

REAKTİF SİYAH 5 BOYASININ PAMUKLU KUMAŞI BOYAMA DAVRANIŞI: K/S RENK VERİMİ, FİKSAJ VE HASLIKLAR

Agah Oktay ÖZDEMİR^{*1}, Mustafa TUTAK²

¹Erzincan Meslek Yüksek Okulu, Erzincan Üniversitesi, Türkiye

²Tekstil Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Erciyes Üniversitesi, Türkiye

Geliş / Received: 08.09.2015

Düzeltilmelerin gelişi / Received in revised form: 22.11.2015

Kabul / Accepted: 26.11.2015

ÖZ

Bu çalışmada, pamuklu kumaş CI Reaktif Siyah 5 boyarmaddesi ile çektirme yöntemine göre farklı boyama şartlarında boyanmıştır. Boyama banyosu artık renkli çözeltileri UV-Vis ölçümlerine göre boyarmaddelerin maksimum çekim yüzdeleri belirlenmiştir. Boyalı kumaşlar yıkama işlemi öncesi ve sonrası olmak üzere spektrofotometrik renk ölçümleri yapılarak K/S renk verimi değerlerine göre relatif fiksaj yüzdesi hesaplanmıştır. En son olarak yıkama ve sürtme haslıkları belirlenerek seçilen boyama sonuçları içinde, çekim, fiksaj ve haslık sonuçları karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pamuk, reaktif siyah 5, K/S, fiksaj, haslık

DYEING BEHAVIOR OF REACTIVE BLACK 5 DYE ON COTTON FABRIC: K/S COLOR STRENGTH, FIXATION AND FASTNESSES

ABSTRACT

In this study, cotton fabrics were dyed with CI Reactive Black 5 dye on different dyeing conditions with exhaustion technique. Maximum exhaustion percent of dyeing was determined by UV-Vis measurement of colored waste dye bath solutions. Dyed fabrics color were measured by spectrophotometrically before and after washing relative fixation percent calculated by using K/S color strength values. Finally, Exhaustion, fixation and fastness results are compared in the selected dyeing results by determining the washing and rubbing fastness.

Keywords: Cotton, reactive black 5, K/S, fixation, fastness

1. GİRİŞ

Reaktif boyarmadde grubu selülozik liflerin renklendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek haslıkları, kolay uygulama yöntemleri ve görünür spektrumda tüm renkleri başarılı bir şekilde verebilmeleri reaktif boyarmaddeleri selülozik lifler grubunun en önemli üyesi olan pamuk lifinde öne çıkarmaktadır [1]. Boyama esnasında renkli boya molekülü, reaktif grup üzerinden alkali ortamda lif ile reaksiyona girip kovalent bağ oluşturarak sağlam bir şekilde life bağlanmaktadır. Boyama ortamında bulunan su molekülü ile reaksiyona girerek hidroliz olması (selülozik lifleri boyama yeteneğini kaybetmesi) reaktif boyarmaddelerin en önemli dezavantajı olarak görülmektedir [2-3].

Reaktif siyah 5 (RB5) boyarmaddesi ile ilgili literatürde farklı amaçlar için yapılan çalışmalar olduğu görülmektedir. RB5 boyarmaddesi hakkında özellikle çevre kirliliği alanında çok sayıda çalışma bulunmaktadır [4-6]. Bhatti ve ark. [7] gamma ışığı ile işlem yaptıkları pamuklu kumaş RB5 boyarmaddesi ile işlemleri ve

*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: +90 534 294 59 99; e-mail/e-posta: aoozdemir@erzincan.edu.tr

A.O. ÖZDEMİR, M. TUTAK

işlemsiz kumaşları boyayarak karşılaştırmışlar; gamma ışığı ile farklı koşullarda işlem görmüş pamuklu kumaşlarda hem boyama verimi hem de haslık sonuçlarında ilerleme sağlandığını ifade etmişlerdir. Khatri ve ark. [8] ultrason işlemine aldıkları pamuklu kumaşı pab-batch boyama yöntemine göre reaktif kırmızı 195 ve reaktif siyah 5 boyarmaddeleri ile boyamışlardır. Çalışma sonucunda ultrason enerjisinin boyama zamanını kısalttığı belirlenmiştir. Reaktif boyarmaddelerin selülozik lifleri boyama verimi ve haslıkları konusunda literatürde oldukça fazla çalışma bulunmasına rağmen boyama verimi, yıkama ve haslık ile ilgili olanlar seçilerek incelenmiştir [9-14]. Reaktif boyarmaddeler içinde RB5 boyarmaddesi selülozik kumaşlarda yaygın olarak kullanılmasına karşın literatürde farklı boyama şartlarında K/S boyama verimi ve haslık sonuçlarının bir arada verildiği çalışma azdır. Bu deneysel çalışma RB5 boyarmaddesinin farklı koşullardaki boyama konsantrasyonlarına bağlı olarak en iyi renk verimi ve haslık seviyesinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Pamuklu Kumaş

Deneysel çalışmalarda kullanılan düz örme % 100 pamuklu kumaş Balgüneş Tekstil (Kayseri, Türkiye) firmasından temin edilmiştir. Standart ön terbiye yapılarak boyama işlemine hazır hale getirilen kumaş 150 g/m² gramajındadır.

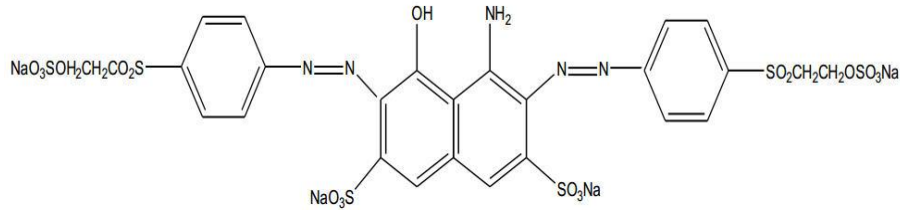
2.2. RB 5 Boyarmaddesi ve Boyama

Şekil 1'de açık kimyasal yapısı görülen ve toz halinde temin edilen (Eksoy Kimya, Adana, Türkiye) CI reaktif siyah 5 boyarmaddesi (RB5) diazokromofor yapısında olup iki adet vinilsülfon reaktif grup içermektedir.

Deneysel boyama uygulamaları laboratuvar tipi çektirme yöntemine göre çalışan cihazda (Termal HT, İstanbul, Türkiye) her bir boyama işlemi için üç tekrar yapılarak, elde edilen sonuçların ortalama değerleri verilmiştir. Bir deneme için boyanacak kumaş miktarı 10 g ve flotte oranı 1/20 olarak seçilmiştir. Diğer boyama parametreleri aşağıda verilmiştir.

- Boyama sıcaklığı (°C): 50, 60 ve 70
- Tuz konsantrasyonu (g/L): 0, 40, 70 ve 100
- Boyama konsantrasyonu (kumaşa göre %): 1, 2 ve 3
- Soda konsantrasyonu (g/L): 20 ve 50

Boyama işlemine bütün kimyasallar başlangıçta verilerek başlanmış ve ardından 20 dakikada hedef boyama sıcaklığına çıkılarak 70 dakika boyamaya devam edilmiştir. Boyama sonunda sıcaklık 40°C'ye düşürülerek boyalı kumaşların yıkanması adımına geçilmiştir. Boyama tüplerinden çıkarılan kumaşlardan renk ölçümü için bir parça kesilerek ayrıldıktan sonra soğuk su ile taşmalı yıkanmış ardından kaynar su içinde iyonik olmayan deterjan ile yıkanmıştır. En son olarak soğuk su ile durulanan kumaşlar laboratuvar şartlarında kurutulmuştur.



Şekil 1. Reaktif Siyah 5 boyarmaddesinin kimyasal yapısı

2.3. Boyarmadde maksimum çekim, relatif fiksaj ve net fiksaj belirlenmesi

RB5 boyarmaddesinin, UV-Vis tekniğine ile geçirgenlik esasına göre renk ölçümü yapabilen PG T80 (PG Instruments Limited, Londra, İngiltere) cihazında maksimum absorbans dalga boyu ($\lambda_{\text{mak}}=598$ nm) olarak bulunmuştur. Boyamadan önce RB5 boyarmaddesi ile bilinen konsantrasyonlardan absorbans ölçümleri yapılarak kalibrasyon grafiği elde edilmiştir. Boya banyosunda arta kalan boyarmadde çözeltileri kalibrasyon grafiğinden yararlanılarak lif tarafından alınan boya maksimum çekim (MÇ) yüzdeleri hesaplanmıştır [15].

Boyalı kumaşlar yıkama işleminden önce ve sonra olmak üzere spektrofotometrik renk ölçümleri Konica Minolta 3600d spektrofotometresi (Osaka, Japonya) ve RealColor v1.3 yazılımı (Bursa, Türkiye) ile yapılmıştır.

Boyalı kumaşlar üzerinde boya miktarı için değerlendirme kriteri olan K/S renk verimi hesaplanarak kumaş üzerine çektirilen boyarmaddenin relatif fiksaj (RF) seviyesinin belirlenmesinde:

$$\%RF = \frac{(K/S)_b}{(K/S)_a} \times 100 \quad (1)$$

Burada “b”, yıkama öncesi, “a” ise yıkama sonrası olmak üzere K/S boyalı kumaşlardaki renk koyuluğunu ifade etmektedir [16].

Boyama net fiksaj (NF) seviyesi maksimum çekim oranından relatif fiksaj değeri çıkarılarak hesaplanmıştır.

$$NF(\%) = \frac{MÇ \times RF}{100} \quad (2)$$

NF: Net Fiksaj

MÇ: Maksimum Çekim

RF: Relatif Fiksaj

2.4. Haslık Çalışmaları

Boyalı kumaşların renk performansının belirlenmesinde en fazla istenen haslık tipleri olan yıkama ve sürtme haslığı testleri, sırası ile TS EN ISO 105-C06 [17] ve TS EN ISO 105-X12 [18] standartlarına göre yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tablo 1’de pamuklu kumaşların RB5 boyarmaddesi ile çektirme yöntemine göre boyanması sırasında farklı boyama şartları için elde edilen maksimum çekim ve relatif fiksaj yüzdeleri verilmiştir. Boyama konsantrasyonunun yükselmesinin maksimum çekim ve relatif fiksaj oranlarında düşüşe yol açtığı görülmektedir. Bu durum, boyama banyosunda artan boya molekülü sayısı ile liflerin boya alımı açısından doygunluğa ulaşması ve lif içine daha az boya alınması olarak değerlendirilmiştir.

Boyama ortamında tuz konsantrasyonunun artması ile liflere çektirilen boya miktarı ve relatif fiksaj değeri artış göstermiştir. Bu durumun sebebi tuz katyonlarının lif yüzeyinde oluşan negatif yükü azaltması sonucunda anyonik yapıdaki boya moleküllerinin lif tarafından çekiminin artması olarak görülmüştür. Boyama sıcaklığının artması ile boyarmadde çekimi ve relatif fiksaj değeri düşüş göstermiştir. Bununla beraber yüksek tuz kullanımı boyama makinesine korozif etki göstermektedir ve iyi artıma uygulanmadığı takdirde çevresel sorunlara yol açmaktadır [18].

Boyama sıcaklığının artması ile boyarmadde çekimi ve relatif fiksaj değeri düşüş göstermiştir. Yüksek boyama sıcaklığı, liflerin daha çok şişmesini ve amorf bölgelerdeki boşlukların büyümesini sağlar. Bu etki sonucunda, lif içine giren boyarmadde moleküllerinin artan sıcaklığa bağlı olarak artan kinetik enerjilerinden dolayı lif dışına çıkması nedeniyle daha düşük boya çekimi elde edildiği görülmüştür.

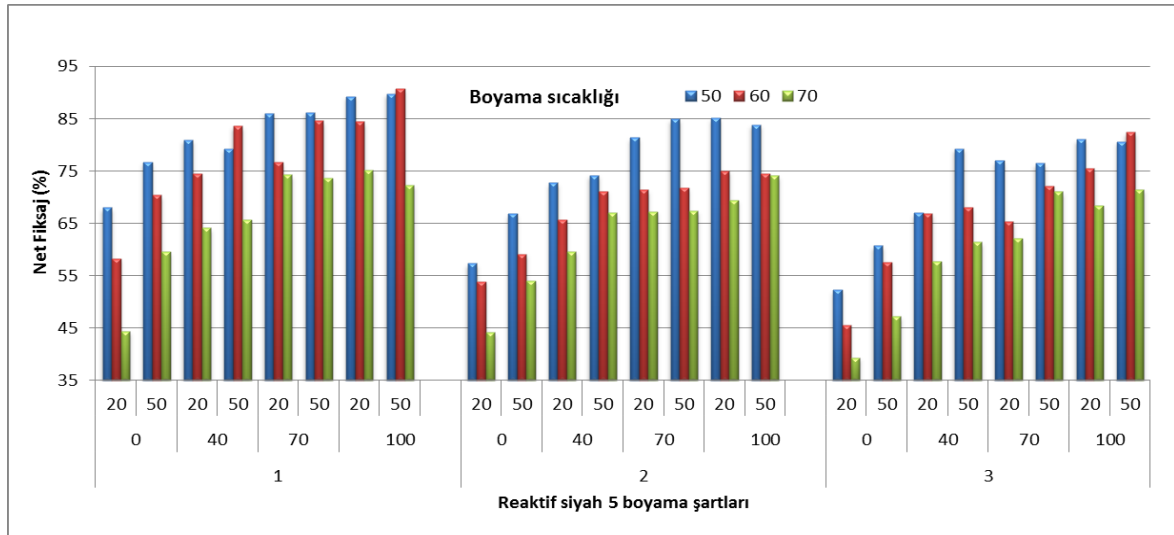
Reaktif boyarmaddelerin liflerle reaksiyona girme hızları, reaktif grubun cinsine, pH’ya ve sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. pH ve sıcaklığın artmasıyla reaksiyon hızı artar. Soda konsantrasyonundaki artış (pH artışı) ile maksimum çekimin arttığı görülmektedir. Bu durum genellikle relatif fiksaj değerlerinde de görülmektedir. Deneysel çalışma esnasında 20 g/L soda kullanarak pH 10, 50 g/L soda kullanarak pH 11 seviyelerinde çalışmalarımızı gerçekleştirdik.

Şekil 2’de boyamalara ait net fiksaj değerleri görülmektedir. Bütün boyama sonuçlarına göre en iyi boyama sıcaklığı 50°C olarak görülmektedir. 60 ve 70°C boyama sıcaklıklarında, genel olarak 50°C’ye göre daha düşük net fiksaj seviyeleri elde edilmiştir. Boyama konsantrasyonları açısından değerlendirilme yapıldığında, düşük boyama koyuluğunda daha yüksek fiksaj elde edilmesine karşın yüksek boyama koyuluğunda düşük fiksaj seviyelerine ulaşılmıştır.

Tablo 2’de RB5 ile boyanmış kumaşlara ait yıkama ve sürtme haslığı sonuçları verilmiştir. Genel olarak tekstil ürünlerinden, son kullanıcılar açısından yüksek haslık özelliği göstermesi, üretici için ise yüksek oranda net fiksaj ile birlikte yüksek haslık özelliği göstermesi beklenmektedir. Yıkama ve sürtme haslıkları her bir boyama konsantrasyonuna göre değerlendirildiğinde yüksek seviyede haslıklara sahip oldukları görülmektedir. Boyama koyuluğu artması ile bazı haslık seviyelerinde yarım puanlık düşüş olduğu görülmektedir. Bu durum ise lif tarafından alınan boyarmadde molekülü miktarının artmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 1. Boyamalara ait maksimum çekim (MÇ) ve relatif fiksaj (RF) değerleri

Boyama Kons. (%)	Tuz Kons. (g/L)	Soda Kons. (g/L)	Boyama sıcaklığı (°C)						
			50		60		70		
			MÇ (%)	RF (%)	MÇ (%)	RF (%)	MÇ (%)	RF (%)	
1	0	20	72,37	93,93	68,23	85,42	64,63	68,74	
		50	82,42	93,12	75,65	93,04	71,63	83,16	
	40	20	84,92	95,29	81,40	91,43	75,89	84,53	
		50	88,78	89,25	86,24	96,90	79,91	82,14	
	70	20	88,90	96,74	87,18	88,02	81,36	91,30	
		50	92,77	92,90	89,57	94,45	81,20	90,78	
	100	20	94,61	94,32	92,46	91,35	85,81	87,68	
		50	95,74	93,79	93,59	96,91	86,44	83,70	
	2	0	20	63,66	90,05	58,97	91,33	55,26	79,90
			50	73,43	91,04	68,93	85,83	62,49	86,47
		40	20	80,99	89,78	73,51	89,29	70,30	84,87
			50	84,68	87,57	78,84	90,26	76,14	87,94
70		20	86,01	94,60	79,74	89,49	75,52	89,01	
		50	89,02	95,39	84,17	85,25	78,70	85,68	
100		20	88,65	96,03	82,94	90,44	80,99	85,80	
		50	90,07	93,08	86,09	86,46	82,43	89,88	
3		0	20	60,53	86,35	55,19	82,67	51,28	76,71
			50	70,04	86,72	64,83	88,83	57,14	82,75
		40	20	74,78	89,62	73,64	90,91	68,23	84,58
			50	85,22	93,06	76,45	88,94	69,49	88,37
	70	20	79,87	96,40	75,22	86,94	69,83	88,95	
		50	85,22	89,76	80,27	89,88	79,87	88,98	
	100	20	85,38	94,88	82,60	91,42	77,87	87,88	
		50	87,98	91,62	86,65	95,10	82,12	87,01	



Şekil 2. Boyalı kumaşlara ait net fiksaj oranları

Tablo 2. Boyalı kumaşlara ait yıkama ve sürtme haslıkları

Boyama Kons. (%)	Tuz Kons. (g/L)	Soda Kons. (g/L)	Boyama sıcaklığı (°C)											
			50				60				70			
			Yıkama		Sürtme		Yıkama		Sürtme		Yıkama		Sürtme	
			RD	L	K	Y	RD	L	K	Y	RD	L	K	Y
1	0	20	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4
		50	5	5	5	4-5	5	5	5	4	5	5	5	4-5
	40	20	5	5	5	4-5	5	5	5	4-5	5	5	5	4
		50	5	5	5	4-5	5	5	5	4-5	5	5	5	4-5
	70	20	5	5	5	4-5	5	5	5	4-5	5	5	5	4-5
		50	5	5	5	4	5	5	5	4-5	5	5	5	4-5
100	20	5	5	5	4	5	5	5	4-5	5	5	5	4-5	
	50	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4-5	
2	0	20	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4
		50	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4-5
	40	20	5	4-5	5	4	5	4-5	4	4-5	5	4-5	5	4-5
		50	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4-5	5	4-5	5	4-5
	70	20	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4-5	5	4-5	5	4
		50	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4-5
100	20	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4-5	5	4-5	5	4	
	50	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4-5	
3	0	20	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4-5
		50	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4-5
	40	20	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4
		50	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4
	70	20	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4-5
		50	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4
100	20	5	4-5	5	3-4	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4-5	
	50	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4	5	4-5	5	4	

RD: Renk Değişimi, L: Lekeleme, K: Kuru sürtme haslığı, Y: Yaş sürtme haslığı

4. SONUÇ

Bu çalışmada reaktif boyarmaddeler içinde yaygın olarak kullanılan RB5 boyarmaddesi ile farklı boyama şartlarında pamuk boyaması yapılmıştır. Boyama davranışı analizi için boyanmış kumaşların yıkama öncesi ve sonrası olmak üzere renk ölçümleri ve boyama atık banyosunda UV-vis yardımı ile kalan boya analizi ve boyalı kumaşlara ait yıkama ve sürtme haslıkları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre: RB5 boyarmaddesi için çektirme yönteminde en iyi boyama sıcaklığı 50°C olarak ortaya çıkmıştır. % 1 boyama koyuluğu için 20 g/L soda ile 100 g/L tuz, % 2 boyama koyuluğu için 50 g/L soda ile 70 g/L tuz, % 3 boyama koyuluğu için 50 g/L soda ile 40 g/L tuz en iyi fiksaj ve haslık seviyelerini vermiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından FDK-2013-4844 kodlu proje ile desteklenmiştir. Yazarlar finansal desteklerinden dolayı Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi'ne teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

[1] BROADBENT A.D., Basic Principles of Textile Coloration, Society of Dyers and Colourists, West Yorkshire, England, 2001.

A.O. ÖZDEMİR, M. TUTAK

- [2] SHORE J., Cellulosics Dyeing, Society of Dyers and Colourists, West Yorkshire, England, 1995.
- [3] FERUS-COMELO, M., “An Analysis of the Substantivity of Hydrolysed Reactive Dyes and Its Implication For Rinsing Processes”, Coloration Technology, 129, 24-31, 2013.
- [4] ERSOZ, G., NAPOLEONI, A., ATALAY, S., “Comparative Study Using Chemical Wet Oxidation for Removal of Reactive Black 5 in the Presence of Activated Carbon”, Journal of Environmental Engineering, 139, 1462-1469, 2013.
- [5] BANSAL, S., KUSHWAHA, J.P., SANGAL, V.K., “Electrochemical Treatment of Reactive Black 5 Textile Wastewater: Optimization, Kinetics, and Disposal Study”, Water Environment Research, 85, 2294-2306, 2013.
- [6] GUO, X.Y., CAI, Y.P., WEI, Z.B., “Treatment of Diazodye C.I. Reactive Black 5 in Aqueous Solution by Combined Process of Interior Microelectrolysis and Ozonation”, Water Science and Technology, 67, 1880-1885, 2013.
- [7] BHATTI, I.A., ADEEL, S., NADEEM, R., ASGHAR, T., “Improvement of Colour Strength and Colour Fastness Properties of Gamma Irradiated Cotton Using Reactive Black-5”, Radiation Physics and Chemistry, 81, 264-266, 2012.
- [8] KHATRI, Z., MEMON, M.H., KHATRI, A., TANWARI, A., “Cold Pad-Batch Dyeing Method for Cotton Fabric Dyeing with Reactive Dyes Using Ultrasonic Energy”, Ultrasonics Sonochemistry, 18, 1301-1307, 2011.
- [9] SUWANRUJI, P., FREEMAN, H.S., “Design, Synthesis and Application of Easy Wash-Off Reactive Dyes”, Coloration Technology, 122, 27-36, 2006.
- [10] BLACKBURN, R.S., BURKINSHAW, S.M., “A Greener Approach to Cotton Dyeing Swith Excellent Wash Fastness”, Green Chemistry, 4, 47-52, 2002.
- [11] BURKINSHAW, S.M., KATSARELIAS, D., “The Wash-Off of Reactive Dyes on Cellulosic Fibres. 4. The Use of Different Alkalis with Monochlorotriazinyl Dyes on Cotton”, Dyes and Pigments, 35, 249-259, 1997.
- [12] THIAGARAJAN, P., NALANKILLI, G., “Improving Light Fastness of Reactive Dyed Cotton Fabric with Antioxidant and UV Absorbers”, Indian Journal of Fibre & Textile Research, 38, 161-164, 2013.
- [13] FANG, L., ZHANG, X.D., SUN, D.S., “Chemical Modification of Cotton Fabrics for Improving Utilization of Reactive Dyes”, Carbohydrate Polymers, 91, 363-369, 2013.
- [14] ZHENG, C.L., YUAN, A.L., WANG, H.B., SUN, J., “Dyeing Properties of Novel Electrolyte-Free Reactive Dyes on Cotton Fibre”, Coloration Technology, 128, 204-207, 2012.
- [15] TUTAK, M., ÖZDEMİR, A.O., “Reactive Dyeing of Cationized Cotton: Effects on the Dyeing Yield and the Fastness Properties”, Journal of Applied Polymer Science, 119, 500-504, 2011.
- [16] AHMED, N., OULTON, D.P., TAYLOR, J.A., “The Use of Reflectance Measurements in the Determination of Fixation of Reactive Dyes to Cotton”, Color Research and Application, 31, 117-121, 2006.
- [17] TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ, Tekstil-Renk Haslığı Deneyleri-Bölüm C06: Eysel ve Ticari Yıkamaya Karşı Renk Haslığı, TS EN ISO 105-C06, .2012.
- [18] TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ, Tekstil-Renk Haslığı Deneyleri-Bölüm X12: Sürtünmeye Karşı Renk Haslığı Tayini, TS EN ISO 105-X12, .2006.
- [19] ÖZDEMİR A., Selülozik Tekstil Materyallerinde Renklendirme Veriminin Artırılması İçin Katyonikleştirme Şartlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2009.