

Enzimatik Ön İşlem Uygulanan Pamuklu Kumaşların Kök Boya ile Renklendirilmesi

Güzin AKYOL*¹ , Eyüphan YENER*² 

*Bursalı Tekstil San. ve Tic. A.Ş., Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi, Bursa, 16369, Türkiye

Araştırma Makalesi, Geliş Tarihi: 14.12.2020, Kabul Tarihi: 25.02.2021

Özet

Ekolojik üretim ve sürdürülebilirlik anlayışının son yıllarda daha da önem kazanması ile birlikte işletmeler üretim yöntemlerini farklı prosesler üzerinden devam ettirmeye başlamıştır. Bu doğrultuda ön işlem prosesinde konvansiyonel metotta kullanılan kimyasalların yerine biyobozunur ürünler kullanarak, yeni çevreci prosesler geliştirilip doğal ürünler oluşturulması ve terbiye işleminden sonra bu ürünün doğal bitki özlerinden biri olan kök boya (*Rubia tinctorum* L.) ile boyanması hedeflenmiştir. Doğal boyar maddelerin selülozik lifler üzerine bağlanma davranışlarını değiştirip güçlendirmek amacıyla farklı mordan türleri ile prosesler oluşturulmuştur. Ön mordanlama ve eş zamanlı mordanlama boyama sonuçları karşılaştırılmış olup, en iyi sonucun ön mordanlama ile boyama prosesinde olduğu tespit edilmiştir. Ürün kalite parametreleri yıkama haslığı, sürtme haslığı, ışık haslığı testleri üzerinden belirlenmiştir. Laboratuvar şartlarında %10 kök boya ile yapılan numune boyamalar daha sonra işletmeye entegre edilmiştir. Çıkan pamuklu ürünün HPLC sonuçları incelenerek, sentetik boyar madde kullanılmadığı kanıtlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Doğal Boya, Pamuk Boyama, Kök Boya, Mordanlama, Yıkama Haslığı.

Coloring of Enzymatic Pretreatment Cotton Fabrics with Root Dye

Abstract

With the ecological production and understanding sustainability gaining more importance, production methods have started to be continued through different processes. In this direction, it has aimed to develop new environmental processes by using biodegradable applications instead of chemical applications used in the conventional method in the pretreatment processes, the study has aimed to dye these products with one of natural plant extracts dyestuff (*Rubia tinctorum* L.) and produce ecological products, after the finishing process. In order to change and strengthen the bonding behavior of natural dye stuffs on cellulosic fibers, processes have been created with different mordant types. When pre-mordant and simultaneous mordant dyeing results were compared, it has been determined that the best result was in the dyeing process with pre-mordant. Product quality parameters were determined through washing fastness, rubbing fastness, and light fastness tests. Sample dyeing applications made with 10% natural dye stuffs in laboratory conditions, integrated into the operating conditions. It was proved that no synthetic dyestuff was used by examining the HPLC results of the cotton products.

Keywords: Natural Dye, Cotton Dyeing, Root Dye, Mordanting, Washing Fastness.

¹Sorumlu yazar guznakyl@gmail.com, ²eyuphanyener@gmail.com

1. GİRİŞ

Dünyada son zamanlarda oldukça önem kazanmaya başlayan çevre kirliliği, enerji kaynaklarının da git gide azalması ile birlikte her endüstri dalını etkisi altına alıp, bu konuda çalışmalar yaparak rekabetçi anlayış ortamında üretim tesislerinin farklı pazar alanlarında yer bulmasını sağlamıştır. Her işletme kendi çalışma alanına bağlı olarak bu konuda alternatif yöntemler geliştirerek farklı yaklaşımlarla üretimlerine devam etmeye başlamıştır. Temiz üretim anlayışının benimsenmesi ile az miktarda su, enerji, zaman ve iş gücü maliyetinden tasarruf edecek yaklaşımlar üzerine gidilmiştir (Sancar vd., 2012).

Doğal lifler içerisinde yaygın olarak kullanılan pamuk lifi, içinde barındırdığı pektin, yağ, vaks vb. gibi safsızlıklardan dolayı boyamadan önce ön işleme tabi tutulmak zorundadır. Pamuklu mamül bu safsızlıklardan arındırılarak su emicilik kazandırılmıştır. Boyama öncesi pamuğun doğal rengindeki pigmentlerin parçalanıp tekstil mamulünü bir sonraki işlem olan boyama, baskı gibi uygulamalara hazırlamak için ağartma işlemi uygulanır (Gürsoy ve Hauser, 2010).

Pamuklu kumaşların ağartılmasında hidrojen peroksit ve kostik yaygın olarak kullanılmaktadır. Ağartma işlemi kullanılan kimyasal madde miktarı ve materyalin beyazlık derecesine göre farklılık göstermektedir. Çevreci üretim anlayışının belirlenmesi ile ağartma proseslerinde enzimatik işlemlerden yararlanılmaya başlanmıştır. Kimyasal reaksiyonları katalizleme yeteneğine sahip olan enzimler, yüksek moleküllü ve protein yapısında ürünlerdir. Her enzimin çalıştığı belirli bir sıcaklık ve pH aralığı bulunmaktadır. Son yıllarda tekstil endüstrisinde enzim kullanımı, diğer sektörlerde olduğu gibi artış göstermektedir. Özellikle ağartma işlemlerinde yaygın olarak kullanılan selülaz, amilaz, pektinaz, lakkaz, glikozidaz, katalaz gibi enzimlerin kullanımına yönelik çalışmaların arttığı gözlenmektedir (Benli, 2015).

Enzimlerin kullanımı çok eski zamanlara dayansa da tekstil işletmelerinde kullanımı son yıllarda artmaya başlamıştır. Bunun nedenleri arasında enzimlerin biyolojik olarak parçalanması, düşük sıcaklıkta çalıştığı için enerji tasarrufu sağlaması, oluşacak reaksiyonları hızlandırması, zararlı kimyasalların yerini alması ve düşük miktarlarda kullanımında bile etki göstermesi avantaj sağlamaktadır (Doshi ve Shelke, 2001).

Tekstil sektöründeki gelişmeler ile kullanılan ürünler, uygulanan prosesler işletmeleri çevre açısından daha duyarlı olmaya, proseslerinde yeni ekolojik yaklaşımları uygulamaya itmektedir. Boyama işlemlerinde sentetik ürünlerin kullanılması, bu ürünlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri göz önüne alındığında geleneksel doğal boyar maddeler ile boyama işlemlerinin yapılması gündeme gelmeye başlamıştır. Bu nedenle antimikrobiyal, alerjenik ve toksik olmayan boyar maddelerin kullanımı üzerine yapılan çalışmalar artmıştır (Bulut ve Akar, 2012).

Doğal boyar maddeler bitkisel ve hayvansal kökenli olarak ayrılrsa da, günümüze bakıldığında hayvansal kökenli olanlarının kullanılmadığı görülmektedir. Doğal boyaların uygulanmasında kullanılan bitkilerin sadece tekstil alanında değil, aynı zamanda ilaç, tıp, kozmetik, gıda gibi alanlarda da kullanıldığı görülmektedir. Etken maddeleri göz önüne alındığında birçoğunun doğal boyar madde olarak tekstilde kullanım alanı bulunduğu görülmüştür. Bulunduğu yörede kendiliğinden yetişen doğal boyar maddeler, toplanarak güneşte veya gölgede kurutulmaktadır. Kurutulmuş doğal bitkiler daha sonra tekstil ürününün boyanması için kullanılmaktadır. Doğal boyalar tekstil ürünü ile işleme tabi tutulmadan önce metal tuzları veya farklı bağlayıcılar ile bir ön işlemden geçirildikten sonra boyama işlemi yapılmaktadır. Bu ön işlem adımına doğal boyamacılıkta mordanlama adı verilmekte, kullanılan kimyasal ise mordan de olarak adlandırılmaktadır (Karadag, 2017).

1.1. Kök Boya Tarihiçesi

Geçmişte bakıldığında Anadolu'da boyama işleminin yaygın şekilde yapıldığı görülmektedir. Osmanlı Dönemi'nde halı, kilim dokumanın yaygın olması ile bu işlerin yapıldığı yörelerde doğal boyamacılığın yaygın olduğu tespit edilmiştir. Boyamacılıkta yaygın olarak kullanılan bitkinin ise tarih kaynaklarına bakıldığında kök boya (Rubai Tinctoria) olduğu görülmektedir (Genç, 2014). Türk kırmızısı olarak bilinen kök boya, çeşitli mordanların kullanılması ile tekstil ürünlerinde farklı renk gamları oluşturmaktadır (Taş, 2019).

Rubai türleri çok uzun köklere sahip olan, ince kırmızı kabuklu, silindirik bir gövdeye sahip çok yıllık odunsu bir bitkidir. Rubiaceae, familyasına ait olan bu bitkinin özellikle köklerinde çok fazla antrakinon içerdiği bilinmektedir (Yusuf vd., 2015).

Kök boya; Avrupa, Asya ve Amerika'da kırmızı bitki boyaların kaynağı olarak yüksek miktarlarda yetiştirilmekte ve Avrupa kök boyası olarak da adlandırılan doğal boyanın ana bileşeninin alizarin olduğu bilinmektedir (Manhita vd., 2011).

Ekstrakte edilen kök boya bitkisinin etken maddeleri arasında; Antrakinin, Naftokinon bulunmaktadır. Farmasötik etkisi bulunan kök boya tekstil yanında farklı endüstri dallarında da kullanım alanı bulmuştur (Deli, 2004).

Antrakinin bileşikleri içeren çok sayıda kök boya yüzyıllardır farklı yörelerde tekstilde ve halılarda kırmızı renklendirici olarak kullanılmıştır. Pek çok Rubia türü bulunmasına rağmen sadece birkaçı boyama için kullanılmaktadır. R. Tinctorium ile boyanan tekstil ürünleri esas olarak Alizarin içerirken farklı bitkisel boyar maddelerde (cehri, muhabet çiçeği, mazı meşesi, ceviz kabuğu vb.) farklı yapılar (Luteolin, apigenin vb.) görülmektedir (Mouri ve Laursen, 2012).

1.2. Ön İşlem Prosesinde Enzimler ile Yapılan Çalışmalar

Tekstil endüstrisinde pamuklu kumaşlarda haşıl sökme işleminde düşük konsantrasyonlarda inorganik asitler veya oksitleyici maddeler kullanılmaktadır. Haşıl sökmede, amilaz enziminin pamuk üzerindeki nişastayı uzaklaştırdığı bilinmektedir. Yapılan çalışmada amilaz çeşitleri arasından nişasta haşılını parçalayabilen α -amilazlar kullanılmıştır. Pamuğun yapısında bulunan pektin tabakasının, yağ ve vaksların uzaklaştırılmasında pektinaz, proteaz, lipaz enzimlerinden yararlanılarak etkili parlatma işlemi pektinaz enziminde ve 40°C-60°C aralığında olduğu görülmüştür. Enzimlerle ağartma işleminde ise glikozoksidazlar, peroksidazlar ve lakkaz/mediatör sistemlerden yararlanılmıştır. Genellikle belirli bir proses için enzimlerden yararlanılabileceği sonucuna varılmıştır (Madhu ve Chakraborty, 2017).

%100 pamuk içerikli dokuma kumaşların ön işlem proseslerinde tamamen çevre dostu anlayış benimsenerek pektinaz, amilaz ve lakkaz enzimleri ile farklı proseslerle de 3 denemeler yapılmıştır. Pamuklu dokuma kumaşların ağartma özellikleri, boyama sonrası renk değerleri ve haslıkları incelenmiştir. Kombine olarak amilaz ve pektinaz enzimlerinden yararlanılmış, ağartmada ise lakkaz enziminin etkisi incelenmiştir. Hidrofilleştirme ve haşıl sökme işleminin ayrı banyolarda yapılmasının yerine aynı banyolar içerisinde yapılmasıyla enerji, su ve zaman tasarrufu sağlayacağı görülmüştür. Tek başına lakkaz enzimi yeterli ağartma sağlayamamıştır (Sancar vd., 2012).

Pamuklu ürünlerin biyoağartma işleminde arilesteraz enzimi hidrojen peroksit ile birlikte kullanılmıştır. Bunun yanında ağartma için perasetik asit ile 65°C ve nötr pH'ta enzimatik işlem yapılarak yüksek ağartma verimi elde edilmiştir. Bu işlem ile geleneksel yöntemle kıyasla daha yüksek beyazlık elde edilmiş, pamuklu kumaş geleneksel ön işlemde olduğu gibi hasar görmemiş ve tek banyoda proses verimli şekilde gerçekleştirilmiştir (Špička ve Tavčer, 2013).

%100 pamuklu dokuma kumaşlarda ticari bir enzim olan aminoglukozoksidaz/pullunaz karışımı incelenerek enzimlerin haşıl sökme işlemi ile glikoz üretimi karşılaştırılmıştır. Uygulanan enzimde α -amilaz için haşıl sökme sağlanarak az miktarda glikoz oluşumu gözlenmiştir. Aynı zamanda saf olarak aminoglikoz enzimi kullanılmasıyla da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Fakat saf enzimlerin depolama ve saklama koşulları ile üretimde kullanılacak kadar fazla miktarda bulunmaması ticari olan enzimlere göre dezavantajdır. Enzim kullanılan haşıl sökme işlemi sonunda oluşan glikoz, ağartma banyosunda hidrojen peroksit üretmek için glikozoksidaz enzimi ile test edilerek ağartma denemeleri yapılmıştır (Pervin vd., 2009).

1.3. Doğal Boyar Maddeler ile Yapılan Çalışmalar

Yiyecek ve içecek endüstrisinin saldırdığı doğal atıklar, tekstil boyama işlemlerinde doğal boya kaynağı olarak kullanılmıştır. Sıkılmış meyveler, preslenmiş üzümlere damıtma yapılmış ve kaynar su ile ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Optimum proses olarak 1:20 flote oranında 95°C ve 60 dakika işleme tabi tutulan atıktan örnekler toplanmıştır. Boyama işleminde yün kumaşının kırmızı pancar ile boyamasında çektirme yöntemi uygulanarak üç kez soğuk durulama yapılmış ve işlem sonlandırılmıştır. Kumaşın haslık değerleri incelendiğinde boyama da kullanılan mordan türü, bitki çeşidi, uygulanan proses sıcaklığı ve ekstraksiyon oranının önemli olduğu gözlenmiştir (Bechtold vd., 2006).

Pamuklu kumaşların boyanmasında doğal boyar madde olarak kına yapraklarından yararlanılmıştır. Farklı alkali koşullar ve farklı zaman aralıklarında ekstrakte edilen kına yaprakları her biri 2g kütlesinde olan pamuklu kumaşlara uygulanmıştır. Ön mordanlama ve boyama sonrası mordanlama da demir ve şap kimyasalları kullanarak kumaşın renk derinlikleri incelenmiştir. Alkali özler ile optimize edilen kına yapraklarının pamuklu kumaşlarda mordan kullanılarak emdirme yöntemine göre uygulanmasıyla farklı renkler elde edilmiştir. Yapılan haslık testlerinin reaktif boyalara yakın olduğu gözlenmiştir (Shaukat vd., 2009).

Ön terbiye işleminden geçmiş olan %100 yünlü kumaş, belirli dönemde toplanan gelincik bitkisinin kırmızı kısımlarının ekstrakte edilmesiyle oluşan boya çözeltisi ile şap, kil, demir sülfat gibi metal içerikli mordanlar kullanılarak 1:20 flotte oranında boyanmıştır. Farklı mordanların kullanılması ile yünlü kumaşta birbirinden farklı renk gamları elde edilmiştir. Işık haslıklarının düşük olduğu, yıkama haslıklarının ise yünlü kumaşlar için kabul edilebilir aralıklarda olduğu tespit edilmiştir (Merdan vd., 2011).

Cehri bitkisi yün iplikleri ile boyanmadan önce sıcak suda ekstrakte edilerek renk veren kısmın çözeltiye geçmesi sağlanmıştır. Aynı işlem soğuk su için de tekrarlanmıştır. Sıcak ve soğuk ekstraktlar ile yün liflerinin mordansız boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda sıcak ve soğuk ekstraktlar ile yün liflerine dokuz farklı mordan kullanarak boyama işlemi yapılmıştır. Yapılan boyama sonucunda farklı mordanların kullanımı ile cehri bitkisinin yün lifleri üzerinde farklı renkler oluşturularak kilimlerde bu ipliklerin kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır (Kayabaşı ve Arlı, 2001).

Avusturya ikliminde yetişen bitkilerden, zamana bağlı değişimleri önlemek için bir depolama alanı seçilmiştir. Boyar maddeler çok küçük parçalara ayrılarak kaynar su ile ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Keten ve yün kumaşlar mordan kullanılarak hazırlanan bitki özleri ile boyanıp, son adımda fikse olmayan boyanın uzaklaştırılması için durulama işlemi uygulanmıştır. Mordanın boya banyosuna doğrudan eklenmesinin kısmi çökelti oluşumlarına neden olacağından, boyamalarda ön mordanlama işleminin uygulanması sonucuna varılmıştır. Yapılan çalışma ile boyama sonunda keten ve yün kumaşlar için kabul edilebilir haslık değerleri elde edilmiştir (Bechtold vd., 2003).

Yapılan bütün çalışmalar incelendiğinde, doğal boyama işleminin yün ağırlıklı olmak üzere tekstil ürünlerinde uygulandığı görülmektedir. Çalışma kapsamında iki farklı mordanlama yöntemi ve farklı mordanlar kullanılarak pamuklu kumaşın kök boya ile boyanması incelenecektir. Farklı mordanların kumaş üzerinde oluşturduğu renk derinlikleri spektrofotometre cihazı ile değerlendirilip, ardından kumaş üzerinde çeşitli haslık testleri uygulanarak kıyaslama yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Ön terbiye işlemi uygulanacak hav ipliği 16/1 ring, zemin ipliği 20/2 ring olan 550 gsm dokunmuş %100 pamuklu havlu kumaş Bursalı Tekstil San. ve Tic. A.Ş. firmasından temin edilmiştir.

Doğal boya olarak çalışmada kullanılacak kök boya Natural Dyes firmasından, enzimatik ön işlem için kullanılan amilaz, pektinaz ve selülaz Novozymes firmasından temin edilmiştir.

Boyamalarda şap ($AlK(SO_4)_2$), kalsiyum karbonat ($CaCO_3$), tannik asit, askorbik asit, üre, alginat, magnezyum klorür ($MgCl_2$), soda, sitrik asit mordan olarak kullanılmıştır.

Boyama işlemi Ataç marka laboratuvar tipi numune boyama makinesinde gerçekleştirilmiştir. Referans reçete çalışması laboratuvar tipi mini jette uygulanmıştır.

2.2. Metot

Gerekli malzeme tedarikinden sonra çalışma için uygulanacak proseslerin sıcaklıkları ve pH değerleri belirlenmiştir. Kullanılacak mordan türlerinin çalışma pH aralıkları baz alınarak ön mordanlama ve eş zamanlı mordanlama yapılmıştır. Belirlenen proses sonrasında tekstil ürünü için haslık testleri uygulanmıştır.

2.2.1. Enzimatik Ön İşlem

Konvansiyonel metotta kullanılan ağartıcı kimyasalların yerine biyobozunur ürünler kullanarak tamamen yeni bir proses oluşturulmuştur. Denemeler pektinaz, amilaz ve selülaz kullanarak 55°C'de uygulamalar yapılarak optimum çalışma verileri elde edilmiştir.

2.2.2. Kök Boya Ekstratının Hazırlanması

Kök boya suda çözünmeyen katı formdaki yapısından dolayı boyama işleminde kullanımı çözelti hazırlanarak yapılmıştır. 80°C-85°C 10 litre sıcak su ile 1 kg kök boya 1 saat karıştırıldıktan sonra süzülerek ayrılan sıvı kısmı boyama için kullanılmıştır.

2.2.3. Boyama

2.2.3.1. Ön Mordanlama ve Boyama

%100 pamuklu kumaş, boyama işleminden önce 9 farklı mordan kullanılarak ön mordanlama işlemi yapılmıştır. 10 g/l mordan çözeltisi hazırlanıp, 1:10 flotte ile 100°C’de ön mordanlama yapılmıştır. Ardından soğutulup süzülerek boşaltılan tüpün içerisine yine 1:10 flotte oranında farklı boyar madde yüzdelerinde 90°C’de 1,5 saat kök boya ile boyama yapılmıştır.

2.2.3.2. Eş Zamanlı Mordanlama ile Boyama

Pamuklu kumaş 1:10 flotte oranında belirlenen farklı yüzdelerde kök boya ve 10 g/l mordan ilave edilerek aynı banyoda 90°C’de 1,5 saat boyanmıştır.

3. BULGULAR

%100 pamuklu dokuma kumaşlara ön ve eş zamanlı mordan işlemi yapılarak kök boya ile boyanması incelenmiştir. Yıkama haslığı testi için TS EN ISO 105-C06, sürtme haslığı testi için TS EN ISO 105-X12, TS EN ISO 105-B02 ışık haslığı testi uygulanmıştır.

Pamuklu havlı kumaşın ön işleminde geliştirilen enzimatik proses ile pamuğun kendi renginde sarımsı bir zemin elde edilmiştir. Bu havlı kumaşın üzerine kök boyanın lif üzerine afinitesini sağlamak için ön mordanlama ve boya ile birlikte eş zamanlı mordanlama olarak iki proses uygulanmıştır. Kök boya ekstraktı ile farklı mordan maddeleri bir araya getirilerek boyama işlemi yapılmıştır. Boyamalar mordan maddelerinin yapısından dolayı farklı pH aralıklarında gerçekleşmiştir.

Ön mordanlama işleminde 10 g/l sitrik asit ile yapılan işlemde pH değeri 2, askorbik asit ve şap ile mordanlamada pH değeri 3, tannik asit ve alginatta pH değeri 6-6,5, üre, kalsiyum karbonat ve magnezyum klorürde pH değeri 7- 7,5 ve soda pH değeri 10,5 olarak ölçülmüştür. Mordanlamadan sonra boyama adımında işletme suyu boya banyosu olarak kullanılmış ve banyonun pH’ı 6,5-7 olarak ölçülmüştür. Eş zamanlı proseste mordanlama ile boyama işlemi aynı banyoda gerçekleştiğinden dolayı ön mordandaki pH değerleri gözlenmiştir.

Tablo 1’de ön mordanlama sonucu işlem gören kumaşın haslık değerleri ve Tablo 2’de eş zamanlı mordanlama sonucu işlem gören kumaşların haslık değerleri dokuz farklı mordan için yapılmıştır. Eş zamanlı ve ön mordanlama yapılan kumaşların haslık testlerinde çıkan değerler incelenmiştir.

Tablo 1. Ön mordanlama işlemi ile boyanan kumaşların haslık sonuçları

ÖN MORDAN				
	Yıkama Haslığı	Kuru Sürtme Haslığı	Yaş Sürtme Haslığı	Işık Haslığı
Askorbik Asit	3/4	4/5	4	3
AlK(SO ₄)	4/5	4/5	4	3/4
CaCO ₃	3/4	4/5	3/4	2/3
MgCl ₂	4	4/5	4	3
Tannik Asit	3/4	4/5	4	2/3
Üre	4	4/5	4	2/3
Soda	4/5	4/5	4/5	3/4
Sitrik Asit	3/4	4	4/5	3
Alginat	3/4	4/5	3/4	2/3










Tablo 2. Eş zamanlı mordanlama işlemi ile boyanan kumaşların haslık sonuçları

EŞ ZAMANLI MORDAN				
	Yıkama Haslığı	Kuru Sürtme Haslığı	Yaş Sürtme Haslığı	Işık Haslığı
Askorbik Asit	3/4	4	3	3/4
AlK(SO ₄)	4	4	3/4	3/4
CaCO ₃	3/4	4/5	3/4	3/4
MgCl ₂	3/4	4	3	3
Tannik Asit	3/4	4	3/4	2/3
Üre	3	3/4	2/3	2/3
Soda	4	4	4	3/4
Sitrik Asit	2/3	3/4	3	3
Alginat	3	4	3	2/3

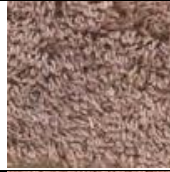
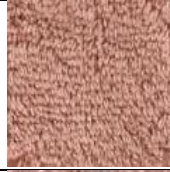

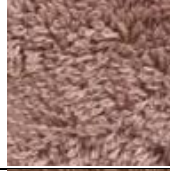
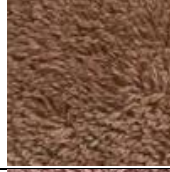




Tablo 3.’te ön mordanlama ile muamele edilen kumaşın farklı mordan türlerindeki renk gamları gösterilmiştir. Kök boya içerisinde bulundurduğu renk verici pigmentlerden dolayı nitel değerlendirmede pembemsi bir renge sahiptir. Soda ile ön mordanlama işlemi yapılan kumaşın diğerlerine göre daha açık renkte çıktığı, tannik asit ile ön mordanlamada ise rengin kahverengi olduğu görülmektedir. Diğer mordanlar da genel olarak pembe ve tonları kumaş üzerinde elde edilmiştir. Pamuklu kumaşlara yapılan doğal boyama işleminde direkt olarak kök boya uygulamalarının benzer çalışmalarda olduğu gibi verimli sonuç vermediği gözlenmiştir.

Eş zamanlı mordanlama da kök boya ve mordanın, kumaş ile aynı banyo içerisinde bulunması ile bir boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Tablo 4’te eş zamanlı mordanlama ile yapılan renkler gösterilmiştir.

Tablo 3. Ön Mordanlama İşlemi ile Boyanan Kumaşların Farklı Mordan Türleri ile Oluşturulan Renk Gamı

	Askorbik Asit
	AlK(SO ₄) (Şap)
	CaCO ₃
	MgCl ₂
	Tannik Asit
	Üre
	Soda
	Sitrik Asit
	Alginat

Tablo 4. Eş Zamanlı Mordanlama İşlemi ile Boyanan Kumaşların Farklı Mordan Türleri ile Oluşturulan Renk Gamı

	Askorbik Asit
	AlK(SO ₄) (Şap)
	CaCO ₃
	MgCl ₂
	Tannik Asit
	Üre
	Soda
	Sitrik Asit
	Alginat

Tablo 5. Şap ile ön mordanlama yapılarak boyanan kök boyanın renk açılımları

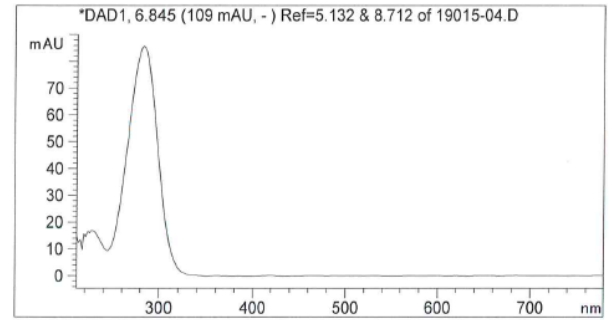
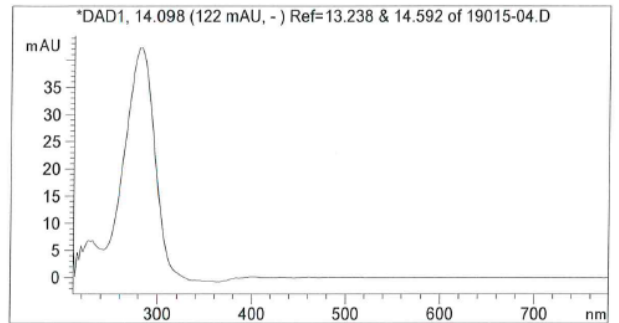
	Ön Mordanlama + %0,5 kök Boya
	Ön Mordanlama + %1 kök Boya
	Ön Mordanlama + %2 kök Boya
	Ön Mordanlama + %3 kök boyo
	Ön Mordanlama + %4 kök Boya
	Ön Mordanlama + %5 kök Boya
	Ön Mordanlama + %10 kök Boya
	Ön Mordanlama + %15 kök Boya

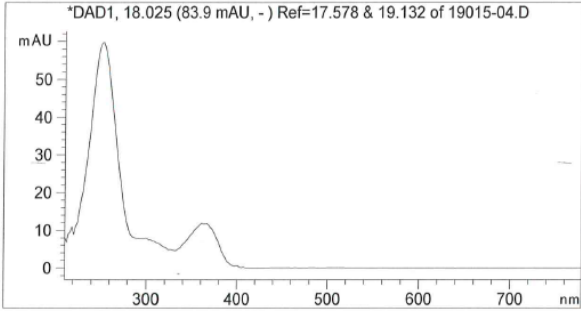
Ön mordanlama işleminde ilk olarak elyaf ile mordan arasında bir bağ oluşturulacağı, daha sonra boyar maddenin kumaş yüzeyine tutunması ile düzgün bir boyama yapılması hedeflenmiştir. Bu sebepten kök

boyanın yapısını bozmadan proses optimizasyonu yapılarak 90°C'de boyama yapılmıştır.

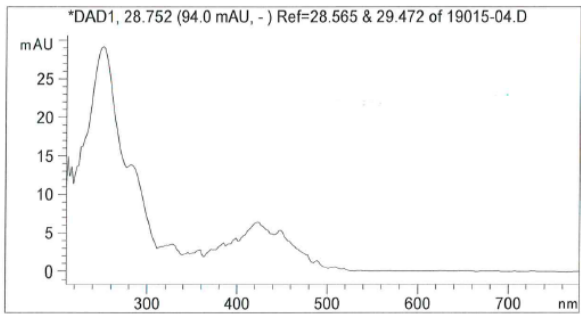
Yapılan çalışmalar sonucunda ön mordanlama sonrası kök boya ile boyanan kumaşların, eş zamanlı mordanlama ile boyanan kumaşlara göre haslık değerlerinin daha iyi olduğu görülmüştür. Ön mordanlama ile 9 farklı mordan türü ile işlem gören kumaşlarda en iyi rengin şap (Alüminyum potasyum sülfat) ile olduğu kararına varılmıştır. Şap ile işlem gören kök boyalı kumaşlarda laboratuvar bünyesinde farklı boyar madde konsantrasyonlarında kök boyanın renk gamı çalışılmıştır (Tablo 5).

Belirlenen %10 değerinde kök boyanın laboratuvar tipi mini jette boyaması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen renk değerlerinin numune boyama makinesinde elde edilen renklere yakın olduğu görülmüştür. Mini jette de uygun ΔE değerleri elde edildikten sonra Bursalı Tekstil San. ve Tic. A.Ş. işletme bünyesinde bulunan boya kazanlarında aynı boyar madde yüzdesinde ön mordanlama ile pamuklu havlu kumaş boyanmıştır. Kök boya ile boyanan pamuklu kumaş, kendi doğal tuşesi kullanılarak hiçbir yumuşatıcı apresinden geçirilmeden nihai ürünler oluşturulmuştur. Ön mordanlama ve ardından kök boya ile işlem yapılması sonucunda nihai ürün akredite kuruluştaki HPLC (High Performance Liquid Chromatography) testine tabi tutulmuştur.

**Şekil 1.** Tespit edilen boyar madde A.Z. 6,844 dk. Gallic asit**Şekil 2.** Tespit edilen boyar madde (A.Z. 14.101 dk. Gallic asit türevi)



Şekil 3. Tespit edilen boyar madde (A.Z. 18.022 dk. ellagic asit türevi)



Şekil 4. Tespit edilen boyar madde (A.Z. 28.755 dk. Alizarin)

Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'teki veriler ön mordanlama sonucu kök boya ile boyanan havlu kumaşlarda HPLC testinde hangi fonksiyonel grupları içerdiği sonucunu vermektedir.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Ön işlemi yapılmış %100 pamuklu havlı kumaşlara ön mordanlama ve eş zamanlı mordanlama yaparak kök boya ile boyanması üzerine çalışılmıştır. Yapılan işlemler ile kök boyanın pamuklu yüzeyler üzerindeki renk derinliği ön mordanlama ve eş zamanlı mordanlama ile yapılan boyama sonucunda, elde edilen renkler benzer değerlerde çıkmıştır.

Farklı mordan kullanılarak yapılan boyama işlemlerinin her birinde renklerin farklı çıktığı görülmüştür. Buradan yola çıkarak kök boya ile boyama da farklı mordan türlerinin kullanılması sonucu geniş renk gamlarının elde edileceği çıkarımı yapılmıştır. Literatürde de görüldüğü gibi Bechtold ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaların elde ettiğimiz sonuçları destekler nitelikte olduğu görülmüştür (Bechtold vd., 2006).

Yapılan çalışmaların her ikisinde de soda ile işlem gören kumaşların renginin daha açık olduğu gözlenmiştir. Ortamın pH'nın çok yüksek olması, doğal boyar

maddenin renginin açık çıkmasına sebep olmuştur. Haslık değerlerinin iyi çıkmasının sebebi, kumaştaki bu açık rengin oluşmasından kaynaklandığı gözlenmiştir. Tannik asit ile işlem gördükten sonra kök boya ile boyanan kumaşa ise rengin kahverengi tonlarında olduğu görülmektedir. Tannik asitin kendi doğal rengi kahverengi tonlarında pigmentleri içermektedir. Yapılan çalışmada ise bu pigmentler kök boyanın pembemsi renginden daha baskın çıkarak, kumaşa kahverengi tonları oluşturmuştur. Ayrıca diğer mordan türlerine göre haslık değerleri daha düşük çıkmıştır.

Eş zamanlı ve ön mordanlı boyamaların sonucunda hemen hemen benzer renk derinlikleri ortaya çıkmıştır. Yapılan haslık testleri sonucunda eş zamanlı mordanlamanın tüm mordan maddelerinde ön mordanlamaya göre yıkama sonrası değerleri düşük çıkmıştır. Bu sebepten ilerleyen çalışmalarda ön mordanlama ile boyanan kumaşlar esas alınmıştır (Bechtold vd., 2006).

Ön mordanlama ile işlem gören kumaşlarda şap ile yapılan boyamanın haslık değerlerinin iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Işık haslığı değerleri genel olarak bütün doğal boyalarda düşük çıkmıştır. Nispeten en iyi sonuç şap ile mordanlanan kumaşlarda görülmüştür (Merdan vd., 2011).

Ön mordanlama ile yapılan çalışmalarda, şapla yapılan boyamaların haslıklarının daha iyi olduğu, renklerinin ise daha parlak olduğu gözlenmiştir. Bu veriler neticesinde şap ile ön mordanlama yapılarak %0,5, %1, %2, %3, %4, %5, %10 ve %15 kök boya kullanarak laboratuvar renk gamı oluşturulmuştur (Tablo 2).

%10 kök boya ile işlem gören kumaşların HPLC testi sonucunda alizarin, ellagic asit türevi ve gallic asit türevi yapılar içerdiği gözlenmiştir. Bu test sonucunda kök boya ile boyanan pamuklu kumaşların boyar madde kaynağının *Quercus infectoria* veya *Quercus ithaburansis* ve *Rubia tinctorium L.* olduğu tespit edilmiştir. Yapılan test sonucunda pamuklu havlı kumaşın doğal boyar maddeler ile boyandığı ve sentetik boyar maddeler içermediği tespit edilmiştir.

Kök boya ile boyanmış havlı kumaş Bursalı Tekstil bünyesinde farklı bir ürün gamının oluşmasını sağlamıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Bursalı Tekstil San. ve Tic. A.Ş. Ar-Ge Merkezi tarafından desteklenmiş olup, BT-AR-YÜ1909 öz kaynak proje kodu ile yer almıştır.

KAYNAKLAR

Bechtold T., Turcanu A., Ganglberger E. and Geissler S. (2003). Natural dyes in modern textile dyehouses - How to combine experiences of two centuries to meet the demands of the future, *Journal of Cleaner Production*, 11(5), 499–509.

Bechtold T., Mussak R., Mahmud-Ali A., Ganglberger E. and Geissler S. (2006). Extraction of natural dyes for textile dyeing from coloured plant wastes released from the food and beverage industry, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(2), 233–242.

Benli H. (2015). Selüloz Esaslı tekstil Materyalleri İçin Çevre Dostu Terbiye Proseslerinin Oluşturulması: Yeşil Fabrika (Doktora Tezi), Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Bulut M. O. and Akar E. (2012). Ecological dyeing with some plant pulps on woolen yarn and cationized cotton fabric, *Journal of Cleaner Production*, 32, 1–9.

Deli Ö. (2004). *Rubia tinctorum* L. (kök boya) bitkisinin kök dokularından kallus üretimi (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Doshi R. and Shelke V. (2001). Enzymes in textile industry-An environment-friendly approach, *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 26(1–2), 202–205.

Genç M. (2014). Başbakanlık Osmanlı Arşiv Belgelerinde Kökboya ve Cehri İle İlgili Bazı Kayıtlar, *Art-e Sanat Dergisi*, 7(13), 174–212.

Gürsoy N. Ç. ve Hauser P. (2010). Yeni Katyonik Ağartma Aktivatörleri Kullanılarak Ağartılmış Pamuklu Örmeye Kumaşların Boyama Özelliklerinin İncelenmesi, (An Investigation of Dyeing Properties of Bleached Knitted Cotton Fabrics Using Novel Cationic Bleaching Activators), 155–161.

Karadag R. (2017). Doğal Boyamacılık, Dösim, 1–129.

Kayabaşı N. and Arlı M. (2001). Cehri (*Rhamnus petiolaris*)’den Elde Edilen Renkler, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(3), 128–134.

Madhu A. and Chakraborty J.N.. (2017). Developments in application of enzymes for textile processing, *Journal of Cleaner Production*, 145, 114–133.

Manhita A., Ferreira V., Vargas H., Ribeiro I., Candeias A., Teixeira D., Ferreira T. and Dias C. B. (2011). Enlightening the influence of mordant, dyeing technique and photodegradation on the colour hue of textiles dyed with madder - A chromatographic and spectrometric approach, *Microchemical Journal*, 98(1), 82–90.

Merdan N., Acar K. ve Korkmaz B. (2011). Gelincik (*Papaver rhoeas* L.) Bitki Çiçekleri İle Boyanmış Yünlü Kumaşların Renk ve Haslık Özelliklerinin Araştırılması, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(19), 89–99.

Mouri C. and Laursen R. (2012). Identification of anthraquinone markers for distinguishing *Rubia* species in madder-dyed textiles by HPLC, *Microchimica Acta*, 179(1–2), 105–113.

Pervin A., Asim D. and Aksel E. H. (2009). Enzymatic pre-treatment of cotton. Part 2: Peroxide generation in desizing liquor and bleaching, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 73(2), 87–90.

Sancar B., Paksoy N., Balcı O. ve Kurtoğlu N. (2012). Pamuklu Dokuma Kumaşların Boyamaya Hazırlık İşlemlerinde Enzim Kullanım Olanaklarının İncelenmesi ve Kombine Proses Geliştirilmesi, *Tekstil ve Mühendis*, 19(86), 7–13.

Shaukat A., Hussain T. and Nawaz R. (2009). Optimization of alkaline extraction of natural dye from Henna leaves and its dyeing on cotton by exhaust method, *Journal of Cleaner Production*, 17(1), 61–66.

Špička N. and Tavčer P. F. (2013). New Combined Bio-scouring and Bio-bleaching Process of Cotton Fabrics, *Materiali in Tehnologije*, 47(4), 409–412.

Taş E. (2019). Tekstil Boyamacılığının Tarihsel Gelişimi ve Boyarmaddeler, *Turkish Studies-Social Sciences*, 14(3), 1095–1120.

Yusuf M., Shahid M., Khan M. I., Khan S. A., Khan M. A. and Mohammad F. (2015). Dyeing studies with henna and madder: A research on effect of tin (II) chloride mordant, *Journal of Saudi Chemical Society*, 19(1), 64–72.