



ATIK BİTKİ POSALARINDAN ELDE EDİLEN DOĞAL BOYARMADDE İLE YÜN BOYAMA

Enfal KAYAHAN^{1*}, Mustafa KARABOYACI², Mehmet DAYIK

¹ Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Anahtar Kelimeler	Öz
<i>Mordan, Tekstil, Doğal Boyarmadde, Yün, Endüstriyel Bitkisel Atık, Haslık.</i>	Bu çalışmada, bitkisel atıklardan elde edilen boyarmaddelerin yün lifini boyama performansı araştırılmıştır. Boyarmadde kaynağı olarak biberiye ve vişne posaları kullanılmış her bitkisel atık türü için optimum ekstraksiyon ve optimum boyama zamanları belirlenmiştir. Optimum şartlarda boyanan numunelerin CIE-Lab renk uzayı değerleri ölçülmüş, yıkama ve sürtmeye karşı haslık testleri yapılmıştır. Çalışma sonunda, sarı, açık ve koyu yeşil tonları ile pudra renk tonları elde edilmiş, numunelerin yıkamaya karşı haslık değerleri en yüksek 5, en düşük 3/4 olarak, sürtme haslığı değerleri ise en yüksek 5 en düşük 4 olarak tespit edilmiştir.

DYEING OF WOOL WITH NATURAL DYE OBTAINED FROM PULPS OF PLANTAL WASTE

Keywords	Abstract
<i>Mordant, Textile, Natural Dyestuff, Wool, Industrial Vegetable Waste, Fastness.</i>	Abstract: In this work, it was studied that the dyeing performance of dyestuff obtained from herbal wastes. Rosemary and cherry pulp were used as natural dye source. Optimum extraction times and optimum dyeing times were determined for each waste. Color measurements (CIELab coordinates) were evaluated and washing, rubbing fastness tests were performed for dyed samples on optimum conditions. At the end of the study, yellow, light and dark shades of green and pink-powder color tones were obtained. Washing fastness values of the samples were determined as the highest 5, the lowest 3/4, and rub fastness values were determined the highest 5 and the lowest 4.

Alıntı / Cite

Kayahan, E., Karaboyacı, M., Dayık, M., (2023). Atık Bitki Posalarından Elde Edilen Doğal Boyarmadde ile Yün Boyama, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 11(4), 1594-1606.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

E. Kayahan, 0000-0002-2277-044X
M. Karaboyacı, 0000-0001-9710-900X
M. Dayık, 0009-0004-4649-834X

Makale Süreci / Article Process

Başvuru Tarihi / Submission Date	12.10.2023
Revizyon Tarihi / Revision Date	07.12.2023
Kabul Tarihi / Accepted Date	07.12.2023
Yayın Tarihi / Published Date	30.12.2023

* İlgili yazar / Corresponding author: ekayahan@pau.edu.tr, +90-258-296-3229

DYEING OF WOOL WITH NATURAL DYE OBTAINED FROM PULPS OF PLANTAL WASTE

Enfal KAYAHAN^{1†}, Mustafa KARABOYACI², Mehmet DAYIK

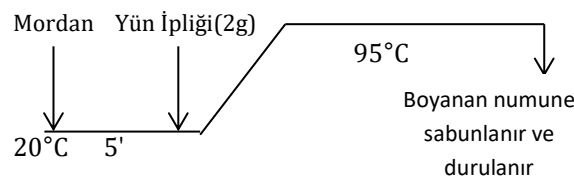
¹ Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Highlights

- This research study presents a potential waste management solution that addresses the challenges of disposing of plant waste.
- Rosemary and cherry pulp were used for dyeing wool samples.
- The the washing and rubbing fastness of the samples were found in acceptable limit (3/4 to 5).
- It was produced a wide range of beautiful shades with color (yellow, light and dark shades of green and pink-powder).

Graphical Abstract



Şekil. Posadan Elde Edilen Doğal Boyarmadde Çözeltisi ile Yün Lifinin Boyanma Grafiği (Dyeing Chart for Wool Fiber dyed using natural dye Obtained from Vegetable Waste)

Purpose and Scope

The present research paper is aimed to explore the dyeing potential of rosemary and cherry pulp dye extract on wool fiber.

Design/methodology/approach

The present research paper is aimed to explore the dyeing potential of rosemary and cherry pulp dye extract on wool fiber. The research involved the determination of extraction times, dyeing periods. The effect of the mordant concentration and different types of metal mordants such as alum, ferrous sulfate, on color characteristics of and their fastness properties are also studied. The main point to emphasize is that mordant chemicals do not include heavy metals such as copper sulfate (CuSO_4) and nickel (Ni), which are known as traditional mordant chemicals. They do not pose a threat to human health. Mordanting of wool can provide different colour tones. Using natural dyes instead of synthetic dyes helps to protect human and environmental health. Industrial vegetable waste can be recycled to produce natural plant dyes and can therefore have a additional economic value after the extraction of the essential oils by the cosmetics industry.

Findings

At the end of the study it was produced a wide range of beautiful shades with color (yellow, light and dark shades of green and pink-powder). The the washing and rubbing fastness of the samples were found in acceptable limit (3/4 to 5). Similar results were observed in terms of the staining degrees of dyed samples (4-5 to 5). As a result, it can be said that rosemary and cherry pulp dye extract can provide bright hues with good color fastness properties with different types of mordants.

Orginality

According to the literature survey, there are limited numbers of studies on the dyeing textile materials using vegetable waste. This study is different from the works in the literature in respect of the non-toxic metal salts as mordants used in the using dyeing process.

[†] Corresponding author: ekayahan@pau.edu.tr, +90-258-296-3229

1. Giriş (Introduction)

Teknolojik ve endüstriyel gelişmeler, artan çevre kirliliğine de sebep olmaktadır. Sanayileşmeyi sürdürmekle birlikte, çevreyi bu ilerlemenin zararlı etkilerinden koruyabilmek yeni tedbir ve çözümlerin düşünülmesiyle başlanmasını gerekli kılmaktadır. Bu duruma ek olarak dünya üzerinde çevre ve sağlıklı tüketim konularında daha duyarlı bir kamuoyu oluşmaya başlamıştır. Bu durum tüketicileri üretimi esnasında minimum kimyasal kullanılan tekstil ürünlerini kullanmaya teşvik etmektedir. İlgili ürünler, geniş çapta kullanılmakta olan tekstil ürünleri ile kıyaslandığında katma değeri daha yüksek ürünler kategorisindedir ve ekolojik ve ekonomik etiketi altında, ülkemize önemli bir pazar payı kazandıracak potansiyeli taşımaktadır.

Doğal olana yönelim noktasında dikkat çeken bir gelişme de doğal kaynaklı boyarmaddelerin kullanımının artarak önem kazanmasıdır. Dünyada da farklı araştırma grupları yüksek maliyetleri ve zayıf kullanım haslıkları sebebiyle, bilinen doğal boya bitkileri yerine farklı bitkisel kaynaklardan doğal boyarmadde eldesi ile ilgili çalışmalar yürütmektedir.

Doğal boyarmadde eldesi ile ilgili çalışmaların son yıllarda doğal atıklardan boyarmadde eldesi yönünde ilerlediği görülmektedir. Bu sayede doğal bitkisel atıkların değerlendirilmesi söz konusu olacağı gibi, doğal boyarmadde kaynağı için ayrıca boya bitkisi yetiştirilmeyecek, dolayısıyla da bir tarım alanı işgali söz konusu olmayacaktır.

2. Kaynak Araştırması (Literature Survey)

Bechtold vd. (2006), yiyecek ve içecek endüstrisindeki üzüm suyu ve şarap üretimi proses artıkları gibi bitkisel atıkların ciddi oranlarda doğal boyarmadde ihtiva ettiğini, bu tip atıkların tekstil sektörü için doğal boyarmadde kaynağı olarak değerlendirilebileceğini belirttikleri çalışmalarında, yün lifini boyanmasında demir sülfat (FeSO_4), şap ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$) kimyasallarını mordan olarak kullanılmıştır (Bechtold vd., 2006).

Literatürdeki bir başka çalışmada portakal kabuğundan 150 mL aseton, 150 mL etil alkol, 300 mL destile su, kullanılarak ekstraksiyon yapılmış ve elde edilen boyarmadde çözeltileri ile selüloz ve protein menşeli liflerin boyanabilme potansiyeli araştırılmıştır. İlgili çalışmadaki mordanlar, demir sülfat (FeSO_4), çinko klörür (ZnCl_2), şap ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$), kalay klörür (SnCl_2), bakır sülfat (CuSO_4), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), mangan(II) asetat ($\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) gibi çeşitli geçiş elementleri tuzları, yöntem olarak ön-birlikte ve son mordanlama yöntemleri kullanılmıştır (Durnaoglu, 2006).

Lee (2007), çalışmasında su ile ekstraksiyon ile atık kahve tortusundan elde ettiği boyarmadde çözeltilerinin yün, ipek ve pamuk elyafını boyama performansını incelemiştir. Çalışmada mangan sülfat (MnSO_4), çinko sülfat (ZnSO_4), nikel sülfat (NiSO_4), bakır sülfat (CuSO_4), demir sülfat (FeSO_4), kalay sülfat (SnSO_4), kobalt sülfat (CoSO_4), alüminyum sülfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) mordan olarak kullanılmıştır. Haslık sonuçları değerlendirildiğinde üç elyaf çeşidinde de, en iyi sonuçları, renk doygunluğu açısından demir sülfat (FeSO_4), bakır sülfat (CuSO_4), kalay sülfat (SnSO_4) mordanları vermiştir. Pamukta nikel sülfat (NiSO_4), mangan sülfat (MnSO_4), çinko sülfat (ZnSO_4), bakır sülfat (CuSO_4)'la boyanmış numuneler, ipek lifinde mangan sülfat (MnSO_4) haricindeki tüm mordanlarla boyanan numuneler, yün lifinde bakır sülfat (CuSO_4), mangan sülfat (MnSO_4), kobalt sülfat (CoSO_4), demir sülfat (FeSO_4), alüminyum sülfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) ile boyanan numuneler ışık haslığı bakımından en iyi sonuçları vermişlerdir. Nihai değerlendirmede protein esaslı elyafda en iyi haslık değerlerine bakır sülfat (CuSO_4) ve demir sülfat (FeSO_4) mordanlarıyla ulaşılmıştır. Ayrıca boyanan numunelerin iyi derecede koku giderici özellik taşıdığı kaydedilmiştir (Lee, 2007).

Ekstraksiyon solventi olarak su kullanılan bir başka çalışmada, boyarmadde kaynağı kaya armudu, gümüş meşe ağacı, ağaç kabukları ve saz bitkileri olarak seçilmiş ve demir sülfat (FeSO_4), alüminyum sülfat (Al_2SO_4)₃, kalay klörür ($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), kombinasyonlarıyla yün lifi üzerinde dört farklı renk elde edilmiştir. CIE Lab sonuçlarına ışığında elde edilen renk yelpazesinin, turuncu, sarı-kahve, sarı ve koyu gri olarak ifade edilmiştir (Agarwal vd., 2007).

Prutti vd., (2008), mordan olarak çeşitli oranlarda şap ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$), bakır sülfat (CuSO_4), demir sülfat (FeSO_4) ve kromu (Cr) kullandıkları çalışmalarında doğal boyarmadde kaynağı olarak diken üzümü (barberry) kabuklarını değerlendirmiş ve ipek lifini boyamışlardır. İlgili çalışmada optimum ekstraksiyon zamanı ve optimum mordan miktarı da çalışılmış ve bu değerler sırasıyla 60 dakika ve 1:3 olarak tespit edilmiştir. Çeşitli oranlarda mordan kombinasyonlarının kullanıldığı çalışmada, geniş bir renk yelpazesine erişildiği belirtilmiştir (Prutti vd., 2008).

Jothi (2008), yüksek miktarda karotenoid ve lutein içeren kadife çiçeğinden sulu ekstraksiyon ile doğal boyarmadde elde etmişlerdir. Ön mordanlama yönteminin kullanıldığı bu çalışmada pamuk ve ipek lifleri boyanmış, mordan olarak demir sülfat (FeSO_4), şap ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$), bakır sülfat (CuSO_4) ve kalay klörür (SnCl_2) kullanılmıştır (Jothi, 2008).

Kadife çiçeğinin kullanıldığı bir başka çalışmada ise 45 dakikada su ile ekstraksiyon yapılarak hazırlanan doğal boyarmadde, baskı patı içerisinde renklendirici olarak kullanılmış ve mordanlar reçete kapsamında hazırlanan baskı patının içerisine ilave etmişlerdir. İlgili çalışmada şap ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$), bakır sülfat (CuSO_4), demir sülfat (FeSO_4), kurşun asetat ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$), çinko klorür (ZnCl_2), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), ve kalay klorür (SnCl_2) mordanları kullanılmış ve görsel bir değerlendirme yapıldığında, tekstil elyafını en hızlı demir sülfat (FeSO_4) ve krom sülfat mordanlarıyla hazırlanan baskı patlarının boyamış olduğu vurgulanmıştır (Agarwal vd., 2007).

2011 yılında hintinciri ağacı kullanılarak elde edilen ekolojik doğal boyarmaddeyi Saravana vd., ve çalışma arkadaşları (2011), ön, birlikte ve son mordanlama yöntemlerini kullanarak, farklı mordanlarla, ön terbiyesi yapılmış ipek elyafını boyamada kullanmışlardır. Boyama prosesinde kullanılan doğal mordanlar myroblan ve tezek; kimyasal mordanlar ise demir sülfat (FeSO_4), bakır sülfat (CuSO_4), kalay klorür (SnCl_2), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), nikel sülfat (NiSO_4), şaptır ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) (Saravanan vd., 2011).

Literatürde konuyla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, meyve suyu endüstrisinin bitkisel atıklarından ya da boya bitkisi olmayıp, yeryüzünde çok miktarda yetişen bitkilerden tekstil elyafı için doğal boyarmadde eldesi ile ilgili çalışmalar mevcuttur. (Agarwal vd., 2007; Durnaoglu, 2006; Jothi, 2008; Lee, 2007; Prutti vd., 2008; Saravanan vd., 2011). Söz konusu çalışmalarda ekstraksiyon solventi olarak, su gibi doğal çözücüler kullanılmakla beraber, hekzan, aseton, etil asetat gibi organik solventler de kullanılmıştır.

Üç çeşit çay yaprağının, aseton, asetonitril ve etanol ile 1 saat muamele edilmesi sonucu hazırlanan stok boyarmadde çözeltisinin 4 saat atmosfer koşullarında bekletildikten sonra bambu elyafının boyamasında kullanıldığı bir çalışmada, boyama işlemi ön mordanlama ve mordansız olmak üzere iki farklı mordanlama yöntemi kullanılarak bakır sülfat (CuSO_4) ile gerçekleştirilmiştir. Boyanan numunelerin renklerinin koyu kahve-bej aralığında olduğu ve en iyi boya veriminin su-aseton ekstraksiyonu ile elde edilen çözelti ile yapılan boyamalarda gözlemlendiği ifade edilmiştir. Haslık değerlerinde irdelendiğinde de bu iki solventle elde edilen boyarmadde çözeltileriyle boyanmış numunelerde kabul edilebilir sonuçlara ulaşıldığı belirtilmiştir. (Satindar vd., 2012).

Doğal ve çevre ile dost boyarmadde ve proseslerin gün geçtikçe önem kazandığı ve dikkat çektiğinin vurgulandığı bir başka çalışmada mango ağacından doğal boya elde edilmesi ve farklı boyama prosedürleri kullanılarak, ipek ve yün liflerinin boyanmasını amaçlanmıştır ve mordan olarak krom (Cr) kullanılmıştır. Etanol çözeltisinin içinde 60°C ' de bir saat bekletilen ham boyarmaddenin, tekrar etanol-su karışımında, oda sıcaklığında bir gece boyunca dinlendirilerek saflaştırma işlemine tabi tutulduğu bu çalışmada, saf doğal boyarmadde ekstraktlarının tanen, glikosid, flavonoid gibi renk bileşenleri ihtiva ettiği ve saflaştırılarda elde edilen boyarmaddeye ait ışık haslığı değerlerinin, ham boyarmadde ile kıyaslandığında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Win ve Swe., 2008).

2013 yılında İsmal, önemli bir biokütle çeşidi ve bir zeytin yağı proses atığı olan prinadan boyarmadde elde ederek yün lifinin demir (II) sülfat, şap, bakır (II) sülfat, potasyum dikromat ve kalay klorid ile boyanma performansını araştırmıştır. Boyanan numunelerden 4-5 ile yüksek yıkama haslığı değerleri elde edilirken, ışık haslığında 3 ile zayıf bir değer gözlemlenmiş, mordan kullanımının haslık özellikleri ve renk çeşitliliğine etkisi vurgulanmıştır (İsmal 2013). Yazarın literatürdeki doğal boyarmadde kaynağı olarak badem kabuğunun kullanıldığı farklı bir çalışmada ise, plazma uygulamasının metalik mordanların yerine geçebilme ihtimali boyamaya etkisi ve irdelenmiştir. Son değerlendirmede plazma uygulamasının renk değerleri ve renk verimi üzerinde önemli bir değişikliğe sebep olmakla beraber, haslık değerleri üzerinde metalik mordanlara kıyasla pek farklı bir etkiye sebep olmadığı, özellikle ışık haslığı için doğal boya proseslerinde mordan kullanımının zorunluluğu ifade edilmiştir (İsmal vd., 2013).

İsmail vd. (2015) tarafından yapılan başka bir çalışmada doğal boya kaynağı olarak yine yeşil badem kabuğu kullanılmış fakat boyarmadde ekstraksiyonu ve boyama işlemlerinde ultrasonik yöntemle konvansiyonel yöntemleri renk verimliliği ve haslık özellikleri bakımından karşılaştırmışlardır. Mordan olarak potasyum dikromat şap, bakır sülfat ve demir sülfat kullanılarak yün lifinin boyandığı çalışmada, anadolu mazı meşesi, doğu mazısı yaprakları ve nar kabuğu gibi bitkiler doğal mordan olarak kullanılarak metalik mordanların yerine geçebilirlikleri incelenmiştir. Çalışma sonunda ultrasonik yöntemle boyanan numunelerde L^* değerlerine bağlı olarak daha açık renkler elde edildiği, fakat K/S değerleri açısından konvansiyonel yöntemle boyanan numunelerde daha yüksek değerlerin gözlemlendiği kaydedilmiştir. Bunun yanında haslık sonuçlarında ultrasonik ekstraksiyon+ultrasonik boyama prosesinin numuneler üzerinde daha iyi haslık performansı sağladığı ifade edilmiştir (İsmail vd., 2015).

2014 yılında Baaka vd., tarafından yapılan bir başka çalışmada, şarap endüstrisi atıkları doğal boyarmadde kaynağı olarak kullanılmış ve atık miktarı, ekstraksiyon süresi ve sıcaklığı, sodyum hidroksit konsantrasyonu gibi parametrelerin yün lifinin boyanmasındaki etkileri incelenmiştir. Çalışmada Minitab 15 analizi kullanılarak,

optimum sodyum hidroksit konsantrasyonu 0.13M, boyarmadde kaynağı olarak kullanılan atık miktarı 69,59g/l, ekstraksiyon sıcaklığı 80°C, ekstraksiyon süresi ise 70 dakika olarak tespit edilmiştir. Herhangi bir metalik mordanın kullanılmadığı çalışmada boyayan numunelerin haslık değerleri yıkama, kuru sürtme ve ışık haslığında 4, yaş sürtme haslığında ise 3-4 ile oldukça iyi seviyededir (Baaka vd., 2015).

Karaboyacı (2014) bazı organik asitleri ve toksik olmayan metal tuzlarını mordan olarak kullandığı çalışmasında yün lifinde hardal sarısı, açık kahve, bej ve askeri yeşil renklerini elde etmiştir. Bu çalışmada endüstriyel bir atık olan gül posasını doğal boyarmadde kaynağı olarak kullandığı olarak kullanılmış ve boyanan numunelerin 4-5 ile oldukça yüksek haslık değerleri sergilediği ifade edilmiştir (Karaboyacı 2014).

Blackburn ve çalışma grubu (2018), meyve suyu proses atığı olan preslenmiş frenk üzümünden izole ettikleri antosiyaninleri ipek ve yünün boyanmasında kullanmışlardır. Çalışmada mordan kullanılmadan yapılan boyamalarda genellikle pembe renk tonları elde edilirken, $Al_2(SO_4)_3$ kullanıldığı işlemlerde, Ph 2 ila 7 arasında mor renk tonları, pH 9 un üzerinde ise mavi renk tonları elde edildiği belirtilmiştir. Boya banyosuna demir asetat ilavesi ise genellikle ipek ve yün elyafında, kahverengi-yeşil renk tonlarının eldesini mümkün kılmıştır. Yıkama haslığında $Fe(CH_3CO_2)_3$ ve $Al_2(SO_4)_3$ ile boyanan numunelerde 5 ile yüksek bir haslık değeri elde edilmiştir (Blackburn vd., 2018).

Bitkisel atıklardan elde edilen boyarmaddelerle boyanmış tekstil elyafının kullanımlarıyla ilgili haslık sonuçları incelendiğinde, aşılması gereken temel sorunun ışık haslığı değerlerinin iyileştirilmesi olduğu açıkça görülmektedir. Elbette, doğal boya proseslerinde elde edilen renk tonlarının tekrar edilebilirliği ve standardizasyonu ayrıca boyama işlemlerinden sonra ortaya çıkan tekstil atık suyunun içerdiği ağır metal miktarı, kullanılan organik çözücülerin çevreye getirdiği toksik yük gibi aydınlatılması gereken detaylar da mevcuttur.

Bu çalışmada geleneksel olarak kök boyacılıkta kullanılan doğal olan boya bitkileri yerine, endüstriyel bitkisel atıklardan, tekstil lifleri için doğal boyarmadde elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında, atık olarak daha önce çalışılmamış olan, vişne ve biberiye bitkilerinin atıkları kullanılmış, demir sülfat ($FeSO_4$), sodyum karbonat (Na_2CO_3), kalsiyum karbonat ($CaCO_3$), alüminyum klorür ($AlCl_3$), tannik asit, şap ($AlK(SO_4)_2$) ve sitrik asit eşliğinde ve bu mordanları farklı şekillerde kombine ederek, birlikte mordanlama yöntemi ile yün elyafının boyanması araştırılmıştır. Boyanmış numunelerin renk haslığı testleri yapılarak en uygun boyama şartlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Ek olarak Türkiye’de farklı sektörlerin endüstriyel bitkisel atıklarının doğal boyarmadde kaynakları olarak değerlendirilme imkanları da analiz edilmiştir.

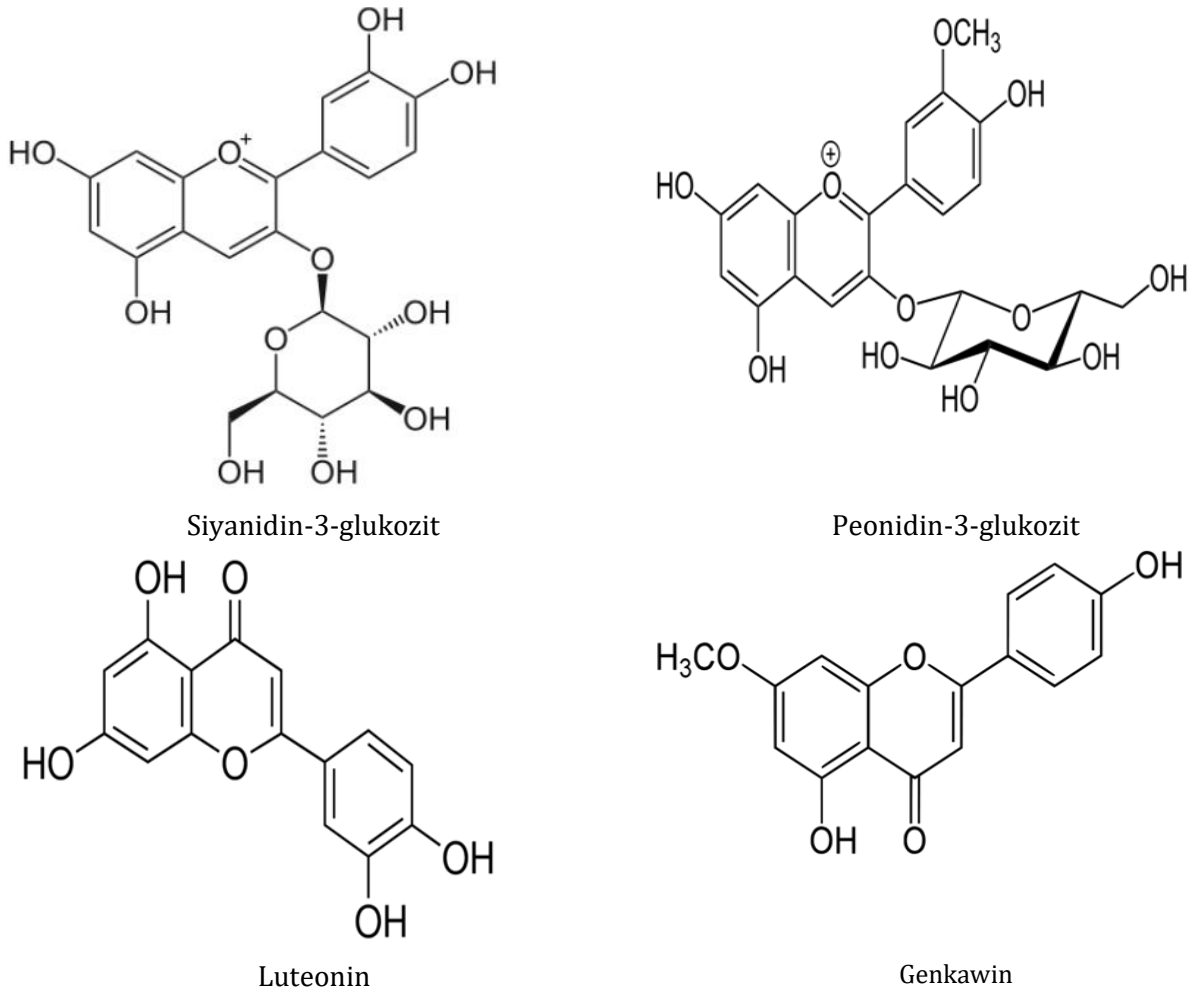
3. Materyal ve Yöntem (Material and Method)

Bu çalışmada, boyama materyali olarak kullanılan tekstil malzemesi, ham yün ipliğidir. Boyarmadde ekstraksiyonu için hammadde olarak ise Isparta’da bulunan Robertet Gül Yağı Fabrika’sından proses artığı olarak alınan yağ alınmış biberiye bitkisi, ASYA Meyve Suyu Fabrikası’ndan alınan vişne posası kullanılmıştır.

Bitkilere doğal renklerini veren maddeler, karatenoidler, flavanoidler, klorofiller olarak sınıflandırılmaktadır (Karakurt ve Aslantaş, 2008). Çalışmada doğal boyarmadde kaynağı olarak kullanılan bitkisel atıklar söz konusu renk pigmentlerini içermektedir.

Literatürdeki çalışmalarda vişne meyvesinde siyanidin-3-glukozilrutinozit, siyanidin-3-rutinozit siyanidin-3-soforozit (siyanidin-3-arabinozilrutinozit), ve siyanidin-3-glukozit ve bu temel bileşiklere ek olarak peonidin-3-glukozit ve peonidin-3-rutinozit antosiyaninlerinin varlığı, (Hang vd. Hang ve Wrolstad,1990; Dekazos 1970) bir başka çalışmada ise biberiye bitkisinde antibakteriyel ve iltahaplanmayı önleyici sarı boyarmadde luteolin (Cardon 2007; Dölen 1992) ve flavon grubuna dahil genkwanin flavonunun varlığı rapor edilmiştir (Baño vd., 2003).

Antosiyaninler, bitkilerin, kök çiçek, meyve, yaprak, gibi organlarında bulunan, bitkiye kendine has mor, pembe, mavi ve kırmızıya kadar geniş bir yelpazede renk veren ve suda çözünebilen doğal pigment grubunun ismidir (Cardon 2007, Blando vd., 2004). Vişne antosiyanince zengin bir meyvedir ve antioksidan özellikleri sayesinde antosiyaninler sağlıklı beslenme açısından da önem taşımaktadır (Kim vd., 2005). Flavonoidler ise, (flavonlar ve flavonollar) temel kromoforlardır ve sarı renk boyarmaddelerdir. (Deveoğlu ve Karadağ, 2011).



Şekil 1. Vişne ve Biberiye bitkilerinde bulunan bazı renklendirici bileşikler (Rosemary and Sour cherry plants flavonoids)(en.wikipedia.org, www.sigmaaldrich.com)

Ekstrakte edilen boyarmaddelerin liflere bağlanmasını sağlamak amacıyla demir sülfat (FeSO_4), sodyum karbonat (Na_2CO_3), kalsiyum karbonat (CaCO_3), alüminyum klorür (AlCl_3), tannik asit, şap ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) ve sitrik asit mordanları kullanılmış ve her biri ile boyama denemeleri gerçekleştirilmiştir. Kullanılan tüm kimyasallar, Merck ve Fluka firmalarına ait olup, analitik saflığa sahiptirler.

4. Deneysel Sonuçlar (Experimental Results)

4.1. Bitkisel Atıklarından Boyarmadde Ekstraksiyonu ve Optimum Ekstraksiyon Zamanının Belirlenmesi (Determining Optimum Extraction Time and for Extraction Process For Plant Dye)

Biberiye ve vişne su ile ekstrakte edilmiş ve içerdikleri doğal boyarmaddelerin su fazına geçmesi sağlanmıştır. Boyama işlemlerinin her biri için, kurutulmuş ve toz haline getirilmiş 2 g vişne ve biberiye posası 40 mL su ile 100°C 'de kaynatılmıştır. Bu işlem balon joje ve geri soğutucu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kaynatma işleminde 1, 2, 3, 4, 5 saat olmak üzere beş farklı çalışma saati kullanılmıştır. Kaynatma işleminin sonunda, karışım süzülerek 5 farklı boyarmadde çözeltisi elde edilmiştir. Bu boyarmadde çözeltileriyle boyanmaya hazır ön terbiyeli yün numuneleri çektirme yöntemine göre aynı koşullarda, Ahıba Numune Boyama Makinesinde boyanmıştır. Boyanan numunelerin spektrofotometre ölçümlerinden elde edilen en düşük L^* değeri, ekstaksiyon işlemi için, optimum boyama süresini vermektedir.

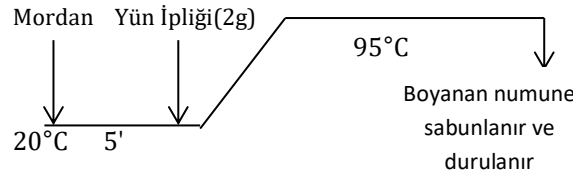
Literatürde belirtildiği gibi, L^* değeri rengin açıklık ve koyuluğunun ölçüsüdür. Spektrofotometre ölçümlerinde siyah renk için L değeri 0 olarak ifade edilirken, beyaz renk için L değeri 100 olarak belirtilmektedir. (Acar 2009). Buradan hareketle, boyanan numuneler üzerinde ölçülen en düşük L^* değerinin en koyu rengi ifade ettiği söylenebilir. Ekstraksiyon ve boyama işlemlerinden sonra, mordansız boyanan numuneler üzerinde ölçülen en düşük L^* değerlerinin elde edildiği zaman aralıkları, ilgili prosedürler için optimum işlem sürelerini vermektedir. Çünkü işlem süresi uzatıldığında, L^* değeri azalmamakta, dolayısıyla renk derinleşmemektedir (Karaboyacı 2014).

4.2. Optimum Boyama Zamanının Belirlenmesi (Determining Optimum Dyeing Time)

Fabrikada işlenmiş boyanmaya hazır ön terbiyeli yün numuneleri, çektirme yöntemine göre 1/20 flotte oranında, boyarmadde iplik oranı 1:1 alınarak, Ahiba Numune Boyama Makinesinde, 60, 75, 90, 115 ve 130 dakika olmak üzere, 15'er dakika aralıklarla boyama denemeleri yapılmış, süre bitiminde numuneler sabunla yıkanıp, saf su ile durulanmış ve kurutulmuştur. Daha sonra ölçülen en düşük L* değeri dikkate alınarak her iki boyarmadde için de optimum boyama zamanı belirlenmiştir.

4.3. Boyama Diyagramı ve Boyama Yöntemi (Dyeing Diagram and Process)

Mordan kimyasalları, boyama prosesinde lif ve boyarmaddeye bağlanarak ya da yüzey yükünü değiştirerek, boyarmadde ile tekstil elyafı arasında bir köprü vazifesi görür. Bu çalışmada demir sülfat (FeSO₄), sodyum karbonat (Na₂CO₃), kalsiyum karbonat (CaCO₃), alüminyum klorür (AlCl₃), tanik asit, şap (AlK(SO₄)₂) ve sitrik asit olmak üzere, bazı asidik ve bazik bileşikler ve mordan olarak toksik olmayan metal tuzları tercih edilmiştir. Daha sonra fabrikada işlenmiş boyanmaya hazır yün ipliği numunelerine, çektirme yöntemine göre 1/20 flotte oranında, boyarmadde iplik oranı 1:1 alınarak, Ahiba Numune Boyama Makinesinde, birlikte mordanlama yöntemine göre önce mordan olarak seçilen kimyasal, daha sonra da tartılmış yün ipliği boya banyosuna eklenerek, 95°C'de ve biberiye için 75 dakikada, vişne için 90 dakikada (bu süreler, deneysel çalışmada belirlenen optimum boyama zamanlarıdır) boyama yapılmış, boyama süresinin sonunda boya çözeltisi süzülüp, numune sabunla yıkanmış saf su ile durulanmış ve kurutulmuştur. Boyama sırasında kullanılan mordan türüne bağlı olarak farklı mordan miktarı ve pH koşullarında boyamalar gerçekleştirilmiştir. Şekil 2'de yün ipliklerin vişne posası ve biberiye atıklarından elde edilen boyarmaddeler ile boyanma diyagramı verilmiştir.



Şekil 2. Posadan Elde Edilen Doğal Boyarmadde Çözeltisi ile Yün Lifinin Boyanma Grafiği (Dyeing Chart for Wool Fiber dyed using natural dye Obtained from Vegetable Waste)

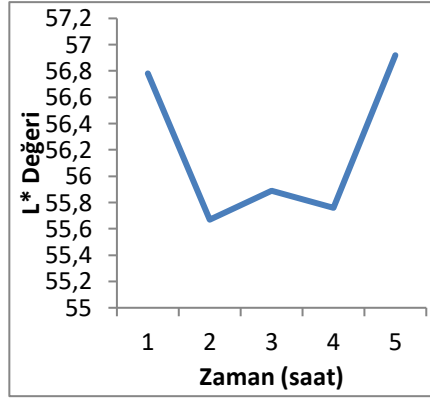
4.4. Haslık Testleri (Fastness properties)

Boyama işlemi gerçekleştirilen numunelerin yıkamaya karşı renk haslıkları Gyrowash yıkama makinesinde TSE EN ISO 105-C01 Standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir (Kır ve Benli 2018). Numunedeki renk değişimi ve lekelenme derecesi A02 ve A03 Gri skalaları ile standart ışık kabininde değerlendirilmiştir.

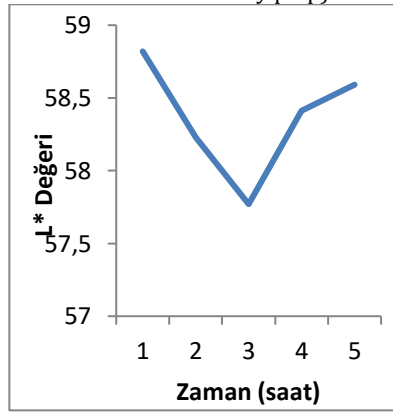
Boyama işlemi gerçekleştirilen numunelerin kuru ve yaş sürtünmeye karşı renk haslıkları Crockmaster Sürtünmeye karşı renk haslığı test cihazında TSE EN ISO 105 - X 12 Standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Numunedeki lekelenme derecesi A01 Gri skalası ile standart ışık kabininde değerlendirilmiştir (Kır ve Benli 2018). Boyama işlemi gerçekleştirilen numunelerin L*, a* ve b* renk uzayı değerleri Macbeth Color Eye 7000 marka spektrofotometre cihazında belirlenmiştir. Burada L*, rengin açık/koyuluğunun (parlaklığının) bir ölçüsüdür ve L*, siyah için 0 değeri ile beyaz için 100 değerleri arasında değişmektedir. Çok parlak renkler için a* ve b*'nin en yüksek değerleri, yaklaşık +80 ve -80 arasındadır (Acar 2009). Nötral nokta (a* = b* = 0) etrafında çizilen bir çember sabit kromaya sahip bir renk çemberini tanımlamaktadır ve kırmızıdan başlamak üzere h açısı (derece cinsinden) rengin bir ölçüsüdür (Hunterlab, 1996).

5. Araştırma Bulguları (Experimental Results)

Şekil 3 ve 4'de biberiye ve vişne posalarından elde edilen boyarmaddeler için belirlenen optimum ekstraksiyon zamanları açıkça görülmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi en düşük L* değeri en koyu rengi ifade ettiğinden biberiye bitkisinin posasından elde edilen boyarmadde için optimum ekstraksiyon zamanı 2, vişne posasından elde edilen boyarmadde için ise optimum ekstraksiyon zamanı 3 saat olarak tespit edilmiştir.

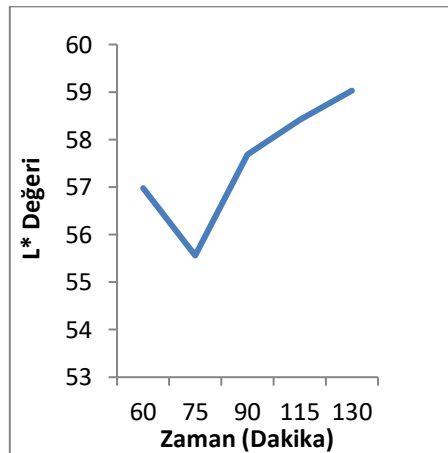


Şekil 3. Biberiye bitkisinden elde edilen boyarmadde için optimum ekstraksiyon zamanı (Optimum extraction time for rosemary pulp)

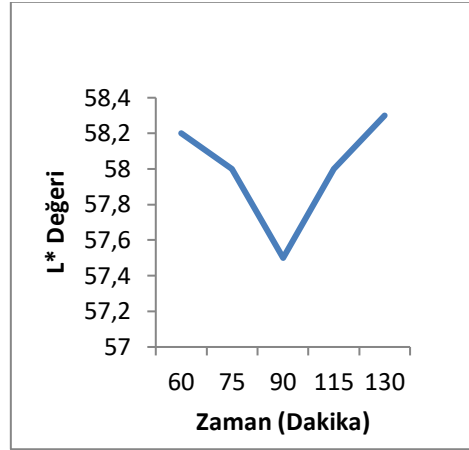


Şekil 4. Vişne bitkisinden elde edilen boyarmadde için optimum ekstraksiyon zamanı (Optimum extraction time for sour cherry pulp)

Biberiye ve vişne posalarından elde edilen boyarmaddelerle yün elyafının boyanmasında optimum boyama zamanları, şekil 5 ve 6 'da açıkça görülmektedir. Biberiye kullanılarak boyanan numuneler üzerinde en düşük L* değeri 75. dakikada boyanan numunede, vişne posası kullanılarak boyanan numuneler üzerinde en düşük L* değeri ise 90. dakikada ölçülmüştür. Bu noktalar aynı zamanda söz konusu boyarmaddelerle mordan kullanılmadan boyanan numunelerdeki en koyu renk tonunu ifade etmektedir.



Şekil 5. Biberiye bitkisinden elde edilen boyarmadde için optimum boyama zamanı (Optimum dyeing time for rosemary pulp)



Şekil 6. Vişne bitkisinden elde edilen boyarmadde için optimum boyama zamanı (Optimum dyeing time for sourcherry pulp)

Tablo 1’de biberiye ve vişne posasından elde edilen boyarmadde ve mordan kullanılarak boyanmış yün ipliği numunelerine ait CIE Lab* renk uzayı değerleri, şekil 7’de ise boyanmış numunelere ait görüntüler verilmektedir.

Biberiye bitkisi posası kullanılarak yapılan boyamalarda, numuneler; yeşil tonları ile birlikte bej, kahve tonları olmak üzere geniş bir renk yelpazesine sahiptir. Mordansız boyanan numuneler ve Na_2CO_3 ve şap mordanları ile boyanmış numuneler sarı ve bej tonlarındayken, sitrik asit ile FeSO_4 ve sadece sitrik asit mordanlarının kullanıldığı boyamalardan çıkan numuneler ise kahverengi, CaCO_3 , Na_2CO_3 ve FeSO_4 , mordanları kullanılarak yapılan boyamalar yeşil, tonlarındadır.

Vişne bitki posası kullanılarak yapılan boyamalarda, numunelerin pembe renk tonlarında boyandığı gözlenmiş, boyamalarında şap ile sitrik asitin kullanıldığı numune renklerinin diğerleri ile mukayese edildiğinde daha parlak olduğu sonucuna varılmıştır. Tannik asitle yapılan boyamalarda rengin kızıla kaydığı, FeSO_4 ile yapılan boyamalarda ise koyu yeşile yakın haki yeşil bir renk tonunun elde edildiği gözlenmiştir. Netice itibariyle biberiye bitkisinden elde edilen renklerin vişne bitkisinden elde edilen renklere kıyasla daha zengin olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Biberiye ve vişne posasından elde edilen boyarmadde ve mordan kullanılarak boyanmış yün ipliği numunelerine ait CIE Lab renk uzayı değerleri (CIE-L*a*b* values dyed wool samples)

Boyama Metodu	Boyamada kullanılan bitki	Mordan	Renk Ölçümleri			Pantone Color Renk Kodları (2022)
			L*	a*	b*	
Birlikte Mordanlama	Vişne Posası	Ham	56,75	8,98	17,58	4645
		Sitrik asit	61,64	3,79	10,23	5015
		Şap	59,97	8,42	16,32	4665
		Şap ve sitrik asit	58,34	8,03	16,47	4685
		CaCO_3	55,09	9,93	18,1	4755
		Na_2CO_3	57,3	7,13	12,27	489
	Biberiye Posası	Şap ve FeSO_4	61,12	6,31	17,24	467
		FeSO_4	59,67	5,4	14,87	453
		Ham	58,64	0,96	19,49	4515
		Sitrik asit	35,38	5,55	19,61	4525
		Şap	69,94	0	25,5	4545
		CaCO_3	55,85	6,2	25,81	4675
	Na_2CO_3	59,33	0,97	18,33	449	
	FeSO_4	48,01	-0,25	12,86	455	
	Na_2CO_3 ve FeSO_4	65,96	0,78	18,38	452	

Sitrik asit ve FeSO ₄	51,24	4,08	22,39	476
----------------------------------	-------	------	-------	-----



Şekil 7. Boyanmış yün ipliği numunelerine ait görüntüler (Shade cards for wool samples dyed with plantal dye)

Boyanan numunelerin yıkamaya karşı renk haslığı değerleri Tablo 2’te verilmiştir.

Literatürde rapor edilen çalışmalar incelendiğinde, boyarmadde kaynağı olarak üzüm posalarının kullanıldığı çalışmada, boyanmış numunelerden 4/5 ve az miktarda 4 ile iyi yıkama haslık değerleri elde belirtilirken, ışık haslığı açısından elde edilen en yüksek değerlerin 3 olduğu ifade edilmiş haslık değerlerindeki değişim boyama proseslerinde kullanılan mordan çeşidiyle ilişkilendirilmiştir (Bechtold vd., 2006).

Doğal boya kaynağı olarak portakal kabuğunun kullanıldığı bir başka çalışmada ise, boyanan yün numunelerinde, göze hitap eden canlı renk tonlarının ve yüksek haslık değerlerinin elde edildiği, pamukta ise aynı durumun söz konusu olmadığı ve daha düşük haslıklar ve boyanma performansı ile karşılaştığı kaydedilmiştir (Durnaoglu, 2006).

Lee (2007), kahve tortusundan elde edilen boyarmadde ile protein esashı elyafta en iyi haslık değerlerine bakır sülfat (CuSO₄) ve demir sülfat (FeSO₄) mordanları ile ulaşıldığı, boyanan numunelerin iyi derecede koku giderici özellik gösterdiği kaydedilmiştir (Lee, 2007).

Raja ve çalışma grubu ise, gümüş meşe ağacından elde ettikleri boyarmaddenin demir sülfat ile(FeSO₄) yapılan boyamalarda yıkama haslığı değerlerini 3-4-5, ışık haslığı değerlerini de 6-7 seviyelerinde, şapinyum sülfat (Al₂SO₄)₃, kullanılarak yapılan boyamalarda yıkama haslığı değerlerini 3-4-5, ışık haslığı değerlerini 5-6 seviyelerinde, kalay klorür ile yapılan boyamalarda yıkama haslığı değerlerini 3-4-5, ışık haslığı değerlerini 5-6-7 seviyelerinde, değiştiği tespit etmişlerdir (Raja ve Thilagavathi, 2008) .

Diken üzümünden doğal boya ekstrakte edilen bir başka çalışmada, haslık değerlerinde en iyi performansı son mordanlama yöntemi ile boyanan numunelerin gösterdiği ifade edilirken, yıkama haslık değerlerinin düşük seviyede olduğunu fakat, farklı tipte mordanların birlikte kullanılmasıyla ışık haslığında 4-5 ile iyi sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir. (Prutti vd., 2008).

Kadife çiçeğinden elde edilen boyarmadde ile pamuk ve ipek liflerini boyadıkları çalışmalarında Jothi (2008), numunelerin sürtme haslık değerlerinin her iki elyafta ve bütün mordanlarda 4-5 seviyesinde olduğunu, yıkama

haslığında ise pamukta daha iyi sonuçlar alındığını kaydetmişlerdir. İpekte, en yüksek haslık değeri 4 ile de demir sülfat (FeSO_4), ve bakır sülfattadır (CuSO_4), en düşük haslık değerleri 2-3 ile kalay klorür (SnCl_2) ve şapda ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$) (Jothi, 2008). Işık haslığında pamuk elyafının haslık değerleri kalay klorürle (SnCl_2) yapılan boyamalarda düşük (3), diğer mordanlarda yüksek seviyededir. Aynı bitki kullanılarak yapılan bir diğer çalışmada yıkama haslığında numunelerin renk değiştirme performansı 3-4-5 seviyelerindeyken, refakat kumaşın lekelenme derecesi 4-5 ile tüm mordanlarda iyi seviyededir (Agarwal vd., 2007).

Mango ağacının doğal boya kaynağı olarak kullanıldığı bir başka çalışmada ise boyanmış yün ve ipek ipliklerinin yıkamaya karşı oldukça yüksek haslık değerleri verdiği belirlenmiştir. Refakat kumaş üzerinde hiçbir lekelenme gözlenmemiştir (Win ve Swe, 2008).

Çalışma kapsamında boyanan numunelerin haslık sonuçları değerlendirildiğinde boyarmadde çeşidi açısından en iyi haslık performansının biberiye posasından elde edilen boyarmadde ile boyanmış numunelerde gözlemlendiği ifade edilebilir. Mordanlar da ise, en yüksek haslık sonuçları şap ve FeSO_4 ile boyanan numunelerden elde edilmiştir.

Tablo 2. Yıkamaya Karşı Renk Haslığı Test Sonuçları (Washing Fastness Properties For Dyed Wool Samples)

Boyamada Kullanılan Bitki	Mordan	Solma	Lekelenme					
			Yün	Akrilik	PES	PA 6.6	Pamuk	Asetat
Vişne Posası	Ham	2	5	5	5	5	5	4/5
	Sitrik asit	3/4	5	5	5	4/5	4/5	4/5
	Şap	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Şap ve sitrik asit	3/4	4/5	5	5	5	4/5	4/5
	CaCO_3	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Şap ve FeSO_4	4	4/5	5	5	5	5	5
	FeSO_4	4	4	4	4/5	4/5	5	4/5
	Na_2CO_3	3/4	5	5	5	5	5	4/5
Biberiye Posası	Ham	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5
	Sitrik asit	4/5	4	4	4/5	4	4/5	4/5
	Şap	4	4/5	4/5	5	5	4/5	4/5
	CaCO_3	3	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Na_2CO_3	4/5	5	5	4/5	5	4/5	4/5
	FeSO_4	4/5	4/5	4/5	5	5	4/5	4/5
	Na_2CO_3 ve FeSO_4	3/4	5	4/5	5	5	4/5	4/5
	Sitrik asit ve FeSO_4	4	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5

Boyanan numunelerin kuru ve yaş sürtmeye karşı değerleri Tablo 3 de verilmiştir. Değerlerden de açıkça görüldüğü gibi numunelere ait sürtme haslığı test sonuçları tatmin edici seviyededir. Yaş sürtme haslığında vişneden elde edilen boyarmaddeyle boyanmış numunelerden alınan değerlerin tümü 4/5 ile yüksek seviyede seyrederken, biberiyeden elde edilen boyarmaddeyle boyanmış numunelere ait değerler arasında Na_2CO_3 ve FeSO_4 , Sitrik asit ve FeSO_4 mordanları kullanılarak ve mordansız boyanan numunelerin yaş sürtme haslık değerlerinin 4 olup diğerlerinden daha düşük olduğu görülmüştür. Kuru sürtme haslık değerleri tüm numunelerde aynıdır. Solma değerleri karşılaştırıldığında ise en fazla lekelenme 4 ile Ca_2CO_3 mordanı kullanılarak biberiyeden elde edilen boyarmaddeyle boyanmış numunesinde görülmüştür. Daha sonra 4/5 değeri ile Na_2CO_3 ve FeSO_4 , Sitrik asit ve FeSO_4 , sadece FeSO_4 mordanları kullanılarak biberiyeden elde edilen boyarmaddeyle boyanmış numuneler gelmektedir. Vişne bitkisinden elde edilen boyarmaddeyle boyanmış numunelerde ise mordansız ve sitrik asit kullanılarak boyanmış numunelere ait solma değeri 4/5, diğer numunelere ait değerler ise 5 ile en yüksek seviyededir. Mordan kullanılmadan boyanan ham numunelerin solma değerleri, metal katyonlarının ilavesi ile kullanım açısından kabul edilebilir değerlere çekilmiştir. Literatürde rapor edilen haslık sonuçlarıyla kıyaslandığında elde edilen haslık değerlerinin oldukça iyi seviyede ve kullanım açısından yeterli olduğu sonucuna varılmıştır. Vişne ve biberiye posalarının ihtiva ettiği antosiyanin ve flavonoidler, doğal boyarmadde grubuna dahil olan bileşiklerdir. Doğal boyama proseslerinde de mordan ilavesinin doğal boyaların haslıklarını arttırmakla beraber renk yelpazesini de genişlettiği literatürde rapor edilmiştir (Chandra vd., 2001; Tutak vd., 2014).

Tablo 3. Kuru ve Yaş Sürtmeye Karşı Renk Haslığı Test Sonuçları (Rubbing Fastness Properties For Dyed Wool Samples)

Boyama Metodu	Boyamada kullanılan bitki	Mordan	Flotte Oranı	pH	Banyo Sıc.	Sürtme Haslığı		
						Yaş	Kuru	Solma
Birlikte Mordanlama	Vişne Posası	Ham	1/20	3,5	90-95 °C	4/5	5	4/5
		Sitrik asit	1/20	8,9	90-95 °C	4/5	5	4/5
		Şap	1/20	3,4	90-95 °C	4/5	5	5
		Şap ve sitrik asit	1/20	7,5	90-95 °C	4/5	5	5
		CaCO ₃	1/20	4,3	90-95 °C	4/5	5	5
		Şap FeSO ₄	1/20	5,6	90-95 °C	4/5	5	5
		FeSO ₄	1/20	8,4	90-95 °C	4	5	5
		Na ₂ CO ₃	1/20	7,5	90-95 °C	4/5	5	4/5
	Biberiye Posası	Ham	1/20	3,5	90-95 °C	4	5	4/5
		Sitrik asit	1/20	2,95	90-95 °C	4/5	5	5
		Şap	1/20	4,06	90-95 °C	4/5	5	5
		CaCO ₃	1/20	6,3	90-95 °C	4/5	5	4
		Na ₂ CO ₃	1/20	8,9	90-95 °C	4/5	5	5
		FeSO ₄	1/20	4,09	90-95 °C	4/5	5	4/5
	Na ₂ CO ₃ ve FeSO ₄	1/20	8	90-95 °C	4	5	4/5	
	Sitrik asit ve FeSO ₄	1/20	8,9	90-95 °C	4	5	4/5	

6. Sonuç ve Tartışma (Result and Discussion)

Bu çalışmada doğal bitkisel atıklardan, tekstilde kullanılan sentetik boyarmaddelere ve doğal fakat pahalı kök boyaya alternatif olarak, ucuz ve bitkisel boyarmaddeler elde edilmiş ve bu boyarmaddelerin, yn elyafını boyama performansları incelenmiştir. Çalışma esnasında, çevresel hassasiyetler ve insan sağlığı bakımından zararsız bir ürün elde edilmekle beraber, boya bitkisi yetiştirme maksadıyla herhangi bir tarımsal alan işgal edilmemiştir. Boyarmadde kaynağı olarak kullanılan vişne ve biberiye bitkisi atıklarında, optimum ekstraksiyon zamanı biberiye için 2, vişne bitkisi için ise 3 olarak tespit edilmiştir. Optimum boyama zamanları biberiye için 75 dakika, vişne için ise 90 dakika olarak bulunmuştur. Ayrıca kullanılan mordan kimyasalları bakır sülfat (CuSO₄) ve nikel (Ni) gibi geleneksel mordan kimyasalları olarak bilinen ağır metallere dahil değildir ve insan sağlığı açısından tehdit oluşturmamaktadırlar. Mordan seçimi yapılırken, göz önünde bulundurulana ana kriter kullanılacak kimyasalların, insan ve evre sağlığına zarar vermemeleridir. Çalışma sonunda boyanan numunelerin yıkama ve sürtme haslık değerlerinin yeterli seviyede olduğu ve özellikle yn halı ipliklerinin boyanmasında elverişli olacağı tespit edilmiştir.

ıkar atışması (Conflict of Interest)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar atışması beyan edilmemiştir. No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar (References)

- Acar, K., 2009. Floresans Renkler İçeren Boyama Reçetesi Tahmin Algoritmalarında Başarının Artırılmasına Yönelik Yeni Bir Yntem, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstits, Doktora Tezi, 273s, İstanbul
- Agarwal, R., Pruthi, N., Jeet, S., Singh, S., 2007. Effect Of Mordants On Printing With Marigold Flowers Dye” Natural Product Radiance, 6. 306-309.
- Baaka, N., Ben Ticha, M., Haddar, W., Hammami, S., and Mhenni, M. F., 2015. Extraction of Natural Dye from Waste Wine Industry: Optimization Survey Based on a Central Composite Design Method, Fibers and Polymers, (16), 38-45p.

- Baño, M.J., Lorente, J., Castillo, J., García, O. B., Rfo, J. A., Ortuño, A., Quirin, K. W., and Gerard, D., 2003. Phenolic Diterpenes, Flavones, and Rosmarinic Acid Distribution during the Development of Leaves, Flowers, Stems, and Roots of *Rosmarinus officinalis*. Antioxidant Activity, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, (51), 4247–4253p.
- Bechtold T., Mahmud-Ali 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, 2589-2595.
- 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.
- Blando, F., Gerardi, C. and Nicoletti, I., 2004. Sour Cherry (*Prunus cerasus* L) Anthocyanins as Ingredients for Functional Foods, *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, Vol. 5253–258 p.
- Cardon, D., 2007. Natural dyes- sources, tradition, technology and science. Archetype Publications Ltd., London, 112s.
- Chandra, A., Rana, J. and Li, Y., 2001. Separation, Identification, Quantification, and Method Validation of Anthocyanins in Botanical Supplement Raw Materials by HPLC and HPLC-MS., *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 49, 3515-3521p.
- Dekazos, E. D. 1970 Anthocyanin Pigments In Red Part Cherrries. *Journal of Food Science*, Vol. 35(, 237.
- Deveoğlu, O., Karadağ, R., 2011 Genel Bir Bakış: Doğal Boyarmaddeler, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23(1), 21-32p.
- Dölen, E., 1992. Tekstil tarihi: Dünyada ve Türkiye’ de tekstil teknolojisinin ve sanayiinin tarihsel gelişimi. *Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yayınları No: 92/1, Matbaa Eğitimi Bölümü Yayın No:6, İstanbul*, 34s.
- Durnaoglu, U., 2006. Portakal (*citrus sinensis* l.) Kabuğundan Boyarmadde Ekstraksiyonu: Selülozik ve Protein Boyamadaki Kullanılabilirliği *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Master Tezi*, 73s, Tokat.
- [Free Printable Pantone Color Charts \(Word | PDF\) \(wordlayouts.com\)](#) (2022).
- Hang, V., Wrolstad, R. E., 1990. Characterization of Anthocyanin-Containing Colorants and Fruit Juices by HPLC/Photodiode Array Detection *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 3, 698-708p.
- <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/19283?lang=en®ion=TR>, (Erişim tarihi: 11.12.2015).
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cyanidin_3-o-glucoside.svg (Erişim tarihi 11.12.2015).
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Genkwanin>, (Erişim tarihi: 11.12.2015).
- https://en.wikipedia.org/wiki/Peonidin-3-O-glucoside#cite_note-1 (Erişim tarihi: 11.12.2015).
- Hunterlab, 1996. CIE L*a*b* Color Scale, *HunterLab Applications Note*, 8 (7), 1-4.
- Ismal, 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.
- Ismal, O.E., Ozdoğan, 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.
- Ismal, O.E., Yıldırım, L., Ozdoğan, E., 2015. Valorisation of almond shell waste in ultrasonic biomordanted dyeing: alternatives to metallic mordants, *The Journal of The Textile Institute*, 106, No. 4, 343–353p.
- Jothi, D. 2008. Extraction of Natural Dyes from African Marigold Flower (*Tagetes Erecta* l) For Textile Coloration, *AUTEX Research Journal*, 8.
- Karaboyaci M., 2014. Recycling of rose wastes for use in natural plant dye and industrial applications, *The Journal of The Textile Institute*, Vol. 105, No. 11 1160–1166 p.
- Karakurt H., Aslantaş R., 2008. Bitki Renk Maddelerinin (Pigmentler) Oluşum ve Değişim Fizyolojisi, *Alatırım*, sayı 7 (): 34-41p.
- Kır Z.N., Benli N., 2018. Reaktif Boyamalar İçin Formaldehidsiz Fiksator Kullanılarak Pamuklu Kumaşta Haslıkların İncelenmesi, *Tekstil ve Mühendis*, 25: 112, 319-326.
- Kim, D. O., Heo, H. J., Kim, Y. J., Yang, H. S. and Lee, C. Y., 2005. Sweet and Sour Cherry Phenolics and Their Of Applied Polymer Science, 103251-257. Protective Effects on Neuronal Cells, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 53, 9921-9927p.
- Prutti N., Chawla D.G., Saroj Y., 2008. Dyeing Of Silk with Barberry Bark Dye Using Mordant Combination, *Natural Product Radiance*, 1, 40-44.
- Raja A.S.M. and Thilagavathi, G., 2008. Dyes from Leaves Deciduous Plants With A High Tanin Content For Wool, *Coloration Technology*, 124285–289.
- Saravanan P., Chandramohan G., 2011. Dyeing of Silk with Ecofriendly Natural Dye obtained from Barks of *Ficus Religiosa*.L, *Universal Journal Of Enviromental Research And Technology*, 1, 267-273.
- Satindar, K., Chattopadhyay D.P., Varinder, K., 2012. Dyeing Of Bamboo With Tea As A Natural Dye, *Research Journal Of Engineering Sciences*, 4, 21-26.
- Tutak M., Acar G., Akman O., 2014. Nane (*mentha spicata* l.) Ve kekik (*thymus vulgaris* l.) Bitkileri kullanarak yün lifinin doğal boyanması, *Tekstil ve Mühendis (journal of textiles and engineer)*, 21, 18-23pp.
- Tidder, A, Benohoud, M, Rayner, CM, b2018. Extraction of anthocyanins from blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) fruit waste and application as renewable textile dyes. In: 91st Textile Institute World Conference Book of Abstracts. 91st Textile Institute World Conference, 23-26 Jul 2018, pp. 18-19.
- Win Z. M, Swe M. M., 2008. Purification of the Natural Dyestuff Extracted from Mango Bark for the Application on Protein Fibres, *Proceedings Of World Academy Of Science, Engineering And Technology*, 36, 472-476p.
- Young-Hee Lee., 2007. Dyeing Fastness and deodorizing Properties of Cotton, Silk, and Wool Fabrics Dyed With Coffee Sludge (*Coffea arabica* L.), *Journal*, 103, 1., pp. 251-257.