

# POLYESTER/VİSKON ELYAF KARIŞIMLARINDA RENK DEĞERLERİNİN YENİ BİR ALGORİTMA GELİŞTİRİLEREK TAHMİN EDİLMESİ

## THE PREDICTION OF THE COLOUR VALUES IN THE POLYESTER/VISCOSE FIBRE BLENDS BY A NEWLY DEVELOPED ALGORITHM

Yalçın YEŞİL  
Çukurova Üniversitesi  
Tekstil Mühendisliği Bölümü

Emel Ceyhan SABİR  
Çukurova Üniversitesi  
Tekstil Mühendisliği Bölümü  
e-mail: emelc@cu.edu.tr

### ÖZET

Farklı renklerdeki lifler harmandan önce karıştırılarak farklı bir boyama efekti (melanj renk) sağlanır. Bu karışımlarda karşılaşılan en büyük problemlerden birisi, istenilen melanj rengi verecek elyaf karışım oranının doğru tahmin edilememesidir. Bu çalışmada, elyaf karışımlarının rengini tahmin etmek için siyah ve beyaz renkli viskon ve polyester elyafı farklı oranlarda karıştırılarak 84 adet melanj renkli şerit numunesi elde edilmiştir. Bu karışımların ölçülen renk değerleri CIELab 1976 (D65 illuminant ve 10o standart gözlemci) biriminde ifade edilmiştir. Renk tahmini için tristimulus renk eşleme algoritmasında Stearns-Noechel modeli esas alınmıştır. Bu modeldeki M değerleri, karışım oranları ile Stearns-Noechel modelindeki fonksiyon arasında lineer bağlantıların oluşturulduğu yeni bir metod geliştirilerek elde edilmiştir. Ölçülen renk değerleri ile hesaplanan renk değerleri arasındaki ortalama renk farklılığı 0.98 CIELab birimi olarak bulunmuştur. Bu sonuç lif karışımlarında Stearns-Noechel modelinin renk eşlemede kullanılabileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Melanj, Reflektans, Viskon, Polyester, Renk, Stearns-Noechel.

### ABSTRACT

Fibres in different colours are mixed prior to blending in order to obtain different dyeing effect (melange colour). One of the biggest problems encountered in these mixtures, is the difficulty of estimation of exact ratio of fibre blend to obtain desired mélange colours. In this study, to predict the fibre blend colour, 84 pieces of mélange colour band sample were obtained by blending of different proportion black and white Viscose and Polyester fibres. Measured colour values of these blends were expressed in CIELab 1976 units (D65 illuminant and 10o standard observer). Stearns-Noechel model in a tristimulus colour matching algorithm was based on for colour prediction. M values in this model (the empirical constant in the Stearns-Noechel model), were obtained by developing a new method through the linear correlations between various blending ratios and Stearns-Noechel function. Average colour difference between measured colour values and calculated colour values was found to be 0.98 CIELab units. This result shows that Stearns-Noechel model can be used in colour matching in fibre blends.

**Key Words:** Mélange, Reflectance, Viscose, Polyester, Colour, Stearns-Noechel.

Received: 12.11.2009

Accepted: 02.07.2010

### 1. GİRİŞ

Bir tekstil ürününün tüketicide satın alma isteği uyandırmasında en önemli etkenlerin başında renk ve desen gelmektedir. Renkler moda ya bağlı olarak çok hızlı bir şekilde değişmektedir. Tüketiciler tekstil üreticilerden çok değişik renkler istemektedirler.

Tekstil sektöründe sıkça kullanılan ve önemli bir yere sahip olan melanj renk çalışmaları farklı efektleri nedeniyle ve geniş kullanım alanıyla ön plana çıkmaktadır. Melanj, değişik renklerdeki elyafın karışımı ile elde edilen, belirsiz çok tonlu efekt çeşididir. Bu tür karışım-

larda karışımdaki boyanmış liflerin oranını tahmin etmek önemlidir.

Kubelka-Munk teorisi, kumaşların renk oranlarının tahmin edilmesinde birçok farklı ticari yazılım uygulamalarında geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Fakat melanj renkli liflerin renginin tahmininde bu teori ile istenilen sonuçlar alınamamaktadır (1). Bu nedenle bu konuda birçok bilimsel araştırma yapılmıştır.

Aspland ve Zhou (2), 8 farklı yolla hazırladıkları 50/50 oranlarında siyah ve beyaz renkli polyester elyaf karışımının renginin elyaf karıştırma yöntemine

bağlı olup olmadığını tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışmalarında Stearns – Noechel modelini esas almışlar ve M deneysel sabitini 0.189 olarak bulmuşlardır. Invernizzi ve arkadaşları (3), çalışmalarında Friele's teorik modelini esas alan 0.2 Tex inceliğinde 17 adet pamuk elyafı karışımı kullanarak elyaf rengini tahmin etmeye çalışmışlar ve çoğunlukla renk farklılığını ( $\Delta E$ ) 1'den büyük bulmuşlardır. Thevenet ve ark. ları (4), eğirme sonrası renk değişimini tahmin etmek için yapay sinir ağı kullanmışlar ve başarılı bir model kurmuşlardır. Invernizzi ve arkadaşları (5), 0.2 Tex inceliğinde 13 farklı renkte pamuk

elyafı kullanılarak 234 adet karışım hazırlanmıştır. Stearns – Noechel modelindeki M sabitini dalgaboyuna bağlı olarak tespit etmişler ve hazırladıkları karışımların %27'sinin  $\Delta E \leq 1$  olduğunu belirtmişlerdir. Rong ve Feng (6), çalışmalarında 54 adet viskon karışım hazırlamışlardır. Çalışmalarında Stearns – Noechel modelini kullanmışlar ve M deneysel sabitini hesaplamak için yeni bir yöntem önermişlerdir. Bu yöntemle M sabitini 0.09 olarak bulmuşlar ve sabit bir değer olarak kullanmışlardır. Ölçülen ve hesaplanan renk değerleri arasındaki ortalama renk farklılığını 0.69 CIELab birimi olarak hesaplamışlardır. Rong ve arkadaşları (7), çalışmalarında 36 adet üç renkli ve 12 adet de 4 renkli viskon karışım hazırlamışlardır. Bu karışımların renk tahmininde Stearns – Noechel modelini esas almışlar ve M sabitini 0.09 olarak hesaplamışlardır. Üç renkli karışımlarda ölçülen ve hesaplanan renk değerleri arasındaki ortalama renk farklılığını 0.56 CIELab birimi, dört renkli karışımlarda ise 1.02 CIELab birimi olarak hesaplamışlardır. Sonuçlar modelin bu karışımlar için elyaf oranlarını tahmin edebileceğini göstermektedir.

Stearns-Noechel modelinde, elyaf karışımlarında rengi en iyi tahmin edilecek M katsayısını hesaplamak için önceki çalışmalarda farklı yöntemler geliştirilmiştir. Rong (7) M katsayısını medyan analizine göre hesaplamıştır. Invernizzi ve arkadaşları (3) ise M katsayısının doğrusal olarak Denklem 1'de görüldüğü gibi dalgaboyuna bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

$$M = \frac{1}{1000}(0.12\lambda + 42.75) \quad (1)$$

Bu çalışmada, Stearns-Noechel modeli kullanılarak melanj renkli karışımların tristimulus ölçüm algoritması kurulmuştur. Bu algoritma, siyah ve beyaz renkli Viskon, Polyester ve Polyester-Viskon karışımlarından oluşan toplam 84 adet şerit numunesinin renk karışım oranlarını tahmin etmek için kullanılmıştır. Ölçüm sonuçları CIELab 1976 renk farkı formülleri kullanılarak test edilmiştir. Çalışmada, öncelikle siyah ve beyaz polyester ve viskon elyafı farklı oranlarda karıştırılarak 84 adet şerit elde edildi ve her birinin renk ölçümleri yapıldı. Daha sonra siyah ve beyaz polyester ve viskon elyafının renk ölçümü yapıldı ve Stearns – Noechel modeli ile farklı karışımlar için renk değerleri hesaplandı. Bu modelde kullanılan M değeri için özel bir hesaplama algoritması geliştirilmiştir. Renk değerleri CIELab 1976 (D65 illuminant ve 10° standart gözlemci)

biriminde ifade edildi. Çalışmada, ölçülen ve hesaplanan renk değerleri arasındaki fark incelenmiştir.

### 1.1. Stearns – Noechel Modeli

Stearns ve Noechel 1944'de yayınladıkları araştırmada, ince yün karışımları için bir model geliştirmişlerdir (Denklem 2, 3, 4). Bu modeldeki sabit M değerini 0.15 olarak bulmuşlardır (6).

$$F(R) = \frac{1-R}{[M(R-0.01)+0.01]} \quad (2)$$

$$F(R_{mix,\lambda}) = \sum_i x_i F(R_{i,\lambda}) \quad (3)$$

$$\sum_i x_i = 1 \quad (4)$$

Burada,

**R** reflektans (fraksiyon (ondalıklı) cinsinden, örnek %R=15 ise, R=0.15'dir),

**R<sub>mix,λ</sub>** hazırlanan renkli karışımın λ dalgaboyuna göre reflektansı,

**x<sub>i</sub>** i'inci elyafın karışım oranı (fraksiyon cinsinden),

**M** boyutsuz sabittir.

Aşağıdaki denklem bu çalışmada, iki renkli karışım için kullanılacak hipotezin varsayımdır.

$$F(R_{mix}) = x_1 F(R_1) + x_2 F(R_2) \quad (5)$$

Ayrıca karışımdaki elyaf oranlarının toplamı 1'e eşit olmalıdır.

$$x_1 + x_2 = 1 \quad (6)$$

### 1.2. M katsayısının Hesaplanması

Bu çalışmada M katsayısını hesaplamak için farklı bir yöntem geliştirilmiştir. Denklem 2'deki M değerine 0.0001 ile 2 değerleri arasında 0.0001 adımlama ile değiştirilip Denklem 2 ve Denklem 5'de yerine konarak iterasyon yaparak hesaplama yapılmıştır (Toplam 20000 hesaplama). Daha sonra %x karışım oranı – F(R) ve %x karışım oranı – F(R<sub>mix</sub>) arasında lineer bağlantılar oluşturulmuştur. Bu bağlantılarda her iki denklem için en yüksek korelasyonun olduğu ve RSS (Residual Sum of Squares)'lerin ortalamasının en küçük olduğu M değeri geçerli M değeri olarak tespit edilmiştir.

### 1.3. Tristimulus Değerlerinin Hesaplanması

Rengi sayısal olarak ifade edebilmek için ışık kaynağı, cisim ve gözlemcinin sayısal olarak tanımlanması gerekmektedir. Işık kaynağı, Spektral Enerji

Dağılımı (SED) değerleri ile cisme ait özellik, % Reflektans değerleri ile ve gözlemciye ait özellik de Standart Gözlemcinin renk eşleme fonksiyonları (renk hassasiyet değerleri) ile tanımlanmıştır (8).

$$X = k \sum_{380}^{780} E_{\lambda} \bar{x}_{\lambda} R_{\lambda} \quad (7)$$

$$Y = k \sum_{380}^{780} E_{\lambda} \bar{y}_{\lambda} R_{\lambda} \quad (8)$$

$$Z = k \sum_{380}^{780} E_{\lambda} \bar{z}_{\lambda} R_{\lambda} \quad (9)$$

Burada,

X, Y, ve Z: Rengin tristimulus değerleri

$\bar{x}_{\lambda}$ ,  $\bar{y}_{\lambda}$  ve  $\bar{z}_{\lambda}$ : Standart gözlemci değerleri (sabit)

$E_{\lambda}$ : Işık kaynağının SED değerleri (sabit)

$R_{\lambda}$ : Reflektans değeridir (Fraksiyon cinsinden)

k: Normalizasyon faktörüdür.

$$k = \frac{100}{\sum E_{\lambda} \bar{y}_{\lambda}} \quad (10)$$

"λ" indisi, bu değerlerin dalgaboyuna bağımlı olarak değiştiğini göstermektedir.

### 1.4. CIELab Sistemi

CIE (Commission Internationale de l'Eclairage, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) 1976 yılında X, Y ve Z tristimulus değerlerinden hesaplanan L\*, a\* ve b\* şeklindeki üç koordinatı bulunan ve CIELab sistemi olarak adlandırılan bir sistemi tanımlamıştır (9). L\* parlaklığı, a\* kırmızılık-yeşillik, b\* sarılık-mavilik, nötral noktadan uzaktaki bir nokta olan C\*, rengin doygunluğunu (canlılığını), dönme açısı h ise rengin tonunu ifade etmektedir.

$$L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16 \quad Y/Y_n > 0.008856 \quad (11)$$

$$a^* = 500[(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}] \quad X/X_n > 0.008856 \quad (12)$$

$$b^* = 200[(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}] \quad Z/Z_n > 0.008856 \quad (13)$$

Y/Y<sub>n</sub> değerlerinin 0.008856'ya eşit veya daha az olması durumunda aşağıdaki formül geçerlidir:

$$L^* = 903.3(Y/Y_n) \quad Y/Y_n \leq 0.008856 \quad (14)$$

$a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin hesaplanması  $X/X_n$ ,  $Y/Y_n$  ve  $Z/Z_n$ 'nin 0.008856'ya eşit veya daha az olması durumunda aşağıdaki formüller yardımıyla yapılır:

$$a^* = 500[f(X/X_n) - f(Y/Y_n)] \quad (15)$$

$$b^* = 200[f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)] \quad (16)$$

Burada,

$$f(X/X_n) = 7.787(X/X_n) + 16/116 \quad (17)$$

$$X/X_n \leq 0.008856$$

$$f(Y/Y_n) = 7.787(Y/Y_n) + 16/116 \quad (18)$$

$$Y/Y_n \leq 0.008856$$

$$f(Z/Z_n) = 7.787(Z/Z_n) + 16/116 \quad (19)$$

$$Z/Z_n \leq 0.008856$$

$X_n$ ,  $Y_n$  ve  $Z_n$ , ölçümde kullanılan ışık kaynağının tristimulus değerleridir ve sabittir (8).

### 1.5. Renk Farklılıklarının Hesaplanması

CIELab birimleri cinsinden renk farklılıkları, aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır (10):

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (20)$$

Burada  $\Delta$ , farklılığı göstermektedir.

### 1.6. Hesaplama Algoritması

Bu çalışmadaki tüm hesaplamalar Microsoft VB 6.0 programında yazılmıştır. Stearns – Noechel modelindeki M sabit değerinin hesaplanması için Şekil 1'deki algoritma, renk farklılığının hesaplanması için ise Şekil 2'deki algoritma kullanılmıştır.

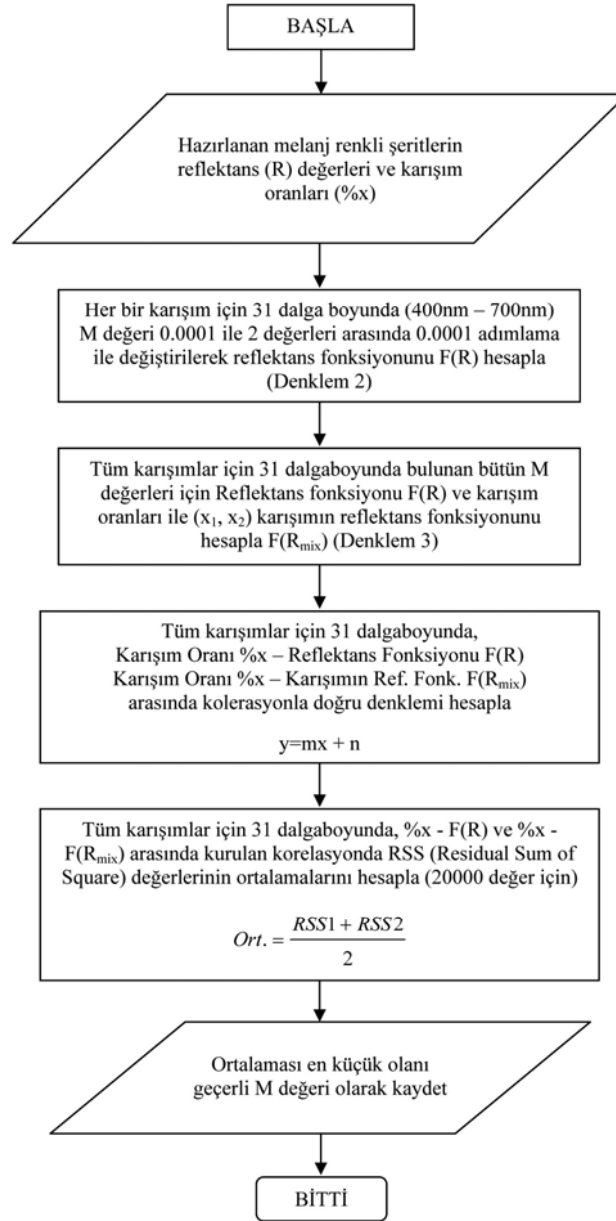
## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

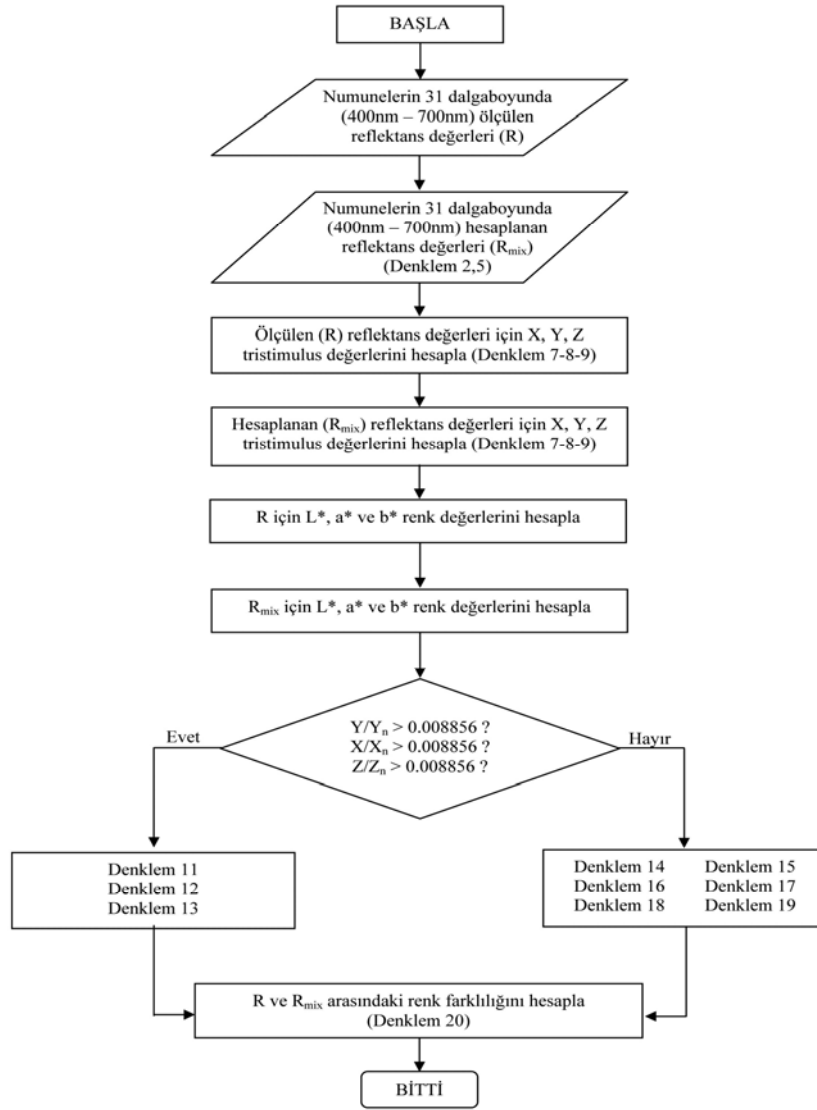
Çalışmada materyal olarak viskon ve polyester elyaf çeşitleri kullanılmıştır. Tablo 1'de bu liflerin özellikleri verilmiştir.

Tablo 1. Numune elyaf özellikleri

Özellik	Siyah Viskon	Beyaz Viskon	Siyah Polyester	Beyaz Polyester
İncelik	1.7 dtex	1.7 dtex	2.8 dtex	1.6 dtex
Uzunluk	40 mm	40 mm	38 mm	38 mm



Şekil 1. M değerinin hesaplanması



Şekil 2. Renk farklılığının hesaplanması

## 2.2. Elyaf Karışımlarının Hazırlanması

Elyaf karışımları Mikrotoz Çer- Çöp Analiz Ünitesi (Microdust and Trash Analyser with Rotor Attachment SDL MDTA 3) cihazında yapılmıştır. Homojen bir renk elde etmek için lifler makinadan 3 kez geçirilmiştir. Her bir elyaf karışımının ağırlığı 5 gramdır. Viskon, Polyester ve Viskon-Polyester siyah-beyaz renklerde %5 (0, 5, 10, ..., 100) aralıklarla karıştırılarak toplam 84 adet renkli cer şeridi elde edilmiştir (Tablo 2).

## 2.3. Reflektans Ölçümleri

Mikrotoz Çer- Çöp Analiz Ünitesinde elde edilen 84 adet melanj renkli cer şeridinin reflektanslarının ölçümü için Minolta 3600 D spektrofotometresi seçilmiştir. 30 noktadan reflektans değerleri (400 – 700 nm arasında her bir 10 nm de) kaydedildi. Reflektansa

Tablo 2. Elyaf karışım oranları (%)

1. Harman			2. Harman			3. Harman			4. Harman		
No	BP	SV	No	SP	BV	No	SP	BP	No	SV	BV
1	100	0	22	100	0	43	100	0	64	100	0
2	0	100	23	0	100	44	0	100	65	0	100
3	5	95	24	5	95	45	5	95	66	5	95
4	10	90	25	10	90	46	10	90	67	10	90
5	15	85	26	15	85	47	15	85	68	15	85
6	20	80	27	20	80	48	20	80	69	20	80
7	25	75	28	25	75	49	25	75	70	25	75
8	30	70	29	30	70	50	30	70	71	30	70
9	35	65	30	35	65	51	35	65	72	35	65
10	40	60	31	40	60	52	40	60	73	40	60
11	45	55	32	45	55	53	45	55	74	45	55
12	50	50	33	50	50	54	50	50	75	50	50
13	55	45	34	55	45	55	55	45	76	55	45
14	60	40	35	60	40	56	60	40	77	60	40
15	65	35	36	65	35	57	65	35	78	65	35
16	70	30	37	70	30	58	70	30	79	70	30
17	75	25	38	75	25	59	75	25	80	75	25
18	80	20	39	80	20	60	80	20	81	80	20
19	85	15	40	85	15	61	85	15	82	85	15
20	90	10	41	90	10	62	90	10	83	90	10
21	95	5	42	95	5	63	95	5	84	95	5

B: Beyaz, S: Siyah, P: Polyester, V: Viskon

parlaklık bileşeni (specular component) dâhil edilmiştir. Ölçümlerde örnek temsilinde hassas davranılmıştır. Örneğin ölçüm süresince sıkı olmayan kabarık lif kullanılmıştır. Yeterli hassasiyeti sağlamak için spektrofotometredeki en büyük ölçüm alanı olan 25.4 mm seçilmiştir. Deneyde kapak ya da numuneyi tutturmak için cam kullanılmamıştır. Ölçülen bütün numuneler için farklı bölgelerden en az 10 okuma,

renk farklılığı <0.2 CIELab 1976 (D65 ışık kaynağı ve 10°'lik gözlemci) olana kadar rastgele ve dikkatli bir şekilde alınmıştır. Ölçülen değer ile daha önce ölçülen değerlerin ortalamaları arasındaki renk farklılığı 0.2'den (CIELab 1976) büyük olan ölçümler değerlendirilmeye alınmamıştır ve kalan diğer değerler doğru reflektans değerleri olarak kaydedilmiştir.

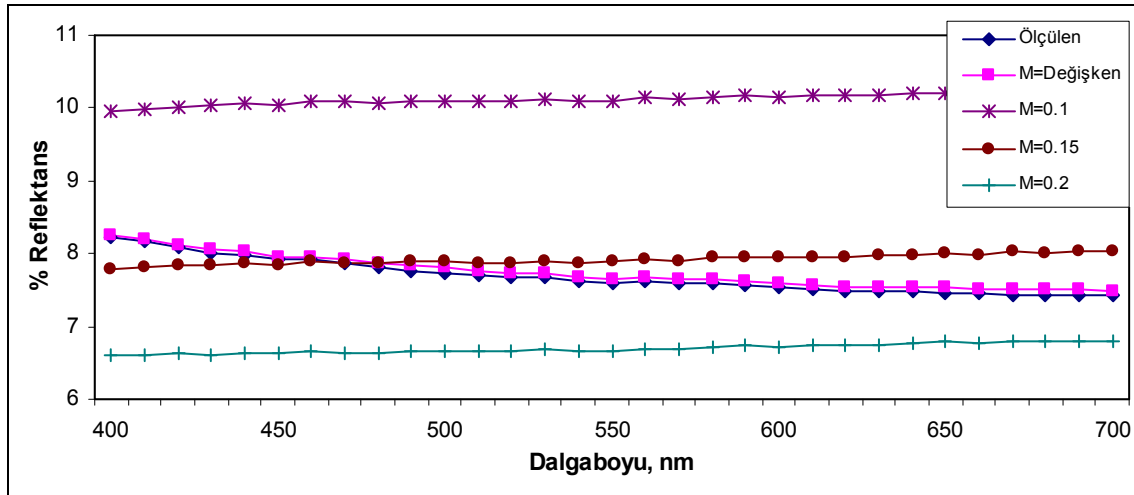
### 3. SONUÇLAR

Çalışmada, Stearns – Noechel denklemi ile en uygun sonucu elde edebilmek için Şekil 1'de verilen algoritma kullanılarak her bir karışım için her dalgaboyunda ayrı bir M katsayısı hesaplanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Hesaplanan M Değerleri

Dalgaboyu (nm)	KARIŞIMLARIN "M" DEĞERLERİ				Dalgaboyu (nm)	KARIŞIMLARIN "M" DEĞERLERİ			
	BP/SV	SP/BV	SP/BP	SV/BV		BP/SV	SP/BV	SP/BP	SV/BV
400	0.0694	0.1367	0.0912	0.0933	560	0.0718	0.1583	0.1043	0.0971
410	0.0697	0.139	0.0926	0.0936	570	0.0719	0.1591	0.1049	0.0971
420	0.0704	0.1413	0.0945	0.0945	580	0.0719	0.1601	0.1054	0.0972
430	0.0705	0.143	0.0957	0.0945	590	0.0718	0.161	0.1057	0.0974
440	0.0707	0.1449	0.0967	0.095	600	0.0718	0.1615	0.1064	0.0972
450	0.0711	0.1464	0.0977	0.0953	610	0.0719	0.1631	0.1068	0.0974
460	0.071	0.1477	0.0982	0.0956	620	0.0718	0.1639	0.1072	0.0974
470	0.0713	0.1487	0.0993	0.0957	630	0.0717	0.1647	0.1077	0.0974
480	0.0713	0.1499	0.1	0.0959	640	0.0719	0.1656	0.1083	0.0976
490	0.0711	0.1519	0.1004	0.0961	650	0.0717	0.1664	0.1083	0.0976
500	0.0713	0.1528	0.1014	0.0961	660	0.0717	0.1665	0.1087	0.0975
510	0.0717	0.1537	0.1025	0.0964	670	0.0716	0.168	0.1089	0.0979
520	0.0716	0.1548	0.1027	0.0962	680	0.0718	0.1675	0.1092	0.0976
530	0.0718	0.1561	0.1035	0.0966	690	0.0718	0.1685	0.1094	0.0979
540	0.0718	0.1564	0.1036	0.0966	700	0.0715	0.1687	0.1093	0.0975
550	0.0719	0.1577	0.1041	0.0969					

B: Beyaz, S: Siyah, P: Polyester, V: Viskon



Şekil 3. %50 Beyaz Polyester - %50 Siyah Viskon karışımında farklı M katsayıları ile hesaplanan reflektans değerleri

M katsayılarının her dalgaboyunda sabit olarak alınması durumunda (örnek olarak %50 Beyaz Polyester - %50 Siyah Viskon karışımında), yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen reflektans değerleri Şekil 3'de verilmiştir. Bu karışımında hesaplanan M katsayılarına en yakın değerler olan 0.1, 0.15 ve 0.2 değerleri sabit M

katsayıları olarak belirlenmiştir. Ölçülen reflektans değerlerini en iyi karşılayan değerler, her dalga boyunda farklı bir M katsayısı kullanılarak yapılan hesaplamalardan alınmıştır.

Renk farklılıkları CIELab 1976 (D65 illuminant ve 10° standart gözlemci) formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

Ölçülen renk değerleri ile Çizelge 3'deki M katsayıları kullanılarak Stearns – Noechel denklemi ile hesaplanan renk değerleri arasındaki renk farklılıkları ( $\Delta E$ ) karışım cinsine göre Tablo 4-5-6-7'de gösterilmiştir. Ayrıca  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve  $h$  gibi renk bilgileri de verilmiştir.

Tablo 4. Beyaz Polyester – Siyah Viskon karışımında renk farklılığı

% Karışım Oranı	Renk Değerleri ve Renk Farklılığı										
	Ölçülen Renk Değerleri					Hesaplanan Renk Değerleri					ΔE
	L*	a*	b*	C*	h	L*	a*	b*	C*	h	
0	93.43625	-0.22103	2.261589	2.272364	-1.47337	93.43625	-0.22103	2.261589	2.272364	-1.47337	0
5	78.6129	-0.0183	0.587424	0.587709	-1.53965	83.46946	-0.12591	1.419761	1.425333	-1.48234	4.928541
10	71.91424	0.025254	0.27527	0.276426	1.47931	75.79962	-0.06758	0.922477	0.924949	-1.49766	3.940014
15	65.64415	0.047473	0.159993	0.166888	1.282349	69.56891	-0.02935	0.601359	0.602075	-1.52203	3.95025
20	61.85874	0.03927	0.067489	0.078083	1.043813	64.31127	-0.00306	0.380735	0.380747	-1.56277	2.472818
25	57.72512	0.066427	-0.0832	0.106465	-0.89703	59.74682	0.015683	0.222015	0.222568	1.500274	2.045241
30	53.71387	0.065927	-0.09691	0.117213	-0.97344	55.69472	0.0294	0.103645	0.107734	1.294398	1.991308
35	51.37749	0.070701	-0.14609	0.162298	-1.12007	52.03126	0.039651	0.012719	0.041641	0.310412	0.673501
40	47.35862	0.087553	-0.17104	0.192144	-1.09768	48.66773	0.047437	-0.05893	0.075652	-0.89305	1.314516
45	44.7029	0.06575	-0.08835	0.110129	-0.93101	45.5378	0.05343	-0.11673	0.128376	-1.14153	0.835469
50	42.37486	0.044431	-0.15602	0.162227	-1.29337	42.58989	0.058098	-0.16442	0.174383	-1.23114	0.215627
55	40.06052	0.061282	-0.21435	0.22294	-1.29233	39.78226	0.061775	-0.20471	0.213832	-1.27772	0.27842
60	37.45885	0.057486	-0.25311	0.259552	-1.34746	37.07967	0.064715	-0.23966	0.248241	-1.30705	0.379487
65	34.53539	0.050143	-0.27459	0.279127	-1.39018	34.45086	0.067115	-0.27088	0.279074	-1.32792	0.08629
70	32.51846	0.046247	-0.2425	0.246872	-1.38235	31.86652	0.069142	-0.29981	0.307675	-1.34414	0.654848
75	29.9514	0.055777	-0.30792	0.312927	-1.3916	29.29733	0.070946	-0.32777	0.335357	-1.35763	0.654546
80	27.2286	0.024907	-0.27919	0.280297	-1.48182	26.7117	0.072686	-0.35621	0.363554	-1.36951	0.524785
85	24.45807	0.040701	-0.30502	0.307719	-1.43814	24.07279	0.074551	-0.38695	0.394062	-1.38046	0.39535
90	21.74822	0.041221	-0.39281	0.394967	-1.46624	21.3337	0.076808	-0.42253	0.429452	-1.39098	0.41711
95	19.0044	0.082195	-0.40871	0.416894	-1.37234	18.42878	0.079898	-0.46719	0.473973	-1.40142	0.578588
100	15.25553	0.084681	-0.52902	0.535758	-1.41207	15.25553	0.084681	-0.52902	0.535758	-1.41207	0

Tablo 5. Siyah Polyester – Beyaz Viskon karışımında renk farklılığı

% Karışım Oranı	Renk Değerleri ve Renk Farklılığı										
	Ölçülen Renk Değerleri					Hesaplanan Renk Değerleri					ΔE
	L*	a*	b*	C*	h	L*	a*	b*	C*	h	
0	13.8383	0.255431	0.229214	0.343196	0.731355	13.8383	0.255431	0.229214	0.343196	0.731355	0
5	15.38162	0.206644	0.065205	0.216687	0.305653	15.70376	0.213064	0.027662	0.214852	0.129109	0.324376
10	17.16757	0.123381	-0.13576	0.183452	-0.83315	17.53182	0.177283	-0.14461	0.228782	-0.68424	0.368319
15	18.78038	0.116361	-0.28783	0.310462	-1.18661	19.34624	0.14622	-0.29575	0.329922	-1.11164	0.566695
20	20.91731	0.082845	-0.42643	0.434399	-1.37891	21.16736	0.118617	-0.43109	0.447115	-1.30229	0.252638
25	22.9212	0.105529	-0.52662	0.537093	-1.37303	23.01392	0.093583	-0.55428	0.562127	-1.40354	0.097492
30	24.73449	0.08098	-0.75236	0.756704	-1.46357	24.90437	0.070449	-0.66787	0.671579	-1.4657	0.190023
35	26.69232	0.02556	-0.75163	0.752068	-1.5368	26.85801	0.04869	-0.77368	0.775214	-1.50795	0.168742
40	28.39254	0.029537	-0.87332	0.873823	-1.53699	28.8961	0.027866	-0.87297	0.873418	-1.53889	0.503567
45	30.91171	-0.00525	-0.95493	0.954946	1.565301	31.04321	0.007586	-0.96655	0.966579	-1.56295	0.132633
50	33.20506	-0.0279	-1.08734	1.087695	1.545144	33.32882	-0.01253	-1.05478	1.054853	1.558917	0.128888
55	35.20803	-0.05814	-1.07704	1.078607	1.516865	35.78968	-0.03288	-1.13753	1.138007	1.5419	0.585327
60	38.03482	-0.04273	-1.16178	1.162566	1.534037	38.47323	-0.05392	-1.21401	1.215207	1.526411	0.441643
65	40.99572	-0.06954	-1.18367	1.185711	1.512113	41.44292	-0.07622	-1.28239	1.284654	1.511433	0.458007
70	44.42789	-0.0714	-1.16961	1.171791	1.509826	44.78698	-0.10054	-1.33911	1.342878	1.495859	0.398157
75	47.98904	-0.07687	-1.12922	1.13183	1.502827	48.63373	-0.12799	-1.37737	1.383304	1.478139	0.692686
80	51.81039	-0.10935	-1.13486	1.140111	1.474738	53.18009	-0.1603	-1.38385	1.393107	1.455477	1.393082
85	57.1181	-0.12186	-1.0502	1.057252	1.455274	58.75016	-0.20034	-1.33066	1.34566	1.421364	1.657837
90	63.88698	-0.14077	-0.88393	0.895072	1.412865	65.93003	-0.25328	-1.15269	1.180186	1.3545	2.06372
95	73.02373	-0.17622	-0.53722	0.565384	1.25384	75.93768	-0.32887	-0.66948	0.745897	1.114192	2.920943
100	91.95949	-0.44025	0.791304	0.905526	-1.06309	91.95949	-0.44025	0.791304	0.905526	-1.06309	0

**Tablo 6.** Siyah Polyester – Beyaz Polyester karışımında renk farklılığı

% Karışım Oranı	Renk Değerleri ve Renk Farklılığı										
	Ölçülen Renk Değerleri					Hesaplanan Renk Değerleri					ΔE
	L*	a*	b*	C*	h	L*	a*	b*	C*	h	
0	15.25553	0.084681	-0.52902	0.535758	-1.41207	15.25553	0.084681	-0.52902	0.535758	-1.41207	0
5	17.5835	0.043005	-0.64973	0.651148	-1.5047	17.66317	0.060334	-0.66307	0.66581	-1.48005	0.082619
10	19.94624	0.010608	-0.77557	0.77564	-1.55712	19.95904	0.040363	-0.77639	0.777443	-1.51886	0.032404
15	22.58653	0.003877	-0.92973	0.929736	-1.56663	22.18893	0.023209	-0.87529	0.875596	-1.54429	0.401776
20	24.40512	0.002708	-0.9703	0.970304	-1.56801	24.38713	0.007918	-0.9635	0.963529	-1.56258	0.019925
25	26.40472	-0.01472	-1.0286	1.02871	1.556486	26.58167	-0.00615	-1.04335	1.043366	1.564904	0.177773
30	28.54453	-0.03779	-1.08526	1.085916	1.53599	28.7974	-0.01945	-1.1163	1.116468	1.553374	0.255425
35	30.73137	-0.03161	-1.19633	1.196744	1.54438	31.05802	-0.03235	-1.1832	1.183642	1.543458	0.326915
40	33.1645	-0.05141	-1.23234	1.233414	1.529106	33.38774	-0.04517	-1.24443	1.24525	1.534511	0.223654
45	36.33615	-0.0593	-1.32529	1.326612	1.526079	35.8128	-0.05821	-1.29993	1.301228	1.52605	0.523971
50	38.78278	-0.0759	-1.3509	1.353026	1.514671	38.36308	-0.07176	-1.34914	1.351048	1.517657	0.419723
55	39.85695	-0.07951	-1.29025	1.292695	1.50925	41.07428	-0.08619	-1.39092	1.393592	1.508913	1.221501
60	44.14255	-0.08668	-1.42143	1.424072	1.509893	43.99065	-0.10191	-1.42327	1.426915	1.499319	0.152679
65	45.26836	-0.09009	-1.29578	1.298903	1.501385	47.16924	-0.11947	-1.44287	1.44781	1.488184	1.906788
70	50.12646	-0.10507	-1.39332	1.397277	1.495529	50.68641	-0.13963	-1.44429	1.451027	1.474417	0.563321
75	53.32419	-0.09527	-1.25438	1.257993	1.494993	54.64854	-0.16346	-1.41841	1.427802	1.456058	1.336213
80	58.27918	-0.11679	-1.19307	1.19877	1.473219	59.2109	-0.19258	-1.3493	1.362975	1.429032	0.947762
85	62.23584	-0.12653	-1.06896	1.076424	1.452975	64.61308	-0.22949	-1.2074	1.229011	1.38297	2.383494
90	68.26679	-0.14213	-0.73038	0.744079	1.378596	71.25238	-0.27829	-0.93303	0.973652	1.280929	2.995557
95	74.96475	-0.15552	-0.33071	0.365456	1.131224	79.85546	-0.34568	-0.39043	0.521473	0.846115	4.894769
100	91.95949	-0.44025	0.791304	0.905526	-1.06309	91.95949	-0.44025	0.791304	0.905526	-1.06309	0

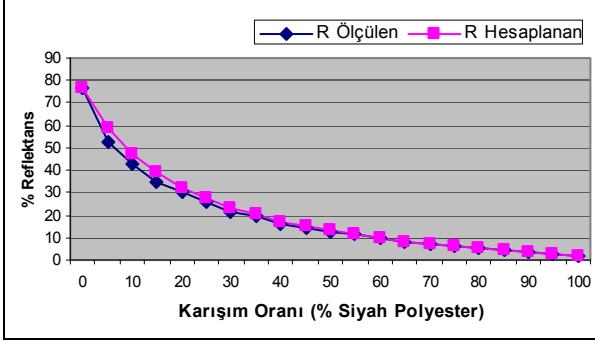
**Tablo 7.** Siyah Viskon – Beyaz Viskon karışımında renk farklılığı

% Karışım Oranı	Renk Değerleri ve Renk Farklılığı										
	Ölçülen Renk Değerleri					Hesaplanan Renk Değerleri					ΔE
	L*	a*	b*	C*	h	L*	a*	b*	C*	h	
0	13.8383	0.255431	0.229214	0.343196	0.731355	13.8383	0.255431	0.229214	0.343196	0.731355	0
5	16.52192	0.143444	0.239409	0.279093	1.030994	16.55721	0.218686	0.162435	0.272413	0.638864	0.113276
10	18.56491	0.119834	0.180032	0.216268	0.983513	19.09413	0.191774	0.113959	0.223079	0.53617	0.538153
15	22.41774	0.085957	0.150081	0.172953	1.050661	21.5201	0.170866	0.07741	0.187583	0.425384	0.904578
20	23.34234	0.075657	0.103586	0.128274	0.939971	23.88381	0.153877	0.049448	0.161627	0.310926	0.549769
25	25.90729	0.106125	0.043872	0.114836	0.392002	26.22224	0.139555	0.028227	0.142381	0.199571	0.317099
30	28.48709	0.061038	0.042419	0.07433	0.607339	28.56611	0.127087	0.012743	0.127725	0.099936	0.107181
35	31.49685	0.08112	0.024409	0.084713	0.292279	30.94327	0.115902	0.002539	0.11593	0.021906	0.555098
40	33.4971	0.081522	0.042077	0.091741	0.47648	33.38099	0.105568	-0.00243	0.105596	-0.02298	0.126653
45	34.71442	0.072896	0.036675	0.081602	0.466141	35.90784	0.095728	-0.00182	0.095745	-0.01902	1.194265
50	38.69081	0.062946	0.017394	0.065305	0.269607	38.5557	0.086058	0.005098	0.086209	0.059174	0.137623
55	40.318	0.066923	0.039704	0.077815	0.535462	41.36193	0.076227	0.019583	0.078702	0.251459	1.044159
60	44.39427	0.071054	0.025343	0.075438	0.342601	44.37242	0.065862	0.043592	0.078981	0.584669	0.028934
65	46.50905	0.06999	0.027514	0.075204	0.374557	47.64591	0.054493	0.080151	0.096921	0.973702	1.138178
70	50.0012	0.058643	0.074156	0.094541	0.901681	51.26061	0.041478	0.133992	0.140265	1.270597	1.260946
75	54.06254	0.060688	0.060111	0.085419	0.780614	55.32525	0.025868	0.212746	0.214313	1.449802	1.272382
80	57.38776	0.055939	0.09522	0.110435	1.039643	59.99823	0.006158	0.329317	0.329374	1.5521	2.621418
85	61.51813	0.036059	0.234297	0.237056	1.418093	65.52383	-0.02022	0.506966	0.507369	-1.53093	4.015369
90	68.05714	0.023512	0.336824	0.337644	1.501106	72.30699	-0.05804	0.791489	0.793614	-1.4976	4.274881
95	77.02738	-0.02241	0.880988	0.881273	-1.54537	81.08849	-0.11716	1.284943	1.290273	-1.47987	4.082248
100	93.43625	-0.22103	2.261589	2.272364	-1.47337	93.43625	-0.22103	2.261589	2.272364	-1.47337	0

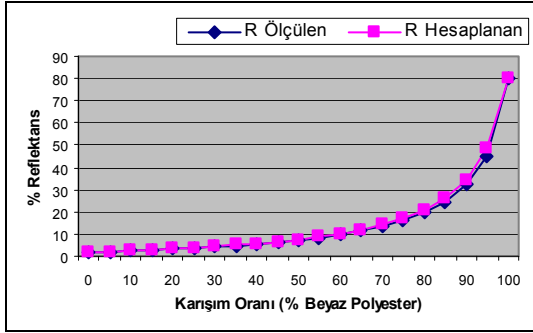
**Tablo 8.** Elyaf karışımlarının ölçülen ve hesaplanan renk değerleri arasındaki ortalama bağıl hata yüzdeleri

Karışım Adı	Renk Farklılıkları Ortalama Hata Yüzdeleri					
	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H$	$\Delta E$
PV_BS	2.3655	94.4921	96.1874	67.7207	65.7155	1.25
PV_SB	1.4974	47.6092	11.9141	10.7844	15.0611	0.63
PP_SB	1.6990	79.4158	5.9524	7.4090	2.5655	0.9
VV_SB	2.3470	82.8332	87.5169	45.9442	75.8856	1.16

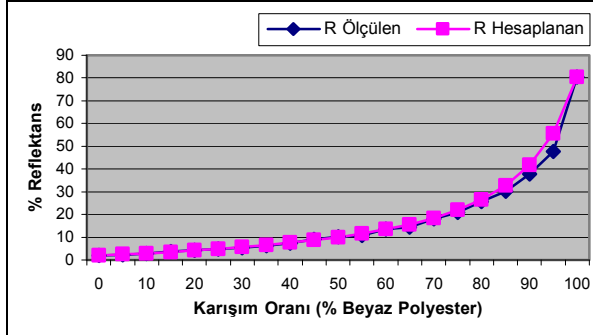
P: Polyester V: Viskon S: Siyah B: Beyaz



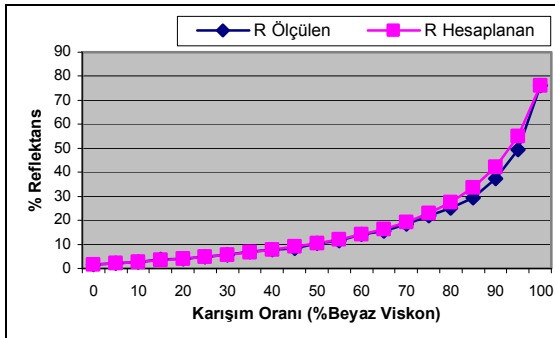
**Şekil 4.** Beyaz Polyester – Siyah Viskon karışımında ölçülen ve hesaplanan refleksans değerleri arasındaki ilişki



**Şekil 5.** Siyah Polyester – Beyaz Viskon karışımında ölçülen ve hesaplanan refleksans değerleri arasındaki ilişki



**Şekil 6.** Siyah Polyester – Beyaz Polyester karışımında ölçülen ve hesaplanan refleksans değerleri arasındaki ilişki



**Şekil 7.** Siyah Viskon – Beyaz Viskon karışımında ölçülen ve hesaplanan refleksans değerleri arasındaki ilişki

Çizelge 4-5-6-7'den renk farklılıklarının çok küçük olduğu ve hesaplanan renk değerlerinin ölçülen renk değerlerine yakın olduğu görülmektedir. Elyaf karışımlarında ölçülen ve hesaplanan renk değerleri arasındaki farklılıkların daha iyi anlaşılabilmesi için renk değerinin ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve  $h$ ) arasındaki ortalama bağıl hata yüzdesi Tablo 8'de verilmiştir.

Dört harman karışımında da renk tonunun açıldığı, kırmızıdan yeşil renge doğru ve maviden sarı renge doğru kaydığı tespit edilmiştir. Ayrıca ölçülen renge göre rengin doygunluğunun arttığı görülmektedir. Ortalama renk farklılığı Beyaz Polyester – Siyah Viskon karışımlarında 1.25 CIELab birimi, Siyah Polyester – Beyaz Viskon karışımlarında 0.63 CIELab birimi, Siyah Polyester – Beyaz Polyester karışımlarında 0.9 CIELab birimi, Siyah Viskon – Beyaz Viskon karışımlarında ise 1.16 CIELab birimidir. Ölçülen ile tahmin edilen toplam renk değerleri arasındaki ortalama fark  $\Delta E = 0.985$  CIELab birimidir. Tekstil endüstrisinde genel olarak  $\Delta E = 1$ 'in altındaki değerler kabul edilebilir, üstündeki değerler ise kabul edilemez olarak değerlendirilmektedir. Karışımların %78.2'inde renk farklılığı  $\Delta E=1$ 'in altındadır.  $\Delta E$ , siyah polyester / beyaz viskon (PV\_SB) ve siyah polyester / beyaz polyester (PP\_SB) karışımlarında 1'in altında çıkmıştır. Bunun nedeni her iki karışımında da diğer elyafa göre kalın siyah polyester elyafı kullanılması olabilir. En kötü sonuçlar (en yüksek renk farklılığı değerleri) düşük oranlı karışımlarda alınmıştır. Düşük oranlı karışımlarda tam olarak homojen bir karışım sağlanamadığı görülmektedir.

Spektrofotometrik eğri eşleme işlemlerinde hesaplamalar, prensip olarak materyal tarafından ışığın en fazla emildiği dolayısıyla yansıma değerlerinin en düşük olduğu dalga boylarındaki spektral değerler esas alınarak yapılmaktadır. Bu çalışmada, karışımlardaki yansıma değerlerinin en düşük olduğu dalga boyları ve denkleme kullanılan M değerleri aşağıdaki gibidir.

- Beyaz Polyester – Siyah Viskon (BP/SV) karışımlarında 400 nm  $M = 0.0694$
- Siyah Polyester – Beyaz Viskon (SP/BV) karışımlarında 680 nm  $M = 0.1675$
- Siyah Polyester – Beyaz Polyester (SP/BP) karışımlarında 670 nm  $M = 0.1089$
- Siyah Viskon – Beyaz Viskon (SV/BV) karışımlarında ise 400 nm  $M = 0.0933$



Karışımların bu dalgaboylarındaki ölçülen ve Stearns – Noechel denklemi ile hesaplanan reflektans değerleri ile karışım oranları arasındaki ilişki Şekil 4-7’de gösterilmiştir.

**Tablo 9.** Şekil 4-7’deki ölçülen ve hesaplanan reflektans eğrilerinin lineer korelasyon katsayısı

Numune	Korelasyon Katsayısı
BP/SV	0.997252
SP/BV	0.998862
SP/BP	0.996679
SV/BV	0.997041

B: Beyaz, S: Siyah, P: Polyester, V: Viskon

Tablo 9’da Şekil 4-7’deki ölçülen ve hesaplanan reflektans eğrileri arasındaki korelasyon katsayıları verilmiştir. Burada katsayıların 1 değerine çok yakın olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar Stearns – Noechel denklemi için hesaplanan M katsayılarının Denklem 4’deki hipotez için uygun olduğunu göstermektedir.

#### 4. DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada Stearns-Noechel modelini esas alan bir spektrofotometrik renk eşleme algoritması önerilmiştir. Bu algoritma 84 adet melanj karışımın rengini tahmin etmede kullanılmıştır.

Stearns-Noechel modelindeki M değeri karışımın son rengine bağlıdır. Önceki çalışmalar genellikle tek M değeri hesaplanarak yapılmıştır. Bu çalışmada ise her karışım için ve her dalgaboyu için ayrı ayrı M değeri hesaplanmıştır. Ölçülen renk değerleri ve değiştirilen algoritmaya göre hesaplanan renk değerleri arasındaki renk farklılıkları hesaplanarak CIELab 1976’da (D65 ışık kaynağı ve 10°lik gözlemci) ifade edilmiştir. Ortalama renk farklılığı 0.98 CIELab’tır. Bu sonuç, Stearns – Noechel modelinde bu algoritmanın melanj karışımlarında renk eşleme için yeterli doğrulukta tahminleme yapabileceğini göstermektedir.

#### KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Donald, M., 1997, "Recipe Prediction for Textile", *Colour Physics for Industry, Society of Dyers and Colourists, Second Edition*, ISBN 0 901956 70 8, p.209-290.
2. Aspland, J.R., Zhou, M., 2000, "The Influence of Blending on Color Appearance of Black&White Fiber Blends", *Textile Chemist and Colorist & American Dyestuff Repoter*, Vol. 32. No.10, 47-51.
3. Philips-Invernizzi, B., Dupont, D., Caze, C., 2002, "Formulation of Colored Fiber Blends From Friele's Theoretical Model", *Color Research and Application*, Vol.27, No:3, p.191-198.
4. Thevenet, L., Dupont, D., Joll-Desodt, A.M., 2002, "Modeling Color Change After Spinning Process Using Feedforward Neural Networks", *Color Research and Application*, Vol.28, No:1, p.50-58.
5. Philips-Invernizzi, B., Dupont, D., Jolly-Desodt, A-M., Caze, C., 2002, "Color Formulation by Fiber Blending Using the Stearns-Noechel Model", *Color Research and Application*, Vol.27, No:2, p.100-107.
6. Rong, L.I., Feng, G.U., 2006, "Tristimulus algorithm of colour matching for precoloured fibre blends based on the Stearns-Noechel model", *Coloration Technology*, Vol. 122, No. 2, p. 74-81.
7. Rong, L., Yang, S., Feng, G., Wei, P., 2009, "A Spectrophotometric Color Matching Algorithm for Precolored Fiber Blends", *Color Research and Application*, Vol.34, No:2, p.108-114.
8. Öner, E., 2001, "Ölçülen Reflektans Değerlerinden Tristimulus Değerlerinin Hesaplanması", *Tekstil Endüstrisinde Renk Ölçümü*, Marmara Üniversitesi, ISBN: 975-400-230-4, Yayın No: 672, İstanbul, s. 35-41.
9. Duran, K., 2001, "CIELab Renk Sistemi", *Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma*, E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, No.17, İzmir, s. 63-65.
10. Xin, J.H., Lam, Y.M., NG, S.M., 2001, "Colorimetric Mathematical Model in Predictability of Fabric Colour After Post-Finishing Treatments", *Proceedings of the 6th, Asian Textile Conference*, ATC-6, 22-24 August, Hong-Kong.

Bu araştırma, Bilim Kurulumuz tarafından incelendikten sonra, oylama ile saptanan iki hakemin görüşüne sunulmuştur. Her iki hakem yaptıkları incelemeler sonucunda araştırmanın bilimselliği ve sunumu olarak "**Hakem Onaylı Araştırma**" vasfıyla yayımlanabileceğine karar vermişlerdir.

**2011 YILINA ABONE  
OLMAYI UNUTMAYINIZ**