarak hızına tekabül eden yüksek statik elektriklenme seviyesi ve yağlayıcı madde miktarı 450g'dır. Ayrıca iki faktör etkileşiminin iplik kopma kuvvetine etkisi görülmemiştir.

Analiz sonucunda, çalışmada seçilen iki faktörün her seviyesi için S/N oranı hesaplanmıştır. Belirlenen en yüksek sinyal/gürültü oranı en iyi deney sonucuna işaret eder. Ayrıca faktörlerden hangisinin iplik kalite parametresine etkisi daha önemli olduğu da tespit edilmiştir. İplik kopma kuvveti için optimum parametre seviyesi ve faktörün önemi aşağıdaki Tablo 6.'da (response table) verilmiştir. Tabloda optimum seviye (*) ile işaretlenmiştir.

Tablo 6. Kopma Kuvveti İçin Optimum Parametre Seviyesi ve Faktörün Önemi

Faktör	Seviye	Statik Elektriklenme Seviyesi için S/N oranı	Yağlayıcı Madde Miktarı için S/N oranı
1	54.17	54.24	
2	54.65 ^(*) (yüksek statik elektriklenme seviyesi)	54.58 ^(*) (450 g yağ)	
Fark	0.48	0.34	
Sıra (faktörün önemi)	1	2	

Doğrulama Testi

Taguchi metoduna göre, optimal sonuçları verecek parametrelerin tahmininden sonra, optimizasyonda son aşama olarak doğrulama deneyleri yapılmakta ve yapılan optimizasyonun doğruluğu test edilmektedir. Optimum faktör seviyeleri için tahmin edilen S/N oranı aşağıdaki formül (4) ile hesaplanabilir [18] :

$$\eta_0 = \eta_m + \sum_{i=1}^j (\eta_i - \eta_m) \quad (4)$$

η_0 : Optimum faktör seviyeleri için S/N oranı

η_m : Bütün deneyler için ortalama S/N oranı

j : Optimum faktörlerin sayısı

Çalışma için $\eta_m = 54.41$ dB;

$$\eta_0 = S/N_0 = \eta_m + (\eta_{A2} - \eta_m) + (\eta_{B2} - \eta_m)$$

$$\eta_0 = 54.41 + (54.65 - 54.41) + (54.58 - 54.41) = 54.82 \text{ dB}$$

Yapılan deneylerden bir tane başlangıç tasarımı olarak seçilir ve seçilen tasarımın S/N_0 oranı ile optimum tasarımın S/N_0 oranı arasındaki fark (d) bulunur;

$$d = (S/N_0) - (S/N_0) = -10(\log L_0) - 10(\log L_0) \quad (5)$$

Optimum faktör seviyeleri kullanılarak elde edilecek iyileştirme oranı [22]:

$$L_0/L_0 = 10^{d/10} \quad (6)$$

Birinci deney başlangıç tasarımı olarak seçilmiştir. Bu deney için $S/N_0 = 53.9982$ dB

Böylece:

$$d = (S/N_0) - (S/N_0) = 54.82 - 53.9982 = 0.83 \text{ dB}$$

Elde edilecek iyileştirme oranı:

$$L_0/L_0 = 10^{d/10} = 10^{0.93/10} = 1.21 \text{ kat}$$

Doğrulama testine göre; Taguchi yöntemiyle tespit edilen optimum faktör seviyeleri altında üretilen iplik kopma kuvvetinin başlangıç tasarımı faktörleri altında üretilen iplik kopma kuvvetine oranı 1.21'e eşittir.

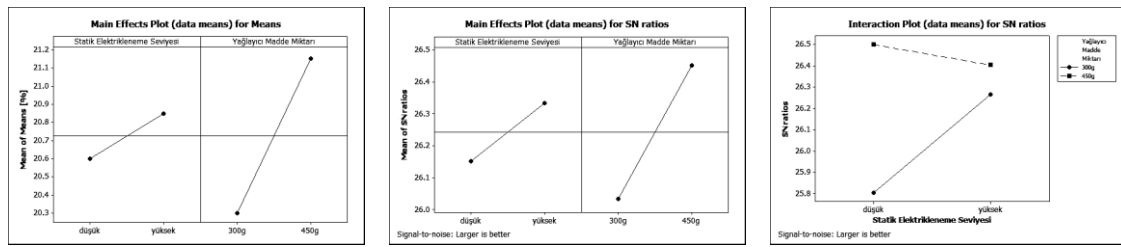
3.2. İplik Kopma Uzaması (E%)

İplik kopma uzamasının sonuçları da "yüksek değer iyi" yaklaşımıyla analiz edilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki Tablo 7.'de verilmiştir. İplik kopma

uzaması için ortalamaların sonuçları ve kontrol faktörlerinin S/N oranları aşağıdaki Şekil 6.'da gösterilmiştir.

Tablo 7. İplik Kopma Uzaması İçin Elde Edilen Sonuçlar

Statik Elektriklenme Seviyesi	Yağlayıcı Madde Miktarı	E1 %	E2 %	E3 %	E4 %	E5 %	E6 %	E7 %	E8 %	E9 %	E10 %	SNRA1 [dB]	MEANI %
1	1	14	21	21	19	20	22	21	21	21	20	25,8044	20,0
1	2	22	20	21	20	22	21	21	20	22	23	26,4992	21,2
2	1	20	20	20	21	20	21	21	21	22	20	26,2642	20,6
2	2	22	20	24	21	21	19	22	22	18	22	26,4031	21,1



Şekil 6. İplik Kopma Uzaması İçin Ortalamaların Sonuçları ve Kontrol Faktörlerinin S/N Oranları

İplik kopma uzamasının, yüksek statik elektriklenme seviyesinde elde edilirken yağlayıcı madde faktörü dikkate alındığında 450 g yağ atıldığı zaman en yüksek çıktığı bulunmuştur. Analiz sonucunda, iki faktörün her seviyesi için S/N oranı hesaplanarak hem optimum parametre seviyesi hem de faktörün iplik kopma uzamasına etkisi tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Tablo 8.'de verilmiştir. Ayrıca Şekil 6.'de görüldüğü gibi iki faktör etkileşimi incelendiğinde 450g yağ atıldığı zaman (300g'a göre) her iki statik elektriklenme seviyesinde daha iyi deney sonucu vermiştir. Burada yağlayıcı madde faktörü statik elektriklenme faktörüne göre daha önemli ve iki faktörün etkileşiminden statik elektriklenme seviyesi için yüksek ve yağlayıcı madde miktarı için 450g seçilmelidir. Tabloda optimum seviye (*) ile işaretlenmiştir.

Tablo 8. Kopma Uzaması İçin Optimum Parametre Seviyesi ve Faktörün Önemi

Faktör	Seviye	Statik Elektriklenme Seviyesi için S/N oranı	Yağlayıcı Madde Miktarı için S/N oranı
1		26.15	26.03
2		26.33 (*yüksek statik elektriklenme seviyesi)	26.45 (*450 g yağ)
Fark		0.18	0.42
Sıra(faktörün önemi)		2	1

Doğrulama Testi

Optimum faktör seviyeleri için tahmin edilen S/N oranı formül (4) ile hesaplanabilir:

İplik kopma uzaması için $\eta_m = 26.24$ dB

$$\eta_0 = S / N_0 = \eta_m + (\eta_{A2} - \eta_m) + (\eta_{B2} - \eta_m)$$

$$\eta_0 = 26.24 + (26.3 - 26.24) + (26.45 - 26.24) = 26.54$$
 dB

Birinci deney başlangıç tasarımı seçilerek (bu deney için $S/N_0 = 25.80$ dB);

$$d = (S/N_0) - (S/N_0) = 26.54 - 25.80 = 0.74$$
 dB

Elde edilecek iyileştirme 6 no'lu formülle hesaplanabilir:

$$L_0 / L_0 = 10^{d/10} = 10^{0.074} = 1.18$$
 kat

İplik kopma uzaması için Taguchi yöntemiyle tespit edilen optimum faktör seviyeleri altında üretilen iplik kopma uzamasının başlangıç tasarımı faktörleri altında üretilen iplik kopma uzamasına oranı 1.18'e eşittir.

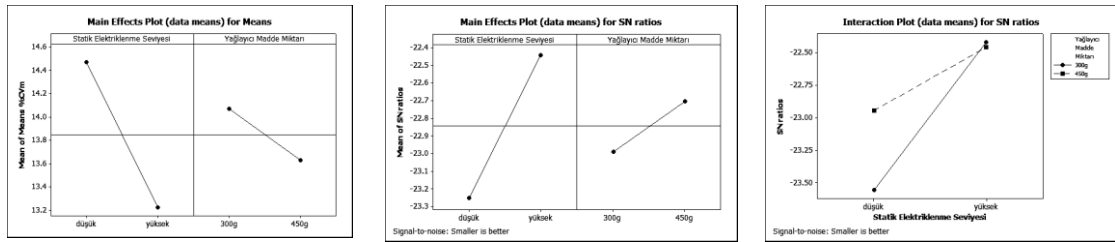
3.3. İplik Düzgünsüzlük [%CVm]

İplik düzgünsüzlük sonuçları "düşük değer iyi" yaklaşımıyla analiz edilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki Tablo 9.'da verilmiştir. İplik düzgünsüzlüğü için

ortalamaların sonuçları ve kontrol faktörlerinin S/N oranları aşağıdaki Şekil 7.'de gösterilmiştir.

Tablo 9. İplik Düzgünsüzlüğü İçin Elde Edilen Sonuçlar

Statik Elekt. Sevyes.	Yağlayıcı Madde Miktarı	CVm1 %	CVm2 %	CVm3 %	CVm4 %	CVm5 %	CVm6 %	CVm7 %	CVm8 %	CVm9 %	CVm10 %	SNRA1 %	MEAN1 %
1	1	14,92	14,32	13,05	16,70	13,16	15,21	14,66	12,77	19,74	14,76	-23,554	14,929
1	2	14,44	15,46	13,13	13,61	14,83	13,56	15,02	13,60	13,10	13,37	-22,944	14,012
2	1	13,32	13,11	12,81	13,18	13,43	12,85	14,20	12,71	12,83	13,62	-22,420	13,206
2	2	14,84	13,98	12,63	13,21	12,68	13,55	12,31	13,58	13,27	12,45	-22,458	13,250



Şekil 7. İplik Düzgünsüzlüğü İçin Ortalamaların Sonuçları ve Kontrol Faktörlerinin S/N Oranları

Sonuçlara göre; 100 m/dk'ya karşılık gelen statik elektriklenme seviyesi ve 450 g yağlayıcı madde kullanıldığında daha düzgün bir iplik elde edilmiştir. S/N oranının ortalama değerleri dikkate alındığında aynı sonuç elde edilmiştir. Ancak bu iki faktörün etkileşiminde yüksek statik elektriklenme seviyesinde ve 300g yağlayıcı madde kullanıldığında daha düzgün bir iplik üretilmiştir. Faktörler ayrı ayrı incelendiğinde optimum yağlayıcı madde 450g, iki faktör etkileşiminde ise 300g bulunmuştur. Ancak iki değerden biri seçilmelidir. Bunun için yağlayıcı madde faktörü altında elde edilen ortalama düzgünsüzlük değerleri grafiğine ve S/N ortalama değer grafiğine bakılacaktır. Böylece daha az iplik düzgünsüzlüğünün ortalama değerini verecek yağ miktarı 450g olarak seçilir.

İplik düzgünsüzlüğünü verecek optimum faktör seviyesi Tablo 10.'da verilmiştir. Tabloda optimum seviye (*) ile işaretlenmiştir. Ayrıca statik elektriklenme seviyesinin yağlayıcı madde faktörüne göre iplik düzgünsüzlüğü etkisi daha önemli olduğu bulunmuştur.

Tablo 10. İplik Düzgünsüzlüğünü İçin Optimum Parametre Seviyesi ve Faktörün Önemi

Faktör	Seviye	Statik Elektriklenme Seviyesi için S/N oranı	Yağlayıcı Madde Miktarı için S/N oranı
1		-23.25	-22.99
2		-22.44 (*yüksek statik elektriklenme seviyesi)	-22.70 (* 450 g yağ)
Fark		0.81	0.29
Sıra(faktörün önemi)		1	2

Doğrulama Testi

Optimum faktör seviyeleri için tahmin edilen S/N oranı formül (4) ile hesaplanabilir:

İplik düzgünsüzlüğü için $\eta_m = -22.84$ dB ;

$$\eta_0 = S / N_0 = \eta_m + (\eta_{A2} - \eta_m) + (\eta_{B2} - \eta_m)$$

$$\eta_0 = -22.84 + (-22.44 + 22.84) + (-22.70 + 22.84) = -22.30 \text{ dB}$$

Birinci deney başlangıç tasarımı seçilerek (bu deney için $S/N_0 = -23,554$ dB);
 $d = (S/N_0) - (S/N_0) = 1.25$ dB

Elde edilecek iyileştirme 6 no'lu formülle hesaplanabilir:

$$L_0/L_0 = 10^{d/10} = 10^{0.125} = 1.33 \text{ kat}$$

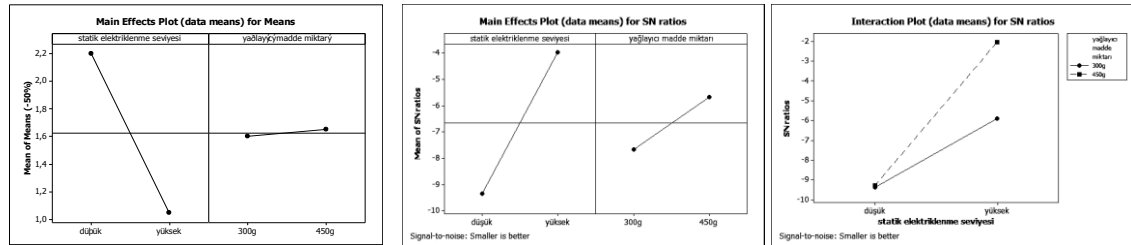
Taguchi yöntemiyle tespit edilen optimum faktör seviyeleri altında üretilen iplik düzgünlüğü başlangıç tasarım faktörleri altında üretilen iplik düzgünlüğüne göre 1.33 defa iyileşmiştir.

3.4. İplikteki İnce Yerler (-50%)

İplikteki ince yerler (-50%) test sonuçları “düşük değer iyi” yaklaşımıyla analiz edilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki Tablo 11.’de verilmiştir. Faktör etkilerinin grafiksel gösterimi için Şekil 8.’de verilmiştir.

Tablo 11. İplikteki İnce Yerler (-50%) İçin Elde Edilen Sonuçlar

Statik Elektrik. Seviyesi	Yağ. Madde Miktarı	-50_1 %	-50_2 %	-50_3 %	-50_4 %	-50_5 %	-50_6 %	-50_7 %	-50_8 %	-50_9 %	-50_10 %	SNRA1 [dB]	MEAN1 -50%
1	1	0	0	1	2	0	2	1	2	8	3	-9,3952	1,9≈2
1	2	5	0	2	4	4	1	3	1	2	3	-9,2942	2,5≈3
2	1	2	2	1	0	0	0	5	2	0	1	-5,9106	1,3≈2
2	2	0	1	0	0	2	3	0	1	1	0	-2,0412	0,8≈1



Şekil 8. İpliğin İnce Yerleri İçin Ortalamaların Sonuçları ve Kontrol Faktörlerinin S/N Oranları

Şekil 8.’de görüldüğü gibi iplikteki ince yerlerine statik elektrikleşmenin etkisinin yağlayıcı madde etkisinden daha önemli olduğu bulunmuştur. En düşük ince yerler, yüksek statik elektrikleşme seviyesinde ve 450g yağlayıcı madde kullanıldığında elde edilmiştir. Ayrıca iki faktörün etkileşimine bakıldığında en iyi sonuç; en az iplik ince yerleri elde etmek için yüksek statik elektrikleşme ve 450g yağlayıcı madde seviyesi seçilmelidir. Her bir faktör iplik ince yerlerinin ortalaması üzerindeki etkisi sayısal olarak aşağıdaki Tablo 12.’de gösterilmiştir. Ayrıca etki değerlerine göre de önem sıraları belirtilmiştir. Tabloda optimum seviye (*) ile de işaretlenmiştir.

Tablo 12. İplik İnce Yerleri(-50%) İçin Optimum Parametre Seviyesi ve Faktörün Önemi

Faktör	Seviye	Statik Elektrikleşme Seviyesi için S/N oranı	Yağlayıcı Madde Miktarı için S/N oranı
1		-9.345	-7.653
2		-3.976 (*yüksek statik elektrikleşme seviyesi)	-5.668 (*450 g yağ)
Fark		5.369	1.985
Sıra(faktörün önemi)		1	2

Doğrulama Testi

Optimum faktör seviyeleri için tahmin edilen S/N oranı formül (4) ile hesaplanabilir:

İplik ince yerleri için $\eta_m = -6.71 \text{ dB}$;

$$\eta_0 = S / N_0 = \eta_m + (\eta_{A2} - \eta_m) + (\eta_{B2} - \eta_m)$$

$$\eta_0 = -6.71 + (-3.976 + 6.71) + (-5.668 + 6.71) = -2.93 \text{ dB}$$

Birinci deney başlangıç tasarım seçilerek (bu deney için $S/N_0 = -9,5952 \text{ dB}$);

$$d = (S/N_0) - (S/N_0) = 6,67 \text{ dB}$$

Elde edilecek iyileştirme 6 no’lu formülle hesaplanabilir:

$$L_0/L_0 = 10^{d/10} = 10^{0.667} = 4,64 \text{ kat}$$

Optimum faktör seviyeleri altında üretilen iplik ince yerleri başlangıç tasarım faktörleri altında üretilen iplik ince yerlerine göre 4.64 defa daha azdır veya 4.64 oranıyla iyileşmiştir.

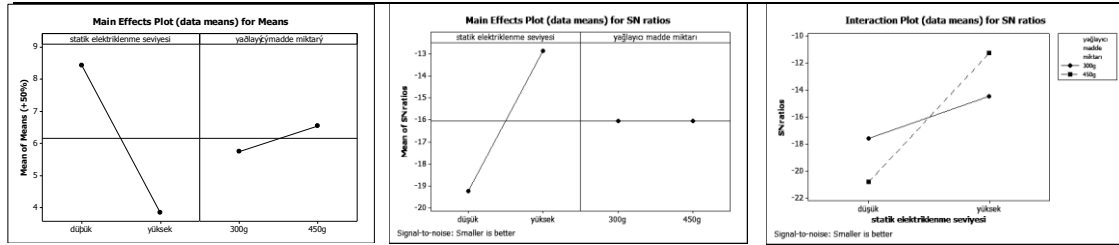
3.5. İplikteki Kalın Yerler (+50%)

İplikteki kalın yerler (+50%) test sonuçları “düşük değer iyi” yaklaşımıyla da analiz edilmiştir.

Sonuçlar aşağıdaki Tablo 13.’de verilmiştir. Sonuçların grafiksel gösterimi aşağıdaki Şekil 9.’da verilmiştir.

Tablo 13. İplikteki Kalın Yerler (+50%) İçin Elde Edilen Sonuçlar

Statik Elekt. Seviyesi	Yağ. Madde Miktarı	+50_1 %	+50_2 %	+50_3 %	+50_4 %	+50_5 %	+50_6 %	+50_7 %	+50_8 %	+50_9 %	+50_10 %	SNRA1 [dB]	MEAN1 +50%
1	1	8	9	5	6	6	11	2	2	13	6	-17,604	6,8≈7
1	2	20	4	9	7	9	14	13	7	8	10	-20,809	10,1≈10
2	1	5	5	2	1	7	3	10	6	4	4	-14,487	4,7≈5
2	2	0	5	1	5	1	4	5	2	6	1	-11,271	3,0



Şekil 9. İpliğin Kalın Yerlerinin Ortalama Sonuçları ve Kontrol Faktörlerinin S/N Oranları

Şekil 9’den görüldüğü gibi statik elektriklenmenin iplikteki kalın yerlere etkisinin yağlayıcı madde etkisine göre daha önemli olduğu bulunmuştur ve yeniden yüksek statik elektriklenme seviyesi iyi sonuç veya iplikte daha az kalın yerler vermiştir. Ayrıca iki faktörün etkileşimi net bir şekilde görülmektedir. Etkileşim grafiğine bakıldığında en iyi sonuç, yüksek statik elektriklenme ve 450g yağlayıcı madde seviyesinde elde edilmiştir. İplikte kalın yerleri verecek optimum faktör seviyesi ve iki faktörün önem sıraları Tablo 14’te belirtilmiştir. Sonuçlara göre statik elektriklenme faktörünün yağlayıcı madde faktörüne daha önemli olduğu bulunmuştur. Tabloda optimum seviye (*) ile işaretlenmiştir.

Tablo 14. İplik Kalın Yerleri (+50%) İçin Optimum Parametre Seviyesi ve Faktörün Önemi

Faktör	Seviye	Statik Elektriklenme Seviyesi için S/N oranı	Yağlayıcı Madde Miktarı için S/N oranı
	1	-19.21	-16.05
2	-12.88 ^(*) (yüksek statik elektriklenme seviyesi)	-16.04 ^(*)	-16.04 ^(*)
Fark	6.33	0.01	
Sıra(faktörün önemi)	1	2	

Doğrulama Testi

Optimum faktör seviyeleri için tahmin edilen S/N oranı formül (4) ile hesaplanabilir:

İplik kalın yerleri için $\eta_m = -16.04$ dB;

$$\eta_0 = S / N_0 = \eta_m + (\eta_{A2} - \eta_m) + (\eta_{B2} - \eta_m)$$

$$\eta_0 = -16.04 + (-12.88 + 16.04) + (-16.04 + 16.04) = -12.88$$

Birinci deney başlangıç tasarımı seçilerek (bu deney için $S/N_0 = -17,604$ dB);

$$d = (S/N_0) - (S/N_0) = -2.93 + 9.5952 = 4.72$$

Elde edilecek iyileştirme 6 no’lu formülle hesaplanabilir:

$$L_0 / L_0 = 10^{d/10} = 10^{0.472} = 2,97$$

Optimum faktör seviyeleri altında üretilen iplik kalın yerleri başlangıç tasarımı faktörleri altında üretilen iplik kalın yerlerine göre 2.97 defa daha azdır veya 2.97 oranıyla iyileşmiştir.

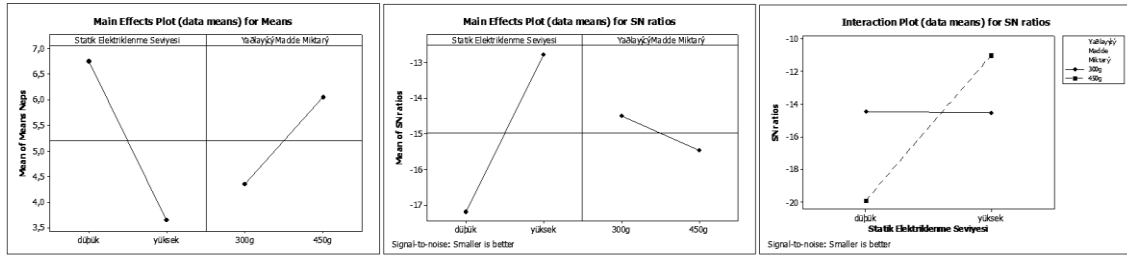
3.6. Neps (+200%)

İplikteki neps sayısı düşük istendiği için test sonuçları “düşük değer iyi” yaklaşımıyla analiz edilmiştir ve aşağıdaki Tablo 15.’de verilmiştir.

Tablo 15. İplikteki Neps Sayısı (+200%) İçin Elde Edilen Sonuçlar

Statik Elektrik. Seviyesi	Yağ. Madde Miktarı	neps_1	neps_2	neps_3	neps_4	neps_5	neps_6	neps_7	neps_8	neps_9	neps_10	SNRA [dB]	MEAN
1	1	12	2	6	4	4	3	2	3	6	2	-14,44	4,4≈4
1	2	9	6	10	9	8	16	15	7	2	9	-19,89	9,1≈9
2	1	13	4	3	1	6	2	4	4	3	3	-14,55	4,3≈4
2	2	0	4	2	2	4	4	6	3	5	0	-11,00	3,0

İplikteki neps sayısı için ortalamaların sonuçları ve kontrol faktörlerinin S/N oranları aşağıdaki Şekil 10.'da gösterilmiştir.



Şekil 10. İpliğin Neps Ortalama Sonuçları ve Kontrol Faktörlerinin S/N Oranları

Neps sayısı bakımından statik elektriklenmenin etkisinin yağlayıcı madde etkisine göre daha önemli olduğu bulunmuştur. En iyi sonuç veya daha az neps sayısına sahip bir iplik, yüksek statik elektriklenme seviyesinde ve 300g yağ kullanıldığında elde edilmiştir. İki faktörün etkileşimi de net görülmektedir. Etkileşim grafiğine bakıldığında ise en iyi sonuç veren düzey; yüksek statik elektriklenme ve 450g yağlayıcı madde seviyesinde elde edilmiştir. Burada yağlayıcı madde miktarı için farklı seviyeler ortalama neps sayısını azaltmaktadır. Ancak sadece bir düzeye karar verilmesi gerekmektedir. Şekil'deki her faktör için ayrı ayrı verilmiş ortalamalar ve S/N grafiklerine; bakılarak neps sayısını az yapacak yağlayıcı madde miktarı 300g seçilmelidir.

Neps sayısı için optimum faktör seviyesi ve iki faktörün önem sıraları Tablo 16.'da belirtilmiştir. Görüldüğü gibi statik elektriklenme faktörünün yağlayıcı madde faktörüne göre daha önemli olduğu bulunmuştur. Tablo16'de optimum seviye (*) ile işaretlenmiştir.

Tablo 16. İplikteki Neps Sayısı (+200%) İçin Optimum Parametre Seviyesi ve Faktörün Önemi

Seviye Faktör	Statik Elektriklenme Seviyesi için S/N oranı	Yağlayıcı Madde Miktarı için S/N oranı
1	-17.17	-15.45 (*300 g yağ)
2	-12.78 (*yüksek statik elektriklenme seviyesi)	-14.49
Fark	4.39	0.96
Sıra(faktörün önemi)	1	2

Doğrulama Testi

Optimum faktör seviyeleri için tahmin edilen S/N oranı formül (4) ile hesaplanabilir:

İplikteki neps sayısı için $\eta_m = -14,97$ dB ;

$$\eta_0 = S / N_0 = \eta_m + (\eta_{A2} - \eta_m) + (\eta_{B1} - \eta_m)$$

$$\eta_0 = -14.97 + (-12.78 + 14.97) + (-15.45 + 14.97) = -13.26 \text{ dB}$$

Birinci deney başlangıç tasarımı seçilerek (bu deney için $S/N_0 = -14,44$ dB);

$$d = (S/N_0) - (S/N_0) = -13.26 + 14.44 = 1.18 \text{ dB}$$

Elde edilecek iyileştirme oranı 6 no'lu formülle hesaplanabilir:

$$L_0/L_0 = 10^{d/10} = 10^{0.119} = 1.31 \text{ kat}$$

Taguchi yöntemiyle tespit edilen optimum faktör seviyeleri altında üretilen iplikteki neps sayısı başlangıç tasarım faktörleri altında üretilen iplikteki neps sayısına göre 1.31 defa daha azdır veya 1.31 oranıyla iyileşmiştir.

3. SONUÇLAR

Bu çalışmada tarak hızının değiştirmesiyle ayarlanan statik elektriklenme seviyesi ve harmana atılan yağlayıcı madde miktarının iplik kalite parametrelerine etkisi Taguchi L4 ortogonal dizisiyle incelenmiştir. Analiz sonucunda iyi iplik kalite parametrelerini yapacak statik elektriklenme seviyesi ve yağlayıcı madde miktarı tespit edilmiştir. Saptanan optimum seviyelerden elde edilen iyileştirme oranı da hesaplanmıştır. Ayrıca her iplik kalite parametresi için faktörün önem sırası da bulunmuştur.

Bütün iplik kalite parametreleri (iplik kopma uzaması hariç) için statik elektriklenme seviyesi faktörünün yağlayıcı madde miktarı faktörüne göre daha önemli olduğu bulunmuştur. İlave olarak bütün iplik kalite parametreleri için 100m/dk tarak hızına tekabül eden statik elektriklenme seviyesinin; yüksek seviye en iyi sonuç verdiği saptanmıştır. Yağlayıcı madde miktarı bakımından 450 g atıldığında (neps hariç) en iyi sonuç elde edilmiştir. Bunun muhtemel sebebi; polyester elyaf işlenmesi için optimum hava koşulları bağıl nem RH=60% civarında ve sıcaklık 27 C°' ye kadar olması gerekir [23]. Böylece yüksek tarak hızı ve 450g yağlayıcı madde miktarı optimum hava koşullarının sağlanmasına yardımcı olabilmektedir. İplikteki neps sayısı için 300g yağlayıcı madde kullanılarak en iyi sonuç elde edilmiştir. Bunun muhtemel sebebi ise fazla yağ atılırsa lifler eğirme hattındaki makinelerin metalik parçalarına ve üst üste yapıştırarak neps oluşumuna yol açılabilmektedir. Çalışmada da iplikteki kalın yerler ve neps için incelenen iki faktörün etkileşiminin önemli olduğu bulunmuştur. Taguchi, çalışılacak deneyin büyüklüğünü önemli ölçüde azaltmaktadır ve bu yöntemle çoğu sektörde başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu

çalışmada da optimum tarak hızı (statik elektriklenme seviyesi) ve optimum yağlayıcı madde miktarının Taguchi Yöntemi ile bulunabileceği görülmüştür.

4. TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ç. Ü. Rektörlüğü Bilimsel Projeleri Birimince (MMF2009D18) desteklenmektedir ve devam etmektedir. Materyal temini için BOSSA A. Ş. Ve ADVANSA A. Ş.'ye ve çalışmanın yapıldığı Türk Tekstil Vakfına ait Mesleki Teknik Eğitim Merkezi METEM (Adana) işletmenin yetkililerine, Öğretim Elemanlarına ve özellikle Sayın Ali Yalçın'a teşekkür ederiz.

5. KAYNAKLAR

1. 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.
2. Acar, M., Bilgin, S., Versteeg, H. K., Dani, N. and Oxenham, W., 2006. The Mechanism of the Air-Jet Texturing: The Role of Wetting, Spin Finish and Friction in Forming and Fixing Loops. Textile Research Journal, Vol 76(2): 116-125.
3. Taşcan, M., ve Demir, A., 1999. Polipropilen BCF (Bulked Continuous Filament) Halı İpliği Üretim Teknolojisi ve Özellikleri, 1. Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi, UÇTEK'99, Çukurova Üniversitesi, s: 226-236, Adana/Türkiye.
4. Postman, W., 1980. Spin Finishes Explained. Textile Research Journal, Vol. 50(7): 444-453
5. Connor, A.M., 1999, Parameter Sizing For Fluid Power Circuits Using Taguchi Methods, Journal of Engineering Design, Vol. 10, No. 4
6. Tong, L. I., Wang, C. H., Chen, C. C., Chen, C. T., 2004, "Dynamic Multiple Responses by IdealSolution Analysis", European Journal of Operational Research, 156, 433-444
7. Ross, P. J., 1988, Taguchi Techniques For Quality Engineering, Mc Graw Hill, Newyork.
8. Salhotra, K. R., Ishtiaque, S. M. and Kumar A., 2006, Analysis of Spinning Process Using The

- Taguchi Method. Part I: Effect of Spinning Process Variables on Fibre Orientation and Tenacities of Sliver and Roving. *Journal of The Textile Institute*, Vol. 97 No. 4 pp. 271–283.
9. Ishtiaque, S. M., Salhotra, K. R. And Kumar A., 2006, Analysis of spinning process using the Taguchi method. Part II: Effect of Spinning Process Variables on Fibre Extent and Fibre Overlap in Ring, Rotor and Air-Jet Yarns, *Journal of The Textile Institute*, Vol. 97 No. 4 pp. 285–293.
 10. Kumar A., Ishtiaque, S. M. and Salhotra, K. R., 2006, Analysis of spinning Process Using The Taguchi Method. Part III: Effect of Spinning Process Variables on Migration Parameters of Ring, Rotor and Air-jet Yarn. *Journal of The Textile Institute*, Vol. 97 No. 5 pp. 377–384.
 11. Kumar A., Ishtiaque, S. M. and Salhotra, K. R., 2006, Analysis of Spinning Process Using The Taguchi Method. Part IV: Effect of Spinning Process Variables on Tensile Properties Of Ring, Rotor and Air-Jet Yarns, *Journal of The Textile Institute*, Vol. 97 No. 5 pp. 385–390.
 12. Kumar A., Salhotra, K. R. and Ishtiaque, S. M. 2006, Analysis of Spinning Process Using The Taguchi Method. Part V: Effect of Spinning Process Variables On Physical Properties of Ring, Rotor and Air-Jet Yarns. *Journal of The Textile Institute*, Vol. 97 No. 6 pp. 463–473.
 13. Cheng K. P. S. and Li, C. H. L., 2002, Jet Ring Spinning and Its Influence on Yarn Hairiness. *Textile Research Journal*, Vol. 72 pp 1079-1087.
 14. Zeydan, M., 2008, Modelling The Woven Fabric Strength Using Artificial Neural Network and Taguchi Methodologies. *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 20 No. 2 pp 104-118.
 15. Taguchi, G., Elsayed, A. and Hsiang, T., *Quality Engineering in Production Systems*, McGraw Hill, New York., 1989.
 16. Morton, W. H. and Hearle, J. W. S., 1993, *Physical Properties Of Textile Fibers*, The Textile Institute, UK.
 17. Pignatiello, J.J., 1988, An Overview of The Strategy And Tactics of Taguchi, *IIE Transactions*, Vol.20, P. 247
 18. Taguchi G., Choudhury, S. and Wu, Y., 2005, *Taguchi's Quality Engineering Handbook*, John Wiley and Sons, Inc, ISBN 0-471-4133-8, pp.1662.
 19. www.fraser-antistatic.co.uk, 2011
 20. Statometer II, Operation Instruction, HAUG GmbH and Co.KG.
 21. Stock, J. and Gmbh, C., 2004. *Surfactant In Producing And Processing Of Fibers*, CD Proceedings 6th World Surfactant Congress, SECIO, Berlin, Germany, June 21-23.
 22. Yoon, S. Y., Park, C. K., Kim, H. S. and Kim, S., Optimization of Fusing Process Conditions Using The Taguchi Method, *Textile Research Journal*, Vol.80(11), Pp 1016-1026.
 23. Lawrence, C. A., 2003, *Fundamental of Spun Yarn Technology*, CRC PRESS, USA, p.524.