

# PAMUK / POLİESTER KARIŞIMI OE ROTOR İPLİKLERİNİN TÜYLÜLÜĞÜ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

**Pınar DURU BAYKAL, Osman BABAARSLAN**  
Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 01330-Balcalı/Adana

**Rızvan EROL**  
Çukurova Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 01330-Balcalı/Adana

## ÖZET

Bu çalışmada, tekstilde çok yaygın olarak kullanılan pamuk/poliester karışımları incelenmiş, belirli hammadde özellikleri için elyaf karışım oranı ve iplik numarası faktörleri ile karışım rotor ipliklerinin tüylülüğü tahmin edilmeye çalışılmıştır. Elyaf karışımlarının oluşturulmasında deneysel tasarım tekniklerinden simplex kafes tasarım tekniği kullanılmıştır. Belirlenen oranlarda karışım şeritleri hazırlanmış, bu şeritlerden laboratuvar tipi bir üniteli rotor iplik eğirme makinasında (quickspin) beş farklı numarada rotor iplikleri üretilmiş ve bu ipliklerin test edilen tüylülük özelliği tepki değişkeni olarak incelenmiştir. Yapılan analizde; elyaf karışım oranları karışım değişkenleri, iplik numarası ise proses değişkeni olarak alınmış ve proses değişkeni içeren karışım deneylerinde uygulanan birleştirilmiş (combined) model tekniği kullanılarak, karışım-proses çapraz tasarım (mixture-process crossed design) yapılmıştır. Design-Expert paket programı kullanılarak, söz konusu tepki değişkenini için regresyon denklemi oluşturulmuştur. Bulunan regresyon denklemi ile hesaplanan (tahmin edilen) tüylülük değerleri ile ölçülen (gerçek) tüylülük değerleri arasındaki korelasyon oldukça yüksek çıkmıştır. Yapılan bu çalışma sonucu elde edilen regresyon denklemi ile pamuk/poliester karışımı rotor ipliklerinin tüylülüğü, iplik numarası ve karışım oranları parametreleri ile tahmin edilebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** İplik tüylülüğü, elyaf karışımları, OE Rotor iplikleri, deneysel tasarım, tahminleme.

## A STUDY ON THE HAIRINESS OF COTTON / POLYESTER BLENDED OE ROTOR YARNS

### ABSTRACT

This study aims to predict hairiness of cotton/polyester blended rotor yarns using blend ratios and yarn count being as predictors. A simplex lattice design with two replications at each design point is constructed to determine the combinations of mixture ratios of the fibers. Prepared cotton/polyester blended slivers were used to produce rotor yarns with five different counts on a laboratory type rotor spinning machine (quickspin). Based on experimental observations, mixture-process crossed regression model with two mixture components and one process variable (yarn count) is built to predict hairiness properties. All statistical analysis steps are performed on Design-Expert statistical software.

**Key Words:** Hairiness of yarn, fiber blending, OE Rotor spun yarns, experimental design, prediction.

### 1. GİRİŞ

Tekstil ürünlerinin estetik özelliklerini geliştirmek ve performanslarını artırmak için farklı türde lifler karıştırılarak kullanılmaktadır. Böylece karışımdaki liflerin arzu edilen özellikleri bir araya getirilebilmektedir. Tekstilde özellikle doğal ve yapay lif karışımları; rahatlık, konfor, kolay bakım özellikleri gibi avantajlara sahiptirler. Ayrıca bu tür karışımlar, ürün çeşitliliği ve rekabet olanakları da sağlamaktadır. Bu kapsamda pamuk / poliester karışımları yaygın kullanım alanı bulmaktadır.

Tekstilde lif karışım teknolojisi ile ilgili yapılan çalışmalarda; üründen beklenen özelliklerin bilinmesi ve bu özelliklere uygun lif türleri ile lif karışım oranlarının seçilmesi temel problemi oluşturmaktadır. Yapılan bu çalışmada, belirli hammadde özellikleri için lif karışım oranı ve iplik numarası faktörleri ile karışım ipliklerin tüylülüğü tahmin edilmeye çalışılmıştır.

İplik tüylülüğü, birim uzunluk boyunca iplik yüzeyinden dışarı doğru çıkan liflerin sayısı ya da lif uzunluğu olarak ifade edilmektedir. Kullanılan elyaf özellikleri ve iplik üretim aşamaları, tüylülük üzerinde etkili olmaktadır.

## 2. MATERYAL VE METOD

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada karışımı oluşturan komponentlerden biri **Amerikan** pamuğudur. Pamuk elyafının özellikleri HVI 900 (High Volume Instrument) test cihazı ile test edilmiştir. Çizelge 1’de verilen test sonuçları, 10 ölçüme ait ortalama değeri, standart sapmayı ve değişim katsayısını (CV) göstermektedir.

Çizelge 1 : Pamuk elyafının HVI test sonuçları

	Mic.	Uzunluk (mm)	Unf. (%)	SFI	Mukv. (g/tex)	Uzama (%)	SCI	CSP	Rd	b	C-G
Ort.	3.8	28.95	83.2	6.5	29.1	6.7	142	2277	77.5	8.5	31-1
S.Sp	0.25	0.84	0.92	0.80	1.19	0.18	6.47	47.08	1.21	0.50	-
% CV	6.63	2.90	1.11	12.29	4.09	2.72	4.54	2.07	1.56	5.85	-

Karışımın diğer komponenti olan poliester elyafı ise **SASA-DupontSA** tarafından üretilmiştir. Elyafın test sonuçlarının ortalama değerleri ile standart sapmaları Çizelge 2’de verilmektedir.

Çizelge 2 : Poliester elyafının test sonuçları

	İncelik (denye)	Uzunluk (mm)	Mukavemet (g/denye)	Kopma uzaması (%)
Ort.	1.429	33.31	6.83	22.90
S.Sp.	3.01	0.26	0.573	5.426

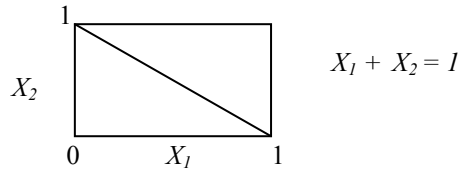
### 2.2. Metod

#### 2.2.1. Deneysel Tasarım Metodu

Deneysel tasarım “karışım problemlerine” uygulanarak, deney noktaları ve bu noktalardaki karışım oranları tespit edilmeye çalışılmaktadır. “p” adet bileşenden oluşan bir karışımda  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$  bileşenlerin karışım oranlarını gösterebilir. Burada şu sınırlamalar söz konusudur (Cornell, 1990):

$$0 \leq X_i \leq 1 \quad i = 1, 2, \dots, p$$
$$X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_p = 1 \quad (1)$$

İki bileşenli bir karışım için, bileşenlerin tüm değerlerini içerecek bir tasarım aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 1 : İki bileşenli karışımlar için faktör uzayı (Montgomery, 1991)

Karışımı oluşturan bileşenlerin tepki değişkeni üzerindeki etkilerini araştırmak için “simplex tasarımlar” kullanılmaktadır.

Bu tasarımlar iki parametre (p, m) ile ifade edilirler. “p” adet bileşenden oluşan  $A\{p, m\}$  simplex kafes tasarımı aşağıdaki koordinat grupları ile tanımlanan noktalardan oluşmaktadır. Burada her bileşen, sıfırdan 1’e kadar m+1 adet eşit şekilde mesafelendirilmiş değer alır.

$$X_i = 0, 1/m, 2/m, \dots, 1 \quad (i = 1, 2, \dots, p)$$

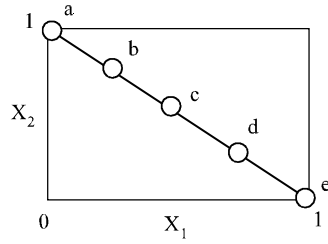
$A\{p, m\}$  simplex kafes tasarımı deney noktalarının sayısı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmaktadır:

$$N = (p+m-1)! / m! (p-1)! \quad (2)$$

Burada;

N : deney noktalarının sayısı,  
p : karışımı oluşturan bileşen sayısı,  
m : deney noktaları arasındaki mesafedir.

Bu çalışmada, poliester ve pamuk liflerinden karışımlar oluşturulmuştur. Karışımların oluşturulması ve tasarım noktalarının belirlenebilmesi için  $A\{2, 4\}$  **simplex kafes tasarım** uygulanmıştır. Söz konusu tasarım aşağıda verilmektedir (Duru Baykal, 2003):



Şekilde;

$X_1$  : poliester %'si,  
 $X_2$  : pamuk %'sidir.  
N = 5 deney noktası sayısıdır.

Şekil 2 :  $A\{2, 4\}$  simplex kafes tasarım için faktör uzayı

Bu çalışmada tasarım noktaları ve bu noktalardaki karışım oranları aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

Çizelge 3 : Çalışmadaki Tasarım Noktaları

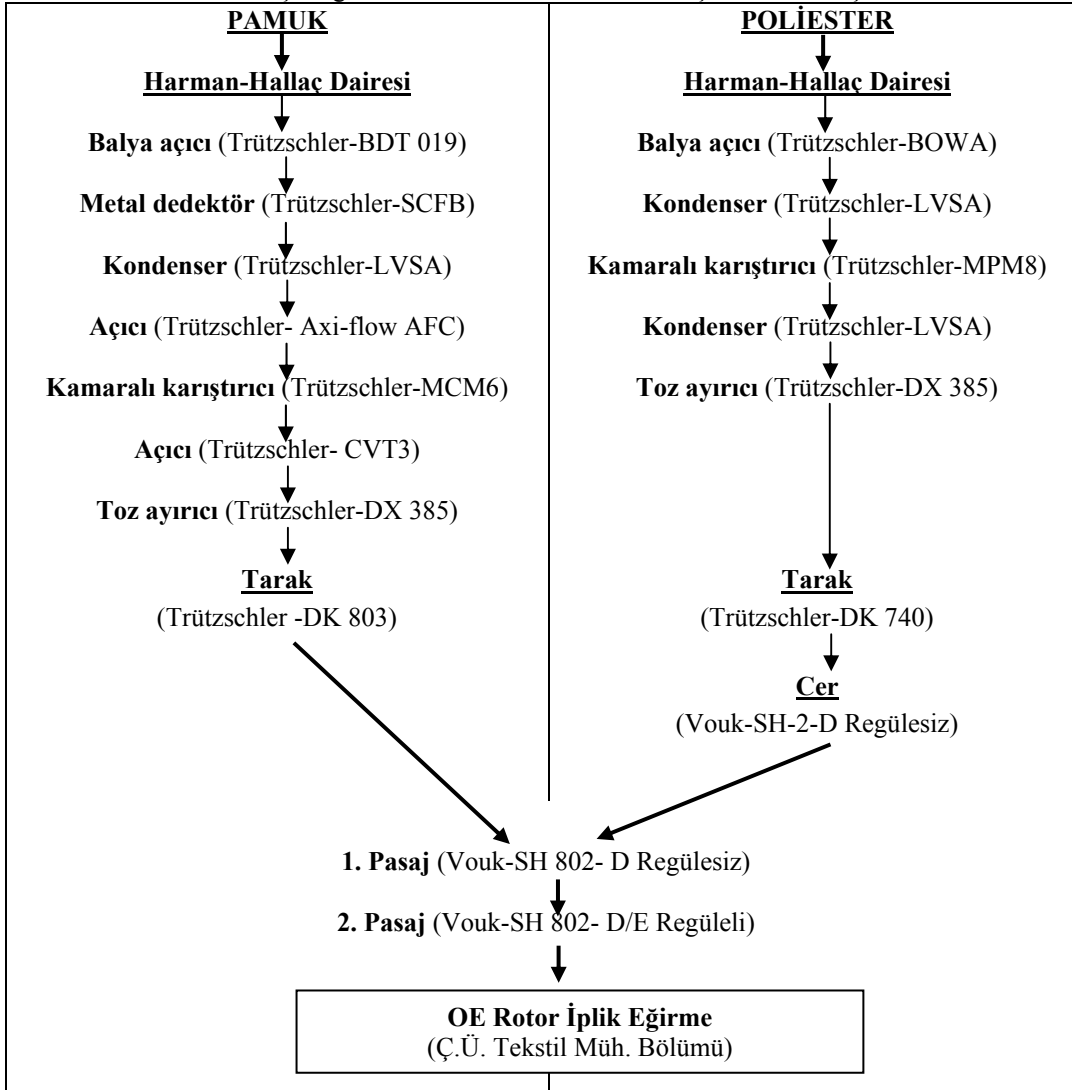
Tasarım noktaları	Karışım oranları	
	$X_1$ ( poliester)	$X_2$ ( pamuk)
a	0.00	1.00
b	0.25	0.75
c	0.50	0.50
d	0.75	0.25
e	1.00	0.00

Çalışmada replikasyon sayısı 2 olarak seçilmiştir, yani her tasarım noktasında 2 adet aynı özellikte bobin üretilmiştir.

### 2.2.2. Pamuk/Poliester Karışım Şeritlerinin Hazırlanması

Pamuk/poliester karışım şeritleri, K.Maraş-Matesa Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş. iplik işletmesinde hazırlanmıştır. Pamuk ve poliester lifleri harman-hallaç dairesinde ayrı ayrı hatlardan geçirilerek işlenmiş ve cerde karıştırılmıştır. İplik eğirme makinesına beslenecek olan karışım şeritlerinin numarası Ne 0.13' dür. Pamuk ve poliester lifleri için işletmedeki karışım proses akışı aşağıda verilmektedir.

Çizelge 4 : Pamuk ve Poliester Lifleri İçin Proses Akışı



### 2.2.3. Pamuk/Poliester Karışımı Open-end (OE) Rotor İpliklerinin Üretilmesi

Ç.Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü İplik Laboratuvarında bulunan, bir üniteli laboratuvar tipi open-end (OE) rotor iplik eğirme makinasında (quickspin), belirlenen karışım oranlarında rotor iplikleri üretilmiştir. İplik üretimi laboratuvarında standart atmosfer şartlarında yapılmıştır. Tamamen konvansiyonel bir rotor kutusuna (R20) sahip olan ve çalışmada kullanılan iplik eğirme sisteminin önden görünüşü aşağıda verilmektedir. Makina üzerinde daha önce yapılan çalışmalar, bu sistemin tamamen sanayi tipi konvansiyonel makinalara benzer iplik özellikleri verdiğini göstermiştir. Bu sistemde üretilen pamuk/poliester karışımı OE rotor iplikleri, dokuma ve örme kumaşların imalinde rahatlıkla kullanılabilir durumdadır.



Şekil 3 : Laboratuvar tipi bir üniteli rotor iplik eğirme makinası (quickspin)

Bir üniteli OE Rotor iplik eğirme sisteminde seçilen iplik üretim parametreleri çizelge 5'de verilmektedir.

Çizelge 5 : Karışım Rotor İpliklerinin Üretim Parametreleri

Üretim Parametreleri	Üretilen İpliklerin Numara Aralığı				
	Ne 16/1	Ne 20/1	Ne 24/1	Ne 28/1	Ne 32/1
Rotor devri (d/dk)	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000
Açıcı devri (d/dk)	8000	8000	8000	8000	8000
Rotor tipi	S D40	S D40	S D40	S D40	S D40
Açıcı tipi	OS 21* ve OB 21**	OS 21* ve OB 21**	OS 21* ve OB 21**	OS 21* ve OB 21**	OS 21* ve OB 21**
Düze tipi	KN4	KN4	KN4	KN4	KN4
Şerit (Ne)	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Büküm (tur/m)	629.92	704.27	771.25	833.07	890.54
Büküm katsayısı ( $\alpha_c$ )	4	4	4	4	4
Çekim	123.07	153.85	184.61	215.38	246.15
İplik çıkış hızı (m/dk)	119.06	106.49	97.24	90.03	84.21

\* %100 poliester ve pamuk/poliester karışımları için, \*\* %100 pamuk için

Çalışmadaki üretim parametreleri, 5 farklı harman için de uygun olacak şekilde belirlenmeye çalışılmıştır (Klein, 1993; SDL, 2000; Trommer, 1995).

Çalışmada 5 farklı karışım oranında üretilen şeritlerden 5 farklı numarada rotor iplikleri eğrilmiştir. Her karışım oranı ve her numara için 2 adet bobin olmak üzere toplam 50 adet bobin üretilmiştir. İplik üretim planı aşağıdaki çizelgede verilmektedir.

Çizelge 6 : İplik Üretim Planı

Numara Aralığı	Elyaf Karışım Oranları					Bobin Sayısı
	% 100 poliester	% 25/75 pam./pes	% 50/50 pam./pes	% 75/25 pam./pes	% 100 pamuk	
Ne 16/1	2	2	2	2	2	10
Ne 20/1	2	2	2	2	2	10
Ne 24/1	2	2	2	2	2	10
Ne 28/1	2	2	2	2	2	10
Ne 32/1	2	2	2	2	2	10
<b>Bobin Sayısı</b>	10	10	10	10	10	<b>50</b>

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. İplik Tüylülüğü Test Sonuçları

Üretilen ipliklerin tüylülük özelliği Uster Tester-4 cihazında optik olarak standart atmosfer şartlarında (20±2 °C sıcaklık ve %65±2 bağıl nem) test edilmiştir. İplik tüylülüğü, “H” ile gösterilen tüylülük indeksi ile ifade edilmektedir. İplik yüzeyinden sarkan liflerin toplam uzunluğunun, ölçüm yapılan iplik uzunluğuna oranı tüylülük indeksini vermektedir. Testler sırasında her bir bobinden 7 ölçüm yapılmış olup, her ölçüm 400 metre iplik üzerinden gerçekleştirilmiştir. Test sonuçlarının ortalama değerleri aşağıdaki çizelgede verilmiş olup, bu veriler istatistiksel analizlerde kullanılmıştır.

Çizelge 7 : Üretilen ipliklerin tüylülük test sonuçları

Ortalama H-değeri	Lif Karışım Oranları									
	% 100 poliester		% 25/75 pamuk/pes		% 50/50 pamuk/pes		% 75/25 pamuk/pes		% 100 pamuk	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Ne 16/1	7.29	7.26	7.51	8.03	6.48	6.58	6.11	6.17	6.64	6.72
Ne 20/1	5.91	5.96	6.49	6.80	5.96	5.90	5.72	5.73	6.22	6.24
Ne 24/1	5.34	5.34	5.56	3.9	5.48	5.37	5.41	5.60	6.10	6.14
Ne 28/1	5.19	5.14	5.49	5.54	5.26	5.28	5.19	5.18	5.70	5.77
Ne 32/1	4.93	4.93	5.00	5.13	5.10	5.15	5.10	5.10	5.42	5.48

\* : replikasyon sayısı (bobin sayısı)

#### 3.2. İplik Tüylülüğü İçin Önerilen Model

Pamuk ve poliester liflerinden oluşan ikili karışım probleminde; elyaf karışım oranları ve iplik numarasından oluşan karar değişkenleri (bağımsız değişkenler) ile tepki değişkeni (iplik tüylülüğü) arasındaki ilişkinin belirlenmesinde **Design-Expert** paket programı kullanılarak regresyon modelleme yapılmıştır.

Yapılan analizde; elyaf karışım oranları karışım değişkenleri, iplik numarası ise proses değişkeni olarak alınmış ve proses değişkeni içeren karışım deneylerinde uygulanan birleştirilmiş (combined) model tekniği kullanılarak, karışım-proses çapraz tasarım (mixture-process crossed design) yapılmıştır (Myers and Montgomery, 2002).

Çalışmada, değişik oranlardaki pamuk/poliester karışımlarından farklı numaralarda eğrilen rotor ipliklerinin tüylülük (H) özelliği test edilerek elde edilen veriler, karışım bileşenleri ile proses değişkeninden oluşan birleştirilmiş modelin analizinde kullanılmıştır.

Pamuk/poliester karışımı ipliklerin tüylülüğü için uygun modelin seçilmesinde öncelikle F-testi yapılmış ve sonuçlar aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 8 : Karışım-Proses Çapraz Tasarımda Model Seçimi için F-Testi

KARIŞIM		PROSES		
		Lineer	Kuadratik	Kübik
Lineer	proses	<b>0.0001</b>	<b>0.0002</b>	0.5086
	karışım	<b>0.0034</b>	<b>0.0001</b>	0.0004
Kuadratik	proses	0.0001	0.0008	0.6479
	karışım	0.4523	0.5265	0.6429
Kübik	proses	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>	0.0961
	karışım	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>	0.0001

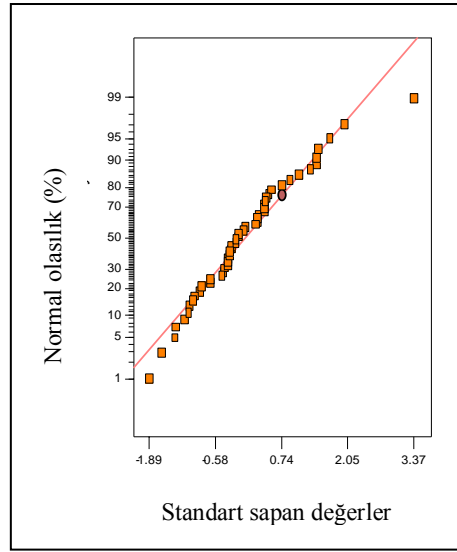
Çizelgeye göre; hem proses değişkeni için hem de bileşenler için p değerleri 0.05'den küçük olan modeller uygun aday modellerdir. Çizelgede koyu renkle gösterilen söz konusu bu dört aday model arasından seçim yapabilmek için uyum eksikliği testi yapılmış ve ANOVA çizelgesi aşağıda verilmiştir.

Çizelge 9 : Uyum eksikliği (Lack of Fit) testi için ANOVA çizelgesi

[Karışım]*Proses	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	p değeri
[Lineer]*Lineer	5.55	21	0.26	26.30	< 0.0001
[Lineer]*Kuadratik	3.68	19	0.19	19.28	< 0.0001
[Lineer]*Kübik	3.56	17	0.21	20.82	< 0.0001
[Kuadratik]*Lineer	5.35	19	0.28	28.00	< 0.0001
[Kuadratik]*Kuadratik	3.48	16	0.22	21.62	< 0.0001
[Kuadratik]*Kübik	3.32	13	0.26	25.41	< 0.0001
[Kübik]*Lineer	2.42	17	0.14	14.15	< 0.0001
<u>[Kübik]*Kuadratik</u>	<u>0.54</u>	<u>13</u>	<u>0.042</u>	<u>4.13</u>	<u>0.0011</u>
[Kübik]*Kübik	0.38	9	0.042	4.21	0.0021
Pure Error	0.25	25	0.010		

Uyum eksikliği testine göre, **Kübik x Kübik** çapraz modelin p değeri en büyüktür. Ancak bu modelin F-testi anlamlı olmadığından, sonraki en büyük p-değerine sahip olan ve F-testi de anlamlı çıkan **Kübik x Kuadratik** çapraz model, iplik tüylülüğü için uygun model olarak seçilmektedir.

Modeldeki sapmaların (artıkların) analizinde ise, artıkların normallik kontrolü yapılmaktadır. Modeldeki sapmalar, yaklaşık olarak düz bir doğru çizerse normallik (normal dağılım) varsayımının tatminkar olduğu sonucuna varılır (Myers and Montgomery, 2002). Şekil 4'de **Kübik x Kuadratik** çapraz model için artıkların normal dağılım grafiği verilmekte olup, bu grafik seçilen **Kübik x Kuadratik** çapraz modelin uygunluğunu desteklemektedir.



Şekil 4 : Model sapmalarının (artıkların) normal dağılım grafiği

Çizelge 10'da aday modellerin  $R^2$  ve press değerlerinden oluşan özet bir istatistik verilmektedir.

Çizelge 10 : Aday Modellerin özet istatistiği

[Karışım]*Proses	Std. Sapma	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Press
[Lineer]*Lineer	0.36	0.7699	0.7549	6.91
[Lineer]*Kuadratik	0.30	0.8440	0.8263	5.08
[Lineer]*Kübik	0.30	0.8490	0.8238	5.31
[Kuadratik]*Lineer	0.36	0.7781	0.7529	7.11
[Kuadratik]*Kuadratik	0.30	0.8522	0.8234	5.43
[Kuadratik]*Kübik	0.31	0.8584	0.8174	5.88
[Kübik]*Lineer	0.25	0.8942	0.8766	4.05
<u>[Kübik]*Kuadratik</u>	<u>0.14</u>	<u>0.9686</u>	<u>0.9595</u>	<u>1.41</u>
[Kübik]*Kübik	0.14	0.9639	0.9465	1.35

Çizelgeye göre, seçilen **Kübik x Kuadratik** çapraz model en büyük düzeltilmiş R<sup>2</sup> değeri ve aynı zamanda en küçük press değeri ile de uygun görülmektedir.

İplik tüylülüğü verilerine en uygun modelin belirlenmesinde yapılan tüm istatistiksel analizler, söz konusu tepki değişkeni için en uygun modelin **Kübik x Kuadratik** çapraz model olduğunu ortaya koymaktadır.

İplik tüylülüğü için seçilen **Kübik x Kuadratik** çapraz modelin ANOVA çizelgesi aşağıda verilmektedir. Modele ait p-değeri (0.0001 < 0.05) modelin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 11 : Kübik x Kuadratik Çapraz Model için ANOVA çizelgesi

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	p Değeri
Model	24.44	11	2.22	106.62	< 0.0001
Lineer Mixture	3.622E-004	1	3.622E-004	0.017	0.8958
AB	0.081	1	0.081	3.89	0.0558
AC	6.29	1	6.29	301.74	< 0.0001
BC	1.91	1	1.91	91.51	< 0.0001
AC <sup>2</sup>	0.97	1	0.97	46.75	< 0.0001
BC <sup>2</sup>	1.995E-004	1	1.995E-004	9.573E-003	0.9226
ABC	1.670E-003	1	1.670E-003	0.080	0.7786
AB (A-B)	0.85	1	0.85	40.82	< 0.0001
ABC <sup>2</sup>	5.950E-005	1	5.950E-005	2.855E-003	0.9577
ABC (A-B)	0.59	1	0.59	28.34	< 0.0001
ABC <sup>2</sup> (A-B)	7.215E-003	1	7.215E-003	0.35	0.5597
Residual	0.79	38	0.021		
Lack of Fit	0.54	13	0.042	4.13	0.0011
Pure Error	0.25	25	0.010		
Cor Total	25.24	49			

Çizelgede;

A, B : Pseudo bileşenler,

X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> : Gerçek bileşenler (X<sub>1</sub> : poliester %'si, X<sub>2</sub> : pamuk %'si),

C : Kodlanmış proses değişkeni,

Z : Gerçek proses değişkeni (Ne olarak iplik numarası) dir.



İplik tüylülüğü modeli için regresyon denklemine giren değişkenler ile değişkenlerin katsayıları aşağıda verilmektedir.

Çizelge 12 : Regresyon denklemine giren değişkenler ve katsayıları

Değişkenler	Katsayılar	Serbestlik Derecesi	Standart Hata	% 95 Güven Aralığı	
				Alt Limit	Üst Limit
A-X <sub>1</sub>	5.38	1	0.071	5.23	5.52
B-X <sub>2</sub>	6.06	1	0.071	5.91	6.20
AB	-0.60	1	0.30	-1.22	0.016
AC	-1.11	1	0.064	-1.24	-0.98
BC	-0.61	1	0.064	-0.74	-0.48
AC <sup>2</sup>	0.74	1	0.11	0.52	0.96
BC <sup>2</sup>	0.011	1	0.11	-0.21	0.23
ABC	0.078	1	0.28	-0.48	0.64
AB (A-B)	3.83	1	0.60	2.62	5.05
ABC <sup>2</sup>	0.025	1	0.47	-0.92	0.97
ABC (A-B)	-2.90	1	0.54	-4.00	-1.79
ABC <sup>2</sup> (A-B)	0.54	1	0.92	-1.32	2.40

Yapılan tüm bu analizler sonucunda iplik tüylülüğünü veren regresyon denkleminin ilk hali pseudo bileşenleri ve kodlanmış proses değişkeni ile aşağıda verilmektedir.

$$\begin{aligned}
 \text{iplik tüylülüğü (H)} &= 5.38 A + 6.06 B - 0.60 AB - 1.11 AC - 0.61 BC \\
 &+ 0.74 AC^2 + 0.011 BC^2 + 0.078 ABC + 3.83 AB(A-B) \\
 &+ 0.025 ABC^2 - 2.90 ABC(A-B) + 0.54 ABC^2(A-B)
 \end{aligned} \quad (3)$$

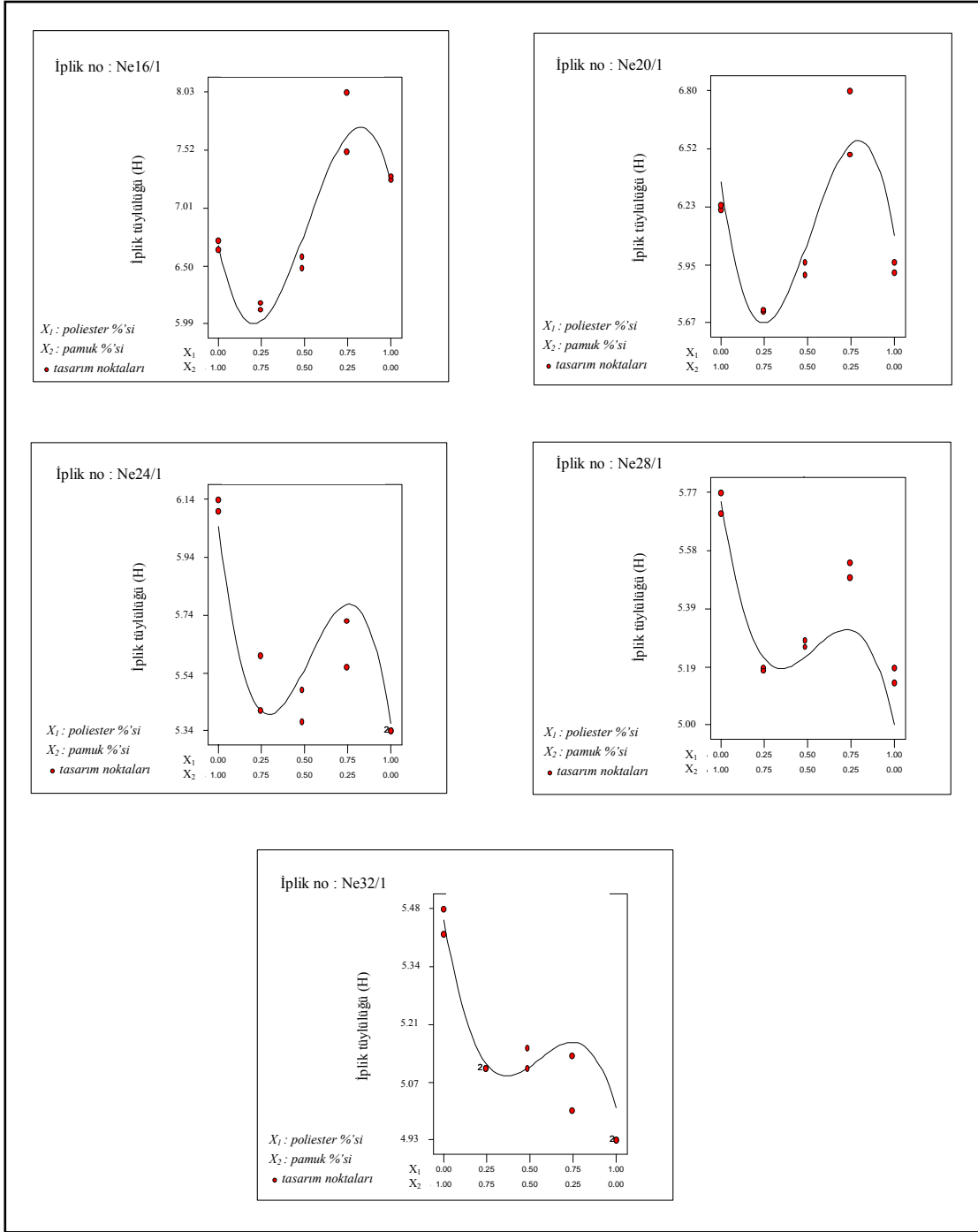
İplik tüylülüğü tepki değişkeni için regresyon denkleminin son hali ise aşağıda verilmektedir.

$$\begin{aligned}
 \text{iplik tüylülüğü (H)} &= 15.97 X_1 + 8.06 X_2 - 0.60 X_1 X_2 - 0.79 X_1 Z - 0.09 X_2 Z \\
 &+ 0.01 X_1 Z^2 + 0.0002 X_2 Z^2 - 0.01 X_1 X_2 Z + 18.02 X_1 X_2 (X_1 - X_2) \\
 &+ 0.0004 X_1 X_2 Z^2 - 0.86 X_1 X_2 Z (X_1 - X_2) + 0.01 X_1 X_2 Z^2 (X_1 - X_2)
 \end{aligned} \quad (4)$$

Burada;

- X<sub>1</sub> : poliester %'si,
- X<sub>2</sub> : pamuk %'si,
- Z : "Ne" olarak iplik numarası'dır.

Elde edilen bu eşitlik kullanılarak farklı oranlarda pamuk/poliester karışımı OE rotor ipliklerinin tüylülük özellikleri tahmin edilebilecektir. Ayrıca farklı iplik numaraları için pamuk/poliester elyaf karışım oranları ile iplik tüylülüğü arasındaki ilişkiyi gösteren grafikler aşağıdaki şekillerde verilmektedir.



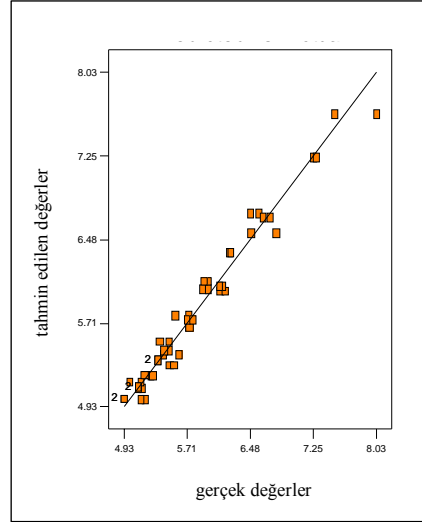
Şekil 5: Lif karışım oranları ile iplik tıylülüğü arasındaki ilişki

İplik tıylülüğü üzerinde etkili olan parametreler, hammadde (lif) özellikleri ve üretim aşamalarıdır. Rotor ipliklerinde lif özelliklerinin tıylülüğe etkisinin %40 mertebesinde olduğu belirtilmektedir. Mukavemet ve kopma uzaması yüksek liflerin iplik tıylülüğünü azalttığı literatürde yer almaktadır. Bu durumda poliester liflerinin mukavemet ve kopma uzaması değerleri pamuğunkinden daha yüksek olduğu için %100 poliester ipliğinin tıylülüğü, %100 pamuk ipliğinin tıylülüğünden daha az olacaktır. Söz konusu bu durum Ne 16 numaradaki ipliklere ait grafik dışındaki diğer grafiklerden de görülmektedir.

Karışımındaki poliester %'sinin artışıyla iplik tıylülüğü giderek azalmakta ve sonra ise tekrar artışa geçmektedir. Tüm numaralar için poliester oranı yaklaşık olarak %25 civarına iken iplik tıylülüğü belirgin şekilde düşmektedir. Poliester oranının bu değerinden sonra tıylülük artışa geçmektedir. Poliester

oranı yaklaşık olarak %75'lik değeri aştığında ise iplik tüylülüğü tekrar azalmaya başlamaktadır. Ayrıca iplik inceldikçe tüylülüğün azaldığı yine grafiklerden görülmektedir.

İplik tüylülüğünün ölçülen değerleri ile regresyon denklemi kullanılarak tahmin edilen (hesaplanan) değerleri arasındaki ilişkinin düzeyini belirleyen korelasyon katsayısı, 0.984 olarak bulunmuştur. Ayrıca aşağıdaki şekilde verilen grafik de ölçülen değerlerle tahmin edilen değerlerin birbiri ile son derece uyumlu olduğunu göstermektedir.



Şekil 6 : Ölçülen iplik tüylülüğü değerleri ile tahmin edilen tüylülük değerleri arasındaki korelasyon

#### 4. SONUÇ

Çalışmada tepki değişkeni olarak seçilen karışım rotor ipliklerinin tüylülüğü için uygun regresyon modeli oluşturulmuş ve elyaf karışım oranları ile aralarındaki değişim grafiklerle ifade edilmiştir. Bulunan regresyon denklemi kullanılarak tahmin edilen (hesaplanan) değerler ile ölçülen gerçek değerler arasındaki korelasyonun oldukça yüksek çıktığı hem korelasyon katsayısı ile hem de grafikte ortaya konmuştur.

Yapılan bu çalışma sonucu elde edilen regresyon denklemi ile pamuk/poliester karışımı rotor ipliklerinin tüylülüğü, iplik numarası ve karışım oranları parametreleri ile tahmin edilebilecektir. Yapılacak olan bu tahminleme ancak bu çalışmada kullanılan poliester ve pamuk lifleri ile aynı ya da çok benzer özelliklere sahip liflerin kullanılması halinde ve çalışmadaki üretim şartlarında geçerli olabilecektir.

#### **TESEKKÜR**

Çalışmanın uygulama aşamasında, hammadde temini konusunda özverili yardımlarından dolayı MATESA Tekstil San. ve Tic. A.Ş. çalışanlarına ve iplik testlerinin yapılmasına olanak sağlayan KIVANÇ Tekstil San. ve Tic. A.Ş. çalışanlarına sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

#### **KAYNAKLAR**

**CORNELL, J. A.**, Experiments With Mixtures-Designs, Models, and the Analysis of Mixture Data. John Wiley & Sons, Inc., USA, 632 p., 1990.

**DURU BAYKAL, P.**, Pamuk/Poliester Karışımı OE Rotor İplik Özelliklerinin Tahmin Edilmesi ve Karışımın Optimizasyonu, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Doktora Tezi*, 211 sayfa, Eylül 2003.

**KLEIN, W.**, New Spinning Systems, The Textile Institute, England, 1993.

**MONTGOMERY, D. C.**, Design and Analysis of Experiments. John Wiley & Sons, Inc., USA, 649 p., 1991.

**MYERS, R. H., and MONTGOMERY, D. C.**, Response Surface Methodology. John Wiley & Sons, Inc., USA, 798 p., 2002.

**SDL, Quickspin**, Operating Instructions, England, 2000.

**TROMMER, G.**, Rotor Spinning, Deutscher Fachverlag GmbH, Germany, 177 p., 1995.