

Doğal Boyar Madde ile Kağıt Hamuru Boyamada Organik ve İnorganik Mordanların Etkisi

Cengiz KEŞMER^{1,*}

¹ Çukurova Üniversitesi, Aladağ Meslek Yüksekokulu, Ormanlık Bölümü, 1000, Adana, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 14.02.2025

Kabul: 01.08.2025

Yayın: 30.08.2025

Araştırma Makalesi



Öz – Bu çalışmada doğal boyar madde eldesi için kızılçam kabuğu kullanılmıştır. Kabuk temininde tomruk üretimi için yeni kesilmiş bir ağacın atıl bırakılan kabuğu kullanılmıştır. Boyar madde eldesi için saf su ve kızılçam kabuğu soxhlet ekstraksiyon cihazında 4 saat süre boyunca ve 30dakika aralıklarla karıştırılıp kaynatılmış sonunda karışım soğutulup süzümüştür. Elde edilen çözelti boyar madde olarak kullanılmıştır. Deney planında Kontrol 1 (K1) amaçlı üretilen kağıtlarda boyar madde ve mordan kullanılmamıştır. Kontrol 2 (K2), Kontrol 3 (K3) ve Kontrol 4 (K4) kağıtlarında mordan kullanılmamış olup, sadece boyar madde kullanılmıştır. Mordanlı kağıtlarda şap ve üzüm sirkesi ayrı ayrı kullanılmıştır. Çalışmada kağıt üretiminde okaliptüs odunundan Kraft yöntemi ile elde edilmiş, ağartılmış odun hamuru kullanılmıştır. Değerlerin ölçümünde kolorimetrik ölçümden (CIEL*a*b* sistemi) yararlanılmıştır. Boyar maddenin işiğe karşı dayanıklılığını ölçmek için belirli sürelerde UV ışığına maruz bırakılmıştır. Uygulanan işlemler sonucunda boyar madde tutunması bakımından mordanlar karşılaştırıldığında, üzüm sirkesi kullanımının şap kullanımından daha güçlü etki gösterdiği sonucuna varılmıştır. Kırmızıdan maviye ve sarıdan mavi renklere doğru hareketler kıyaslandığında ise şap mordanının üzüm sirkesine oranla renk geçiş hızının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kağıt boyama süreçlerinde doğal boyaların kullanımına yönelik eğitim günümüzde artış göstermektedir. Özellikle gıda boyama ve oyuncak boyama gibi hassasiyet gerektiren sektörlerde doğal boya kullanımı zorunlu hale getirilmiş ve sentetik ürünlerin kullanımı yasaklanmıştır. Bu durum, doğal boyaların güvenilirlik ve sağlık açısından üstünlüğünü vurgulamaktadır. Sentetik boyaların yaygın olarak kullanıldığı bir diğer alan ise okul öncesi çocukların kullandığı kağıt ve karton ürünleri sektörüdür. Doğal boyar madde üretimine verilen önemin artırılması ve üretimin yaygınlaştırılması halinde, bu alanda da önemli bir dönüşüm potansiyeli bulunmaktadır. Doğal boyar maddelerin anti-alerjen ve antimikrobiyal özellikleri sayesinde çocuk sağlığının korunmasına önemli katkılar sağlayabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler – Boyar madde, mordan, kağıt boyama, UV direnci, CIEL*a*b*

Effect of Organic and Inorganic Mordants in Dyeing Paper Pulp with Natural Dyestuffs

¹Vocational School of Aladağ, Department of Forestry, Çukurova University, Adana, Turkey

Article History

Received: 14.02.2025

Accepted: 01.08.2025

Published: 30.08.2025

Research Article

Abstract – In this study, the bark of *Pinus brutia* (Turkish red pine) was utilized for the extraction of a natural dye. The bark was obtained from freshly felled trees used for log production, making use of the otherwise discarded outer bark. For dye extraction, the bark was subjected to soxhlet extraction with distilled water for 4 hours, during which it was boiled and stirred at 30-minute intervals. The resulting mixture was cooled and filtered to obtain the dye solution. In the experimental design, the Control 1 (K1) paper samples were produced without the use of any dye or mordant. In Control 2 (K2), Control 3 (K3), and Control 4 (K4), only the natural dye was applied, without any mordant. For the mordanted paper samples, alum (aluminum sulfate) and grape vinegar were used separately. Bleached wood pulp derived from eucalyptus wood using the kraft method was employed in the paper production process. Colorimetric measurements were conducted using the CIE Lab* color space system. To evaluate the lightfastness of the dye, the dyed paper samples were exposed to UV light for predetermined durations. The results indicated that the use of mordants significantly enhanced dye fixation. Among the mordants, grape vinegar exhibited a stronger effect compared to alum. However, in terms of color transition—particularly shifts from red to blue and yellow to blue—alum demonstrated a faster rate of color change than grape vinegar. In recent years, there has been a growing interest in the use of natural dyes in paper dyeing processes. In sectors requiring high sensitivity, such as food packaging and toy coloring, the use of natural dyes has become mandatory, with synthetic dyes being prohibited. This highlights the superiority of natural dyes in terms of safety and reliability. Another field in which synthetic dyes are commonly used is the production of paper and cardboard products for preschool children. Promoting and expanding the production of natural dyes holds significant potential for transformation in this sector as well. Given their anti-allergenic and antimicrobial properties, natural dyes are also believed to contribute positively to the protection of children's health.

Keywords – Dyestuff, mordant, paper dyeing, UV resistance, CIEL*a*b*

¹  ckesmer@gmail.com

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1.Giriş

Doğada bulunan madde ve varlıkların değişik renklerde olması kendi yapılarının ışığı farklı kırmasından kaynaklanmaktadır. Her ne kadar kullandığımız ürünlerin doğal bir rengi varsa da gerek uyum ve anlam gerekse de beğeni ve iletişim bakımından bu ürünlerin yeniden renklendirilme ihtiyacı doğmaktadır. Bu yeniden renklendirme işlemine boyama denmektedir. Güncel hayatta, yazı ve baskı ihtiyacı için boya kullanımı zorunludur. Bu işlemler boyama ve boyar madde ile renklendirme şeklinde olabilir. Boyama işlemi yüzeye uygulama veya daldırma şeklinde uygulanmaktadır.

Renklendirme işleminde iki esas işlem mevcuttur. Boyama, bir yüzeye kuruyabilen bir bağlayıcı ile fırça ya da boyama tabancaları ile uygulanmakta ve kazımak suretiyle uygulandıkları yüzeyden çıkartılabilmektedir. Boyar madde, cisimlerin (kumaş, elyaf vb.) renkli hale getirilmesinde kullanılan maddelere denmekte olup kazıma işlemiyle çıkarılamazlar (Önal, 2000). Genellikle daldırma yöntemi ile uygulanmaktadır.

Doğal boyar maddelerin geçmişi çok eskilere dayanmaktadır. İlk çağlarda insanlar, avladıkları hayvanların derilerini boyayıp savaşlarda giymişler ve bazı boyaları dini ayinlerde vücutlarına sürmüşlerdir. Renklerin sihirli olduğuna, kötü ruhlardan koruduğuna ve savaşlarda zafer getirdiğine inandıkları bildirilmiştir (Krishnamurty vd., 2002).

Doğal boyamacılığın geçmişi oldukça eskidir. Moenjodaro bölgesinin İndus Vadisi'ndeki yapılan arkeolojik kazıda indigo boyar maddesi bulunmuştur. Bugünkü Pakistan sınırları içerisinde bulunan ve M.Ö. 3500 yıllarına tarihlendirilen, bu arkeolojik yerleşimde bulunmuş olan, günümüze kadar ulaşan en eski ve en önemli veridir (Karadağ, 2007).

Doğal boyar maddeler ilk olarak Çin ve Orta Asya'da kullanılmış, bu teknikler Mısırlılar tarafından geliştirilmiştir. Boyar maddeler, bitkilerin kök, gövde, yaprak, meyve ve meyve kabuklarında; ayrıca kabuklu deniz canlıları, salyangoz ve koşnil gibi bazı hayvanların yapısında bulunur (Bebekli, 1998). Tarihte boyamacılık, 19. yüzyılın ortalarına kadar yalnızca bitki ve hayvan kökenli doğal boyar maddelerle yapılmıştır. Bu dönemde kullanılan temel yöntem, boyar madde içeren materyalin (bitki ya da böcek) dokunmuş kumaşla birlikte kaynatılmasıdır. Sentetik boyar maddelerin sentezlenmesinden önceki dönemde Anadolu, zengin bitki örtüsü ve boya bitkileri sayesinde, dünyanın en kaliteli ve en fazla doğal boya ihraç eden bölgesi olarak tanınmıştır (Korur, 1937; Bebekli, 1998).

Bitki hücreleri morfolojik olarak birbirinden farklıdır. Doğal liflerin boyanmasında anatomik yapı oldukça önemli bir faktördür. Lif enine kesit şekli yanında boyutu da oldukça önemlidir. Düşük yoğunluğa sahip lifler genellikle küçük enine kesit alanına sahiptir. Sonuç olarak bu yapılar daha az ışık absorbe ederler, ancak geniş lif yüzeylerinden dolayı daha fazla aktif saçılma yaparlar. Eşit miktarda boyar madde absorblamış ince ve kalın liflerin renginde görsel olarak farklılık meydana gelmektedir. İnce lifler kalın liflerden daha parlak görünür ve aynı görsel etkiyi elde etmek için daha fazla boyar madde tutunumu gerektirir (Ingamells, 1993; Sasaki vd., 1993; Etters, 1997; Akgün vd., 2007; Akgün vd., 2008; Akgün vd., 2012;). Bunun nedeni lif çeperinde daha fazla boyanacak yüzey alanı olmasından kaynaklanmaktadır. Bir spektrofotometrenin ışık kaynağından numuneye gönderilen ışığın bir kısmı alet detektörüne geri yansır; bir kısmı numunedeki renklendiriciler tarafından emilir ve aynı zamanda diğer kısmı numune içinde her yöne dağılmaktadırlar (Hunterlab, 2008a). Tekstil ve kağıt gibi lifli malzemelerde ışığın kırılması liflerin yapısıyla doğrudan ilişkilidir. Kalın çepere sahip lifler boyamada daha fazla boyar madde absorbe edeceğinden bu liflerin ışığı absorbe etmesi ince liflere göre daha fazla olacaktır.

Malzemelerde renk biçimlenmesini ve görünümünü etkileyen üç parametre absorbsiyon, saçılma ve yansımadır. Lifsel maddelerden elde edilen kumaş gibi opak numunelerde, yüzeyin ışığı absorblama ve ışığı saçma özelliği ile bu yüzeyin üzerine düşen ışığı yansıtması arasındaki ilişki Kubelka - Munk denklemi ile ifade edilmektedir ve bu değerler boyanmış kumaşın maksimum absorbsiyon (minimum reflektans) dalga boyunda

ölçülmektedir (Hunterlab 2008a; Kubelka, 1948; Mc Donald, 1987; Mc Laren, 1986; Akgün vd., 2012). Genelde, sentetik liflerin yapısı doğal liflerden daha pürüzsüz olduğundan sentetik liflerin yüzeylerinden doğal liflerin yüzeyine göre daha düzgün yansıma meydana gelir ve bundan dolayı daha parlaktırlar (Shin vd., 2005). Doğal liflerin yüzeyinin pürüzlü olması yansımada kırılma yapacağından boyamada renkte matlık bundan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle doğal boyar maddelerle boyama işleminde mordan kullanımı zorunlu hale gelmektedir. Mordan; Fransızca kemirmek anlamında kullanılan “mordre” kelimesinden gelmektedir. Boyar madde ile odun lifini birbirine bağlayan bir ajan olarak kullanılmaktadır.

Keşmer ve ark. (2020a); yaptıkları çalışmada, tomruk üretimi sonrasında ormanlarda atıl durumda kalan kızılçam (*Pinus brutia*) kabuklarının doğal boyar madde kaynağı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda, çevreye ve insan sağlığına zararsız doğal boyalı kâğıt üretimi hedeflenmiştir. Özellikle temizlik kâğıtları, sağlık ürünleri ve okul öncesi ile ilkökul düzeyindeki öğrencilerin kullandığı kâğıt malzemelerde doğal boyaların kullanımı büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, saf su ekstraksiyonu yöntemiyle kızılçam kabuğundan doğal boyar madde elde edilmiş; mordan maddesi olarak ise organik özellik taşıyan üzüm sirkesi kullanılmıştır. Boyama işlemi, yurt dışından temin edilen ve *Eucalyptus grandis* türünden elde edilen odun hamuru üzerinde gerçekleştirilmiştir. Boyama sonrası renk ölçümleri spektrofotometre ile yapılmış; özellikle renk farklılığı (ΔE) ve Kubelka-Munk (K/S) değerleri analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, kızılçam kabuğundan üretilen boyar maddelerin kâğıt yüzeyine başarıyla sabitlendiğini ve üzüm sirkesinin mordan olarak boyama kalitesini artırdığını ortaya koymuştur. Bu çalışma, sürdürülebilir kaynaklardan elde edilen doğal boyar maddelerin endüstriyel kâğıt boyamada etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

Keşmer, ve ark. (2020b); yaptıkları çalışmalarında doğal boyar madde kullanılarak kâğıt hamuru boyanması hedeflenmiştir. Bu amaçla; ülkemizde yaklaşık 6 milyon hektar yayılış alanı ile ilk sırada yer alan Kızılçam (*Pinus brutia*) kabuğu ve Türk mutfağında önemli yeri olan soğan (*Allium cepa*) kabuğundan doğal boyar madde elde edilme olanakları araştırılmıştır. Diğer taraftan, doğal boyar maddelerin atık durumda olan lignoselülozik maddelerden elde edilmesi ile atıkların faydaya dönüştürülmesi de amaçlanmıştır. Elde edilen doğal boyar maddelerle, mordanlı ve mordansız olarak kâğıt hamuru boyanmıştır. Mordan olarak $Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ kullanılmıştır. Laboratuvar ortamında elde edilen kâğıtlara spektroskopik analizler yapılmıştır. Mordan ilaveli doğal boyalı kâğıtların, mordansız doğal boyalı kâğıtlara göre; hem görsel olarak hem de spektroskopik analiz verileri olarak daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Boyanmış kâğıtların standart test sonuçlarına göre bu boyar maddelerin kâğıt hamurunun boyanmasında kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.

Keşmer ve Genç (2022a); tarafından gerçekleştirilen çalışmada, doğal boyar madde kaynağı olarak Türkiye’de yaklaşık 6 milyon hektarlık yayılış alanına sahip kızılçam (*Pinus brutia*) ağacının kabuğu kullanılmıştır. Boyar maddenin elde edilmesi için su ekstraksiyonu yöntemi uygulanmış; mordan olarak ise *Aloe vera* (*Aloe vera L.*) bitkisinin yapraklarındaki jelimsi tabaka tercih edilerek beraber mordanlama tekniği uygulanmıştır. Boyama sonrası gerçekleştirilen renk ölçümleri, CIE $L^*a^*b^*$ kolorimetrik sistem kullanılarak yapılmış; UV ışınlarına maruz bırakılmadan önce, doğal mordanın eklenmesiyle aloe vera miktarının artması durumunda boyalı kâğıtların daha parlak renklere kavuştuğu tespit edilmiştir. UV maruziyet süreleri sırasıyla 24, 48, 96 ve 120 saat olarak belirlenmiş; bu süreler sonrasında elde edilen verilerde, parlaklık değerlerinde sırasıyla %1,42, %3,00, %3,70 ve %3,86 oranlarında azalma gözlemlenmiştir. Sonuçlar, kızılçam kabuğundan elde edilen boyar maddenin, *Aloe vera*’dan üretilen doğal mordanla birlikte kullanıldığında, kâğıt üzerindeki renk tutumunu UV ışınlarına karşı başarılı bir şekilde koruduğunu göstermektedir.

Keşmer ve Genç (2022b); tarafından gerçekleştirilen çalışmada, doğal boyar madde kaynağı olarak soğanın (*Allium cepa*) mutfaklarda kullanılamayan kabuğu tercih edilmiştir. Aloe vera ilavesi, mordansız boyamaya göre, koyuluğu yaklaşık %15,20 oranında artırdığı tespit edilmiştir. Bu artış; aloe vera mordanının doğal boyar maddenin odun hamuruna sabitlenmesini artırdığı anlamını taşımaktadır. UV sonrası renk farklılık değerleri incelendiğinde 120 saatin sonunda rengin parlaklığında (ΔL) %18,44 oranında bir azalma tespit edilmiştir. 120 saatin sonun renk farklılıklarında (ΔE), %30,84’lük bir değişim gözlenmiştir. UV sonrası renk tonunun a^* ekseninde yeşile, b^* ekseninde ise maviye dönüştüğü gözlenmiştir. Bu deneyler sonucu, soğan

kabuğundan elde edilen doğal boyar maddenin odun hamuruna sabitlenmesinde aloe vera mordanının etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmanın temel amacı, çevre dostu üretim yaklaşımlarının önem kazandığı günümüzde, kâğıt boyama işlemlerinde doğal boyar maddelerin kullanım potansiyelini araştırmaktır. Özellikle endüstriyel üretim süreçlerinde yoğun biçimde kullanılan sentetik boyar maddelerin çevreye ve insan sağlığına olan olumsuz etkileri göz önüne alındığında, doğal ve biyolojik olarak parçalanabilir boyar maddelere olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Bu kapsamda, ülkemizde yaygın olarak yetişen kızılçam (*Pinus brutia*) ağacının, tomruk üretimi sonrasında atık olarak kalan kabuklarının değerlendirilmesiyle doğal boyar madde elde edilmesi hedeflenmiştir. Elde edilen bu doğal boyar madde, kâğıt boyama işlemlerinde kullanılarak, özellikle temizlik kâğıtları, sağlık ürünleri ve okul öncesi ile ilkökul seviyesindeki öğrencilerin sıklıkla kullandığı kâğıt ürünlerinde, insan sağlığına zarar vermeyen ve çevreye duyarlı alternatiflerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, hem doğal boyar maddenin hem de bitkisel kaynaklı mordanın birlikte kullanıldığı boyama işlemlerinin renk performansı ve ışık haslığı yönünden değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulguların, sürdürülebilir ve yenilenebilir kaynaklara dayalı çevre dostu üretim süreçlerine katkı sağlaması hedeflenmektedir.

2. Materyal ve Metot

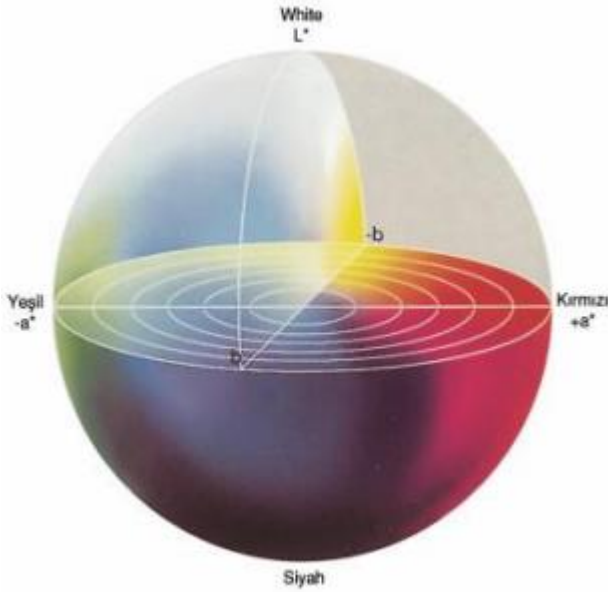
Bu çalışmada kullanılan kızılçam kabuğu, Türkiye'nin güneyinde, 37.54 enlem ve 35.39 boylam koordinatlarında, güney bakıya bakan yamaçta yetişmiş, 83 yaşında ve 66 cm çapında, tomruk üretimi için yeni kesilmiş bir ağaçtan temin edilmiştir. Bu çalışmada, kâğıt üretiminde kullanılmak üzere; okaliptüs (*Eucalyptus grandis*) odunundan kraft yöntemiyle elde edilmiş ağartılmış odun hamuru kullanılmış olup bu hamur hazır olarak temin edilmiştir. Hamurun parlaklık değeri, ISO 2469/2470/3688 standartlarına göre %89,80 olarak belirlenmiştir. Mordan maddesi olarak üzüm sirkesi (CH_3COOH) ve şap ($\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) kullanılmıştır.

Bu çalışmada kızılçam kabuğundan (KK) elde edilen doğal boyar madde kullanılarak ağartılmış kâğıt hamuru boyama işlemi yapılmıştır. Boyanın etkisini ortaya koymak için ağartılmış hamur kullanılmıştır. Mordan olarak şap ve üzüm sirkesi kullanılmıştır. Elde edilen doğal boyar madde ekstresi 50, 100 ve 150 ml olarak kullanılarak boyar madde miktarının etkisi incelenmiştir. Boyar maddenin etkisini belirlemek için Kontrol 1 (K1) örneklerinde boyar madde ve mordan kullanılmamıştır. Mordan etkisini belirlemek amacıyla Kontrol 2 (K2) örneklerinde sadece boyar madde kullanılmıştır. Çalışmada K1 bütün örneklerin referans alındığı boyar madde ve mordan ilavesiz üretilmiş kâğıtları ifade etmektedir. K2= 50 ml, K3=100 ml ve K4=150ml mordan ilavesiz boyar madde ilaveli örnekleri ifade etmektedir.

Boya eldesi için saf su/Kızılçam kabuğu oranı 100/5 (1000mL saf su + 50g kızılçam kabuğu) birim olarak ayarlanmıştır. Su ve boya hammaddesi karışımı soxhlet ekstraksiyon cihazında sıcaklıkta 4 saat süre ile ara sıra karıştırılarak kaynatılmış sonunda karışım soğutulup süzölmüştür. Elde edilen solüsyon boyar madde olarak kullanılmıştır. Odun hamuruna boyar madde ilavesi safiha oluşturmada önce mikserde yapılmıştır. Mordan ilavesi için 1gr şap 500 mL saf su içinde karıştırılarak çözünmesi sağlanmıştır. Bu çözeltiden, her bir safiha için sırasıyla 50, 100, 150 ve 200 mL kullanılmış olup; bu miktarlar, safihalar için sırasıyla 0,1; 0,2; 0,3 ve 0,4 gram şap kullanımına karşılık gelmektedir. Mordan olarak kullanılan üzüm sirkesi de benzer şekilde her bir safiha için 50, 100, 150 ve 200 ml oranlarında kullanılmıştır.

Kızılçam kabuğu ekstraksiyon işlemi soxhlet ekstraksiyon cihazı kullanılmıştır. Kâğıt yapımı için laboratuvar tipi Rapid Köthen marka kâğıt makinesi kullanılmıştır. Renk ölçümleri, MINOLTA CM-3600d (D65) cihazı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Değerlerin tespitinde kolorimetrik ölçümden (CIEL*a*b* Sistemi) yararlanılmıştır. Real Color Spectral Renk Ölçümü v1.3 (2006) programı kullanılmıştır. UV testleri için Bartın Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği bölümü laboratuvarında bulunan Q-Panel Lab Products cihazında hızlandırılmış yaşlandırma testi yapılmıştır. Cihazdaki test parametreleri aşağıdaki gibidir; UV (340 nm, dalga boyu) 0,65 W/m² 'de 8 saat ve 50 °C'de 4 saat şartlandırma.

Sıkça kullanılan CIE L*a*b* renk evreninde L* simgesi 0 ila 100 arasındadır ve açıklığı ifade eder. L*= 100 değeri beyazı, L*= 0 değeri ise siyahı gösterir. a* ve b* ifadeleri ise kromatik karakteristiklerdir. a* artıdan eksiye doğru kırmızıdan yeşile giderken, b* artıdan eksiye doğru sarıdan maviye gitmektedir (Appolonia vd., 2006). a* ve b* eksenleri birbirlerine dik açı yapar ve nötral noktada kesişir (parlaklığa bağlı olarak gri veya beyaz). Üçüncü eksen L*, açıklık/koyuluğun (parlaklığın) bir ölçüsüdür ve a* ve b* eksenleri tarafından oluşturulan düzleme dik olup bu düzlemi nötral noktada kesmektedir. Aynı rengin farklı tonları, a* ve b* eksenleri tarafından oluşturulan düzlem içerisinde nötral noktadan dışarıya doğru uzanan bir hat üzerinde yer almaktadır (Hunterlab, 2008b). CIE L*a*b* renk evreni aşağıda Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil.1: CIE L*a*b* renk evreni (Stefan vd., 1999; Keşmer, 2020).

Burada Δ; farklılığı göstermektedir ve E harfi; Almanca hissetme anlamına gelen Empfindung kelimesinden gelmektedir. CIE L* a* b* birimleri cinsinden renk farklılıkları, eşitlik 2.1, yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$$

2.1

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada, farklı hacimlerde (50 mL, 100 mL ve 150 mL) kıvılcım kabuğu boyar maddesi ve doğal mordan (KKB+M) kullanılarak boyanmış kâğıt örnekleri ile kontrol örnekleri, belirli UV maruziyet sürelerine (24, 48, 96 ve 120 saat) tabi tutulmuştur. Bu uygulamalara ilişkin renk ölçüm sonuçları sırasıyla Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 1 incelendiğinde, UV ışınlaması sonrasında CIE L*a* b* renk uzayında elde edilen Δa ve Δb değerleri, hem üzüm sirkesi hem de şap mordanı ilavesiyle birlikte renk tonlarının a* ekseninde kırmızıdan yeşile, b* ekseninde ise sarıdan maviye doğru yöneldiğini göstermektedir. Özellikle 50 mL ve 100 mL mordan ilavesinde, UV süresinin artışıyla birlikte yeşil ve mavi tonlara geçiş hızlanmış; 150 mL ilavesinde bu geçiş yavaşlamış, 200 mL ilavesiyle ise yeniden hızlanmıştır.

Üzüm sirkesi ve şap mordanı karşılaştırıldığında, UV süresindeki artışa bağlı olarak şap mordanı kullanılan örneklerde renk tonu geçişlerinin, üzüm sirkesi kullanılanlara kıyasla daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Örneğin, 120 saatlik UV uygulaması sonunda 200 mL üzüm sirkesi ilaveli kâğıtta Δa/Δb değerleri sırasıyla -4.30/-1.30 olarak ölçülürken, aynı miktarda şap mordanı ilaveli kâğıtta bu değerler -5.11/-6.31 olarak kaydedilmiştir.

Tablo 1.

50 mL kızılçam kabuğu boyar maddesi ve doğal mordan (KKB+M) ile boyanmış kâğıt örnekleri ile kontrol örneklerinin, farklı UV maruziyet süreleri (24, 48, 96 ve 120 saat) sonrası renk değişimlerine ilişkin ölçüm verileri

No	UV (saat)	KKB (mL)	Sirke (mL)	ΔL	Δa	Δb	ΔE
K1	24	---	---	-0,11	-0,07	0,78	0,79
	48			0,82	-0,05	0,55	0,99
	96			1,12	0,01	-0,44	1,20
	120			1,49	0,04	-0,74	1,66
K2	24	50	---	0,98	-0,75	-0,11	1,24
	48			1,20	-0,90	-1,62	2,21
	96			2,34	-0,88	-3,15	4,02
	120			2,61	-0,85	-3,87	4,74
S1	24	50	50	1,29	-0,64	-0,20	1,45
	48			2,16	-1,12	1,83	3,04
	96			2,87	-1,42	-3,53	4,77
	120			3,24	-1,31	-4,18	5,45
S2	24	50	100	1,71	-1,57	0,35	2,35
	48			3,86	-2,27	-0,62	4,52
	96			5,49	-3,29	-2,29	6,80
	120			6,21	-3,47	-2,92	7,69
S3	24	50	150	1,59	-0,95	0,91	2,06
	48			2,57	-1,80	0,00	3,14
	96			4,50	-2,77	-1,43	5,47
	120			5,19	-2,89	-1,93	6,25
S4	24	50	200	2,85	-1,80	1,10	3,55
	48			4,49	-2,73	0,37	5,27
	96			6,26	-3,91	-1,01	7,45
	120			7,34	-4,30	-1,80	8,70
No	UV (saat)	KKB (mL)	Şap (mL)	ΔL	Δa	Δb	ΔE
K2	24	50	---	0,98	-0,75	-0,11	1,24
	48			1,20	-0,90	-1,62	2,21
	96			2,34	-0,88	-3,15	4,02
	120			2,61	-0,85	-3,87	4,74
Ş1	24	50	50	0,17	-0,08	-0,54	0,57
	48			2,53	-1,35	-0,65	2,94
	96			5,47	-2,92	-2,77	6,79
	120			6,29	-3,30	-3,28	7,82
Ş2	24	50	100	2,94	-2,11	-2,01	4,14
	48			3,06	-3,19	-2,65	5,15
	96			8,06	-4,82	-6,77	11,58
	120			9,81	-5,19	-7,67	13,49
Ş3	24	50	150	0,51	0,29	0,90	1,07
	48			3,13	-1,66	-0,71	3,61
	96			8,65	-4,63	-5,79	11,39
	120			10,00	-4,67	-6,35	12,73
Ş4	24	50	200	-0,23	-0,03	-0,17	0,29
	48			1,68	-1,18	-0,39	2,09
	96			6,22	-3,84	-4,91	8,81
	120			10,23	-5,11	-6,31	13,06

S:Sirke , Ş: Şap, K1: Boyasız ve mordansız kontrol örneği K2: Boyalı ve mordansız kontrol örneği, KKB: kızılçam kabuğu boyar maddesi ve doğal mordan ile boyanmış kâğıt

L* değeri, yüzeyin parlaklığını ifade etmekte olup yüksek L* değerleri daha açık renkleri, dolayısıyla düşük boya tutunmasını; düşük L* değerleri ise koyu renkleri ve daha yüksek boya tutunmasını göstermektedir (Hunterlab, 2008b; Eser ve Önal, 2015; Keşmer ve Genç, 2022a). Tablo 1'deki ΔL değerleri dikkate alındığında, UV süresi arttıkça üzüm sirkesi mordanlı kâğıtların L* değerlerinin, şap mordanlı kâğıtlara kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, üzüm sirkesinin kızılçam kabuğu boyar maddesini kâğıt yüze-

yine şap mordanına göre daha etkin şekilde bağladığını göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, şap mordanı kullanan örneklerde daha fazla solma meydana gelmiştir.

ΔE değeri, ΔL^* , Δa^* ve Δb^* değerlerinden hesaplanmakta olup renk farkını ve dolaylı olarak boya tutunma düzeyini ifade eder. Yüksek ΔE değerleri renkler arasındaki farkın arttığını ve boya tutunmasının azaldığını göstermektedir (Hunterlab, 2008b; Keşmer ve Genç, 2022b). Tablo 1'e göre, UV ışınlaması sonunda şap mordanı kullanan kağıtlarda ΔE değerleri, üzüm sirkesi kullananlara kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Örneğin, 120 saat UV ışınlaması sonrası 200 mL üzüm sirkesi ilaveli kağıtlarda ΔE değeri 8.70 iken, şap mordanı kullanan kağıtlarda bu değer 13.06 olarak belirlenmiştir. Genel olarak, UV süresindeki artışla birlikte tüm örneklerde ΔE değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Tablo 2.

100 mL kıvılcım kabuğu boyar maddesi ve doğal mordan (KKB+M) ile boyanmış kâğıt örnekleri ile kontrol grubu örneklerinin, UV ışını altında farklı sürelerle (24, 48, 96 ve 120 saat) muamele edilmesi sonucunda elde edilen renk ölçüm verileri

No	UV (saat)	KKB (mL)	Sirke (mL)	ΔL	Δa	Δb	ΔE
K1	24	---	---	0,11	-0,07	0,78	0,79
	48			0,82	-0,05	0,55	0,99
	96			1,12	0,01	-0,44	1,20
	120			1,49	0,04	-0,74	1,66
K3	24	100	---	0,80	-0,55	0,43	1,06
	48			3,00	-1,61	-1,80	3,85
	96			4,44	-2,63	-4,62	6,93
	120			5,00	-2,91	-5,03	7,67
S1	24	100	50	0,48	0,34	-1,80	1,89
	48			1,63	-0,63	-2,26	2,86
	96			5,13	-2,22	-2,88	6,29
	120			6,07	-2,41	-4,78	8,09
S2	24	100	100	1,36	-0,60	1,43	2,06
	48			3,35	-1,81	0,96	3,93
	96			6,85	-3,62	-0,70	7,78
	120			8,29	-4,14	-1,34	9,36
S3	24	100	150	0,54	-0,17	0,04	0,57
	48			2,02	-1,19	-1,03	2,56
	96			5,56	-2,83	-3,18	7,00
	120			6,37	-3,11	-3,58	7,94
S4	24	100	200	2,20	-1,12	1,05	2,68
	48			4,33	-2,21	0,69	4,91
	96			8,05	-3,87	-0,90	8,98
	120			8,62	-4,17	-0,07	9,58
No	UV (saat)	KKB (mL)	Şap (mL)	ΔL	Δa	Δb	ΔE
K3	24	100	---	1,20	-1,35	-0,51	1,88
	48			3,90	-1,90	-2,00	4,78
	96			4,90	-2,34	-4,95	7,35
	120			6,30	-3,00	-5,90	9,14
Ş1	24	100	50	1,86	-0,91	0,87	2,25
	48			3,90	-2,29	-1,30	4,71
	96			7,47	-3,95	-5,05	9,84
	120			7,82	-4,29	-5,72	10,60
Ş2	24	100	100	1,25	-0,28	0,51	1,38
	48			3,56	-1,45	-1,26	4,05
	96			7,88	-3,68	-5,10	10,08
	120			8,94	-4,08	-5,79	11,41
Ş3	24	100	150	0,09	0,42	1,06	1,14
	48			2,01	-0,77	-0,61	2,24
	96			6,16	-3,18	-4,43	8,23
	120			7,13	-3,54	-5,50	9,68
Ş4	24	100	200	-0,35	0,70	-0,90	1,19
	48			1,33	0,18	-1,68	2,15
	96			2,35	-1,00	-3,69	4,49
	120			2,63	-1,44	-4,22	5,18

S:Sirke , Ş: Şap, K1: Boyasız ve mordansız kontrol örneği K3: Boyalı ve mordansız kontrol örneği, KKB: kıvılcım kabuğu boyar maddesi ve doğal mordan ile boyanmış kâğıt

Tablo 2 incelendiğinde, UV ışınlaması sonrasında CIE L* a* b* renk uzayında elde edilen Δa ve Δb değerleri, Tablo 1 ile benzer şekilde, hem üzüm sirkesi hem de şap mordanı ilavesinin artmasıyla birlikte renk tonlarının a* ekseninde kırmızıdan yeşile, b* ekseninde ise sarıdan maviye doğru kaydığını göstermektedir. Özellikle 50 mL ve 100 mL mordan ilavesinde UV süresinin artışı ile yeşil ve mavi tonlara geçiş hızlanmış, 150 mL ilavesinde geçiş yavaşlamış, 200 mL ilavesiyle ise bu geçiş yeniden artmıştır.

Üzüm sirkesi ve şap mordanı karşılaştırıldığında, UV süresi arttıkça şap mordanı kullanılan kağıtlarda renk tonu geçişlerinin daha hızlı gerçekleştiği tespit edilmiştir. Örneğin, 120 saatlik UV maruziyeti sonunda 150 mL üzüm sirkesi ilaveli kağıtta $\Delta a/\Delta b$ değerleri -3.11/-3.58 olarak ölçülürken, aynı miktarda şap mordanı kullanılan kağıtta bu değerler -3.54/-5.50 olarak belirlenmiştir.

Her iki mordan türü için de 50 mL ve 100 mL ilavesinde UV süresi arttıkça renk tonlarının yeşil ve mavi yönünde ilerlediği, 150 mL ilavesinde ise kırmızı ve sarıya yönelme görüldüğü, 200 mL ilavesiyle tekrar yeşil ve maviye geçişin hızlandığı gözlemlenmiştir.

ΔL (açıklık) değerleri açısından değerlendirildiğinde, UV süresi arttıkça üzüm sirkesi kullanılan kağıtlarda ΔL değerlerinin, şap mordanı kullanılanlara kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, üzüm sirkesinin boyar maddenin odun hamuruna daha iyi tutunmasını sağladığını ve UV'ye karşı daha dirençli bir yapı oluşturduğunu göstermektedir. Özellikle 24, 48, 96 ve 120 saatlik UV uygulamaları sonucunda bu fark belirginleşmiştir.

Tablo 1 ile karşılaştırıldığında, üzüm sirkesi mordanlı kağıtlarda 50 mL ve 100 mL ilavesi ile UV süresi arttıkça solma artarken, 150 mL ilavesinde solmanın azaldığı; benzer şekilde, şap mordanlı kağıtlarda da bu eğilimin gözlemlendiği belirlenmiştir.

ΔE (renk farkı) değerleri incelendiğinde ise, UV ışınlaması sonrasında şap mordanlı kağıtlarda üzüm sirkesi mordanlı kağıtlara kıyasla daha yüksek ΔE değerlerinin elde edildiği görülmektedir. Örneğin, 120 saatlik UV uygulaması sonunda 100 mL üzüm sirkesi kullanılan kağıtta ΔE değeri 9.36 iken, aynı miktarda şap mordanı kullanılan kağıtta bu değer 11.41 olarak ölçülmüştür. Genel olarak, UV süresi arttıkça ΔE değerlerinin de yükseldiği tespit edilmiştir.

Tablo 3 incelendiğinde, UV ışınlaması sonrasında CIE L* a* b* renk uzayında elde edilen Δa ve Δb değerleri, hem üzüm sirkesi hem de şap mordanı ilavesinin artışıyla birlikte renk tonlarının a* ekseninde kırmızıdan yeşile, b* ekseninde ise sarıdan maviye doğru kaydığını göstermektedir. Özellikle 50 mL ve 150 mL mordan ilavesinde UV süresinin artışıyla birlikte bu ton geçişlerinin hızlandığı; ancak 100 mL mordan kullanımında geçiş hızının azaldığı, 200 mL ilavesiyle ise yeniden arttığı gözlemlenmiştir.

Mordan türleri karşılaştırıldığında, UV süresinin artmasıyla birlikte şap mordanı kullanılan örneklerde renk tonu geçiş hızının üzüm sirkesi kullanılanlara kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

ΔL (açıklık) değerleri incelendiğinde, UV süreleri arttıkça üzüm sirkesi ile işlenen kağıtların ΔL değerlerinin şap mordanı kullanılanlara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum, üzüm sirkesinin renk solmasına karşı daha dirençli bir mordan olduğunu ve kızılçam kabuğu boyar maddesini odun hamuruna daha etkili bir şekilde bağladığını göstermektedir. Özellikle 24, 48, 96 ve 120 saatlik UV uygulamaları sonucunda bu etki daha belirgin hâle gelmiştir.

Tablo 3.

150 mL kızılçam kabuğu boyar maddesi ve doğal mordan (KKB+M) ile boyanmış kâğıt örnekleri ile kontrol grubu örneklerinin, UV ışını altında farklı sürelerle (24, 48, 96 ve 120 saat) muamele edilmesi sonucunda elde edilen renk ölçüm verileri

No	UV (saat)	KKB (mL)	Sirke (mL)	ΔL	Δa	Δb	ΔE
K1	24	---	---	0,11	-0,07	0,78	0,79
	48			0,82	-0,05	0,55	0,99
	96			1,12	0,01	-0,44	1,20
	120			1,49	0,04	-0,74	1,66
K4	24	150	---	1,09	-0,68	0,38	1,34
	48			2,04	-1,52	-1,37	2,89
	96			4,19	-2,35	-4,27	6,43
	120			4,81	-2,29	-4,94	7,27
S1	24	150	50	2,90	-1,96	0,68	3,57
	48			4,36	-2,58	0,14	5,07
	96			6,27	-3,88	-1,14	7,46
	120			7,44	-4,11	-1,75	8,68
S2	24	150	100	0,33	-1,90	-0,04	1,93
	48			1,68	-1,16	-0,93	2,24
	96			3,51	-1,69	-2,12	4,44
	120			3,99	-2,07	-2,96	5,38
S3	24	150	150	2,60	-0,61	1,75	3,19
	48			4,81	-2,70	1,26	5,66
	96			6,65	-3,64	0,07	7,58
	120			8,08	-4,56	-0,39	9,29
S4	24	150	200	0,19	-0,01	-0,05	0,20
	48			1,40	-0,26	-1,20	1,86
	96			2,99	-1,11	-3,60	4,81
	120			2,54	-1,47	-4,24	5,16
No	UV (saat)	KKB (mL)	Şap (mL)	ΔL	Δa	Δb	ΔE
K4	24	150	---	1,40	-0,68	0,38	1,60
	48			2,35	-2,20	-1,37	3,50
	96			5,30	-2,73	-4,27	7,33
	120			5,81	-2,84	-4,94	8,14
Ş1	24	150	50	3,20	-2,34	0,99	4,09
	48			5,25	-2,92	0,39	6,02
	96			6,90	-4,41	-1,41	8,32
	120			7,85	-4,90	-2,05	9,48
Ş2	24	150	100	0,63	-1,22	-0,47	1,45
	48			1,92	-1,90	-1,29	2,99
	96			3,89	-2,73	-2,57	5,40
	120			4,28	-3,40	-3,41	6,44
Ş3	24	150	150	2,92	-2,62	2,05	4,43
	48			5,00	-3,15	1,67	6,14
	96			7,40	-3,81	0,41	8,33
	120			8,35	-4,75	-0,74	9,63
Ş4	24	150	200	0,20	-0,17	-0,97	1,00
	48			1,85	-0,39	-1,79	2,60
	96			2,63	-1,61	-3,71	4,82
	120			2,82	-1,97	-4,25	5,47

S:Sirke , Ş: Şap, K1: Boyasız ve mordansız kontrol örneği K4: Boyalı ve mordansız kontrol örneği, KKB: kızılçam kabuğu boyar maddesi ve doğal mordan ile boyanmış kâğıt

Tablo 1, tablo 2 ve tablo 3 incelendiğinde; UV süreleri arttıkça hem üzüm sirkesi hem de şap mordanının ilavesiyle ton geçişinin kırmızıdan yeşile ve sarıdan mavi renge geçiş yaptığı tespit edilmiştir. Boyar madde artışı ve üzüm sirkesi artışıyla berber renk tonu geçişlerinin yavaşladığı görülmüştür. Şap mordanının ton geçişi 50mL ilavesinde daha hızlı olduğu görülmüştür; 100mL ilavesinde ton geçişi yeşilden kırmızıya ve maviden sarı renge hareket ettiği, 150mL ilavesinde ise tekrar yeşil ve mavi renge geçişin olduğu tespit

edilmiştir. Şap ve üzüm sirkesi mordanı karşılaştırıldığında; şap mordanı ilaveli kağıtlarda UV sürelerinin artışına bağlı olarak kırmızıdan yeşile ve sarıdan mavi renk tonuna geçişlerin daha hızlı ve fazla olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3'teki veriler incelendiğinde, UV ışınlama süresi arttıkça hem üzüm sirkesi hem de şap mordanı ilavesiyle renk tonlarında belirgin değişimler meydana geldiği gözlemlenmiştir. Her iki mordan türünde de ton geçişlerinin kırmızıdan yeşile ve sarıdan maviye doğru gerçekleştiği tespit edilmiştir. Boyar madde ve üzüm sirkesi oranındaki artış, renk tonlarındaki geçiş hızını yavaşlatmıştır. Şap mordanı ise farklı konsantrasyonlarda farklı etkilere neden olmuştur. Özellikle 50 mL şap mordanı ilavesiyle renk geçişleri daha hızlı gerçekleşmiş; 100 mL ilavesinde tonlar yeşilden kırmızıya ve maviden sarıya yönelmiştir. 150 mL şap mordanı kullanımında ise tonlar yeniden yeşil ve maviye dönmüştür. Şap ve üzüm sirkesi mordanları karşılaştırıldığında, UV ışınlama süresinin artışına bağlı olarak şap mordanı kullanılan örneklerde renk geçişlerinin daha hızlı ve belirgin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3'teki ΔL (açıklık-koyuluk) değerleri dikkate alındığında, UV süresine bağlı olarak şap mordanı kullanılan kağıtların, üzüm sirkesi kullanılan kağıtlara kıyasla daha yüksek ΔL değerleri gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum, şap mordanı ilavesinin UV sonrası renk açılmasını artırdığını göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, UV ışınlaması sonrasında şap mordanı ile muamele edilen kağıtlarda daha açık, üzüm sirkesi ile işlenenlerde ise daha koyu tonlar elde edilmiştir. Şap mordanı ile işlenen kağıtlarda, 100 mL boyar madde ilavesiyle hazırlanan örneklerin renk farkı (ΔE) değerlerinin, 50 mL ve 150 mL boyar madde kullanılan örneklerle kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Üzüm sirkesi ve şap mordanı uygulanan kağıt örnekleri karşılaştırıldığında ise, UV ışınlaması sonrasında üzüm sirkesi ile muamele edilen kağıtların renk solmasına karşı daha yüksek direnç gösterdiği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, Keşmer ve arkadaşları (2022b) tarafından yürütülen çalışma ile karşılaştırıldığında, her iki çalışmada da renk tonlarında kırmızıdan yeşile ve sarıdan maviye geçişlerin benzer şekilde gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Ancak, renk geçişlerinin bu çalışmada daha sınırlı düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, renk farkı (ΔE) ve parlaklık (ΔL) değerleri karşılaştırıldığında, şap ve üzüm sirkesi mordanlarının, UV ışınlaması sonrasında aloe vera mordanına kıyasla daha yüksek boya tutunması sağladığı ve daha koyu renk tonları oluşturduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgular, Keşmer ve arkadaşları (2022a) tarafından yürütülen çalışma ile karşılaştırıldığında ise; her iki çalışmada da renk tonlarında kırmızıdan yeşile ve sarıdan maviye geçişlerin benzer şekilde gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Ancak, renk geçişlerinin yaptığımız çalışmada daha ileri düzeyde olduğu belirlenmiştir. Renk farkı (ΔE) ve parlaklık (ΔL) değerleri karşılaştırıldığında, soğan kabuğu boyar maddeli ve aloe vera mordanlı kağıt örneklerinin, kızılçam kabuğu boyar maddeli - şap ve üzüm sirkesi mordanlı kağıt örneklerine oranla, UV ışınlaması sonrasında solmanın daha az olduğu tespit edilmiştir. Buradaki kıyas 50mL boyar madde üzerinde yapılmıştır.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, mordan ilavesinin doğal boyalı kağıtlar üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Mordan kullanılan örneklerde hem görsel kalite hem de spektroskopik veriler açısından daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Boyar madde ve mordan oranındaki artışın, liflere tutunmayı belirgin şekilde artırdığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda, kağıt hamurunun doğal yöntemlerle renklendirilmesinde ilgili boyar maddenin kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

İğne yapraklı ağaçların kabuklarının, ormanda çürümeye terk edilmesi yerine biyokütle kaynağı olarak değerlendirilmesi önerilmektedir. Bu yaklaşım, atık yönetimi ve enerji verimliliği açısından katkı sağlayacaktır. Bu, kaynak verimliliği açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır. Atık değerlendirme mekanizmalarının geliştirilmesi ve değerlendirilmesine yönelik projeler ve pilot uygulamalar teşvik edilmelidir.

Doğal boyar madde üretimi sonrasında ortaya çıkan bitkisel atıklar, yakılarak enerji üretiminde veya toprağa karıştırılarak karbon ihtiyacının karşılanması yoluyla organik madde döngüsüne katkı sunacak biçimde değerlendirilebilir. Bu uygulamalar döngüsel ekonomi prensiplerine uygun ve sürdürülebilirlik hedefleriyle örtüşmektedir.

Doğal boyar maddelerin yenilenebilir (bitki, hayvanlar ve madenlerden elde edilmeleri nedeniyle), çevre dostu ve biyolojik olarak bozularak çevreye zarar vermemeleri, sentetik boyalara karşı önemli bir avantaj ve ekolojik sürdürülebilirlik ilkelerine uyum sağlamaktadırlar. Bu nedenle, özellikle kâğıt ve tekstil endüstrilerinde doğal boyaların kullanımının yaygınlaştırılması çevresel açıdan önemlidir.

Sonuç olarak; doğal boyar madde içeren bitkilerin araştırılması ve kullanımının geliştirilmesi, doğal boya maddelerin üretimi ve kullanımı kırsal kalkınmayı destekleyebilir, yeni iş alanları oluşturabilir ve küçük ölçekli girişimciliği teşvik edebilir. Bu potansiyelin değerlendirilmesi için yerel düzeyde pilot uygulamalara öncelik verilmesi önerilmektedir. Ekonomik ve çevresel faydaları göz önüne alınarak, doğal boyar madde üretimine yönelik pilot uygulamalar hızla hayata geçirilmeli ve bu alandaki girişimciler desteklenmelidir. Yerel doğal boyar madde kaynaklarının tespiti ve ticari kullanım potansiyelinin belirlenmesi amacıyla akademik çalışmalar ve AR-GE projeleri artırılmalıdır.

Doğal liflerin fiziksel, kimyasal ve morfolojik özellikleri birbirinden farklı olduğundan, bu çalışmada kullanılan yöntem ve hamur dışında farklı lif türleriyle çalışıldığında, farklı renkler veya aynı rengin farklı tonlarının elde edilme olasılığı yüksektir. Bu nedenle, ileride yapılacak çalışmalarda farklı türlerin denenmesi durumunda, lif morfolojisi ile boya ilişkilerinin dikkate alınması gerektiği kanaatindeyiz.

Çıkar Çatışması

Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Kaynaklar

- Akgün, M., Becerir, B. ve Alpay, H.R. (2007). Assessment of Color Strength and Color Difference Values of Polyester Fabrics Containing Continuous Weft Yarns After Abrasion. *Fibers and Polymers*, 8(5): 495-500.
- Akgün, M., Becerir, B. ve Alpay, H.R. (2008). Assessment of Color Strength and Chroma Value Sof Polyester Fabrics Having Different Cover Factors After Abrasion. *Textile Research Journal*, 78(3): 264-271.
- Akgün, M., Alpay H., R. ve Becerir B. (2012). Kumaş Yapısal Parametreleri İle Reflektans değerleri Arasındaki İlişkilerin Değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 17(1): 93-106.
- Bebekli, M. (1998). *Doğal Kaynaklardan Boyar Madde İzolesi ve Pratikte Kullanılabilirliğinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 105 s.
- Eser, F. ve Önal, A. (2015). Dyeing of Wool and Cotton with Extract of the Nettle (*Urtica dioica* L.) Leaves. *Journal of Natural Fibers*, 12(3): 222-231.
- Etters, J.N. (1997). Influence of Fabric Surface Effect on Color Depth and Hue of Garment-dyed. *Textile. Am. Dyest. Rep.*, 86(5): 15-18.
- Hunterlab, (2008a). *Kubelka-Monk Theory and K/S*. Applications Note 18(7): 1-3
- Hunterlab, (2008b). *CIE L*a*b* Color Scale*. Applications Note, 8(7):.1-4.
- Ingamells, W. (1993). *Colour for Textiles: A User's Handbook*. The Society of Dyers and Colorists, Bradford, 192 s.
- Karadağ, R. (2007). *Doğal Boyamacılık*. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Döner Sermaye İşletmesi Merkez Müdürlüğü, Geleneksel El Sanatları ve Mağazalar İşletme Müdürlüğü, Ankara, 128 s.
- Keşmer, C., (2020). *Değişik Doğal Boyar maddelerle Renklendirilmiş Kağıtlarda Renk Stabilitésinin Belirlenmesi* (Doktora tezi). Bartın Üniversitesi, 113s. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.

- Keşmer, C., Gençer, A., Kılıç Pekgözlü, A., ve Bebekli, M. (2020a). Kızılçam Kabuğu ve Soğan Kabuğundan Elde Edilen Doğal Boyar maddelerin Kağıt Hamurunu Boyama Performansı, *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 15 Nisan/April, 2020, 22(1): 123-132
- Keşmer, C., Gençer, A., Kılıç Pekgözlü, A., ve Bebekli, M. (2020b). Kızılçam Kabuğundan Doğal Boyar madde Üretilmesi ve Boyamada Organik Mordan Kullanımının Etkisi, *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, International Indexed & Refereed ISSN: 2667-6702, Volume (7), Issue (9), Year (2020).
- Keşmer C. ve Gençer A., (2022a). Uv Performance Of Mordant Made From Aloe Vera Plant On Natural Dyed Paper, *Çukurova 9th International Scientific Researches Conference*, s. 1679-1688, October 9-11, 2022 Adana, Full Texts Book (Volume 2).
- Keşmer C. ve Gençer A., (2022b). The Effect Of Using Natural Mordant On Paper Dyeing With Dyestuff Made From Waste Onion Skin, *Çukurova 9th International Scientific Researches Conferences*, s. 1607-1617, October 9-11, 2022 Adana, Full Texts Book (Volume 2).
- Krishnamurty, K.V. Siva R. ve Senthil Kumar T. (2002). Natural Dye Yielding of Shervaroy Hills of Eastern Ghats. Department of Plant Science, Bharathidasan University, Tiruchirappalli 620 024. National Seminar on Conservation of Eastern Ghats:151- 153.
- Korur, N.R. (1937). Planzenfarbstoffe in der Türkei. Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü, Ankara, 177 s.
- Kubelka, P. (1948). New Contributions to The Optics of Intensely Light-Scattering Materials Part I. *Journal of the Optical. Society of America*, 38(5): 448-457.
- Mc Donald, R. (1987). *Colour Physics for Industry*. SDC and Dyers Company Publications Trust, London, 301 s.
- Mc Laren, K. (1986). *The Colour Science of Dyes and Pigments*. Adam Hilger Ltd., ABD, 209 s.
- Önal, A. (2000). *Doğal Boyar Maddeler (Ekstraksiyon – Boyama)*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Yayınları No:7 Tokat.
- Sasaki, H., Yanai, E. ve Araki, H. (1993). Correcting Fabric Dyeing Rates by Evaluating Contactpoints of Yarns. *Textile Research. Journal*, 63(10): 614-618.
- Shin, K.I., Kim, S.H. ve Kim, J.J. (2005). Image Analysis of The Luster of Fabrics with Modified Cross-Section Fibers. *Fibers and Polymers*, 6(1): 82-88.
- Stefan, B., Liane, M., ve Dietmar, F. (1999). Postscriptum on Color Management. Gretag Macbeth, 122 s.