

# TEKSTİL DOĞAL BOYA UYGULAMALARINDA BİYOMORDAN KULLANIMI

*Use Of Biomordan In Textile Natural Dye Applications*

Kübra Nur YALDIZBAŞ<sup>1</sup>, Banu Hatice GÜRCÜM<sup>2</sup>

## ÖZET

Tekstil alanında son yıllarda “sürdürülebilir”, “çevre dostu”, “ekolojik” ve “yeşil kimya” vb. kavramları önem kazanmaktadır. Doğal boyalar çevre dostu ve sürdürülebilir bir alternatif olarak kabul edilmektedir. Doğal boya uygulamalarında biyomordan kullanımı son yıllarda popüler bir trend haline gelmektedir. Doğal boyamanın haslık değerleri ve boyama verimi olmak üzere bazı dezavantajları bulunmaktadır. Boyama sürecini daha ekolojik hale getiren biyomordanların kullanımını bu dezavantajlar bağlamında inceleyen araştırmaların sayısı fazla değildir. Bu araştırma bu konuya dikkat çekmek amacıyla yapılan bir literatür taraması ve sonucunda araştırma amacı benzer olan bir araştırmanın incelenmesini kapsamaktadır. Ulaşılan bu araştırmada 5 farklı biyomordan konsantrasyonu, mordansız, ön mordanlı ve son mordanlı boyama deney deseni ile ortaya konan 100% yün iplik boyama prosesi ele alınmış ve elde edilen haslık değerleri karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Tekstil, doğal boya, biyomordan, ekolojik boyama

## ABSTRACT

In the textile industry, concepts such as "sustainable," "environmentally friendly," "ecological," and "green chemistry" have gained importance in recent years. Natural dyes are considered an environmentally friendly and sustainable alternative. The use of biomordants in natural dye applications has become a popular trend in recent years. Natural dyeing has some disadvantages, including fastness values and dyeing efficiency. There are not many studies examining the use of biomordants, which make the dyeing process more ecological, in the context of these disadvantages. This research is a literature review conducted to draw attention to this issue and, as a result, an examination of a study with a similar research objective. In this study, the dyeing process of 100% wool yarn using five different biomordants at varying concentrations and employing unmordanted, pre-mordanted, and post-mordanted dyeing experimental designs was examined, and the resulting fastness values were compared.

**Keywords:** Textile, Natural Dye, Biomordant, Ecological Dyeing

<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-2261-9985, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, [kubra.yaldizbas@gmail.com](mailto:kubra.yaldizbas@gmail.com)

<sup>2</sup> ORCID: 0000-0001-9687-9598 Prof. Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi  
Tekstil Tasarımı Bölümü, [banu.gurcum@hbv.edu.tr](mailto:banu.gurcum@hbv.edu.tr)

## GİRİŞ

Doğa bol miktarda renklendirici kaynaklara sahip olması bakımından çok sayıda boyarmadde ve pigmentleri bünyesinde bulundurmaktadır (Uddin vd., 2022:1). İnsanoğlunun ilk çağlardan itibaren doğadan çeşitli renkler elde ettiği bilinmektedir (Zerrin vd., 2019:1). Boyama sanatı ve insanoğlunun rengi estetik unsurların en önde geleni olarak kullanma çabası üzerine Durul (1985:44), boyama sanatının süslenme ve renklendirme içgüdüğü ile renk olgusuna yönelik arayış sonucu ortaya çıktığını belirtmektedir. Renk konusundaki bu arayış, tarih boyunca doğal pigmentlerden elde edilen sınırlı renklerle görülsede on dokuzuncu yüzyıldan sonra rengin gündelik hayattaki yeri ve etkisi artmıştır. Perkin'in 1856'da bir kömür katranı ürünü olan anilinden ürettiği ve "Perkin moru (Perkin's mauve)" olarak bilinen açık mor-koyu leylak renkli boyanın keşfi sentetik boyaların başlangıcı olmuş, doğal boyarmaddelerle elde edilen soluk renklerin sonunu getirmiş, parlak canlı boyalarla boyanan kumaşların yoğun bir talep görmesine neden olmuştur.

19. yüzyılın sonlarında sentetik boyarmaddelerin ortaya çıkması ile beraber doğal boyamacılık azalarak yok olma seviyesine ulaşmıştır (Karadağ, 2007:11). Sentetik boyarmaddelerin çeşitli renkleri kimyagerlerin çalışmaları sonucunda art arda piyasaya sürülmüş, Perkin morunun keşfini takip eden yüzyılda, sentetik boyalar tekstil ve diğer endüstrilerde boyarmadde olarak çok yoğun kullanılmıştır. Günümüzde ise, sentetik içerikli boyarmaddeler, kanserojen ve toksik bileşikleri yapısında bulundurması ve petrokimyasal kaynaklardan üretilmesi sebebiyle çevreye ve su ekosistemine ciddi boyutlarda zarar verdiği kabul edilmektedir.

Tekstil boya endüstrisi dünyayı kirleten başlıca endüstrilerden biri olduğu bilinmektedir. Islam vd. (2023:9208) dünya çapında her sene yaklaşık 140.000 ton tekstil boyası atık su olarak çevreye salındığını ifade etmektedir. Tekstil boyama işlemleri yalnızca kaynakları israf etmekle kalmayıp aynı zamanda çevreye gizli toksik kimyasallar salmaktadır. Bu nedenle gelecek nesillere dünyayı daha yaşanabilir bırakmak için çevrenin ve doğal hammaddelerin korunmasına yönelik faaliyetleri içeren sürdürülebilirlik yaklaşımları; kimyasal kirlilik, su tüketimi ve atık problemi vb. çevresel etkileri azaltmayı amaçlaması bakımından tekstil endüstrisinde de büyük öneme sahiptir.

Sentetik boyaların aksine doğal boyalar doğada biyolojik olarak parçalanabilmekte ve kolaylıkla bertaraf edilmektedir (Samanta ve Konar, 2011:30). Sentetik boyalarda olduğu gibi pahalı arıtma işlemlerine gerek duyulmayan doğal boyarmaddeler Periyasamy ve Militky (2020:53 akt. Rahman vd. 2023:1)'e göre biyolojik olarak parçalanabilir ve çevre ile uyumlu olması bakımından tekstil boyamalarında sürdürülebilir bir çözüm olarak kabul edilmektedir.

Tekstil doğal boya uygulamaları son yıllarda, doğal boya hammaddelerinin sürdürülebilirliği, biyolojik açıdan doğada parçalanabilirliği ve çevre dostu özelliklere sahip olması bakımından tekstil endüstrisi ve araştırma alanlarında büyük ilgi ve talep görmektedir (Bechtold vd., 2009, akt. Shahid ve Mohammad, 2013:311).

Çevre bilinci ve sürdürülebilirlik konuları çerçevesinde doğal boya uygulamalarında son yıllarda biyomordan kullanımı ön plana çıkmış ve popüler bir trend haline gelmiştir. Buna karşın biyomordan kullanımını inceleyen akademik araştırmaların az olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle bu araştırma, tekstil doğal boya uygulamalarında biyomordanların kullanımını incelemeyi ve biyomordanlarla ilgili akademik bir bakış açısı kazandırmayı amaçlamaktadır.

## 2. DOĞAL BOYARMADDE TÜRLERİ VE BOYAMA TEKNİKLERİ

Doğal boyarmaddeler hayvansal kaynakların deri ve salgı bezlerinden, bitkilerin kök, kabuk, meyve, tohum gibi çeşitli kısımlarından mikroorganizma ve maya bakterilerinden kimyasal işlemler yoluyla elde edilmektedir (Başer ve İnancı, 1999:8). Doğada var olan ve doğal kaynaklardan elde edilen boyarmaddeler kaynaklarına göre; bitkisel, hayvansal, mineral ve mikrobiyal boyalar olmak üzere sınıflandırılmaktadır (Saxena ve Raja, 2014:39).

Hayvansal boyarmaddeler tarih boyunca hayvanlardan veya salgılarından elde edilmiştir. Başer ve İnancı (1999:9) kırmızı (coccus ilicis alm. kermes) böcek türünü kırmızı renk elde etmede kullanılan bir hayvandır şeklinde belirtmektedir. “Kraliyet moru (tyrian purple)”adı verilen soyluluk göstergesi olan mor renk elde etmede ise murex cinsine ait kabuklu deniz salyangozları kullanılmıştır. Ancak hayvan haklarına karşı duyarlılığın artmasıyla beraber hayvansal boyarmaddelerin kullanımı sınırlandırılmış ve zamanla yerini bitkisel boyarmaddelere bırakmıştır.

Halk arasında kullanımı günümüze kadar kısıtlı da olsa devam eden doğal boyamacılıkta en yaygın olarak kullanılan bitkisel boyarmaddeler bitkilerin kök, kabuk, yaprak, meyve gibi çeşitli kısımlarından elde edilmektedir. Doğal boyamacılıkta uygulanan boyama yöntemlerini Karadağ (2007:12) direk boyama, mordanlı ve küp boyama olarak belirtmektedir. Doğal boyamacılıkta tekstil elyafının mordan maddesine ihtiyaç duyulmaksızın boya banyosunda boyarmadde ile kimyasal bağ kurarak uygun süre ve sıcaklıkta renklendirilmesi işlemi mordansız boyama yöntemi olarak bilinmektedir.

Boyarmaddenin elyaf üzerinde kalıcı olmasını sağlamak amacıyla, kullanılan boyarmaddenin cinsine göre mordanlama yöntemleri uygulanmaktadır (Karadağ, 2007:12). Boyama esnasında boyarmaddenin tekstil materyaline iyi tutunmasını sağlayan, haslık değerlerini artıran ve çeşitli renk tonları elde etmek için kullanılan maddelere mordan adı verilmektedir. Lif ile boyarmadde arasında bağ görevi gören mordanlarla gerçekleştirilen

mordanlama işlemini, Samanta ve Agarwal (2009:389) doğal boyaları tekstil liflerine bağlayan metalik tuzlar veya diğer kompleks oluşturuıcı maddelerle işlenmesidir şeklinde belirtmektedir.

Mordanlı boyama yöntemleri, ön mordanlama, birlikte mordanlama ve son mordanlama olarak sınıflandırmaktadır (Saxena ve Raja, 2014:62). Yani mordanlı boyama yönteminde mordan direkt boya banyosuna eklenerek veya boyanacak materyale önceden, birlikte ve sonradan uygulanarak çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Ön mordanlı boyama işlemini Karadağ, (2007: 12):

*Mordan maddeleri mordanlama banyosunda çözüldükten sonra elyafın ilavesiyle uygun süre ve sıcaklıkta metal iyonun elyafa bağlanması sağlanır ve mordanlı materyalin kurutulması önerilir. Mordanlanmış elyaf önce yıkanır, sonra boyama banyosuna alınarak istenilen renge göre birden çok boyarmadde kaynağı ile renklendirilir.*

şeklinde ifade etmektedir.

Birlikte mordanlı boyama yönteminde, boyanacak tekstil elyafı, mordan ve boyarmaddenin boyama banyosuna birlikte eklenerek uygun süre ve sıcaklıkta gerçekleştirilen boyama yöntemidir. Ön ve son mordanlama yöntemine göre zaman ve enerjiden tasarruf sağlanmaktadır. Son mordanlama yönteminde ise, boya banyosunda bir veya birden çok boyarmadde ile boyanan tekstil elyafının sonradan mordanlama işlemine tabi tutulması ile gerçekleştirilmektedir.

Renk sınırlaması ve zayıf haslık değerleri, tekstil liflerinde doğal boya alımını artıran mordanların arayışına neden olmaktadır (Samanta ve Konar, 2011:40). Özellikle selülozik lifler doğal boyaların çoğunluğuna karşı fazla afinite göstermemesi nedeniyle mordanlama işlemine tabi tutulmaktadır (Saxena ve Raja, 2014:59). Ayrıca mordanlama işlemi ile haslık değerlerini iyileştirmenin yanı sıra çeşitli renk tonları da elde edilmektedir. Samanta ve Konar (2011:40) renk haslığı ve parlaklığın tek başına boyarmaddeye bağlı olmamakta beraber mordan konsantrasyonu ile ilişkili olduğundan bahsetmekte ve mordan maddesinin boyarmaddeden daha önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Parlak (2011:50) boyama işlemlerinde birden fazla mordan maddesi ve değişik mordanlar kullanarak aynı boya bitkisinden 18'e varan farklı renk tonları elde edildiğinden ve sentetik boyarmaddelerde açık veya koyu renk tonlarına ulaşılırken bitki boyarmaddelerinin çok renkliliği (polikromatiklik), bitkisel boyaları sentetik boyalara göre daha üstün kıldığından bahsetmektedir.

### **3. DOĞAL BOYAMACILIKTA KULLANILAN MORDAN ÇEŞİTLERİ**

Anadolu'da gerçekleştirilen geleneksel doğal boyamalarda yardımcı madde/mordan olarak; şap, saçıkıbrıs, göztaşı, hamur, tuz, sirke, tezek külü ve yoğurt suyu vb. maddelerinden

faýdalanılmıştır (Öztürk,1982:54-55). Meşe palamutu- pelit, koruk suyu, sirke, turunç suyu, sütleğen sütü, sığır idrarı, taş yosunları, kil, kireç, ekmek hamuru mayası, ceviz ağacının kök filizleri ve odun külü vs. doğal kaynaklı mordanlar olarak belirtilmektedir (Uğur, 2008:11).

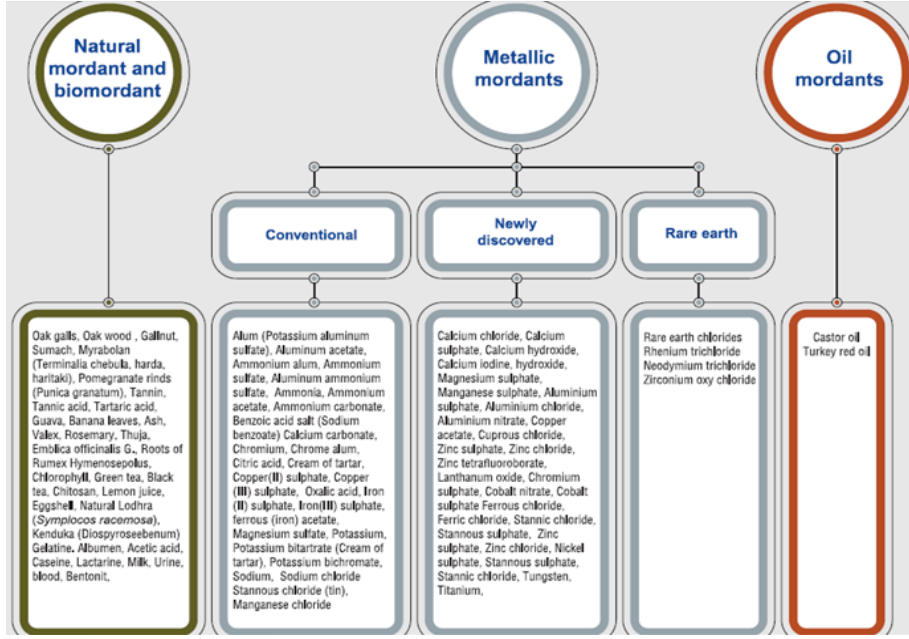
Doğal boya uygulamalarında kullanılan mordanların literatürde çeşitli sınıflandırmaları mevcuttur. Uğur (2008:11)'a göre mordanlar doğal ve kimyasal mordan olarak 2 gruba ayrılırken, Saxena ve Raja (2014:61)'a göre mordanlar; metal tuzları veya metalik mordanlar, yağ mordanları ve tanenler olmak üzere 3 grupta sınıflandırılmaktadır. Adeel vd.(2017:73-74) ise mordanları bazik (kimyasal mordan) ve asidik (biyomordan) olarak ayırmaktadır.

Tekstil ürünlerinin doğal boyarmaddelerle boyanmasında sıklıkla metal mordanlar tercih edilmektedir. Saxena ve Raja (2014:60) geleneksel boyacıların boyama işlemlerinde alüminyum, krom, kalay, bakır, demir ve metal tuzlarını mordan olarak kullandıklarını ifade etmektedir.

Metalik mordanların aşırı miktarda kullanımı çevre için zararlı etkilere neden olabilmektedir. Boyama esnasında metal iyonlarının önemli miktarı atık suya deşarj edilerek atık boya banyolarında tükenmeden kalmaktadır. Bu proseslerden çıkan toksik kimyasal atık yükün fazla olması, sağlık ve ekoloji üzerinde olumsuz etkileri beraberinde getirmektedir. Bu nedenle son yıllarda çevre dostu bir çözüm olan metal mordanların yerini alabilen biyomordanlara yönelim söz konusudur.

Biyomordanlar, yeni tonlar ve kabul edilebilir haslık değerleri elde etmeye yardımcı olan biyolojik maddelerdir (Adeel vd., 2017:75). Biyomordan kullanımı ile haslık değerlerini iyileştirmenin yanı sıra boyama hakkında iyi kolorimetrik verilere de ulaşılmaktadır (Vankar, 2008:212).

Biyomordanlar, zengin tanen, tannik asit, tartarik asit ve metal içerikleri yapısında bulunduran bitkilerden veya bitkisel, hayvansal ve insan kaynaklı atıklardan elde edilen biyolojik malzemelerdir. Bitkisel, hayvansal ve insan kaynaklı biyolojik malzemeler olarak 3 gruba ayrılmaktadır (Görsel1). Biyomordanlar renk ve haslık değerlerinde tatmin edici sonuçlar sağlayabilmesi, metal mordanlara karşı alternatif olması ve doğada biyolojik olarak kolaylıkla parçalanabilmesi bakımından sürdürülebilir ve çevre dostu bir çözüm olarak değerlendirilmektedir. Benli (2024:20757), ekolojik kirlilik ve biyolojik parçalanabilirlik bakımından biyomordanların metalik tuz ve mordanların yerine güvenli ve etkili bir alternatif olduğundan bahsetmektedir.



Görsel 1. Mordanların sınıflandırılması, (İşmal ve Yıldırım, 2019).

#### 4. YÖNTEM

Bu araştırma kapsamında erişilebilen Türkçe ve İngilizce veri tabanlarında literatür taraması yapılmıştır. Öncelikle “ecological dyeing”, “natural dyeing”, “doğal boyama” ve “ekolojik boyama” anahtar kelimeleri kullanılarak yapılan taramada 76 yayına rastlanmıştır. Daha sonra yapılan literatür taramasında doğal boya uygulamalarında biyomordan kullanımını kapsayan yerli ve yabancı araştırmacılara ait çalışmalara ulaşılması için anahtar kelimelere “natural mordant”, “biomordant”, “biyomordan” ve “doğal mordant” kelimeleri eklenmiş ve yapılan taramada 42 yayın bulunmuştur. Bu çalışmalar arasında çoğunlukla bitkisel biyomordanları ele alan araştırmalar üzerinde durulmuştur. Bu çalışmalar arasında bitkisel biyomordan ile yapılan bitkisel boyamaların performansını ortaya koymayı amaçlayan ve aynı lif üzerinde farklı renk tonlarını elde etmeyi amaçlayan çalışmalar aranmıştır. Bu çalışmalar arasında 1 çalışmanın mordan konsantrasyonu değişiminin lif üzerinde ve boyama performansı üzerindeki etkisini ölçmeyi hedefleyen deney modelinde olduğu görülmüştür. Bu çalışma mordan konsantrasyonunun lif üzerindeki etkisini sürtünme, ışık, yıkama haslıkları üzerinden ve boyama üzerindeki etkisini renk kuvveti değerinden ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu taramalara ilişkin detaylar bulgulara sunulmaktadır.

#### 5. BULGULAR

Yapılan literatür taramasında, bitkisel biyomordanların kullanıldığı araştırmalara oldukça sık rastlanmıştır. Vankar vd., (2008) tarafından yapılan araştırmada, Nausankhee olarak bilinen Asya Pasifik ülkelerinde yaygın bir sarmaşık türü olan arsız bir bitki türünü biyomordan olarak kullanılmıştır. Haji vd. (2010) evelik (rumex hymenosepolus) köklerini;

İşmal vd.(2014), İşmal (2017) çalışmalarında meşe palamutu-valex (acorn of quercus ithaburensis ssp. macrolepis) ve biberiye (rosmarinus officinalis) bitkisini; Souissi vd. (2018), Yusuf vd. (2017), Shahid-ul-Islam vd. (2019) mazı yapraklarını (mazı orientalis), mazı cevizini (gall walnuts), mazı özünü (galnut); İşmal vd. (2014), İşmal (2017), Rather vd. (2018), Shahid-ul-Islam vd. (2019), Gong vd.(2020), Haji vd. (2023) çalışmalarında nar kabuğunu (punica granatum L.); Baaka vd. (2017) çalışmalarında mimoza özünü (mimosa hostilis root bark extract); İşmal (2017) çalışmasında iris (süsen) yapraklarını, Shahid-ul-Islam vd. (2019) çalışmasında ketirhindi (catechu (Acacia catechu)) bitkisini, Pinheiro vd. (2019) çalışmalarında, akasya talaşını (acacia mearnsii); Periyasamy (2022) çalışmasında soya proteinini, Souissi vd. (2018), Gong vd. (2020) çalışmalarında yeşil badem kabuğu ve arjun ağacı kabuğunu (tropikal badem), Singh vd. (2019) çalışmalarında demirhindi meyvesi çekirdeklerini (tamarind); Haji vd. (2023) çalışmalarında nane (peppermint) (mentha piperita L.) ve pelin otu (mugworts) (artemisia vulgaris) bitkilerini biyomordan olarak kullandıkları görülmüştür. Boyamada bitkisel mordan olarak kullanılan bitkilerin akasya talaşı, arjun ağacı kabuğu, biberiye, demirhindi meyvesi çekirdekleri, evelik kökleri, iris (süsen) yaprakları, ketirhindi, mazı yaprakları, mazı cevizi, mazı özü, meşe palamutu, mimoza özü, nane, nar kabuğu, nausankhee, soya proteini, pelin otu ve yeşil badem kabuğu olduğu bulunmuştur.

Biyomordanlara yapılan boyamalarda en önemli problemin haslık değerleri olduğu bilinmektedir. Sentetik boyalarla kıyaslandığında haslık değerlerinin düşük olduğu görülmektedir. Yapılan taramalar sonucunda son yıllarda biyomordanlarla gerçekleştirilen doğal boya uygulamalarında renk ve haslık değerlerinde olumlu yönde gelişmeler gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmalar sadece boyamak üzerine değil boyamanın haslık değerinin yükseltilebilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Bu araştırmalar arasından %100 yün ipliğini doğal boyama uygulaması olarak aynı mordanın farklı konsantrasyonlarını kullanarak haslık değerlerindeki değişimi inceleyen bir araştırma örneğine rastlanmıştır. Bu araştırmanın özellikleri Tablo1' de verilmiştir.

Ref.	Biyo Mordan	Boya Bitkisi	Materyal	Flotte Oranı	Boyama Yöntemi	Mord. Yöntemi	Ölçülen Değerler	Amaç
Yusuf vd.,(2017)	Mazı özü (Galnut)	Rubia cordifolia	%100 Yün İplik	1:40	Mordansız ve Mordanlı Boyama	Ön ve son mord. yöntemi 60 dk 90 °C	Sürtünme, ışık, yıkama haslıkları ve K/S renk değerleri	Biyomordan olarak mazı özü varlığında yün boyayan Rubiacordifolia madder özütünün performansını araştırmak ve yün üzerinde yeni bir renk tonu aralığı geliştirmektir.

Tablo 1. Mazı özü biyomordanın kullanıldığı örnek bir çalışma (Yusuf vd., 2017)

Yusuf vd. (2017) tarafından yapılan araştırmada, mazı özü biyomordanı ile kalp yapraklı madımak bitkisi (*rubia cordifolia*) boya bitkisini kullanarak bir dizin boyama yapılmıştır. 5 (5%, 4%, 3%, 2%, 1%) farklı mordan konsantrasyonunda mazı biyomordanı ile işlem yapıldığı görülmüştür. Boya ekstraktının 1:20 flote oranında elde edildiği, boyamanın ise 60 dakika süre ile 90 °C sıcaklıkta yapıldığı görülmüştür. Araştırma deseni mordansız ve mordanlı (ön ve son mordanlama) boyama yöntemleri ile kurgulanmıştır.

Araştırmada sürtünme, ışık ve yıkama haslıkları incelenmiştir (Tablo2). Tablo 2 incelendiğinde mordansız boyama sonrasında elde edilen numunelerin orta (4/5) ışık haslığı değeri, düşük (3/4) yıkama haslığında renk değişimi değeri ve düşük (3/4) yaş sürtünme haslığı değeri verdiği görülmektedir. Ön mordanlama ile tüm değerlerin yükseldiği ve en etkin yükselmenin %4 ve %5 konsantrasyonlarında olduğu görülmektedir. Son mordanlamanın ise mordansız değerlerden daha etkin olduğu buna karşın %5 mordan konsantrasyonun bile ön mordanlamanın aynı konsantrasyonundaki sonuçlarından daha düşük sonuçlar ortaya koyduğu görülmektedir. Sonuç olarak mazı biyomordanlı ön mordanlama yöntemi ile yün ipliklerin yıkama, sürtünme ve ışık haslık değerleri mordansız boyalı numunelere kıyasla çok daha iyi seviyelere ulaştığı belirlenmiştir.

Araştırmada sürtünme, ışık ve yıkama haslıkları ve boyama kalitesini ifade eden K/S değerleri ölçülmüştür.

K/S değeri tekstil boyama işlemlerinde kullanılan bir terimdir. Renk yoğunluğu ile renk yayılma arasındaki oranı ifade eder. Bu değer bir kumaşın aldığı boyanın yoğunluğunu ve renk doygunluğunu ölçmek için kullanılır. Yüksek bir K/S değeri boyanın daha verimli kullanıldığını gösterir. K/S genellikle boyama işleminin kalitesini belirlemede önemli bir parametre olarak kullanılır.

Mordant	Light fastness	Wash fastness			Rub fastness	
		c.c.	c.s.	c.w.	Dry	Wet
Un-mordanted	4/5	3/4	4/5	4/5	4/5	3/4
<b>Pre-treated</b>						
5% Gallnut	5	4/5	5	5	5	4/5
4% Gallnut	4/5	4	5	5	5	4/5
3% Gallnut	4/5	4	5	5	4/5	4
2% Gallnut	4/5	4	5	5	4/5	4
1% Gallnut	4	4	4/5	5	4/5	4
<b>Post-treated</b>						
5% Gallnut	4/5	4/5	5	5	4/5	4/5
4% Gallnut	4	4	5	5	4	4
3% Gallnut	4	4	5	5	3/4	3
2% Gallnut	3/4	3/4	4/5	5	3/4	3
1% Gallnut	3/4	3/4	4/5	5	3/4	3

c.c. = color change; c.s. = color staining on cotton; c.w. = color staining on wool.

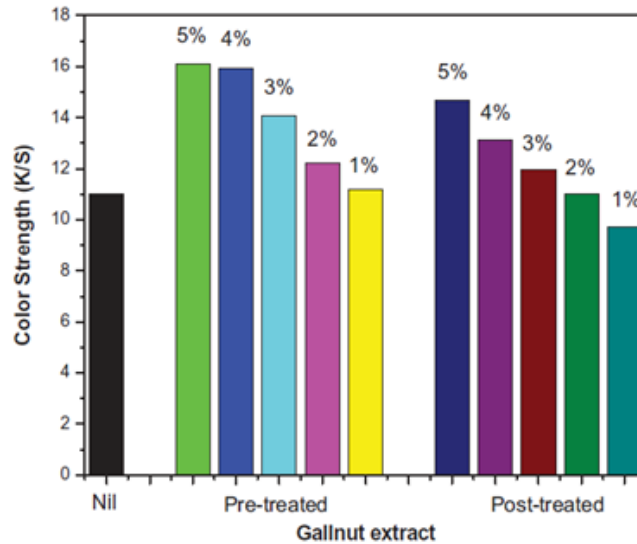
Tablo 2. Rubia C. boya bitkisi ve mazı özü biyomordanı ile boyanan yün ipliklerin haslık değerleri (Yusuf vd., 2017)

Kubelka–Munk denkleminde (1) göre, absorpsiyon katsayısı K, kumaşın ışığı saçma katsayısı olan saçılma katsayısı S ve kumaş yansımaları (reflektans) R ile gösterilmektedir (Perisamy, 2022: 2).

$$\frac{K}{S} = \frac{(1 - R)^2}{2R} \quad (1)$$

Görsel 2: Kubelka–munk denklemi (1) (Perisamy, 2022: 2)

Yusuf vd. (2017) nin mazı özünü biyomordan ile kalp yapraklı madımak (*rubia cordifolia*) boya bitkisini kullanarak yün ipliklerini boyadıkları bu çalışmada, biyomordan konsantrasyonunun artmasıyla renk veriminin hem ön mordanlamada hem de son mordanlamada kademeli olarak arttığı görülmektedir (Görsel 3).



Görsel 3: Mazı özünü biyomordanının K/S değerleri (Yusuf vd., 2017)

Biyomordan kullanımı ile a\* ve b\* renk koordinatlarının değerleri düşerken, renk paleti mavi-yeşile doğru kaymıştır (Tablo 3). Böylece mordan konsantrasyonu renk koordinatlarında farklılıklara neden olmuştur.

Mordant	L*	a*	b*	c*	h°	K/S
Un-mordanted	48.12	40.06	36.21	53.99	42.11	11.02
<b>Pre-treated</b>						
5% Gallnut	43.77	22.03	34.23	40.70	57.23	16.09
4% Gallnut	45.99	21.69	33.25	39.69	56.88	15.94
3% Gallnut	46.59	20.03	33.14	38.80	58.66	14.08
2% Gallnut	46.02	19.38	32.46	38.16	58.85	12.22
1% Gallnut	47.01	18.51	31.86	36.84	59.84	11.18
<b>Post-treated</b>						
5% Gallnut	44.15	22.93	35.21	42.01	56.92	14.66
4% Gallnut	46.91	20.29	34.33	38.97	59.41	13.14
3% Gallnut	45.58	19.53	33.94	39.15	60.08	11.98
2% Gallnut	45.61	18.38	32.11	36.99	60.21	11.02
1% Gallnut	46.71	18.01	30.21	35.17	59.19	9.74

Tablo 3. Renk koordinatları ve K/S değerleri (Yusuf vd., 2017)

## SONUÇ

Biyomordanlar, tekstil boyama proseslerinde renk ve haslık değerlerinde tatmin edici sonuçlar sağlaması, metal mordanlara karşı alternatif olması ve doğada biyolojik olarak kolaylıkla parçalanabilmesi bakımından sürdürülebilir ve çevre dostu olarak bilinmektedir. Literatür taraması doğrultusunda araştırmalarda bitkisel biyomordanların yanı sıra hayvansal ve insan kaynaklı biyomordanlara rastlanmıştır. Ancak araştırmalarda en yaygın bitkisel biyomordanların kullanıldığı görülmüştür. Bitki kaynaklı biyomordanların kimyasal yapısında bulunan tanenler, polifenolik ve flavonoid içerikler boya bitkisiyle beraber etkileşim kurarak tekstil elyafına boyanın daha iyi tutunmasına yol açmakta ve bazı performans (antibakteriyel, antifungal, antioksidan, ve UV koruma vb.) özellikleri açığa çıkarmaktadır.

Yusuf ve diğ, 2017 tarafından yapılan çalışmada artan mazi özü biyomordan konsantrasyonuna ve mordanlama yöntemine bağlı olarak boyanmış tekstil materyalinin K/S (renk verimi) ve renk koordinat ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ) değerlerinde ve haslık (yıkama, sürtünme ışık ve ter vb.) düzeylerinde kademeli olarak iyileşme sağlamaktadır. Bu nedenle tekstil doğal boyama uygulamalarında biyomordanların yaygın kullanımı ekosistem açısından umut verici olacağı düşünülmektedir.

**EXTENDED ABSTRACT**

With the discovery of synthetic dyes in the late 19th century, the widespread use of natural dyes decreased and reached the level of extinction. In the mid-1960s, because of increasing international awareness within the framework of environment, ecology and pollution control issues, there was intense interest and tendency towards natural dyes. With the use of synthetic dyes, a large amount of waste and unfixed dyestuffs are released into the environment during production processes, so that synthetic dyes constitute an important source of pollution for the environment. In recent years, "sustainable", "environmentally friendly", "ecological" and "green chemistry" etc. have been used in textile wet processes. Concepts are becoming more important day by day. It is considered a sustainable alternative to natural dyes as they are sustainable and environmentally friendly. For this reason, it attracts great interest and demand in the textile industry and research fields. Within the framework of environmental awareness and sustainability issues, the use of biomordant in natural dye applications has come to the fore in recent years and has become a popular trend. Excessive use of metal mordants can have harmful effects on the environment. In fact, during dyeing, a significant amount of metal ions are discharged into wastewater and remain in waste dye baths without being depleted. The high level of toxic chemical waste generated from these processes leads to environmental problems. Therefore, in recent years there has been a trend towards biomordants, which are an environmentally friendly solution that can replace metal mordants. Biomordants are biological materials obtained from plants or plant, animal, and human-derived waste that contain rich tannins, tannic acid, tartaric acid, and metals. Biomordants are divided into three groups: plant-based, animal-based, and human-derived biological materials. Biomordants are considered a sustainable and environmentally friendly solution because they can provide satisfactory results in color and fastness values, offer an alternative to metal mordants, and are easily biodegradable in nature. Natural dyeing in the textile field has some disadvantages, such as fastness values and dyeing efficiency. There are not many studies examining the use of biomordants, which make the dyeing process more ecological, in the context of these disadvantages. This research includes a literature review conducted to draw attention to this issue and, as a result, an examination of a study with a similar research purpose. Within the scope of this research, a literature search was conducted in accessible Turkish and English databases. First of all, 76 publications were found in the search conducted using the keywords "ecological dyeing", "natural dyeing", "natural dyeing", "ecological dyeing". In the subsequent literature search, the words "natural mordant", "biomordant", "biomordant" and "natural mordant" were added to the keywords to access studies by local and foreign researchers covering the use of biomordant in natural dye applications, and 42 publications were found in the search. A literature review revealed that studies using plant-based biomordants are quite common. In a study by Vankar et al. (2008), a hardy plant species known as Nausankhee, a common climbing plant in Asia Pacific countries, was used as a biomordant. Haji et al. (2010) used the roots of *Rumex hymenosepolus*; İşmal et al. (2014) and İşmal (2017) used acorn-valex (acorn of *Quercus ithaburensis* ssp. *macrolepis*) and rosemary (*Rosmarinus officinalis*) in their studies; Souissi et al. (2018), Yusuf et al. (2017), and Shahid-ul-Islam et al. (2019) used gall leaves (*Mazi orientalis*), gall walnuts, and gall extract; İşmal et al. (2014), İşmal (2017), and Rather et al. In their studies (2018), Shahid-ul-Islam et al. (2019), Gong et al. (2020), Haji et al. (2023) used pomegranate peel (*punica granatum* L.); Baaka et al. (2017) used mimosa extract (*mimosa hostilis* root bark extract); İşmal (2017), used iris leaves; Shahid-ul-Islam et al. (2019) used catechu (*Acacia catechu*); Pinheiro et al. (2019) used acacia sawdust (*acacia mearnsii*); Periyasamy (2022) used soy protein; Souissi et al. (2018), Gong et al. (2020) used green almond shell and arjun tree bark (tropical almond); Singh et al. In their studies (2019), tamarind fruit seeds (tamarind) were used; in their studies Haji et al. (2023), peppermint (*Mentha piperita* L.) and mugwort (*Artemisia vulgaris*) plants were used as biomordants. Among these studies, mostly studies that deal with plant biomordants have been focused on. Among these studies, studies that aim to reveal the performance of plant dyes made with plant biomordants and to obtain different color tones on the same fiber have been sought. In this research, 100% wool yarn dyeing process with 5 different biomordant concentrations and dyeing test patterns without mordant, with pre-mordant and with post-mordant was discussed and the fastness values obtained after dyeing were compared. In the examined study, depending on the increasing biomordant concentration and mordanting method, there is a gradual improvement in the K/S (color yield) and color coordinate (L\*, a\*, b\*, C\*) values and fastness levels of the dyed textile material.

**KAYNAKÇA**

- Adeel, S., Shumaila, K., Sana, R., Tayyaba, A., (2017). Radiation Pretreatment: A Potential Novel Technology to Improve Fastness Properties of Plant-Derived Natural Dyes. Islam, S. (Ed.), *Plant-Based Natural Products: Derivatives and Applications* (65-82). Scrivener Publishing.
- Baaka, N., Haddar, W., Ben Ticha, M., Amorim, M. T. P., & M'Henni, M. F. (2017). Sustainability issues of ultrasonic wool dyeing with grape pomace colourant. *Natural product research*, 31(14), 1655-1662. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1285303>.
- Başer, İ. ve İnancı, Y. (1990). *Boyarmadde kimyası*. Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yayınları.
- Benli, H. (2024). Bio-mordants: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(14), 20714-20771.
- Durul, Y. (1985). *Anadolu kilimlerinden örnekler*. Ak Yayınları.
- Gong, K., Rather, J. L., Zhou, Q., Wang, W. & Li, Q. (2020) Natural dyeing of merino wool fibers with Cinnamomum camphora leaves extract with mordants of biological origin: a greener approach of textile coloration, *The Journal of The Textile Institute*, 111(7), 1038-1046. <https://doi.org/10.1080/00405000.2019.1698228>.
- Haji, A. (2010). Functional dyeing of wool with natural dye extracted from berberis vulgaris wood and rumex hymenosepolus root as biomordant. *Iran. J. Chem. Chem. Eng.* 29(3), 55-60.
- Haji, A., Shahmoradi Ghaheh, F., & Mohammadi, L. (2023). Dyeing of polyamide 6 fabric with new bio-colorant and bio-mordants. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(13), 37981-37996.
- Islam, T., Repon, M.R., Islam, T., Sarwar, Z. & Rahman, M.M., (2023). Impact of textile dyes on health and ecosystem: a review of structure, causes, and potential solutions. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 9207–9242. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24398-3>
- İşmal, E.Ö., Yıldırım, L. ve Özdoğan, E. (2014). Use of almond shell extracts plus biomordants as effective textile dye, *Journal of Clenear production*, 70, 61-67.
- İşmal, Ö. E. (2017). Greener natural dyeing pathway using a by-product of olive oil; prina and biomordants. *Fibers and Polymers*, 18, 773-785.
- İşmal, Ö. E., & Yıldırım, L. (2019). Metal mordants and biomordants. S. Islam & B. S. Butola, (Ed.), *In The Impact And Prospects Of Green Chemistry For Textile Technology* (s.57-82). Woodhead Publishing.
- Karadağ, R.(2007). *Doğal boyamacılık*. Dosim Geleneksel El Sanatları ve Mağazalar İşletme Müdürlüğü.
- Öztürk, İ. (1999). *Doğal bitkisel boyalarla yün boyama*. Dokuz Eylül Yayınları.
- Parlak, T. (2010). *Çoruh vadisinde bitkisel boya potansiyeli*. Atatürk Üniversitesi 50.yıl GSF.Yayını.
- Periyasamy, A. P. (2022). Natural dyeing of cellulose fibers using syzygium cumini fruit extracts and a bio-mordant: A step toward sustainable dyeing. *Sustainable Materials and Technologies* 33, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2022.e00472>
- Pinheiro, L., Kohan, L., Duarte, L. O., Garavello, M. E. D. P. E., & Baruque-Ramos, J. (2019). Biomordants and new alternatives to the sustainable natural fiber dyeings. *SN Applied Sciences*, 1(11), 1356. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1384-5>
- Rahman, M. M., Kim, M., Youm, K., Kumar, S., Koh, J., & Hong, K. H. (2023). Sustainable one-bath natural dyeing of cotton fabric using turmeric root extract and chitosan biomordant. *Journal of Cleaner Production*, 382, 135303. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135303>
- Rather, L. J., Shahid-ul-Islam, Shabbir, M., Bukhari, M. N., Mohammad, F., & Khan, M. A. (2018). Adhatoda vasica in conjunction with binary combinations of metal salts and biomordants as an effective textile dye to produce novel shades on wool. *Journal of Natural Fibers*, 15(4), 611-623.
- Samanta, A. K., & Agarwal, P. (2009). Application of natural dyes on textiles. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, (34), 384-399.
- Samanta, A.K. & Konar, A., (2011). Dyeing of Textiles With Natural Dyes. E.P. Akcakoca Kumbasar, (Ed.), *Natural Dyes* (29-56). In Tech Publishing.

- Saxena, S., & Raja, A.S.M. (2014). Natural dyes: Sources, Chemistry, Application and Sustainability Issues. Muthu, S. (Ed.) Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing. Textile Science and Clothing Technology. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-287-065-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-287-065-0_2)
- Saxena, S., Raja, A. S. M. (2014). Natural dyes: sources, chemistry, application and sustainability issues. *In Roadmap to sustainable textiles and clothing: eco-friendly raw materials, technologies, and processing methods*, 37-80.
- Shahid, M., Islam S., Mohammad F. (2013), Recent advancements in natural dye applications: a review, *Journal of Cleaner Production*, (53), 310-331.
- Shahid-ul-Islam, Rather, L. J., Shabbir, M., Sheikh, J., Bukhari, M. N., Khan, M. A., & Mohammad, F. (2019). Exploiting the potential of polyphenolic biomordants in environmentally friendly coloration of wool with natural dye from Butea monosperma flower extract. *Journal of Natural Fibers*, 16(4), 512-523. <https://doi.org/10.1080/15440478.2018.1426080>
- Singh, G., Mathur, P., Singh, N., & Sheikh, J. (2019). Functionalization of wool fabric using kapok flower and bio-mordant. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 14, 1-6, <https://doi.org/10.1016/j.scp.2019.100184>
- Souissi, M., Guesmi, A., and Moussa, A. (2018). Valorization of natural dye extracted from date palm pits (Phoenix dactylifera) for dyeing of cotton fabric. Part 2: Optimization of dyeing process and improvement of colorfastness with biological mordants, *Journal of Cleaner Production*, 204, 1143-1153.
- Uddin, M. A., Rahman, M. M., Haque, A. N. M. A., Smriti, S. A., Datta, E., Farzana, N., Chowdhury, S., Haider, J. & Sayem, A. S. M. (2022). Textile colouration with natural colourants: a review. *Journal of Cleaner Production*, 349, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131489>
- Uğur, G. (2008). *Türk halklarında doğal renkler ve boyalar*. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Vankar, P. S., Shanker, R., Mahanta, D., & Tiwari, S. C. (2008). Ecofriendly sonicator dyeing of cotton with *Rubia cordifolia* Linn. using biomordant. *Dyes and pigments*, 76(1), 207-212.
- Yusuf, M., Khan, S. A., Shabbir, M., & Mohammad, F. (2017). Developing a shade range on wool by madder (*Rubia cordifolia*) root extract with gallnut (*Quercus infectoria*) as biomordant. *Journal of Natural Fibers*, 14(4), 597-607.
- Zerin, I., Farzana, N., Muhammad Sayem, A., Anang, D. M., & Haider, J. (2019). Potentials of natural dyes for textile applications. S. Hashmi & I. A., Choudhury, (Ed.), *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials* (873-883). Elsevier.