

Yeşil Üretim için Polyester Kumaşların Kök Boya ile Renklendirilmesi

*¹Hüseyin Benli, ²M.İbrahim Bahtiyari and ²Fazlıhan Yılmaz

*¹Erciyes Üniversitesi, Mustafa Çıkrıkçıoğlu MYO., Kayseri, Türkiye

² Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Müh. Böl., Kayseri, Türkiye,

Özet

Doğal boyarmaddeler, bunların bazı teknik özellikleri, boyama yöntemleri, yeni doğal boya kaynaklarının tespit edilmesi gibi birçok konu son yıllarda bilim insanlarının popüler araştırma konuları arasına girmiştir. Bu bağlamda çalışmanın temel amacı günümüzde yoğun olarak kullanılmakta olan polyester kumaşların doğal boyarmaddeler ile renklendirilip renklendirilemeyeceğini tespit etmektir. Bu amaçla doğal boyarmadde kaynağı olarak kök boya bitkisi kullanılmıştır. Boyama öncesinde polyester kumaşlara beş farklı mordan maddesi ile önceden mordanlama işlemi yapılmıştır. Daha sonra mordanlanmış kumaşlar iki farklı kök boya konsantrasyonu ile boyanmış ve boyalı kumaşların renk verimleri (K/S) ve CIE $L^*a^*b^*$ renk değerleri incelenmiştir. Ayrıca; boyanmış kumaşların çeşitli renk haslıkları da ölçülmüştür. Sonuç olarak, polyester kumaşların kök boyarmaddeler ile boyanması ile tatmin edici renklerin ve haslıkların elde edilebileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Polyester, doğal boyarmadde, kök boya, tekstil, yeşil üretim

Coloration of Polyester Fabrics with Madder to Ensure Green Production

Abstract

Many issues such as natural dyes, their technical properties, dyeing methods, and the identification of new natural dye sources have been among the popular research topics of scientists in recent years. The main purpose of working in this context is to determine whether polyester fabrics which are used extensively today can be colored with natural dyestuffs or not. For this aim madder was used as a natural dye source. Pre-mordanting process was applied to polyester fabrics with five different mordanting agents before dyeing. Then, the mordanted fabrics were dyed with two different madder concentrations and the color efficiencies (K/S) and CIE $L^*a^*b^*$ color values of the dyed fabrics were examined. Moreover, various color fastnesses of the colored fabrics were also measured. As a result, it has been seen that satisfactory colors and fastnesses can be obtained by dyeing polyester fabrics with madder.

Key words: Polyester, natural dyes, madder, textile, green production

1. Giriş

18.yy'ın ikinci yarısından sonra gerçekleşen endüstri devrimi ile ortaya çıkan sanayileşme yaşadığımız dünyanın doğal dengesinin bozulmasına ve çevre kirliliğinin artmasına neden olmuştur. Enerji ve doğal kaynaklar bilinçsizce tüketilmiş ve de tüketilmeye devam edilmekte olup içinde bulunduğumuz doğal çevre geri dönüşüme el veremeyecek şekilde bozulmaya devam etmektedir. Özellikle son yıllarda, bu yıkımı fark eden birçok kurum, kuruluş ve ülke bunu önlemek için harekete geçmiştir. Bu bağlamda tarım, gıda, makine, elektrik-elektronik, ev eşyaları gibi çok sayıda üretici firma insana ve çevreye duyarlı ürünleri piyasaya arz etme çabası içine girmişlerdir. Tekstil ve boya sanayide bu çaba içinde olan sektörlerden biridir. Özellikle son yıllarda tekstil materyallerinin renklendirilmesinde çevre dostu boyarmaddeler olarak kabul edilen doğal boyarmadde kaynakları üzerine çok sayıda çalışmaya rastlamak mümkündür [1, 2, 3].

Bu minvalde son yıllarda yapılan çeşitli çalışmalara değinmek gerekirse; Örneğin Önal ve arkadaşları sarı sormuk (*Alkanna orientalis*) bitkisinden elde ettikleri çözeltileri kullanarak mordanlanmış pamuk ve yün kumaşların boyanabileceklerini bildirmişlerdir [4]. Khan ve arkadaşları ise ceviz kabuklarından elde ettikleri çözeltileri kullanarak mordanlanmış yün ipliklerin yirmi beş farklı renk tonuna boyanabileceklerini rapor etmişlerdir [5]. Bhuiyan ve arkadaşları citosan ile işlem görmüş keten kumaşların kına ile boyanarak istenilen renk tonlarının elde edilebileceğinin ve antimikrobial özellikler gösterebileceğini bildirmişlerdir [6]. Yusuf ve arkadaşları ise kök boyadan (*Rubia cordifolia*) elde ettikleri renkli çözeltileri kullanarak şap ile mordanlanmış yün ipliklerin çok farklı renk tonlarına boyanabileceklerini ve yeterli ışık, yıkama ve sürtme haslıklarına sahip olduklarını rapor etmişlerdir [7]. Feiz ve Norouzi kök boyayı kullanarak farklı mordan maddeleri ve mordanlama yöntemleri ile yün elyafını parlak kırmızıdan bordo renge kadar çok farklı renklerde boyanabileceğini bildirmişlerdir [8].

Doğal boyalar çoğunlukla pamuk, yün, ipek, jüt gibi doğal liflerin boyanmasında kullanılırken polyester, akrilik naylon gibi sentetik liflerin boyanmasında kullanımına yönelik sınırlı bilgiler mevcuttur [9]. Gulrajani ve arkadaşları 1999 yılında yaptıkları çalışmada annatto bitkisinin boya çözeltisiyle naylon ve polyester elyaf için yüksek afinite ve düşük haslık özellikler gösterdiğini bildirmişlerdir [10]. Lokhande ve Dorugade üç farklı doğal boyarmadde kaynağı (soğan kabuğu, zerdeçal, Lac) ve farklı mordan maddeleri kullanarak Naylon elyafının çok farklı renk tonlarında boyanabileceğini rapor etmişlerdir [11]. El-Shishtawy ve arkadaşları 2009 yılında yaptıkları bir çalışmada modifiye akrilik elyafın farklı mordan maddeleri ile zerdeçal ve kök boya kullanılarak yeterli derecede haslık özelliklerine sahip boyamaların elde edilebileceğini bildirmişlerdir [12]. Yapılan çalışmalardan da görüldüğü üzere çok sayıda bilim insanı son yıllarda çevre dostu yöntemler ve doğal maddeler kullanarak farklı tekstil materyallerini renklendirmeye çalışmışlardır. Bu çalışmada ise sentetik esaslı bir lif olan polyester kumaşların doğal bir boyarmadde kaynağı olan kök boya ile renklendirilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu çalışmada yaklaşık 60 g/m² ağırlığında %100 polyester dokuma kumaş kullanılmıştır. Renklendirme işlemlerinde yöreden temin edilen kök boya (Şekil 1) kullanılmıştır. Analitik saflıkta bakır sülfat (CuSO₄.5H₂O), demir sülfat (FeSO₄.7H₂O), şap (KAl(SO₄)₂.12H₂O), potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) ve tartarik asit (C₄H₆O₆) olmak üzere beş farklı mordan maddesi kullanılmıştır. Yıkama maddesi olarak non-iyonik yüzey aktif maddesi kullanılmıştır.



Şekil 1: Öğütülmüş kök boya (*Rubia tinctorum* L)

2.2. Mordanlama Yöntemi

Bu çalışmada önceden mordanlama yöntemi kullanılmıştır. Polyester kumaşlar boyama işleminden önce beş farklı mordan maddesi ile ayrı ayrı mordanlanmıştır. Mordanlama işleminde metal tuzlarının oranı şap için %20 ve diğer tuzlar için ise %3 (materyal ağırlığı üzerinden) olacak şekilde hesaplanmıştır. Flotte oranı 1/50 dir. Mordanlama ve boyama işlemleri laboratuvar tipi HT (Roaches Model-MB) numune boyama makinelerinde gerçekleştirilmiştir. İşlem oda sıcaklığında başlamış ve 1,5-2°C/dk. olacak şekilde ısıtılarak 100°C'ye ulaşıldıktan sonra burada 60 dk. boyunca işleme devam edilmiş ve sonra soğutularak boyama işlemine geçilmiştir.

2.3. Boyama Yöntemi

Önceden mordanlanmış kumaş numuneleri 1:1 ve 1:2 (materyal ağırlığı: kök boya ağırlığı) olacak şekilde iki farklı boya konsantrasyonunda boyanmışlardır. Boyama HT makinede yapılmıştır. Flotte oranı 1/50 dir. Kurutulmuş ve öğütülmüş kök boya direkt olarak boya banyosuna ilave edilmiştir. Boyama işlemine oda sıcaklığında başlanmış olup 1-2°C/dk. olacak şekilde ısıtılarak 100°C'ye ulaşıldıktan sonra burada 60 dk. boyunca boyama işlemine devam edilmiştir. Boyama işleminden sonra sırasıyla taşmalı yıkama-sabunlu yıkama (1 g/litre on-iyonik yıkama maddesi, 100°C'de)-sıcak durulama-soğuk durulama-kurutma (oda sıcaklığında) işlemleri ile denemeler tamamlanmıştır.

2.4. Boyanmış kumaş numunelerinin değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin değerlendirilmesi için kök boya ile boyanmış polyester kumaşların renk

verimleri ve CIE $L^*a^*b^*$ renk değerleri Konika/Minolta 3600d marka spektrofotometre kullanılarak ölçülmüştür. Kök boya ile iki farklı konsantrasyonda ve beş farklı mordan maddesi kullanılarak yapılan boyama denemeleri sonucunda boyanmış polyester kumaşlara bazı renk haslık testleri yapılmıştır. Bu bağlamda yapılan haslık testleri ise yıkama [13], sürtme [14] ve ışık [15] haslıklarıdır.

3. Bulgular

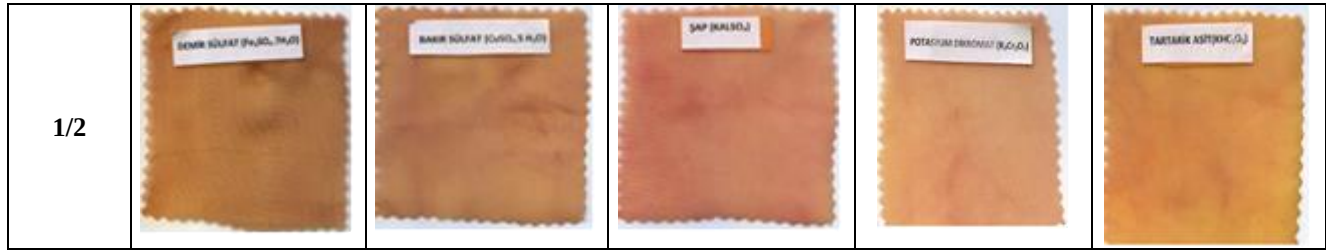
Beş farklı mordan maddesi ile önceden mordanlama yöntemi kullanılarak boyanmış olan polyester kumaşlardan elde edilen CIE $L^*a^*b^*$ ve K/S değerleri Tablo 1’de ve renk paleti ise Tablo 2’de verilmiştir. Boyamalar sonunda renkli numunelere yapılan yıkama, sürtme ve ışık haslık testlerinden elde edilen sonuçlar Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 1. Kök boya ile boyanmış polyester kumaşların K/S ve CIE $L^*a^*b^*$ değerleri

Metal Tuzu	Kök boya Kons.	L^*	a^*	b^*	C^*	h	K/S
FeSO₄.7H₂O	1:1	59.78	7.59	13.76	15.71	61.11	1.83
	1:2	68.1	8.39	18.6	20.41	65.72	1.57
CuSO₄.5H₂O	1:1	64.22	10.71	11.14	15.46	46.13	1.14
	1:2	69.32	6.65	17.14	18.39	68.79	1.35
KAl(SO₄)₂.12H₂O	1:1	66.57	19.49	20.67	28.41	46.69	1.51
	1:2	62.49	20.73	22.2	30.38	46.96	2.14
K₂Cr₂O₇	1:1	69.14	15.35	18.08	23.71	49.67	1.27
	1:2	64.3	13.68	21.14	25.18	57.1	1.87
C₄H₆O₆	1:1	66.3	15.28	30.19	33.83	63.16	2.35
	1:2	62.89	17.07	36.39	40.2	64.87	3.85

Tablo 2. Kök boya ile boyanmış polyester kumaşların renkleri

Boyama Oranı	Metal Tuzları				
	FeSO ₄ .7H ₂ O	CuSO ₄ .5H ₂ O	KAl(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	K ₂ Cr ₂ O ₇	C ₄ H ₆ O ₆
1/1					



Tablo 3. Kök boya ile boyanmış polyester kumaşların renk haslık test sonuçları

Metal Tuzu	Kök boya Kons.	Yıkama haslığı		Sürtme haslığı		Işık haslığı
		L	R	Y	K	
FeSO₄.7H₂O	1	3/4	3/4	3/4	4/5	4/5
	2	3/4	3/4	3	4	4/5
CuSO₄.5H₂O	1	4	4	3/4	4/5	5
	2	4	4	3/4	4/5	5
KAl(SO₄)₂.12H₂O	1	3/4	4/5	3/4	4	3/4
	2	4	4/5	3/4	4	4
K₂Cr₂O₇	1	4/5	4	3/4	4	3/4
	2	4	4/5	4	4/5	4
C₄H₆O₆	1	4	4/5	4	4/5	3/4
	2	4	4/5	4/5	4/5	3

L:Lekeleme, R:Renk değişimi, Y:Yaş, K: Kuru

4. Tartışma

Beş farklı metal tuzu kullanılarak önceden mordanlama yöntemi ile mordanlanmış polyester kumaşların kök boya ile boyanmasından kırmızı-turuncu rengin çok farklı renk tonlarının elde edildiği Tablo 1 ve 2’de görülmektedir. Boyarmadde konsantrasyonunun iki katına çıkmasıyla birlikte genel olarak renk verimliliklerinin arttığı görülmektedir. Öte yandan kullanılan mordan tipine göre ve doğal boya konsantrasyonuna göre farklı renklerin ve renk tonlarının elde edilebileceği tespit edilmiştir. Demir sülfat ile yapılan denemelerde renk tonları daha donuk ve mat renklerde elde edilmiştir. Bakır sülfat ile yapılan denemelerde ise boya konsantrasyonuna bağlı olarak pembe renk tonları elde edilirken tartarik asit kullanıldığı zaman ise renk tonlarının turuncu-sarı renklere kaydığı görülmektedir. Renk verimi açısından değerlendirilecek olursa; K/S değeri en yüksek olan çalışma 3.85 ile tartarik asit (1:2) olmuşken, en düşük değer ise 1.14 ile bakır sülfat (1:1) olmuştur.

Tablo 3’deki renk haslıkları incelenecek olursa; yıkama haslık sonuçları farklı mordan tipleri açısından çok farklı bir değişim göstermemekle birlikte 3/4 ile 4/5 puan aralığında sonuçlar elde edilmiştir. Lekeleme sonuçları renk değişimine göre 0,5 puan civarında daha eksiktir. Benzer farklılık sürtme haslığında yaş sürtmelerde görülmektedir. Işık haslıkları doğal boyarmaddeler

için genelde düşüktür. Metal tuzları içinde demir ve bakır tuzları ışık haslığı açısından en iyi sonuçları vermiş (4/5-5 puan arasında) olup sonuçlar oldukça iyi kabul edilebilir. 3 puan ile en düşük değer ise tartarik asit uygulamasından elde edilmiştir.

Sonuçlar

Elde edilen veriler ışığında polyester kumaşların kök boya ile renklendirilebileceği söylenebilir. Çalışmalarda kök boya kullanıldığı için elde edilen renkler genellikle pastel tonlarda kırmızı rengin türevleri olmuştur. Metal tuzunun değişmesiyle birlikte renk tonunun da değişebileceği görülmüştür. Yıkama ve sürtme haslıkları açısından sonuçların kabul edilebilir olduğu görülmektedir. Doğal boyaların ışık haslıkları genel olarak düşük olmasına rağmen bu çalışmalardan elde edilen ışık haslıkları daha tatminkâr ve kabul edilebilir sınırlar içindedir.

İleriki çalışmalarda, farklı doğal boyarmadde kaynakları kullanılarak farklı renk tonlarının elde etme çalışmaları önerilmektedir. Ayrıca renk paletini artırmak için farklı mordan maddeleri ile farklı konsantrasyonlarda tuz kullanılması ve birlikte ve sonradan mordanlama yöntemlerinin de denenmesi önerilmektedir.

Kaynaklar

- [1] Hill DJ. Is there a future for natural dyes? Rev. Prog. Coloration 1997;27:18-25.
- [2] Mirjalili M, Nazarpour K, Karimi L. Eco-friendly dyeing of wool using natural dye from weld as co-partner with synthetic dye. J Clean Prod 2011;19:1045-1051.
- [3] Yusuf M, Shahid M, Khan SA, Khan MI, Islam S, Mohammad F, Khan MA. Eco-Dyeing of Wool Using Aqueous Extract of the Roots of Indian Madder (*Rubia cordifolia*) as Natural Dye. J Natural Fibers 2013;10:14-28.
- [4] Onal A, Eser F, Bayrak S. Investigation of Dyeing Properties of Different Fabric Species with *Alkanna Orientalis* Root Extract. J Food Sci and Engineering 2017;7:213-220.
- [5] Khan MA, Islam S, Mohammad F. Extraction of Natural Dye from Walnut Bark and its Dyeing Properties on Wool Yarn. J Natural Fibers 2016;13:458-469.
- [6] Bhuiyan M, Islam A, Islam S, Hossain A, Nahar K. Improving dyeability and antibacterial activity of *Lawsonia inermis* L on jute fabrics by chitosan pretreatment. Textiles and Clothing sustainability 2017;3:1.
- [7] Yusuf M, Islam S, Khan MA, Mohammad F. Investigations of the colourimetric and fastness properties of wool dyed with colorants extracted from Indian madder using reflectance spectroscopy. Optik 2016;127:6087-6093.
- [8] Feiz M, Norouzi H. Dyeing Studies of Wool Fibers with Madder (*Rubia Tinctorum*) and Effect of Different Mordants and Mordanting Procedures on Color Characteristics of Dyed Samples. Fibers and Polymers 2014;15:2504-2514.

- [9] Purwar S. Application of natural dye on synthetic fabrics: A review, *Int J Home Sci* 2016;2:283-287.
- [10] Gulrajani ML, Deepti G, Maulik SR. Studies on dyeing with natural dyes: Part I-Dyeing of annato on nylon and polyester. *Indian J Fiber Text Res* 1999;24:2.
- [11] Lokhande HT, Dorugade VA. Dyeing Nylon with natural dyes. *American Dyestuff repoter* 1999;29-34.
- [12] El-Shishtawy RM, Shokry GM, Ahmed NSE, Kamel MM. Dyeing of Modified Acrylic Fibers with Curcumin and Madder Natural Dyes. *Fibers and Polymers* 2009;10:617-624.
- [13] ISO 105-C10 (2006) Textiles–Tests for color fastness. Part C10: Color fastness to washing: Test 1 (Geneva: ISO 2006)
- [14] ISO 105-X12 (1993) Textiles–Tests for color fastness, Part X12: Color fastness to rubbing (Geneva: 1993)
- [15] ISO 105-B02 (1994) Textiles–Tests for color fastness, Part B02: Color fastness to artificial light (Geneva: 1993)