



**TEKSTİL VE MÜHENDİS**  
**(Journal of Textiles and Engineer)**



<http://www.tekstilvemuhendis.org.tr>

---

**Bitkisel Atıklar Kullanılarak Yün, Pamuk ve Rejenere Soya Lifleri için Ekolojik Boyama**

**Ecological Dyeing for Wool, Cotton and Soybean Fibers By Using Vegetable Wastes**

Enfal KAYAHAN<sup>1</sup>, Mustafa KARABOYCI<sup>2</sup>, Mehmet DAYIK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Online Erişime Açıldığı Tarih (Available online): 01 Temmuz 2016 (01 July 2016)

---

**Bu makaleye atıf yapmak için (To cite this article):**

Enfal KAYAHAN, Mustafa KARABOYCI, Mehmet DAYIK (2016): Bitkisel Atıklar Kullanılarak Yün, Pamuk ve Rejenere Soya Lifleri için Ekolojik Boyama, Tekstil ve Mühendis, 23: 102, 112-125.

**For online version of the article:** <http://dx.doi.org/10.7216/1300759920162310205>



**Araştırma Makalesi / Research Article**

**BITKİSEL ATIKLAR KULLANILARAK YÜN, PAMUK VE  
REJENERE SOYA LİFLERİ İÇİN EKOLOJİK BOYAMA**

**Enfal KAYAHAN<sup>1\*</sup>**  
**Mustafa KARABOYCI<sup>2</sup>**  
**Mehmet DAYIK<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye  
<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 09.12.2015  
Kabul Tarihi / Accepted: 17.06.2016

**ÖZET:** Bu çalışmada siyah havuç (*Daucus carota*) ve yaban mersini (*Vaccinium myrtillus*) posası kullanılarak yün, pamuk ve rejenere soya lifleri boyanmıştır. Boyamada liflerin yüzey yük karakterini değiştirmek için sitrik asit ve Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, mordan olarak FeSO<sub>4</sub>, CaCO<sub>3</sub>, şap (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>), KNaC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>, AlCl<sub>3</sub> ve MgCl<sub>2</sub> kullanılmıştır. Boyarmadde ekstraksiyonu ve boyama prosesi için optimum zaman, mordan miktarlarının optimizasyonu, numunelerin CIELab\* renk koordinatları, K/S renk verimi, ve haslık testleri ile renk kalitesi belirlenmiştir. Yün ve katyonik pamuk numunelerinde genellikle yüksek yıkama ve sürtme haslığı değerleri elde edilirken, yaban mersininden posası ile boyanan numunelerde haslık değerleri oldukça düşük seviyede seyretmiştir. Soya lifinde ise haslıklar, katyonik pamuk ve yüne göre daha düşük, fakat elde edilen renkler daha parlak ve canlıdır. İşlem sonunda atık sudaki mordan kaynaklı metal içeriği analiz edilerek, çevresel etkileri değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğal boya, mordan, doğal lifler, bitkisel atık, haslık, siyah havuç (*Daucus carota*) ve yaban mersini (*Vaccinium myrtillus*)

**ECOLOGICAL DYEING FOR WOOL, COTTON AND  
SOYBEAN FIBERS BY USING VEGETABLE WASTES**

**ABSTRACT:** In this work, wool, cotton and soybean fibers were dyed by using natural vegetable wastes of blueberry (*Vaccinium myrtillus*) and black carrot (*Daucus carota*). Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> and citric acid were used in order to change the surface charge character of textile materials, FeSO<sub>4</sub>, CaCO<sub>3</sub>, alum (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>), KNaC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>, AlCl<sub>3</sub> ve MgCl<sub>2</sub> were used as mordant in the dyeing process. Extraction, dyeing time and the optimization of mordant concentration were also determined in the study. Additionally, color measurements (CIELab\* coordinates) and colorfastness tests for washing, crocking, perspiration, saliva were evaluated. While better washing and crocking fastness results were obtained from wool and cationic cotton samples, the fastness result of the samples dyed with blueberry extract were very poor. At the end of the dyeing process, metal content in waste water caused by mordant was analyzed and the environmental impact was evaluated in terms of the present regulations.

**Keywords:** Natural dye, mordant, natural fibers, fastness, blueberry (*Vaccinium myrtillus*) and black carrot (*Daucus carota*)

\* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: enfalkayahan@sdu.edu.tr  
DOI: 10.7216/1300759920162310205, www.tekstilvemuhendis.org.tr

## 1. GİRİŞ

Toprağı, yeraltı sularını ve soluduğumuz havayı kirleten atıkların doğal ekosistemlere olan negatif etkileri uzun zamandır araştırılmaktadır. Oldukça yüksek atık su debisine sahip endüstriyel sektörler arasında yer alan tekstil sektörünün atık sularının büyük kısmı ağartma, boyama ve yıkama işlemlerinden kaynaklanmaktadır. Tekstilde, yaş prosesler için çok büyük miktarlarda su ve kimyasal madde tüketilmektedir [1].

Yaşadığımız çevre ve gelecek nesillere nasıl bir dünya bırakacağımız konularındaki artan hassasiyet, tekstil mamulleri için sentetik boyarmaddelere alternatif olarak, doğal boya pazarını, gün geçtikçe büyüyen ve talep gören bir sektör haline gelmiştir. Bu durumun en önemli sebeplerinden biri tekstil sektöründe kullanılan sentetik boyarmadde gruplarından bazılarının indirgenerek parçalanıp alerjik etkilere yol açabilmeleri ve bazı azo boyarmaddelerinin sağlık açısından tehlike yaratabilmesidir [2-3].

Buna ek olarak alman cilt kliniklerinde yapılan araştırmalar, alerjik reaksiyonların %2'sinin tekstil kaynaklı olduğunu göstermektedir. Özellikle dispersiyon boyarmaddelerinin kimyasal liflerden çözülerek kontakt alerjiye neden olduğu bilinmektedir. Hatch ve Maibach'a göre 49 boyarmadde temas halinde alerjik reaksiyonlara sebebiyet vermektedir [4-5-6-3].

Sentetik boyaların alternatifi olan klasik kök boyacılığın tarihi insanlık tarihi kadar eskidir. Fakat doğal boyarmaddelerin düşük haslıkları, sınırlı renk yelpazeleri ve yüksek maliyetleri kullanımlarını sınırlamaktadır [7].

Son yıllarda doğal boyarmadde elde etmek için, kaynak olarak bitkisel atık kullanımı, farklı araştırma grupları tarafından çalışmakta olan popüler bir konudur. Söz konusu bitkisel atıkların içerdikleri renk pigment çeşitleri, buna bağlı olarak da elde edilen renk yelpazesi coğrafi farklılıklara, kullanılan metalik mordanların çeşidine, mordanlama metoduna ve boyanan tekstil lifinin cinsine göre değişiklik göstermektedir [8-9-10-11-12].

Söz konusu çalışmalarda vurgulanan ana fikir, bitkisel atıkların önemli miktarda doğal boya içerdiği, bu tür atıkların tekstil boyamacılığında kullanılacak boyarmaddeler için kaynak olarak kullanılabilirliği [8-13].

Bechtold vd.(2006, 2007), farklı periyotlardaki çalışmalarında doğal boyarmadde kaynağı olarak üzüm suyu ve şarap üretimi proses artıklarını, çeşitli cinslerde preslenmiş üzüm posalarının çekirdeklerini, diş budak ağacının yaprak ve kabuklarını kullanmışlardır. Boyama işleminde elde edilen boyarmadde çözeltilerinin yün, pamuk, keten, poliamid 6,6 liflerine bağlanma performansları incelenmiştir. Farklı boyama sıcaklıkları ve mordanlama metod ve mordan miktarları kullanılarak boyama prosesinin optimizasyonu hedeflenmiştir[8-13].

Bir başka çalışmada potansiyel doğal boyarmadde kaynağı olarak atık zeytin kara suyu kullanılmış ön-birlikte ve son mordanlama yöntemleriyle yün elyafının boyanması çalışılmıştır[9].

2013 yılında İşmal, yine bir zeytin yağı proses atığı ve önemli bir biokütle çeşidi olan prinadan boyarmadde ekstrakte ettiği çalışmada yün elyafının şap, bakır (II) sülfat, demir (II) sülfat, kalay klorid ve potasyum dikromat ile boyanma performansını incelemiştir [10]. Aynı yazar literatürdeki bir diğer çalışmada doğal boyarmadde kaynağı olarak badem kabuğunu kullanarak, plazma uygulamasının boyanma performansına etkisini ve metalik mordanların yerine geçebilme ihtimalini irdelemişlerdir[11].

Deo ve Desai (1999), tanen ve başlıca renklendirici bileşenler içeren sulu çay ekstraktıyla pamuk ve jüt elyafının boyanmasını ele aldıkları çalışmalarında, ön, birlikte ve son mordanlama yöntemlerini ve demir sülfat(FeSO<sub>4</sub>), bakır sülfat(CuSO<sub>4</sub>.2 H<sub>2</sub>O) ve şap (AlK(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>12 H<sub>2</sub>O) mordanlarını kullanarak boyama prosesini gerçekleştirmişlerdir[12].

Farklı oranlarda köknar (abies) kozalaklarından sulu ekstraksiyon yöntemiyle boyarmadde üretilen bir başka çalışmada, yün halı ipliklerini ön ve son mordanlama yöntemine göre mordan olarak alüminyum potasyum sülfat (Al K(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.12H<sub>2</sub>O), potasyum bikromat(K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), demir sülfat (karaboya) (Fe<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), bakır sülfat (göztaş) (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O), sodyum klorür (yemek tuzu) (NaCl<sub>2</sub>), çinko klorür (tuz ruhu) (ZnCl<sub>2</sub>), kalay klorür (SnCl<sub>2</sub>), sodyum sülfat (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), tannik asit, tartarik asit (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>) kimyasalları kullanılarak boyanmıştır [15].

Karaboyacı (2013), son yıllarda organik ürünlere olan talebin arttığını belirttiği çalışmada, boyarmadde kaynağı olarak Isparta'da yıllık 25 bin ton (yaş ağırlık) posa açığa çıkaran *rose damascana* sanayi gülünün atığını kullanmıştır[16].

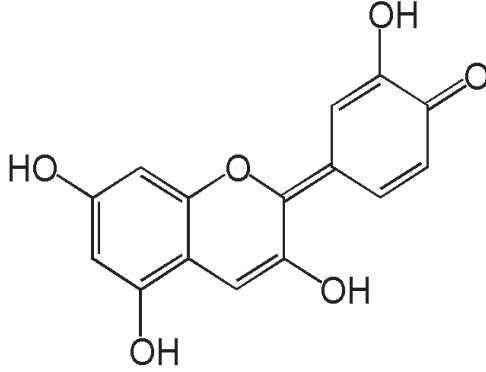
Bu çalışmada, boyarmadde kaynağı olarak siyah havuç ve yaban mersini posaları kullanılarak yün, pamuk ve soya liflerine boyama yapılmıştır. Yaban mersini posası kullanılarak elde edilen boyarmadde ile boyanan yün ve pamuk liflerinde, siyah havuçtan elde edilen boyarmadde ile boyanan numunelere göre daha düşük haslık performansı gözlemlendiği için, yaban mersini posası kullanılarak soya lifine boyama yapılmamıştır. Atık kullanımı, proses maliyetini düşürürken, boya bitkisi yetiştirmek için herhangi bir tarım alanının işgal edilmeyecek olması da, atık ekolojisi ve dünya çapında azalan tarım alanları açısından ek bir avantaj olarak görülmektedir [7].

### 1.1 Boyarmadde Kaynakları

Bu çalışmada boyarmadde kaynağı olarak siyah havuç (*Daucus carota*) ve yaban mersini (*Vaccinium myrtillus*) bitkilerinin atıkları kullanılmıştır. Her türlü bitkisel atık, neticede bir miktar renk pigmenti içermektedir. Şalgam suyuna kırmızı rengini, fermantasyon sırasında siyah havuçtan geçen antosiyanin renk maddesi vermektedir [17]. Antosiyaninler, gıdaların parlak kırmızı rengini sağlayan bilinen en iyi doğal gıda renklendiricileridir ve birçok gıdanın renklendirilmesinde sentetik boyalara karşı önemli bir alternatif olarak kabul edilmektedirler [17]. Kammerer vd, (2004), HPLC analizi ile siyah havuç ekstraktındaki antosiyaninleri siyanidin 3-xylosylglucosylgalactoside,

kafeik asit, p-hydroxybenzoic acid, cya 3-xylglcgal, sinapik asit, ferulik asit, p-koumarik asit olarak sınıflandırmışlardır[19].

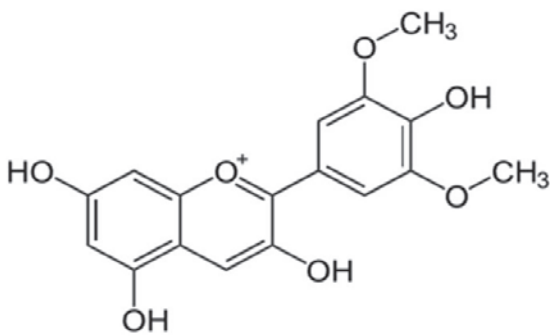
Siyanidin bitkiye kırmızı renk veren bir antosiyanin molekülüdür. Sahip olduğu kromofor (renk verici) ve oksokrom (renk artırıcı ve bağlayıcı) grupları nedeniyle iyi bir boyar madde özelliği sergilemektedir [20].



Şekil 1. Siyanidin kimyasal yapısı [20].

Bu çalışmada kullanılan kara havuç posaları şalgam suyu yapımında kullanılan kara havuç kabuklarıdır.

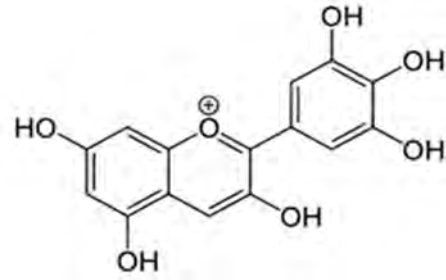
Yaban mersini meyvesi quersetin (kuersetin 3-ramnosid), isoquersetin (kuersetin 3-glukosid), hiperin (kuersetin 3-galaktosid) ve astrajin (kamferol 3- glukosid) olarak adlandırılan 4 ayrı flavonol glikozit içermektedir [21]. Yaban mersini meyvesinde 10 adet antosiyanin belirlenmiştir [22]. Bunlar; Cyanidin 3-galaktosid, Cyanidin 3-glukosid, Delfinidin 3-galaktosid, Malvidin 3-arabinosid, Malvidin 3-glukosid, Malvidin 3-galaktosid, Peonidin 3-galaktosid, Petunidin 3-galaktosid, Petunidin 3-glukozid ve Petunidin 3-arabinosid'dir [23].



Şekil 2. Malvidinin kimyasal yapısı [24].

Malvidin 3-glikozit) yüksek alkali ortamlarda yoğun mavi renk verdiği ve stabilitesinin yüksek olduğu literatürde rapor edilmiştir [25].

Mavilik derecesi dikkate alındığında delfinidin glikozitleri en yüksek maviliği vermektedir. Bunun ardından siyanidin glikozitleri gelmekte ve pelargonidin glikozitleri ise ikisinden daha az mavilik göstermektedir. [26-27-28].



Şekil 3. Delfinidin kimyasal yapısı [29].

Ülkemizde fabrikada işlenmediği için, bu çalışmada yaban mersini meyvesinin ev tipi komposto atığı kullanılmıştır. Yaban mersininden elde edilen boyarmadde pamuk ve yün lifinde düşük bir haslık performansı gösterdi için, soya lifine bu boyarmadde ile boyama yapılmamıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Boyamada Kullanılan Cihaz, Tekstil Materyali ve Mordanlar

Çalışmada tekstil materyali olarak ön terbiyesi yapılmış yün ipliği (Nm 8/2) ve ön terbiyesi yapılmış, ağartılmış poplin pamuklu kumaş (atki çözgü sıklığı sırasıyla 28 tel/cm ve 55 tel/cm, iplik numaraları atki 10 tex, çözgü 12 tex, kumaş ağırlığı 130 g/m<sup>2</sup>), soya fitil (Ne 0.85) Minateks (Türkiye) mordan olarak da, FeSO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>, şap, KNaC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>, AlCl<sub>3</sub>, MgCl<sub>2</sub> ve sitrik asit, kullanılmıştır ve bu kimyasal maddeler analitik saflıkta olup, Merck ve Fluka markalıdır. Boyama işlemi için James H.Heal Gyrowash (model 415) kullanılmıştır. FTIR analizleri Perkin Elmer BX model cihazda numunelerden eşit miktarda lif alınarak KBr pellet içerisinde gerçekleştirilmiştir.

### 2.2. Boyarmadde Eldesi ve Optimum Ekstraksiyon Süresi Tayini

Doğal boya kaynağı olarak kullanılan atıklar farklı miktar ve cinslerde boyarmadde içerdikleri için, her boyarmaddenin boya banyosuna geçme hızı ve miktarı, zamana ve sıcaklığa göre farklılık gösterecektir. Buradan hareketle, çalışmada kullanılan her iki atık için farklı bir optimum ekstraksiyon zamanı tespit edilmiştir.

Boyarmadde eldesi için 2 gram bitkisel atık 20mL su ile 100 °C da ½, 1, 2, 3, 4, saat kaynatılarak beş farklı boyarmadde çözeltisi hazırlanmış, elde edilen çözeltilerle 2g yün ipliği numuneleri boyanmış ve kurutulmuş numunelerin Konica marka CM-600D marka spektrofotometre cihazında CIE D65 10° L\*, a\* ve b\* renk uzayı değerleri belirlenmiştir. Okunan en düşük L\* değerine göre ise optimum ekstraksiyon zamanı belirlenmiştir.

Optimum ekstraksiyon zamanının belirlenmesinde tekstil substratı olarak yün elyafının seçilmesinin sebebi, doğal boyarmaddelerle yapılan boyama işlemlerinde en iyi boyanma performansının yünde gözlenmesidir [30].

### 2.3. Katyonizasyon

Pamuk liflerinin boyanabilirliğini geliştirmek ve arttırmak için pamuğun iyonik özelliklerinin kimyasal modifikasyonu üzerine literatürde çeşitli çalışmalar mevcuttur [31-32-33].

Pamuk elyafı sulu ortamda hafif negatif yüke sahiptir. Katyonizasyon işleminde iyonik modifikasyon ile bu yükler katyonik yüke dönüştürülmektedir. İşlem sonunda katyonik hale getirilen pamuğun anyonik boyarmaddelere afinitesi işlem görmemiş pamuğa göre daha yüksek olmaktadır[34].

Bu çalışmada katyonizasyon işlemi için ticari bir ürün olan Zetosal 2000 kullanılmıştır. Zetosal 2000 kimyasal olarak bir kuaterner poliamonyum bileşimidir. Prospektüsünde Zetosal 2000'nin formaldehit içermediği, ekolojik sertifikaya ve GOTS sertifikasına sahip olduğu ayrıca Ökotex Standard 100 standartlarına uygun olduğu ifade edilmiştir [35].

Katyonizasyon işlemi çektirme yöntemine göre yapılmıştır. Bu basamakta kumaş ağırlığının %2'si kadar Zetosal 2000 içeren katyonizasyon banyosunun pH'ı %1'lik asetik asit kullanılarak pH 5'e ayarlanmış, daha sonra katyonizasyon banyosunun içine daldırılan ağırtılmış pamuklu numuneye 1:20 flote oranında, 40°C'da, 20 dakika muamele edilmiştir. İşlem sonunda katyonize edilen numuneler sıkılmış ve aşağıda bahsedilen yöntemle boyama işlemi gerçekleştirilmiştir.

### 2.4. Optimum Boyama Zamanının Belirlenmesi

Belirlenen optimum ekstraksiyon zamanına göre hazırlanan boyarmadde çözeltileri ile 2 gram ham yün ipliğine, 2 gram ön terbiyesi yapılmış ve katyonize edilmiş %100 pamuk kumaşa, 2 gram ön terbiyesi yapılmış soya fitillerine, çektirme yöntemine göre 1:10 flote oranında, 30 dakika, 45 dakika, 60 dakika, 75 dakika, 90 dakika, 120 dakika süreyle boyamalar yapılmıştır. Süre bitiminde çözeltiler soğutulmuş numune saf su ile durulanmış, sabunlanıp kurutulmuştur. Doğal boya prosesinin devamı için, sabunlama işlemi ticari zeytinyağlı sabunla 40°C, 20 dakika süre ile yapılmış, 10 dakika süre ile durulan numuneler oda sıcaklığında kurutulmuştur. Boyanan ve kurutulan numunelerin Konica marka, CM-600 D model spektrofotometre cihazında L\*, a\* ve b\* renk uzayı değerleri ölçülmüştür. Okunan en düşük L\* değerine göre her elyaf ve her boyarmadde için ayrı ayrı olmak üzere optimum boyama zamanları belirlenmiştir.

Şekil 4'de Posadan elde edilen doğal boyarmadde çözeltisi ile tekstil liflerinin boyanma koşulları verilmiştir.

### 2.5. Optimum Mordan Miktarının Belirlenmesi

Mordan kimyasallarının boyama prosesinde, tekstil elyafı ile boyarmadde arasında bir köprü oluşturmak için kullanıldığı literatürde rapor edilmiştir [36].

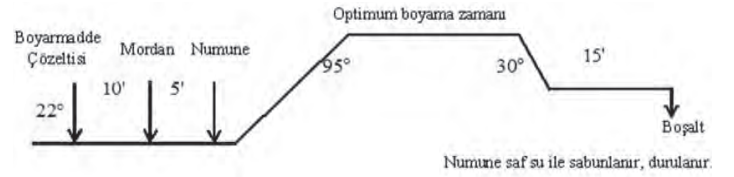
Birlikte mordanlama yönteminin kullanıldığı bu çalışmada, mordan kimyasalları boyama öncesinde, ekstraksiyonla elde edilen boya çözeltilerinin içine ilave edilerek çalkalanmış ve 5 dakika çözümleri beklenmiştir. Bu aşamadan sonra ön terbiyesi yapılmış

tekstil materyalleri boya çözeltisine eklenerek, boyama diyaframına göre boyamalar yapılmıştır. Tüm mordan kimyasalları 1g/L'den başlayarak 5g/L'ye kadar boyama çözeltilerine eklenmiş ve numuneler boyanmıştır. Boyanan numunelerin renkleri CIELab renk uzayı L\*, a\* ve b\* değerleri ile analiz edilmiş ve ölçülen en düşük L\* değeri göz önünde bulundurularak, optimum mordan miktarları belirlenmiştir.

## 3. TEST VE ANALİZLER

### 3.1. Renk ölçümü

Bu çalışmada boyanan numunelerin L\*(parlaklık), a\*(kırmızı-yeşil), b\*(sarı-mavi) değerleri Konica marka CM-600D model spektrofotometre cihazıyla ölçülmüştür. Söz konusu cihaz, ölçüm prensibi 8/d geometri, küre çapı 40mm, gözlem açısı 10°, ışık kaynağı D<sub>65</sub> olan 400-700nm ölçüm bandında bir spektrofotometredir. Renk verimi Kubelka-Munk denklemi olan K/S değeri ile verilmiştir. Bu çalışmada katyonik pamuklu kumaş üzerindeki zetosal katyonizasyonunun varlığını tespit etmek için, (IR) absorpsiyon spektroskopisi kullanılmıştır.



Şekil 4. Posadan elde edilen doğal boyarmadde çözeltisi ile tekstil liflerinin boyanma grafiği

### 3.2. Renk Haslığı Testleri

Bu çalışmada boyanan numunelerin yıkamaya karşı renk dayanımları TS EN ISO 105 C6 –A2S standardına göre test edilmiştir [37]. Numunelerdeki renk değişimi ve refakat kumaşın lekelenmesi derecesi gri skalalar ile tespit edildi.

Kuru ve yaş sürtünmeye karşı renk haslığının tayini, TS 717 EN ISO 105-X12 standardı esas alınarak yapılmış, refakat bezlere renk akması A03 gri skalası ile standart ışık kabini değerlendirilmiştir [37].

Ter haslığını tayin etmek için TS 398, EN ISO –E04 standardı kullanılmıştır. Refakat kumaştaki lekelenme gri skala ile değerlendirildi [37].

Tükürük haslığı testi 53160 standardına göre asidik ve bazik tükürük çözeltileri ile muamele edilmiştir [37].

### 3.3. Atık sudaki metal miktarının tespiti için ICP-OES ile elemental analiz

Bu çalışmada boyama işlemlerinden sonra atık boya flotelerindeki Na, Fe, Ca, K, Al, Mg miktarları ICP-OES Analizi ile tespit edilmiş, çevreye getirilen yük, konvansiyonel tekstil atık suyundaki verilerle karşılaştırılmıştır.

## 4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

### 4.1. Optimum ekstraksiyon zamanları ve boyama işlemi

Şekil 5a'da karahavuç Şekil 5b'de yaban mersini, posasından elde edilen boyarmadde çözeltileri ile boyanmış yün ipliği numunelerine ait  $L^*$  değerleriyle çizilen optimum ekstraksiyon zamanı grafikleri verilmiştir. Burada  $L^*$ , rengin açık/koyuluğunun (parlaklığının) bir ölçüsünü ifade etmektedir [38]. Numune üzerinde ölçülen rengin  $L^*$  değeri 0 olduğunda siyah rengi, 100 olduğunda ise beyaz rengi ifade ettiği literatürde rapor edilmiştir [38,39]. Bu durumda numuneler üzerinde ölçülen en düşük  $L^*$  değeri en koyu rengin göstergesidir. Grafiklerden de açıkça görüldüğü gibi, kara havuç posasının boyarmadde kaynağı olarak kullanıldığı deneyde en düşük  $L^*$  değeri, 1 saat ekstraksiyon sonucunda, yaban mersini posasının boyarmadde kaynağı olarak kullanıldığı deneyde en düşük  $L^*$  değeri, 3 saat ekstraksiyon sonucunda, elde edilen boyarmadde çözeltileri ile boyanan numuneler üzerinde ölçülmüştür [7].

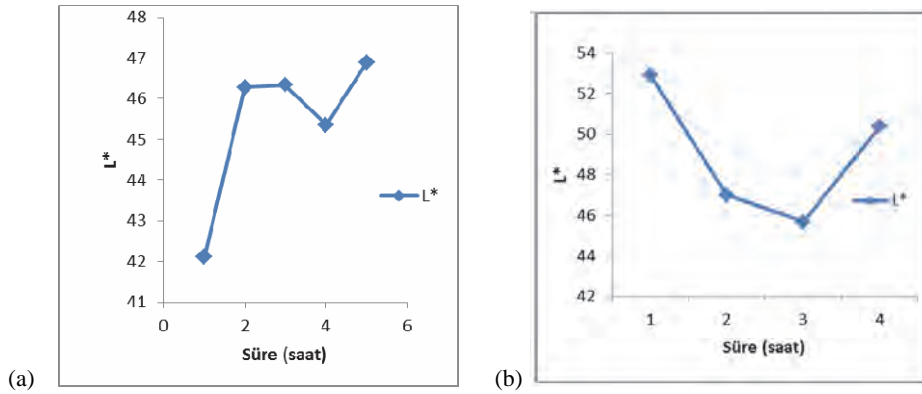
### 4.2. Yün lifi için optimum boyama zamanı

Şekil 6'da, karahavuç ve yaban mersini posasından elde edilen boyarmadde ile boyanmış yün ipliği numuneleri üzerinden ölçülen en koyu  $L^*$  değerinin kara havuçta (a) 43,01 ile 30. dakikada, yaban mersininde (b) 53,03 ile 75. dakikada elde edildiği açıkça görülmektedir. Bu durumda yün elyafının boyanmasında

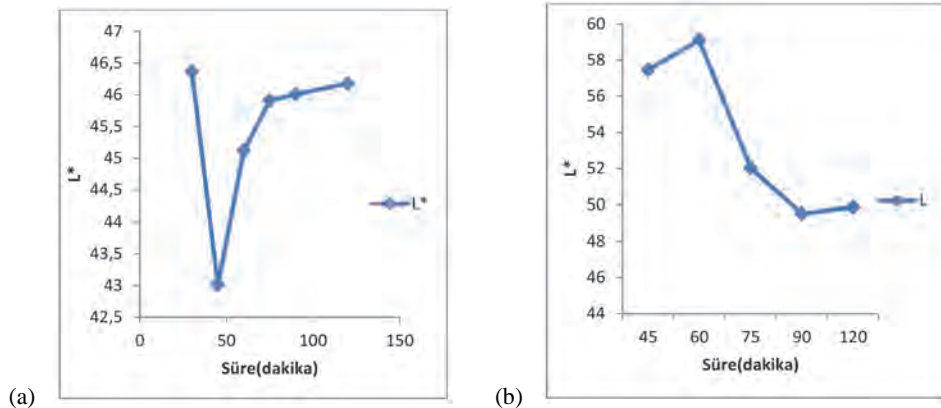
optimum boyama zamanı kara havuç posasından elde edilen boyarmadde için 30, yaban mersini posasından elde edilen boyarmadde için 75 dakikadır.

### 4.3. Pamuk lifi için optimum boyama zamanı

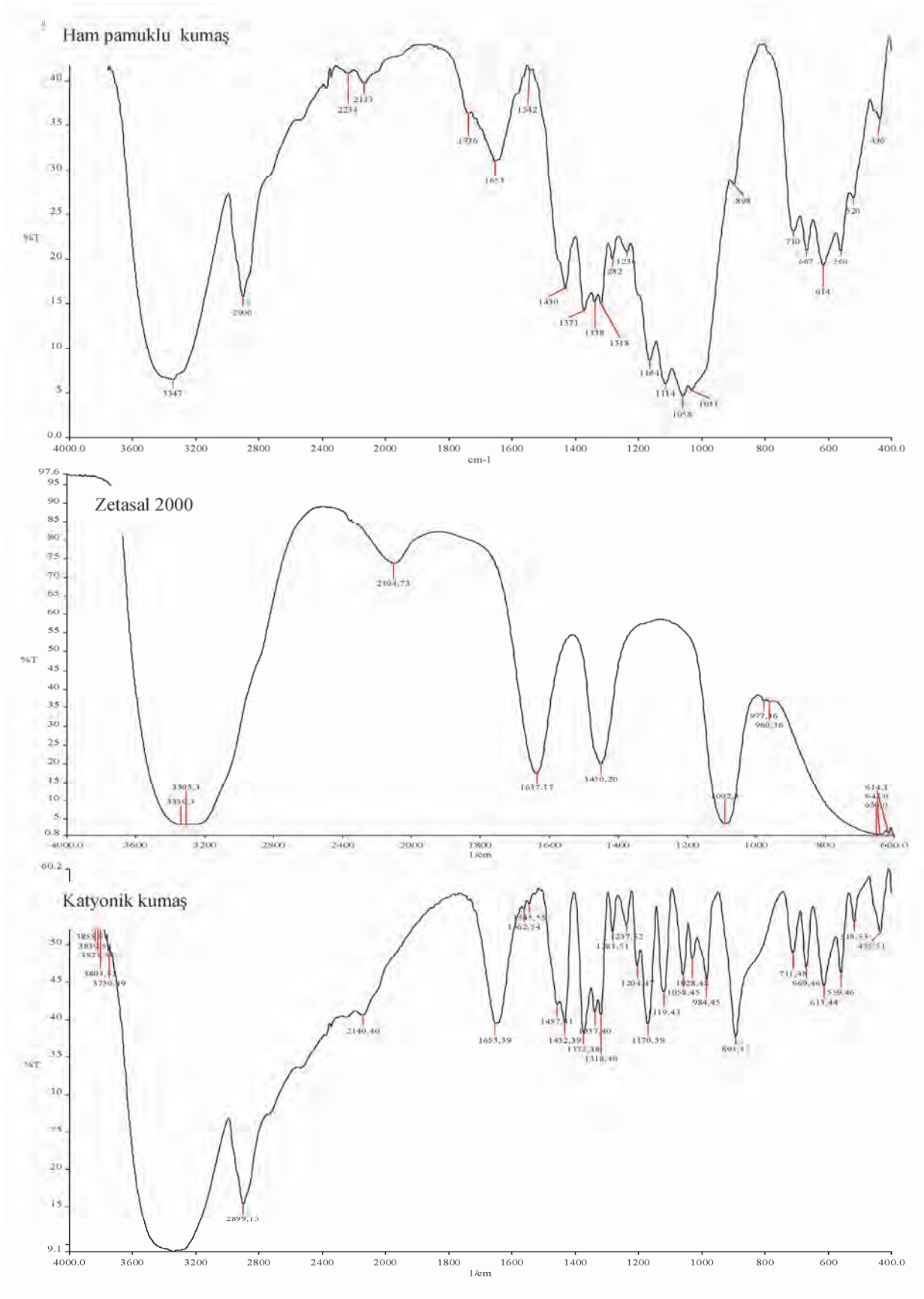
Şekil 7'de ham pamuklu kumaşın, katyonizatör olarak kullanılan Zetasal 2000'nin ve Zetasal ile işlem görmüş pamuklu kumaşın IR spektrumu verilmiştir. FTIR spektrumları incelendiğinde bir poli amonyum kuarterer bileşiği olan katyonizatörün spektrumunda  $3000-3400\text{ cm}^{-1}$  arasında karakteristik N-H piki ve  $1650\text{ cm}^{-1}$  civarında karakteristik C=O piki gözlenmektedir. Genel bir kural olarak karbonil gerilme titreşimleri  $1800$  ve  $1650\text{ cm}^{-1}$  arasında gözlenirler [39]. Azo türü boyarmaddelerde de iki amino bandı ( $\text{NH}_2$ )  $3393-3307\text{ cm}^{-1}$  ve iki imino bandı ( $\text{NH}$ )  $3294-3144\text{ cm}^{-1}$  civarında gözlenmiştir [40]. Katyonize edilmiş numunede, ham kumaşın spektrumuna kıyasla, kumaş üzerine eklenen yeni N-H ve C=O bağlarının sebep olduğu ve bu bağlara karşılık gelen fonksiyonel grup bölgelerinde bir geçirgenlik azalması meydana gelmelidir. Zetasal uygulanmış kumaşın F-TIR spektrumunda, ham kumaşa göre  $3000-3400\text{ cm}^{-1}$  ve  $1650\text{ cm}^{-1}$  civarında belirgin bir geçirgenlik azalması gözlenmektedir. Bu geçirgenlik azalması sırası ile kumaş üzerinde bulunan katyonizatör kimyasalına ait N-H ve C=O gerilmelerine ait karakteristik piklerdir ve zetasal ile muamele edilmiş kumaş yapısındaki katyonizatörün varlığının kanıtlarıdır.



Şekil 5. (a,b) Kara havuç ve yaban mersini posalarından elde edilen boyarmaddeler için optimum ekstraksiyon zamanları



Şekil 6. (a,b) Karahavuç (a), yaban mersini (b) posalarından elde edilen boyarmaddeler için yün lifinde optimum boyama zamanları



Şekil 7. IR spektrumları

Şekil 8'de, kara havuç ve yaban mersini posasından elde edilen boyarmadde ile boyanmış katyonik pamuklu kumaş numuneleri üzerinden ölçülen en koyu L\* değerinin kara havuçta (a) 73,29 ile 30. dakikada, yaban mersininde (b) 57,62 ile 60. dakikada elde edildiği açıkça görülmektedir. Bu durumda katyonik pamuk elyafının boyanmasında optimum boyama zamanı kara havuç posasından elde edilen boyarmadde için 30, yaban mersini posasından elde edilen boyarmadde için 60 dakikadır.

#### 4.4. Soya lifi için optimum boyama zamanı

Şekil 9'da, kara havuç posasından elde edilen boyarmadde ile boyanmış soya fitili numuneleri üzerinden ölçülen en koyu L\* değerinin 55,69 ile 30. dakikada elde edildiği açıkça görülmektedir. Bu durumda soya lifinin boyanmasında optimum boyama zamanı kara havuç posasından elde edilen boyarmadde için 30 dakikadır.

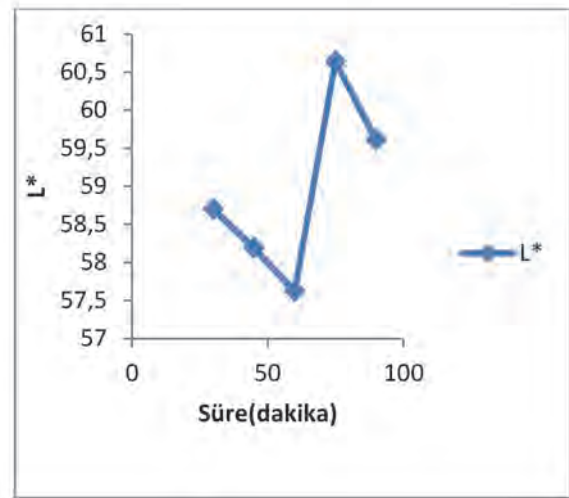
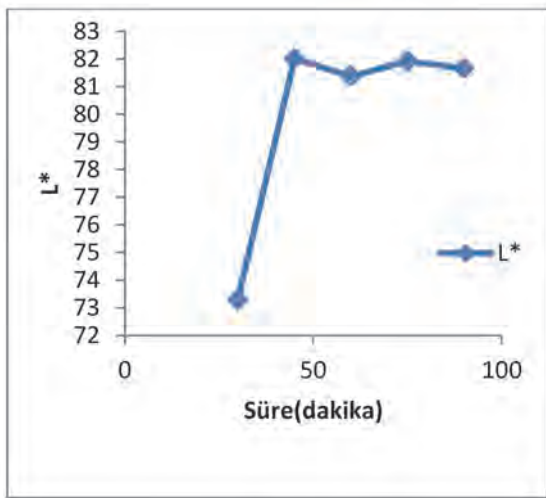
Her üç lif cinsinde de boyama süreleri bu periyodların üzerine çıktığında, boyanan numunelerin renk değerleri önemli bir değişiklik göstermemiş ve renk tonları koyulaşmamıştır.

#### 4.5. Optimum mordan miktarları ve K/S değerleri

Tablo 1'de FeSO<sub>4</sub> kullanılarak boyanmış yün ipliği numunelerine ait CIE-lab renk uzayı değerleri görülmektedir. Boyanan numunelerde, 31,11 L\* değeri ile en koyu renk tonu 1g/L mordanla yapılan boyama işleminde elde edilmiştir. Buradan hareketle yün elyafının yaban mersini posasından elde edilen boyarmadde ile FeSO<sub>4</sub> kullanılarak boyanmasında optimum mordan miktarının 1g/L olduğu sonucuna varılmıştır.

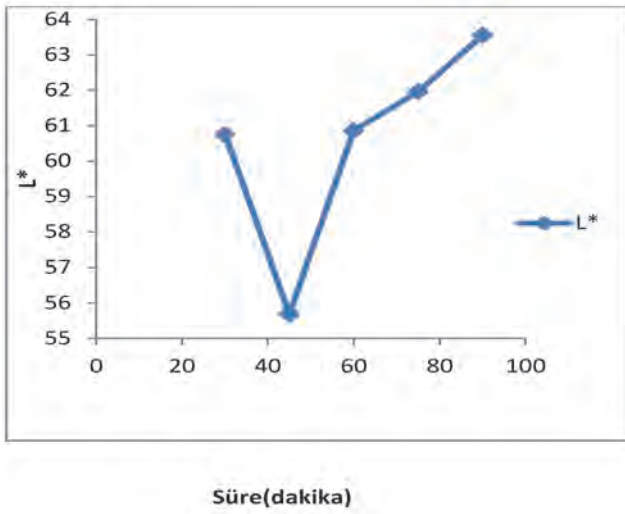
**Tablo 1.** Yaban Mersini posasından elde edilen boyarmadde ve FeSO<sub>4</sub> kullanılarak boyanmış yün ipliği numunelerine ait CIE-lab renk uzayı değerleri

No	Mordan	Mordan Mk (g/L)	L*	Ortalama	a*	b*
1a	FeSO <sub>4</sub>	1	32,71		3,54	10,79
1b			30,38		3,29	9,99
1c			30,25	<b>31,11</b>	3,15	10,56
2a		2	32,14		3,37	10,34
2b			32,85		3,65	10,66
2c			32	32,33	3,45	10,78
3a		3	32,69		3,66	11,1
3b			33,65		3,53	11,8
3c			33,88	33,40	3,45	12,12
4a		4	33,54		3,87	11,3
4b			33,78		3,44	11,25
4c			32,99	33,43	3,47	10,74
5a	5	33,43		3,56	10,89	
5b		30,95		3,3	11,25	
5c		31,89	32,09	3,21	10,26	



**Şekil 8.** (a,b) Karahavuç (a), yaban mersini(b) posalarından elde edilen boyarmaddeler için pamuk lifinde optimum boyama zamanları





**Şekil 9.** Karahavuç posasından elde edilen boyarmadde için soya lifinde optimum boyama zamanı

Tablo 2’de listelenen K/S renk verimi değerleri incelendiğinde en yüksek boya alımının yün lifinden mamül numunelerde, en düşük boya alımının da soya elyafından mamül numunelerde olduğu görülmektedir. Boyama öncesi pamuklu numunenin katyonizasyonu lifler üzerinde, renkli moleküllerin bağlanacağı fonksiyonel grup sayısını artırarak boya alımını arttırmıştır. Boyama işlemlerinde mordan olarak demir(II) sülfat kullanılması, üç farklı lifte de doğal boya alımını arttırmıştır.

Tablo 2’de her üç lif cinsi için iki farklı boyarmaddeye belirlenen optimum mordan miktarları verilmiştir.

#### 4.6. Elde edilen renk tonları

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde doğal boyarmaddelerle tekstil liflerinin boyanmasında renk çeşitliliğinin kullanılan

boyarmadde kaynağından sonra, mordan tipine ve mordanlama metoduna göre değişiklik gösterdiği anlaşılmaktadır.

Yün lifinin tekstil substratı olarak kullanıldığı bir çalışmada mordan olarak alum ( $AlK(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$ ), potasyum dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ), demir sülfat mono hidrat ( $FeSO_4 \cdot H_2O$ ), bakır sülfat hidrat ( $CuSO_4 \cdot 2 H_2O$ ), kalay klorür ( $SnCl_2 \cdot 2 H_2O$ ) ve sodyum klorür ( $NaCl$ ) kullanılmış ve boya banyosundaki mordana göre elyaf üzerinde koyu kahverengiden siyaha kadar farklı tonlarda değişen renkler elde edilmiştir [9]. Bir başka çalışmada ise, numuneler üzerinde bej, krem, kayısı, saman, kimyon, hardal, zeytin, haki renk tonları elde edilmiş ve CIELab koordinatları değerlendirildiğinde renk farklılıklarının ve doygunluğunun mordan tipi ve metoduyla ilişkili olduğu ifade edilmiştir [10]. Tekstil materyali olarak pamuk ve jüt lifinin, boyarmadde kaynağı olarak ise siyah çayın kullanıldığı bir başka çalışmada ise, kahverengi tonlarının elde edildiği rapor edilmiştir. Karaboyacı (2014), toksik olmayan metal tuzlarının ve bazı organik asitlerin mordan olarak kullandığı çalışmasında yün elyafı üzerinde açık kahve, bej, hardal sarısı ve haki yeşil renklerini elde etmiştir [15].

Bu çalışma kapsamında boyanan numunelerin renk tonları şekil 10’da gösterilmektedir. Siyah havuç posası ile boyanan numuneler, sitrik asit,  $CaCO_3$ ,  $KNaC_4H_4O_6$  ve sodyum alginat ile boyanan numuneler pembe ve mora daha yakın,  $FeSO_4$  ve  $AlCl_3$  ile boyanan numuneler daha koyu ve yeşil renk tonlarına sahiptir. Yaban mersini ile boyanan numunelerde ise, genel olarak kahverengi tonlarında renkler elde edilirken,  $FeSO_4$  ve  $Na_2CO_3$  ile boyanan numuneler daha koyu ve şapla boyanan numuneler daha sarımsı ve parlak renklerdedir.

Boyamalarda L değeri bir maksimuma ulaştıktan sonra renk yeniden açılmaya başlamaktadır. Uzun süreli kaynatma sonunda L değerindeki düşme bazı flavanoidlerin yüksek ısı nedeniyle parçalanması sonucunda gerçekleşebilir [16].


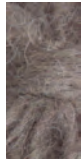













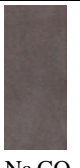


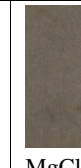





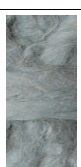

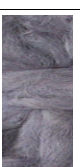





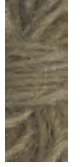


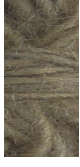





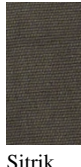







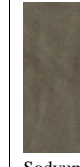
**Tablo 2.** Optimum mordan miktarları ve K/S değerleri

Mordanlar	Yün				Pamuk				Soya	
	Y. Mersini	K/S	K. Havuç	K/S	Y. Mersini	K/S	K. Havuç	K/S	K.Havuç	K/S
$FeSO_4$	1	6,67	1	7,51	5	6,98	3	7,56	5	4,14
$AlCl_3$	3	4,84	2	6,87	4	1,56	1	4,34	2	1,86
Şap	5	3,56	4	2,15	1	1,88	2	1,66	2	1,37
$CaCO_3$	4	4,67	2	4,13	3	2,17	2	5,54	2	1,13
Sitrik asit	4	4,25	2	3,63	2	4,23	4	2,11	3	1,52
$MgCl_2$	3	4,23	2	5,21	2	1,28	2	5,83	2	1,96
$Na_2CO_3$	4	4,68	2	2,94	2	2,67	4	6,23	2	0,87
$KNaC_4H_4O_6$	1	5,27	1	2,67	3	3,45	1	5,17	1	2,09
Sodyum Alginat	1	4,72	1	2,54	3	2,93	4	5,48	2	1,97

#### 4.7. Sürtme ve Yıkamaya Karşı Renk Haslığı Test sonuçları

Tablo 3'de de görüldüğü gibi, siyah havuç posasından elde edilen boyarmadde ile boyanan yün liflerinin yıkama ve sürtmeye karşı haslık değerleri 4-5 ile yüksek değerlerde seyretmektedir. Bütün mordanlarla boyanan numuneler refakat kumaşı 4-4/5 seviyelerinde lekelemiştir. Literatürle kıyaslandığında, doğal boyarmadde boyanan yünlü numunelerde de aynı değerlerin elde edildiği görülmekle beraber [10-15], boyarmadde kaynağı olarak üzüm çekir-

deklerinin kullanıldığı bir başka çalışmada yün lifinde sürtme haslığı 3 ile oldukça düşük seviyede seyretmiştir. Yaban mersini posasından elde edilen boyarmadde ile boyanan yün liflerinin sürtme ve yıkama haslık değerleri ise 3-3/4 ile daha düşük değerlerdir. Yünlü numunelerde en yüksek haslık değerleri  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , mordanı ile boyanan numunelerden elde edilirken, karahavuç posasından elde edilen boyarmadde ile boyanan numuneler daha iyi bir haslık performansı sergilemektedir.

Atık	Siyah Havuç									
YÜN										
PAMUK										
SOYA										
Atık	Yaban Mersini									
YÜN										
PAMUK										

Şekil 10. Bitkisel atıklardan elde edilen boyarmaddeler kullanılarak boyanan numunelerin renkleri

**Tablo 3.** Posalarla boyanmış yün ipliği numunelerine ait yıkama ve sürtmeye karşı renk haslığı değerleri

Birlikte Mordanlama			Yıkamaya Karşı Renk Haslığı						Solma	Sürtme Haslığı	
Atık	Elyaf	Mordan	Lekelenme							Kuru	Yaş
			Yün	Akrilik	Pes	PA 6.6	Pamuk	Asetat			
K.Havuç	Yün	Şap	4	4	4/5	4	4	4	4	5	4
		CaCO <sub>3</sub>	4	4	4/5	4	4	4	4	5	4
		Sitrik asit	4	4	4/5	4	4	4	4	5	4
		Sodyum Alginat	4	4	4/5	4	4	4	4	5	4
		AlCl <sub>3</sub>	4	4	4/5	4	4	4	4	5	4
		KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	4	4	4/5	4	4	4	4	5	4
		MgCl <sub>2</sub>	4	4	4/5	4	4	4	4	5	4
		FeSO <sub>4</sub>	4	4	4/5	4	4	4	4	5	4
Y.Mersini	Yün	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	4	4	4/5	4	4	4	4/5	5	5
		Şap	4	¾	4	4	4	4	4	4/5	4
		CaCO <sub>3</sub>	4	¾	4	4	4	4	4	4/5	4
		Sitrik Asit	4	¾	4	4	4	4	3/4	4/5	4
		Sodyum Alginat	4	¾	4	4	4	4	3/4	4	4
		AlCl <sub>3</sub>	4	¾	4	4	4	4	4	4	4
		KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	4	¾	4	4	4	4	4	4	4
		MgCl <sub>2</sub>	3	¾	4	4	4	4	3/4	4	4
FeSO <sub>4</sub>	3	¾	4	4	4	4	3/4	4	4		
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	3	¾	4	4	4	4	3/4	4	4		

Tablo 4 'deki pamuklu numunelere ait yıkamaya ve sürtmeye karşı haslık değerleri incelendiğinde, siyah havuç posasından elde edilen boyarmadde ile boyanan pamuk liflerinin sürtme ve yıkama haslık değerlerinin literatürdeki çalışmalara kıyasla [11] 4-4/5 ile daha iyi seviyede olduğu görülmektedir [32-33]. Sürtmeye renk haslığında en düşük değerler şap, CaCO<sub>3</sub>, sitrik asit, sodyum alginat ile boyanan numunelerden elde edilmiştir.

Yaban mersini posasından elde edilen boyarmadde ile boyanan pamuklu kumaş numunelerine ait sürtme ve yıkama haslık değerleri ise 4-3/4 ile arasındadır. En düşük haslık değerleri şap, CaCO<sub>3</sub>, sitrik asit, sodyum alginat, KNaC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>, MgCl<sub>2</sub>, FeSO<sub>4</sub>, ile boyanan numunelerden elde edilirken, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, mordanı ile boyanan numunelerden elde edilmiştir.

**Tablo 4.** Posalarla boyanmış pamuk ipliği numunelerine ait yıkama ve sürtmeye karşı renk haslığı değerleri

Birlikte Mordanlama			Yıkamaya Karşı Renk Haslığı						Solma	Sürtme Haslığı	
Atık	Elyaf	Mordan	Lekelenme							Kuru	Yaş
			Yün	Akrilik	Pes	PA 6.6	Pamuk	Asetat			
K.Havuç	Pamuk	Şap	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	5	4/5
		CaCO <sub>3</sub>	3/4	4/5	/5	4/5	4/5	4/5	4	5	4/5
		Sitrik asit	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	5	4/5
		Sodyum Alginat	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	5	4/5
		AlCl <sub>3</sub>	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	5	4/5
		KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	5	4/5
		MgCl <sub>2</sub>	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	5	4/5
		FeSO <sub>4</sub>	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	5	4/5
Y.Mersini	Pamuk	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5
		Şap	4/5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5
		CaCO <sub>3</sub>	4/5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5
		Sitrik Asit	4/5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5
		Sodyum Alginat	4/5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5
		AlCl <sub>3</sub>	4/5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5
		KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	4/5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5
		MgCl <sub>2</sub>	4/5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5
FeSO <sub>4</sub>	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5		
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	4	¾	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	3		

Tablo 5’de de görüldüğü gibi kara havuç posasından elde edilen boyarmadde ile boyanan soya liflerinin sürtme ve yıkama haslık değerleri 3/4-5 aralığı ile kabul edilebilir değerler arasındadır. En düşük haslık değerleri şap, CaCO<sub>3</sub>, sitrik asit, sodyum alginat, KNaC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>, MgCl<sub>2</sub>, FeSO<sub>4</sub>, ile boyanan numunelerden elde edilirken, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, mordanı ile boyanan numunelerden elde edilmiştir. Yün ve pamuk lifindeki düşük haslık değerleri sebebiyle yaban mersini posasından elde edilen boyarmadde ile soya lifine boyama yapılmamıştır. Literatürde soya lifinin doğal boyarmaddelele boyanmasına ilişkin bir çalışma rapor edilmemiştir.

#### 4.8. Ter ve tükürüğe karşı renk haslığı test sonuçları

Tablo 6’da bitkisel atıklardan elde edilen boyarmadde ile boyanmış, yün, pamuk ve soya lifinden mamül numunelerin ter haslığı testi sonuçları listelenmiştir. Veriler incelendiğinde, yün lifinde yaban mersininden elde edilen boyarmadde ile boyanan numunelerin haslık değerlerinin asidik ve alkali ortamda 4-3 arasındayken, kara havuç kabuklarından elde edilen boyarmadde ile boyanmış numunelerde CaCO<sub>3</sub>, FeSO<sub>4</sub>, sodyum alinat ve sitrik asitle boyanan numunelerde asidik tere karşı renk haslığı değerinin 4, alkali ortamda ise yalnız FeSO<sub>4</sub> ile boyanan numunenin tere karşı renk haslığı değerinin yine 4 olduğu tespit edilmiştir. Literatürde rapor edilen çalışmalar incelendiğinde

elde edilen değerlerin yün lifi için daha iyi seviyede olduğu sonucuna varılmıştır[32-33].

Pamuklu numunelerin tere karşı renk haslığı test sonuçlarından açıkça görüldüğü gibi, yaban mersini posasından elde edilen boyarmadde için haslık değerleri asidik ortamda 3/4, bazik ortamda 3, kara havuç kabuklarından elde edilen boyarmadde için asidik ve bazik ortamda 5 olduğu görülmektedir. Pamuklu numunelerin haslık değerleri literatürdeki çalışmalarla kıyaslandığında daha yüksek seviyede seyretmiştir[32-33].

Soya lifinden mamül numunelerde ise, kara havuç kabuklarından elde edilen boyarmadde için tere karşı renk haslığı değerinin asidik ve bazik ortamda 4 olduğu tespit edilmiştir.

Genel değerlendirmede kara havuç posasından elde edilen boyarmadde ile boyanan numunelerin tere karşı renk haslığı değerlerinin yaban mersini ile boyanan numunelere göre daha yüksek değerlerde seyrettiği, lif bazında değerlendirildiğinde ise soya lifinin yün ve pamuğa kıyasla daha iyi bir performans gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Tablo 7’de bitkisel atıklardan elde edilen boyarmadde ile boyanmış, yün, pamuk ve soya lifinden mamül numunelerin tükürüğe karşı renk haslığı testi sonuçları listelenmiştir. Test sonuçlarından da açıkça görüldüğü gibi, yün lifinde yaban mersini dışında

**Tablo 5.** Posalarla boyanmış soya ipliği numunelerine ait yıkama ve sürtmeye karşı renk haslığı değerleri

Birlikte Mordanlama			Yıkama Haslığı							Sürtme Haslığı	
Atık	Elyaf	Mordan	Lekelenme							Kuru	Yaş
			Yün	Akrilik	Pes	PA 6.6	Pamuk	Asetat	Solma		
K.Havuç	Soya	Şap	3/4	4/5	5	5	4	5	4	4/5	4
		CaCO <sub>3</sub>	3/4	4/5	5	5	5	5	4	4/5	4
		Sitrik Asit	3/4	4/5	5	5	5	5	4	4/5	4
		Sodyum Alginat	3/4	4/5	5	5	5	5	4/5	4/5	4
		AlCl <sub>3</sub>	3/4	4/5	5	5	5	5	4/5	4/5	4
		KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	3/4	4/5	5	5	5	5	4/5	4/5	4
		MgCl <sub>2</sub>	3/4	4/5	5	5	5	5	4/5	4/5	4
		FeSO <sub>4</sub>	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3	4/5	4
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	5	5	5	5	5	5	5	5	4		

**Tablo 6.** Posalarla boyanmış yünlü numunelere ait tere karşı renk haslığı değerleri

Atık Türü	Çözelti Türü	Mordan Cinsi									Elyaf
		Şap	CaCO <sub>3</sub>	Sitrik Asit	Sodyum Alginat	AlCl <sub>3</sub>	KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	MgCl <sub>2</sub>	FeSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	
K. Havuç	Asidik	5	4	4	4	5	5	5	4	5	Yün
	Alkali	5	5	5	5	5	5	5	4	5	
Y. Mersini	Asidik	4	3	3	3	3	3	3	3	3	Pamuk
	Alkali	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
K. Havuç	Asidik	5	5	5	5	5	5	5	4	5	Soya
	Alkali	5	4	4	4	5	5	5	5	5	
Y. Mersini	Asidik	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Soya
	Alkali	4	4	4	4	4	4	4	3	4	
K. Havuç	Asidik	5	5	4	4	5	5	5	4	5	Soya
	Alkali	5	5	4	4	5	5	5	4	5	

diğer atık boyarmaddeyle şap kullanılarak boyanan numunelerin asidik ve bazik tükürük haslıkları mevcutken, sodyum alginat ve sitrik asitle, her iki boyarmadde ile boyanan numunelerde; tükürük haslığı açısından kötü sonuçlara ulaşılmıştır.

Çalışmada pamuklu numunelerin tükürüğe karşı renk haslığı değerleri, yün lifine göre daha yüksek seyretmiştir. Burada da, sodyum alginat kullanılarak boyanan numunelerin asidik ve bazik tükürük çözeltilerine karşı dayanıksız olduğu gözlenmiştir. Soya lifinden mamül numunelerin tükürük haslığı testi sonuçları değerlendirildiğinde ise, diğer liflerde da olduğu gibi mordan olarak şap kullanılarak boyanan numunelerin asidik ve bazik tükürük çözeltilerine karşı, diğerlerine göre nisbeten daha iyi haslık performansı gösterdiği sonucuna varılmıştır.

#### 4.9. Boya Banyosunda Kalan Metal Konsantrasyonunun Değerlendirilmesi

Tablo 8'de boyama sonrası boya banyosunda kalan atık metal konsantrasyonları görülmektedir. Her ne kadar toksik sınıfına

dahil olmayan metal tuzları mordan olarak kullanılsa da doğaya gereksiz atık bırakmamak ve mordan miktarının optimizasyonu için boya banyosunda kalan atık metaller analiz edilmiştir. Örnek kara havuç posası ile pamuk boyanmasında optimum  $\text{FeSO}_4$  miktarı 3 g/L olarak tespit edilmiştir.  $L^*$  değerlerin ortalamalarını kıyaslandığında 1 g/L için 2 g/L için 35,77 ve 3 g/L için 34,52 olduğu görülmektedir. 2000 ppm lik mordan artışı renk koyuluğunda çok az bir koyulaşmaya neden olmuştur. Fakat atık sudaki demir miktarının 248 olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre kullanılan mordan içerisindeki 738 ppm'lik demir bağlayıcı olarak kullanılmıştır. Dolayısıyla optimum mordan miktarı 2,4 g/L civarında olmalıdır. Böylece atık suya hemen hiç demir iyonu bırakmadan boyama yapılabilir Bu bakış açısı ile atık suda yüksek oranda kalıntı bırakan mordanların optimum miktarları kendisine en yakın değerdeki düşük dozlara çekilebilir. Böylece hem proses maliyeti düşürülürken hem de doğaya gereksiz yere kimyasal deşarjının önüne geçilmiş olur.

**Tablo 7.** Poslarla boyanmış numunelere ait tükürük haslığı değerleri

Atık	Mordan	Yün		Pamuk		Soya	
		Asidik Çözelti	Bazik Çözelti	Asidik Çözelti	Bazik Çözelti	Asidik Çözelti	Bazik Çözelti
Kara Havuç	Şap	+	+	+	+	+	+
	$\text{CaCO}_3$	-	-	+	+	+	+
	Sitrik Asit	-	-	+	-	+	-
	Sodyum Alginat	-	-	-	-	-	-
	$\text{AlCl}_3$	-	-	+	-	+	-
	$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	-	-	+	+	+	-
	$\text{MgCl}_2$	+	-	-	-	+	-
	$\text{FeSO}_4$	+	-	+	-	+	-
	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	-	-	+	-	-	-
Yaban Mersini	Şap	-	-	+	-		
	$\text{CaCO}_3$	-	-	-	-		
	Sitrik Asit	-	-	-	-		
	Sodyum Alginat	-	-	-	-		
	$\text{AlCl}_3$	-	-	+	-		
	$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	-	-	+	-		
	$\text{MgCl}_2$	-	-	-	-		
	$\text{FeSO}_4$	-	-	-	-		
	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	-	-	-	-		

(+) Dayanıklı; (-) Dayanıklı değil

**Tablo 8.** Boya Atık Sularındaki Metal Konsantrasyonu tablosu

Atık	Elyaf	CaCO <sub>3</sub>	Şap	AlCl <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	FeSO <sub>4</sub>	KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub>		Sodyum Alginat
		Ca (mg/L)	Al (mg/L)	Al (mg/L)	Na(mg/L)	Fe (mg/L)	K (mg/L)	Na (mg/L)	Na (mg/L)
K. Havuç	Yün	88.6 ± 1.71	72.7 ± 4.06	57.8 ± 1.82	107 ± 1.2	187.3 ± 0.18	34.9 ± 1.05	12.14 ± 1.16	31.22 ± 2.105
	Pamuk	58.2 ± 0.85	54.7 ± 1.42	31.6 ± 2.54	51 ± 1.06	248.6 ± 0.21	115.8 ± 0.85	82.9 ± 0.68	988 ± 7.7
	Soya	67.4 ± 1.12	74.6 ± 1.31	66 ± 2.01	43 ± 1.5	640.0 ± 1.14	223.7 ± 0.52	174.1 ± 0.62	383 ± 0.35
Y. Mersini	Yün	138 ± 0.61	182.82 ± 0.12	123 ± 0.55	1062 ± 1.67	453.9 ± 0.23	618 ± 1.37	43.8 ± 1.26	829 ± 0.68
	Pamuk	155,76 ± 3.85	336 ± 2.0	91.4 ± 2.63	206.8 ± 3.05	334 ± 0.41	307.7 ± 2.75	322 ± 7.11	156 ± 32.6
	Soya								

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada tekstil liflerinin boyanması için, bilinen ve kullanılmakta olan boya bitkileri yerine bitkisel atıklar kullanılmıştır. Yaban mersini posasından elde edilen boyarmadde ile boyanan numuneler üzerindeki renk yelpazesi değerlendirildiğinde, açık ve koyu kahve-sarı tonlarında renklerin elde edilirken, pamukta ise vizon, gri-yeşil ve kirli sarı renklerinin elde edildiği görülmektedir. Bu boyarmadde ile boyanan numunelerin yıkama, sürtme, ter ve tükürük haslığı test sonuçları oldukça düşük olduğundan ayrıca soya lifine boyama yapılmamıştır.

Kara havuç posasından elde edilen boyarmadde ile boyanan yün lifinden mamül numunelerde, gri-mor, lila, açık mavi, yeşil, siyahı yeşil ve sarı gibi renkler elde edilirken, pamuklu numunelerde, gri-mavi, açık kahve, pembe tonları, deve tüyü ve koyu gri renkleri elde edilmiştir. Bu boyarmadde ile boyanan numunelerde en iyi sürtme ve yıkama haslık değerleri katyonik pamuk ve yün lifinden mamül numunelerde elde edilmiştir. Soya liflerinden mamül numunelerde ise pamuk ve yünden düşük fakat yine de kullanılabilir seviyede haslık değerleri elde edilmiştir.

Ter ve tükürük haslığında ise, kara havuç posasından elde edilen boyarmadde ile boyanan yün lifinden mamül numunelerde, şap dışında asidik ve bazik tükürük çözeltilerine karşı bir direnç gözlenmemiştir. Pamuk ve soya numunelerinde ise, şap, CaCO<sub>3</sub> ve KNaC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> mordanlarıyla boyanan numuneler hariç, diğer numunelerin tamamında asidik ve bazik çözelti emdirilmiş filtre kağıtları lekelenmiştir. Bu numunelere ait ter haslığı test sonuçları incelendiğinde, her üç elyaf cinsinde de 4-5 ile kabul edilebilir değerlerin elde edildiği görülmektedir.

### Teşekkür

Bu tez çalışması Öğretim Görevlisi Yetiştirme Programı araştırma projeleri destekleme fonu tarafından (ÖYP-05266-11-DR) desteklenmiştir. Boyarmadde ekstraksiyonu, boyama ve haslık testleri Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Laboratuvarları'nda diğer karakterizasyon testleri ise Süleyman Demirel Üniversitesi Deneysel ve Gözlemsel Araştırma Merkezi laboratuvarlarında yapılmıştır.

Yazarlar bu çalışmalar sırasında yardımlarını esirgemeyen Robert Gül Yağı L.T.D. ve İpliksan A.Ş. ye çok teşekkür eder.

## KAYNAKLAR

- Verma, A.K., Roshan Dash, R., Bhunia, P., (2012), *A review on chemical coagulation/flocculation technologies for removal of colour from textile wastewaters*, Journal of Environmental Management, 93, 154-168 p.
- Moll, A.R., (1991), *Die Toxikologie von Textilfarbstoffen-Sind Farbige Textilien Gesundheitlich Unbedenklich?*, Melliland Textilberichte Öko-Tex Standart 100, 10, 836-840.
- Kurtoğlu, N., Şenol, D., (2004), *Tekstil ve Ekolojiye Genel Bakış, Karsinojen ve Allerjik Etki Yapabilen Tekstil Kimyasalları*, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 7(1).
- Hatch, K.L. (1984), *Dermatological Problems Related to Fiber Content and Dyes*, Textile Research Journal 54: 664-682 p.
- Hatch, K.L., (1984), *Dermatological Problems Related to Finishes*, Textile Research Journal 54, 721-732 p.
- Hatch, K.L., Maibach, H.I., (1995), *Textile Dye Dermatitis*, Journal of the American Academy of Dermatology, 32, 631-639 p.
- Kayahan, E., (2014), *Seçilmiş Doğal Ve Rejenere Liflerin Endüstriyel Bitkisel Atıklarla Boyanma Performanslarının İncelenmesi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Anabilimdalı, Doktora Tezi, Isparta.
- Bechtold, T., Mussak, R., Mahmud-Ali, A., Ganglberger E., 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 p.
- Meksi, N., Haddar, W., Hammami, S., Mhennia, M.F., (2012), *Olive Mill Wastewater: a Potential Source of Natural Dyes for Textile Dyeing*, Industrial Crops and Products, 40, 103-109 p.
- İsmal, O.E., (2013), *A route from olive oil production to natural dyeing: valorisation of prina (crude olive cake) as a novel dye source*, Coloration Technology, Society of Dyers and Colourists, 130, 147-153p.
- İsmal, O.E., Özdoğan, E., Yıldırım, L., (2013), *An alternative natural dye, almond shell waste: effects of plasma and mordants on dyeing properties*, Coloration Technology, Society of Dyers and Colourists, 129, 431-437p.
- Deo, H.T., Desai, B.K., (1999), *Dyeing of Cotton And Jute With Tea As Natural Dye*, Journal of the Society of Dyers and Colourists, 115, 227 p.
- Lee, Y.H., (2007), *Dyeing Fastness and deodorizing Properties of Cotton, Silk, and Wool Fabrics Dyed With Coffee Sludge (Coffea arabica L.)*, Journal of Applied Polymer Science, 103, 251-257 p.

14. Bechtold T., Mahmud, A.A., Mussak R., (2007), *Anthocyanin Dyes Extracted From Grape Pomace For The Purpose Of Textile Dyeing*, Journal of the Science of Food and Agriculture, 87(14), 2589-2595 p.
15. Kılıçarslan, H., Arlı, M., (2011), *Köknar (abies) Kozalaklarından Elde Edilen Renklerin Yün Halı İplikleri Üzerindeki Haslık Değerleri*, Türk Sanatları Araştırmaları Dergisi, 2(1).
16. Karaboyacı, M., (2014) *Recycling of rose wastes for use in natural plant dye and industrial applications*, The Journal of The Textile Institute, 105, 1160 p.
17. Utuş, D., (2008), *Şalgam Suyu Üretiminde Kullanılan Siyah Havuç (Daucus Carota) Boyutunun Şalgam Suyu Kalitesi Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
18. Kırca, A., (2004), *Siyah Havuç Antosiyaninlerinin Bazı Meyve Ürünlerinde Isıl Stabilitesi*. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 122s, Ankara.
19. Kammerer, D., Carle, Reinhold., Schieber, Andreas., (2004), *Quantification of Anthocyanins in Black Carrot Extracts (Daucus carota ssp. sativus var. atrorubens Alef.) and evaluation of Their Color Properties*, Eur Food Res Technol, 219, 479–486 p.
20. Damar, İ., (2010), *Vişne Suyunun Antosiyanin Profili Ve Antioksidan Kapasitesi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
21. Kähkönen, M.P., Hopia, A. I., Heinonen, M., (2001), *Berry 46 Phenolics and Their Antioxidant Activity* J. Agric. Food Chem, 49, 4076-4082 p.
22. Chandra, A., Rana, J., Li, Y., (2001), *Separation, Identification, Quantification, and Method Validation of Anthocyanins in Botanical Supplement Raw Materials by HPLC and HPLC-MS.*, J. Agric. Food Chem., 49, 3515-3521 p.
23. Artık, N., Kıvanç, M., Elgün, A., Poyrazoğlu, E.S., (2010), Ayaz Tüylü, B.(Ed.), *Meyve ve Sebzelerin Bileşimi (9-10)*, Bitkisel Ürünlerin Kalite Kontrolü, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını, 2079, 354s, Eskişehir.
24. Bub, A., Watzl, B., Heeb, D., Rechkemmer, G., & Briviba, K. (2001). Malvidin-3-glucoside bioavailability in humans after ingestion of red wine, dealcoholized red wine and red grape juice. European journal of nutrition, 40(3), 113-120.
25. Ersus, S., Yurdagel, Ü., (2006), *Meyve ve Sebzelerde Bulunan Antosiyaninlerin Kimyasal Yapısı ve Stabilitelerini Etkileyen Faktörler (Chemical Composition and Factors Affecting the Stability of Anthocyanins in Fruit and Vegetables)*, Dünya Gıda, 10, 78-87 p.
26. Jackman, R.L., Yada, R.Y., Tung, M.A., Speers, R.A., (1987), *Anthocyanins as Food Colorants*, Journal of Food Biochemistry, 11, 201-247 p.
27. Francis, F.J., (1989), *Food Colorants: Anthocyanins Crit. Rev.*, Journal of Food Sciences and Nutrition., 28, 4, 273-315 p.
28. Jackman, R.L. Smith, J.L. (1992), *Anthocyanins and betalains*. In: Hendry, G.A.F. and Houghton, J.D. Natural Food Colorants. London: Blackie Academic, 183-241 pp.
29. Fridrich, D., Teller, N., Esselen, M., Pahlke, G., & Marko, D. (2008). Comparison of delphinidin, quercetin and (-)-epigallocatechin-3-gallate as inhibitors of the EGFR and the ErbB2 receptor phosphorylation. Molecular nutrition & food research, 52(7), 815-822.
30. Cage, S., 2014. Dyeing of Wool and Other Natural Fibres With Natural Dyes. Erişim Tarihi: 23.03.2014. İnternet adresi, <http://www.creative-chemistry.org.uk/activities/documents/naturaldyeing.pdf>
31. El-Shafei, A.M., Fouda, M. M.G., Knittel, D., Schollmeyer, E., (2008), *Antibacterial Activity of Cationically Modified Cotton Fabric with Carboxymethyl Chitosan*, Journal of Applied Polymer Science, 110, 1289–1296 p.
32. Kamel, M.M., El-Shishtawy, R. M., Youssef, B.M., Mashaly, H., (2007), *Ultrasonic assisted dyeing. IV. Dyeing of cationised cotton with lac natural dye*, Dyes and Pigments, 73, 279-284 p.
33. Kamel, M.M., El Zawahry, M.M., Ahmed, N.S.E., Abdelghaffar, F., (2011), *Ultrasonic dyeing of cationized cotton fabric with natural dye. Part 2: Cationization of cotton using Quat 188*, Industrial Crops and Products, 34, 1410– 1417p.
34. Onar, N., (2006), *Katyonik Pamuk Eldesi Ve Uygulamaları, Tekstil ve Mühendis*, 13,61,33 p.
35. Zetesal 2000, Tuv-Cert, ISO 9001-2000, Zertifikat 09 100 31 10.
36. Ke, G., Yu, W., Xu, W., (2006), *Color Evaluation of Wool Fabric Dyed With Rhizoma*, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 101, 3376–3380p.
37. Seventekin, N., (2003), *Kimyasal Tekstil Muayeneleri*, Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon. Araştırma Uygulama Merkezi Yayını, 81s.
38. Acar, K., (2009), *Fluoresans Renkler İçeren Boyama Reçetesi Tahmin Algoritmalarında Başarının Artırılmasına Yönelik Yeni Bir Yöntem*, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
39. Yeşil, Y., (2010), *Melanaj Elyaf Karışımlarında Renk Değerlerinin Yeni Bir Algoritma Geliştirilerek Tahmin Edilmesi*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil mühendisliği Anabilim dalı, Doktora tezi, Adana.
40. Bauer, C., P. Jacques, and A. Kalt. "Investigation of the interaction between a sulfonated azo dye (AO7) and a TiO<sub>2</sub> surface." Chemical Physics Letters 307.5 (1999): 397-406.
41. Karçı, F., Şener, N., Yamaç, M., Şener, İ., & Demirçalı, A. (2009). The synthesis, antimicrobial activity and absorption characteristics of some novel heterocyclic disazo dyes. Dyes and Pigments, 80(1), 47-52.