



## Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi Turkish Journal of Science and Engineering

www.dergipark.org.tr/tjse

### Ahşap Ağartma Kimyasalları Uygulandıktan Sonra Balmumu ile Muamele Edilmiş Balau Red (*Shorea guiso*) Odununda Bazı Yüzey Özelliklerinin Belirlenmesi

Hüseyin Peker<sup>1</sup>, Elif Hümeýra Bilginer<sup>2</sup>, Ümit Ayata<sup>3\*</sup>, Osman Çamlıbel<sup>4</sup>, Levent Gürleyen<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü, Artvin, Türkiye

<sup>2</sup>KTO Karatay Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Konya, Türkiye

<sup>3</sup>Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye

<sup>4</sup>Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale Meslek Yüksekokulu, İç Mekan Tasarımı Programı, Tasarım Bölümü, Kırıkkale, Türkiye

<sup>5</sup>Düzce Borsa İstanbul Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Düzce, Türkiye

\*Sorumlu yazar: umitayata@bayburt.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 21/12/2023

Kabul tarihi: 27/05/2024

**Anahtar Kelimeler:** Ağartma, Balau red, Balmumu, *Shorea guiso*

DOI: 10.55979/tjse.1407845

#### ÖZET

Balau red (*Shorea guiso*) odunu yurt dışında inşaatta, kirişlerde ve evlerin diğer kısımlarında ve araç çerçevelerinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, ahşap ağartma kimyasalları [tek komponentli ( $C_2H_2O_4$ ) ve çift komponentli ( $H_2O_2+NaOH$ )] uygulandıktan sonra balmumu (tek kat) ile muamele edilmiş balau red (*Shorea guiso*) odununda bazı yüzey özellikleri renk parametreleri, parlaklık ve beyazlık indeksi:  $WI^*$ ) araştırılmıştır. 6 farklı deney grubu [kontrol, tek komponentli ağartma işlemi, çift komponentli ağartma işlemi, balmumu muamelesi, tek komponentli ağartma + balmumu ve çift komponentli ağartma + balmumu] oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, varyans analizi testleri bütün testler üzerinde anlamlı olarak tespit edilmiştir. Liflere dik yönde  $WI^*$  değerleri ve  $a^*$  değeri tek ve çift komponentli ağartma kimyasalları ile azalış gösterirken,  $h^o$  değeri artış sonuçları sergilemiştir. Balmumu uygulaması ile liflere dik ve paralel yönlerde yapılan  $WI^*$  değerleri azalış durumları vermiştir. Yapılan 5 farklı uygulamalar ile bütün derece ve yönlerde ait parlaklık değerleri azalmıştır.

### Identification of Certain Surface Characteristics of Balau Red (*Shorea guiso*) Wood Treated with Wood Bleaching Chemicals Followed by Wax Treatment

#### ARTICLE INFO

Received: 21/12/2023

Accepted: 27/05/2024

**Keywords:** Bleaching, Balau red, Wax, *Shorea guiso*

DOI: 10.55979/tjse.1407845

#### ABSTRACT

Balau red (*Shorea guiso*) wood is used in construction abroad, in beams, other parts of houses, and vehicle frames. In this study, some surface properties of balau red (*Shorea guiso*) wood treated with wax (single coat) after the application of wood bleaching chemicals [single-component ( $C_2H_2O_4$ ) and double-component ( $H_2O_2+NaOH$ )] were investigated, including color parameters, glossiness, and whiteness index ( $WI^*$ ). Six different experimental groups were formed [control, single-component bleaching process, double-component bleaching process, wax treatment, single-component bleaching + wax, and double-component bleaching + wax]. According to the obtained results, variance analysis tests were found to be significant across all tests.  $WI^*$  values perpendicular to the fibers and the  $a^*$  value showed a decrease with both single and double-component bleaching chemicals, while the  $h^o$  value exhibited an increase. Wax application resulted in decreases in  $WI^*$  values in both perpendicular and parallel directions to the fibers. The glossiness values for all degrees and directions decreased with the five different treatments.

#### 1. Giriş

Genellikle mumlar, hayvan, bitki ve mineral olmak üzere üç temel kategoriden birinde sınıflandırmaya çalışılır. Ancak bu yaklaşım bile zorluklarla karşılaşmaktadır. Mineral mumlar gerçekte, petrol ve kömür oluşturmak için basınca ve milyonlarca yıllık yaşlanmaya maruz kalan ilkel bitki örtüsü tortularıdır. Üç ana kaynaktan türetilen çok sayıda sentetik mum için de dördüncü bir sınıflandırma gereklidir. Bir mumun artık doğal bir mum olarak değil de sentetik bir mum olarak kabul edilmeden önce ne kadar inceltiip değiştirilebileceği sorusu da ortaya çıkmaktadır (Bower, 2005).

Doğal olarak koyu renkte olan ahşap türleri, daha açık bir renge ağartılabilirler (Downs, 1948).

Ağartma reaksiyonları genellikle renk sistemlerini parçalayan oksidatif veya indirgeyici süreçleri içerir. Bu süreçler, altta yatan kromoforik grupların tahrip edilmesi veya değiştirilmesi yanı sıra renkli cisimlerin daha küçük, daha çözünbilir ünitelere parçalanması ve ağartma işlemi sırasında daha kolay bir şekilde uzaklaştırılması içerebilir (Farr vd., 2003).

Ağartma akışında yetersiz miktarda kalan peroksit, lif parlaklığının tersine dönmesine neden olabilirken fazla miktar ise ağartma kimyasalı olan peroksitin maliyetini artırır. Bu nedenle, ahşap lif ağartma operasyonlarında peroksit konsantrasyonunu izlemek son derece önemlidir (Chai vd., 2004).

Literatürde çeşitli ahşap malzeme yüzeylerine farklı türlerde hazırlanmış arı balmumu ve balmumu katkılı kimyasallarının [propolis ile sarıçam (*Pinus sylvestris* L.),

gökmar (*Abies nordmanniana*), doğu ladini (*Picea orientalis* L.) (Akçay vd., 2022), arı balmumu ile kavak (*Populus ussuriensis* Kom) (Ren vd., 2016), arı balmumu ile Avrupa kirazı (*Prunus avium* L) ve ladin (*Picea abies* (L) Karst) (Petric vd., 2004), polipropilen balmumu ile karaağaç (*Ulmus davidiana* Planch var. japonica) (Wang & Song, 2022), balmumu ile Avrupa cevizi (*Juglans regia*) ve Avrupa akçağacı (*Acer pseudoplatanus*) (Liu vd., 2022), arı balmumu ile kavak (*Populus alba* L.), ıhlamur (*Tilia grandifolia* Ehrh.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kayın (*Fagus orientalis* L.) (Akçay, 2020), polietilen balmumu ve arı balmumu ile Mançurya külü (*Fraxinus mandshurica* Rupr.) ağacı (Niu & Song, 2021)] ve çeşitli ağaç türleri üzerinde ağartma işlemlerinin [movingui (*Distemonanthus benthamianus*) (Peker vd., 2023b), izombé (*Testulea gabonensis*) (Peker vd., 2023a), satinwood ceylon (*Chloroxylon swietenia* DC) (Ayata & Çamlıbel, 2023), ilomba (*Pycnanthus angolensis* Exell) (Ayata & Bal, 2023a), olon (*Zanthoxylum heitzii*) (Peker & Ayata, 2023a), canelo (*Drimys winteri* J.R. Forst. & G. Forst.) (Peker, 2023a), lotofa (*Sterculia rhinopetala*) (Peker, 2023b), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) (Peker & Ulusoy, 2023), ıhlamur (*Tilia tomentosa* - Moench.) (Çamlıbel & Ayata, 2023a), ekop (*Tetraberlinia bifoliolata* Haum.) (Çamlıbel & Ayata, 2023b), Japon melez (*Larix kaempferi*), Moğol meşesi (*Quercus mongolica*) (Park vd., 2022), huş (*Betula platyphylla* Suk.) (Liu vd., 2015)] yapıldığı bildirilmiştir.

*Shorea*, tropik ormanlarda yetişen ana familyanın (Dipterocarpaceae) cinslerinden biridir (Bawa vd., 1998). Kereste ticareti dünyasında *Shorea* cinsi büyük talep görmektedir ve bu nedenle birinci ticari sınıfa dahil edilmiştir (Djarwanto vd., 2017).

Dipterocarpaceae familyasına ait *Shorea guiso* (guijo), genel inşaat, kirişlerde ve evlerin diğer kısımlarında ve araç çerçevelerinde (yerli arabalar ve arabalar) kullanılan ahşap malzemede kullanılan en önemli sert ağaç türlerinden biridir. Filipinler’de geniş bir dağılıma sahiptir ve alçak rakımlı birincil ormanlarda baskın bir türdür (Florido vd., 1998).

Dışarı çıkan reçinenin toplanmadan önce ağaç üzerinde kurumasına izin verilir. Ağacın kesiği yenilemek için ziyaret edilme sıklığı, ağacın köyden ne kadar uzak olduğuna bağlı olarak haftada bir ila ayda bir arasında değişmektedir. Dokunma 30 yıl boyunca devam edebilir (Coppen, 1995).

Ağaçtan “huile de bios” olarak bilinen dammar reçinesi elde edilmektedir (Gardner vd., 2000). Bu madde, vernik ve boya yapımında kullanılmaktadır (Uphof, 1959; Gardner vd., 2000).

Dammar, Güneydoğu Asya’nın çeşitli ağaçlarından elde edilen sert bir reçinedir. Geleneksel olarak tekne ve sepetlerin kalafatlanması gibi amaçlarla, yapıştırıcı olarak, ilaç olarak, meşaleler için yakıt olarak ve bazen de yiyeceklerde kullanılır. Dammar’ın birçok ticari uygulaması vardır, ancak bu kullanımların çoğu günümüzde sentetik malzemelerin ortaya çıkması nedeniyle daha az önem taşımaktadır. Ticari olarak

mürekkeplerin, cilaların, yağlı boyaların, verniklerin vb. bir bileşenidir ve gıdalarda parlaticı madde olarak kullanılır (Coppen, 1995).

Bu çalışmada, ahşap ağartma kimyasalları uygulandıktan sonra balmumu ile muamele edilmiş balau red (*Shorea guiso*) odununda bazı yüzey özellikleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçların ağartma, balmumu ve bu ağaç türüne ait kullanım alanları adına yeni bilgiler katacağı hedeflenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Ahşap malzeme

Balau red (*Shorea guiso*) odunu bu çalışmada seçilmiştir. Deney örnekleri 100 x 100 x 20 mm<sup>3</sup> boyutlarında hazırlanmıştır.

Daha sonra, bu numuneler üzerinde 20±2 °C ile %65 bağıl nemde olacak şekilde iklimlendirme uygulamaları yapılmıştır (ISO 554, 1976).

#### 2.1.2. Ağartma kimyasalları

Araştırmada, tek komponentli [oksalik asit (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>): sıvı, kokusuz, renksiz, pH değeri 2.0±0.5] ve çift komponentli (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+NaOH) [pH değeri 7, sıvı, kokusuz, renksiz, çözünür, seyreltici maddesi su, hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>): A bileşeni ve sodyum hidroksit (NaOH): B bileşeni, 2:1 oranında karıştırılarak] kimyasalları kullanılmıştır.

#### 2.1.3. Balmumu

Çalışmada, doğal ve sentetik balmumlarının karışımına sahip balmumu (görünüm: macun, renk: nötr, koku: karakteristik, suda çözünürlük: dağılabilir fakat çözünmez, kuru artık: %30 ve pH değeri: 7.6) kullanılmıştır.

### 2.2. Metot

#### 2.2.1. Ağartma kimyasallarının uygulanması

Bir sünger kullanılarak sürme tekniği ile bu kimyasallar ahşap malzeme yüzeylerine uygulanmıştır.

#### 2.2.2. Ahşap yağının ahşap malzeme yüzeylerine uygulanması

Çalışmada, doğal ve sentetik balmumlarının karışımına sahip yağ ahşap malzeme yüzeylerine tek kat olarak fırça yardımıyla uygulanmıştır.

#### 2.2.3. Testler

##### 2.2.3.1. Parlaklık özelliklerinin belirlenmesi

Parlaklık değerleri, ETB-0833 model gloss meter cihazında üç farklı açıda (20°, 60° ve 85°) liflere paralel ve dik yönlerde olacak şekilde yapılmıştır (Şekil 1b) (ISO 2813, 1994).

### 2.2.3.2. Renk özelliklerinin belirlenmesi

Bir CS-10 renk ölçüm cihazı (CHN Spec, Çin) [CIE 10° standart gözlemci; CIE D65 ışık kaynağı, aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağınmak aydınlatma)] (Şekil 1c) ile renk parametreleri belirlenmiştir (ASTM D 2244-3, 2007). Aşağıdaki formüller yardımıyla toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar belirlenmiştir.

$\Delta E^*$  için kıyaslamaları için kriter değerleri (DIN 5033, 1979) Çizelge 1'de verilmiştir.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$h^\circ = \arctan (b^*/a^*) \quad (2)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - C^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (3)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - a^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (4)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - L^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (5)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - b^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (6)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

Çizelge 1.  $\Delta E^*$  değerlendirmesi için kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979)

Table 1. Comparison Criteria for  $\Delta E^*$  evaluation (DIN 5033, 1979)

Toplam renk farkı ( $\Delta E^*$ )	Görsel renk puanı farkı
<0.2	Algılanamaz
0.2 ila 0.5	Çok zayıf
0.5 ila 1.5	Zayıf
1.5 ila 3.0	Belirgin
3.0 ila 6.0	Çok belirgin
6.0 ila 12.0	Güçlü
> 12.0	Çok güçlü

$\Delta a^*$ ,  $\Delta C^*$ ,  $\Delta H^*$ ,  $\Delta b^*$  ve  $\Delta L^*$  tanımlamaları (Lange, 1999) Çizelge 2'de sunulmuştur.

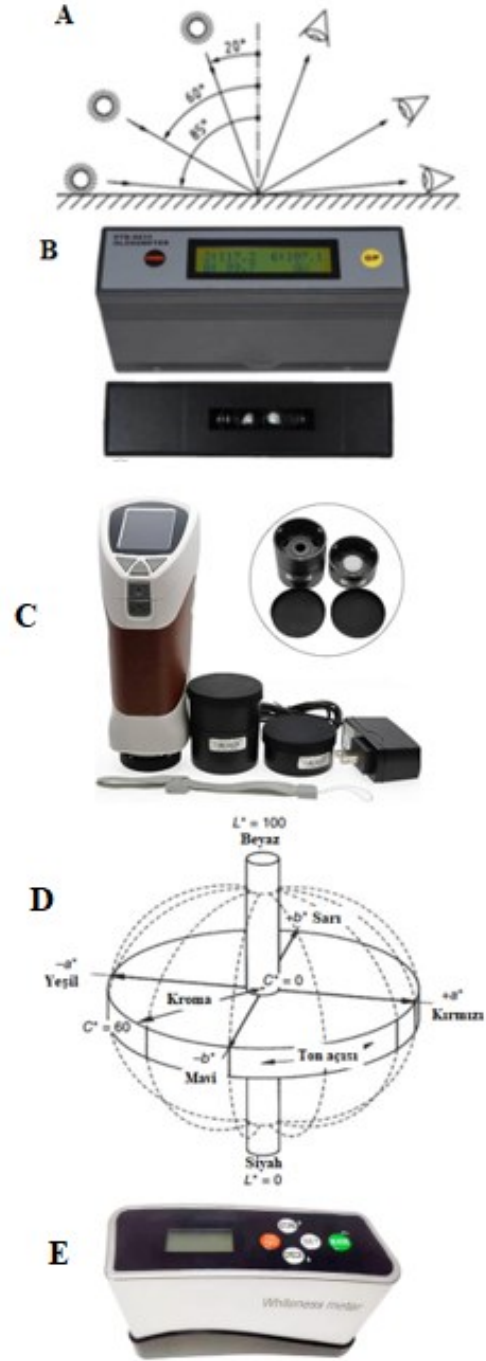
Çizelge 2.  $\Delta a^*$ ,  $\Delta C^*$ ,  $\Delta b^*$  ve  $\Delta L^*$  tanımlamaları (Lange, 1999)

Table 2. Definitions of  $\Delta a^*$ ,  $\Delta C^*$ ,  $\Delta b^*$ , and  $\Delta L^*$  (Lange, 1999)

Test	Referansa göre Pozitif durumdaki açıklama	Referansa göre Negatif durumdaki açıklama
$\Delta b^*$	Daha sarı	Daha mavi
$\Delta L^*$	Daha açık	Daha koyu
$\Delta a^*$	Daha kırmızı	Daha yeşil
$\Delta C^*$	Daha net, daha parlak	Daha bulanık, mat

### 2.2.3.3. Beyazlık indeksi ( $WI^*$ ) özelliklerinin belirlenmesi

Bu çalışmada, Whiteness Meter BDY-1 cihazının kullanılması beyazlık indeksi ( $WI^*$ ) değerleri liflere paralel ve dik yönlere belirlenmiştir (ASTM E313-15e1, 2015) (Şekil 1e).



Şekil 1. (a) Ölçüm açıları (ISO 2813, 2014) ve (b) parlaklık ölçüm cihazı, (c) renk ölçüm cihazı ve (d)  $L^*$  değerinin merkez ekseninde temsil edildiği ve  $a^*$  ile  $b^*$  eksenlerinin yatay düzlemde görüldüğü toplam sistem (de With, 2018) ve (e) beyazlık indeksi ölçüm cihazı

### 2.3. İstatistiksel analizlerin belirlenmesi

Bir istatistik programı ve çalışmaya ait ölçüm değerlerinin kullanılması ile standart sapmaları, maksimum ve minimum ortalama değerleri, ortalamaya ait olan ölçüm değerleri, homojenlik grupları, çok değişkenli varyans analizleri ve yüzde (%) değişim oranları hesaplanmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çok değişkenli varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, bütün testler için uygulama türü faktörünün anlamlı olarak elde edildiği görülmüştür.

Beyazlık indeksi ( $WT^*$ ) değerlerine ve renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 4'de sunulmuştur.

$h^o$  ve  $L^*$  değerler için en yüksek sonuçlar çift komponentli ağartma + balmumu uygulamasına sahip örneklerde görülürken, en düşük sonuçlar balmumu uygulamasına sahip örneklerde elde edilmiştir (Çizelge 4).

$a^*$  parametresi için en yüksek sonuç balmumu uygulamasına sahip örneklerde tespit edilirken, en düşük sonuç çift komponentli ağartma + balmumu uygulamasına sahip deney örneklerinde bulunmuştur (Çizelge 4).

$b^*$  ve  $C^*$  için en yüksek sonuçlar çift komponentli ağartma işlemine sahip örneklerde bulunurken, en düşük sonuçlar tek komponentli ağartma + balmumu uygulamasına sahip örneklerde tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Bütün uygulamalar ile liflere dik yöndeki  $WT^*$  değerlerinde azalmalar tespit edilmiştir. En yüksek sonuç kontrol deney grubunda (13.18) bulunurken, en düşük sonuç tek komponentli ağartma + balmumu uygulamasına sahip örnekler (6.74) üzerinde görülmüştür (Çizelge 4).

Liflere paralel yönlerde yapılan  $WT^*$  değerlerinde ise en yüksek sonuç çift komponentli ağartma işlemi görmüş deney örneklerinde (9.38) tespit edilirken, en düşük balmumu muamelesine sahip örneklerde (4.32) elde edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 5'de toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar görülmektedir. Renk değiştirme kriterleri (DIN 5033, 1979) ile verilen değerlerle bu çalışmada elde edilen sonuçlar kıyaslandığında, tek komponentli ağartma işlemi görmüş deney örnekleri "çok belirgin (3.0 ila 6.0)" kriterini verirken, diğer bütün uygulamalar "güçlü (6.0 ila 12.0)" kriterini vermiştir (Çizelge 5).

$\Delta L^*$  değerleri tek komponentli ağartma işlemi, balmumu muamelesi ve tek komponentli ağartma + balmumu uygulamaları ile negatif olarak bulunurken, çift komponentli ağartma işlemi ve çift komponentli ağartma + balmumu uygulaması ile pozitif olarak elde edilmiştir (Çizelge 5).

$\Delta a^*$  değerleri ise tek komponentli ağartma işlemi, çift komponentli ağartma işlemi, tek komponentli ağartma +

balmumu ve çift komponentli ağartma + balmumu uygulamaları ile negatif yönde bulunurken, balmumu muamelesi ile pozitif yönde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

$\Delta b^*$  ve  $\Delta C^*$  değerleri ise tek komponentli ağartma işlemi ve tek komponentli ağartma + balmumu uygulamaları ile negatif olarak bulunurken, çift komponentli ağartma işlemi, balmumu muamelesi ve çift komponentli ağartma + balmumu ile pozitif olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 6'da parlaklık değerlerine ait ölçüm sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre, bütün uygulamalar ile parlaklık değerlerinde azalmalar elde edilmiştir. Bütün derece ve yönlerde yapılan parlaklık testleri için en yüksek sonuçlar kontrol deney grubu örneklerinde tespit edilmiştir (Çizelge 6).

60 ve 85 derecelerde her iki yönlerdeki belirlenmiş olan parlaklık değerleri için en düşük sonuçlar çift komponentli ağartma kimyasalı uygulanmış deney örneklerine ait gruplarda bulunmuştur (Çizelge 6).

### 4. Sonuç

Elde edilen sonuçlara göre;

- ✓ Bütün testler için varyans analizi testleri anlamlı olarak belirlenmiştir.
- ✓ Balmumu uygulaması ile liflere dik ve paralel yönlerde yapılan  $WT^*$  değerleri azalış durumları vermiştir.
- ✓ Tek ve çift komponentli ağartma kimyasalları ile liflere dik yönde  $WT^*$  değerleri ve  $a^*$  değeri azalış gösterirken,  $h^o$  değeri artış sonuçları sergilemiştir.  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri tek komponentlide azalırken, çift komponentlide artmıştır.
- ✓ Bütün derece ve yönlerde ait parlaklık değerleri yapılan 5 farklı uygulamalar ile azalmıştır.

Çizelge 3. Çok değişkenli varyans analizi sonuçları  
Table 3. Results of multivariate analysis of variance

Varyans	Test	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Uygulama	Işıklılık ( $L^*$ )	1 164.998	5	233.000	477.141	0.000*
	Kırmızı ( $a^*$ ) renk tonu	261.730	5	52.346	302.485	0.000*
	Sarı ( $b^*$ ) renk tonu	335.351	5	67.070	161.183	0.000*
	Kroma ( $C^*$ )	214.693	5	42.939	87.909	0.000*
	Ton ( $h^\circ$ ) açısı	2 094.262	5	418.852	697.986	0.000*
	$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık	0.155	5	0.031	20.459	0.000*
	$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık	37.268	5	7.454	552.111	0.000*
	$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık	131.499	5	26.300	312.956	0.000*
	$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık	0.329	5	0.066	25.187	0.000*
	$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık	54.644	5	10.929	486.521	0.000*
	$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık	531.389	5	106.278	1 127.949	0.000*
	Beyazlık indeksi ( $\perp$ )	419.928	5	83.986	1 474.390	0.000*
	Beyazlık indeksi ( $\parallel$ )	230.536	5	46.107	829.930	0.000*
Hata	Işıklılık ( $L^*$ )	26.370	54	0.488		
	Kırmızı ( $a^*$ ) renk tonu	9.345	54	0.173		
	Sarı ( $b^*$ ) renk tonu	22.470	54	0.416		
	Kroma ( $C^*$ )	26.376	54	0.488		
	Ton ( $h^\circ$ ) açısı	32.405	54	0.600		
	$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık	0.082	54	0.002		
	$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık	0.729	54	0.014		
	$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık	4.538	54	0.084		
	$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık	0.141	54	0.003		
	$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık	1.213	54	0.022		
	$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık	5.088	54	0.094		
	Beyazlık indeksi ( $\perp$ )	3.076	54	0.057		
	Beyazlık indeksi ( $\parallel$ )	3.000	54	0.056		
Toplam	Işıklılık ( $L^*$ )	153 350.079	60			
	Kırmızı ( $a^*$ ) renk tonu	6 448.163	60			
	Sarı ( $b^*$ ) renk tonu	28 111.744	60			
	Kroma ( $C^*$ )	34 561.964	60			
	Ton ( $h^\circ$ ) açısı	252 012.640	60			
	$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık	2.480	60			
	$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık	319.230	60			
	$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık	374.440	60			
	$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık	3.330	60			
	$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık	456.790	60			
	$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık	2 217.640	60			
	Beyazlık indeksi ( $\perp$ )	6 837.940	60			
	Beyazlık indeksi ( $\parallel$ )	2 863.000	60			
Düzeltilmiş Toplam	Işıklılık ( $L^*$ )	1 191.368	59			
	Kırmızı ( $a^*$ ) renk tonu	271.075	59			
	Sarı ( $b^*$ ) renk tonu	357.821	59			
	Kroma ( $C^*$ )	241.069	59			
	Ton ( $h^\circ$ ) açısı	2 126.667	59			
	$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık	0.237	59			
	$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık	37.997	59			
	$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık	136.037	59			
	$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık	0.470	59			
	$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık	55.857	59			
	$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık	536.477	59			
	Beyazlık indeksi ( $\perp$ )	423.004	59			
	Beyazlık indeksi ( $\parallel$ )	233.536	59			

\*: Anlamlı

Çizelge 4. Beyazlık indeksi ( $WT^*$ ) değerlerine ve renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları  
Table 4. Measurement results of whiteness index ( $WT^*$ ) values and color parameters

Test	Uygulama	N	Ort.	Değişim (%)	HG	SS	Min.	Maks.	COV
$L^*$	Kontrol (herhangi bir işlem yok)	10	51.74	-	C	0.40	51.13	52.27	0.78
	Tek komponentli ağartma işlemi	10	48.31	↓6.63	D	0.73	47.60	49.39	1.51
	Çift komponentli ağartma işlemi	10	55.42	↑7.11	B	0.91	53.98	56.36	1.63
	Balmumu muamelesi	10	45.16	↓12.72	E**	0.56	44.26	46.05	1.25
	Tek komponentli ağartma + balmumu	10	45.40	↓12.25	E	0.43	44.66	46.17	0.94
	Çift komponentli ağartma + balmumu	10	56.12	↑8.47	A*	0.96	54.51	57.21	1.71
$a^*$	Kontrol (herhangi bir işlem yok)	10	11.45	-	B	0.37	10.93	11.99	3.20
	Tek komponentli ağartma işlemi	10	9.36	↓18.25	D	0.32	8.94	10.08	3.39
	Çift komponentli ağartma işlemi	10	8.06	↓29.61	E	0.69	6.66	8.87	8.59
	Balmumu muamelesi	10	13.75	↑20.09	A*	0.31	13.15	14.15	2.26
	Tek komponentli ağartma + balmumu	10	10.62	↓7.25	C	0.24	10.20	10.96	2.22
	Çift komponentli ağartma + balmumu	10	7.64	↓33.28	F**	0.41	7.09	8.24	5.43
$b^*$	Kontrol (herhangi bir işlem yok)	10	20.53	-	C	0.35	19.83	21.00	1.71
	Tek komponentli ağartma işlemi	10	19.57	↓4.68	D	0.52	18.77	20.20	2.65
	Çift komponentli ağartma işlemi	10	24.86	↑21.09	A*	1.21	23.19	26.85	4.88
	Balmumu muamelesi	10	21.25	↑3.51	B	0.23	20.92	21.62	1.08
	Tek komponentli ağartma + balmumu	10	18.46	↓10.08	E**	0.36	17.76	18.84	1.95
	Çift komponentli ağartma + balmumu	10	24.37	↑18.70	A	0.67	23.24	25.54	2.76
$C^*$	Kontrol (herhangi bir işlem yok)	10	23.51	-	C	0.43	22.77	24.12	1.85
	Tek komponentli ağartma işlemi	10	21.70	↓7.70	D	0.52	21.01	22.37	2.39
	Çift komponentli ağartma işlemi	10	26.14	↑11.19	A*	1.34	24.34	28.23	5.13
	Balmumu muamelesi	10	25.31	↑7.66	B	0.27	24.86	25.62	1.08
	Tek komponentli ağartma + balmumu	10	21.30	↓9.40	D**	0.33	20.70	21.73	1.57
	Çift komponentli ağartma + balmumu	10	25.55	↑8.68	AB	0.70	24.47	26.84	2.74
$h^\circ$	Kontrol (herhangi bir işlem yok)	10	60.85	-	C	0.62	59.81	61.91	1.01
	Tek komponentli ağartma işlemi	10	64.42	↑5.87	B	0.84	63.21	65.65	1.30
	Çift komponentli ağartma işlemi	10	72.06	↑18.42	A	0.88	71.09	74.18	1.22
	Balmumu muamelesi	10	57.10	↓6.16	D**	0.61	56.26	58.08	1.07
	Tek komponentli ağartma + balmumu	10	60.19	↓1.08	C	0.83	58.92	61.36	1.39
	Çift komponentli ağartma + balmumu	10	72.60	↑19.31	A*	0.82	71.29	73.75	1.13
$WT^*$ (⊥)	Kontrol (herhangi bir işlem yok)	10	13.18	-	A*	0.19	12.90	13.40	1.42
	Tek komponentli ağartma işlemi	10	10.10	↓23.37	D	0.22	9.90	10.50	2.19
	Çift komponentli ağartma işlemi	10	12.92	↓1.97	B	0.12	12.70	13.00	0.95
	Balmumu muamelesi	10	7.00	↓46.89	E	0.13	6.80	7.20	1.90
	Tek komponentli ağartma + balmumu	10	6.74	↓48.86	F**	0.32	6.40	7.30	4.81
	Çift komponentli ağartma + balmumu	10	12.10	↓8.19	C	0.35	11.50	12.40	2.86
$WT^*$ (  )	Kontrol (herhangi bir işlem yok)	10	7.58	-	C	0.13	7.40	7.70	1.74
	Tek komponentli ağartma işlemi	10	5.32	↓29.82	D	0.08	5.20	5.40	1.48
	Çift komponentli ağartma işlemi	10	9.38	↑23.75	A*	0.37	9.00	9.90	3.98
	Balmumu muamelesi	10	4.32	↓43.01	F**	0.14	4.10	4.50	3.24
	Tek komponentli ağartma + balmumu	10	4.62	↓39.05	E	0.24	4.40	5.00	5.18
	Çift komponentli ağartma + balmumu	10	8.50	↑12.14	B	0.31	8.20	8.90	3.59

COV: Varyasyon Katsayısı, SS: Standart Sapma, HG: Homojenlik Grubu,  
N: Ölçüm Sayısı, \*: En yüksek değer, \*\*: En düşük değer

Çizelge 5. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar  
Table 5. Results of total color differences

Uygulama	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*$	Renk değiştirme kriterleri (DIN 5033, 1979)
Tek komponentli ağartma işlemi	-3.43	-2.09	-0.96	-1.81	1.42	4.13	Çok belirgin (3.0 ila 6.0)
Çift komponentli ağartma işlemi	3.68	-3.39	4.34	2.63	4.83	6.62	Güçlü (6.0 ila 12.0)
Balmumu muamelesi	-6.58	2.30	0.72	1.81	1.60	7.01	
Tek komponentli ağartma + balmumu	-6.34	-0.83	-2.07	-2.20	0.33	6.72	
Çift komponentli ağartma + balmumu	4.38	-3.81	3.84	2.04	5.02	6.96	

Çizelge 6. Parlaklık değerlerine ait ölçüm sonuçları  
Table 6. Measurement results of glossiness values

Test	Uygulama	N	Ort.	Değişim (%)	HG	SS	Min.	Maks.	COV
⊥20°	Kontrol (herhangi bir işlem yok)	10	0.30	-	A*	0.00	0.30	0.30	0.00
	Tek komponentli ağartma işlemi	10	0.15	↓50.00	C**	0.05	0.10	0.20	35.14
	Çift komponentli ağartma işlemi	10	0.18	↓40.00	BC	0.04	0.10	0.20	23.42
	Balmumu muamelesi	10	0.18	↓40.00	BC	0.04	0.10	0.20	23.42
	Tek komponentli ağartma + balmumu	10	0.15	↓50.00	C**	0.05	0.10	0.20	35.14
	Çift komponentli ağartma + balmumu	10	0.20	↓33.33	B	0.00	0.20	0.20	0.00
⊥60°	Kontrol (herhangi bir işlem yok)	10	3.58	-	A*	0.18	3.40	3.90	5.07
	Tek komponentli ağartma işlemi	10	1.52	↓57.54	C	0.13	1.40	1.70	8.66
	Çift komponentli ağartma işlemi	10	1.04	↓70.95	D**	0.05	1.00	1.10	4.97
	Balmumu muamelesi	10	2.26	↓36.87	B	0.13	2.10	2.40	5.60
	Tek komponentli ağartma + balmumu	10	2.30	↓35.75	B	0.00	2.30	2.30	0.00
	Çift komponentli ağartma + balmumu	10	2.29	↓36.03	B	0.11	2.10	2.40	4.81
⊥85°	Kontrol (herhangi bir işlem yok)	10	4.08	-	A*	0.30	3.70	4.50	7.38
	Tek komponentli ağartma işlemi	10	0.51	↓87.50	E	0.12	0.30	0.60	23.47
	Çift komponentli ağartma işlemi	10	0.10	↓97.55	F**	0.00	0.10	0.10	0.00
	Balmumu muamelesi	10	2.52	↓38.24	C	0.08	2.40	2.60	3.13
	Tek komponentli ağartma + balmumu	10	3.48	↓14.71	B	0.58	2.70	4.10	16.52
	Çift komponentli ağartma + balmumu	10	1.27	↓68.87	D	0.25	1.00	1.60	19.66
20°	Kontrol (herhangi bir işlem yok)	10	0.38	-	A*	0.08	0.30	0.50	20.76
	Tek komponentli ağartma işlemi	10	0.17	↓55.26	B	0.08	0.10	0.30	48.43
	Çift komponentli ağartma işlemi	10	0.20	↓47.37	B	0.00	0.20	0.20	0.00
	Balmumu muamelesi	10	0.16	↓57.89	B**	0.05	0.10	0.20	32.27
	Tek komponentli ağartma + balmumu	10	0.20	↓47.37	B	0.00	0.20	0.20	0.00
	Çift komponentli ağartma + balmumu	10	0.20	↓47.37	B	0.00	0.20	0.20	0.00
60°	Kontrol (herhangi bir işlem yok)	10	4.46	-	A*	0.21	4.10	4.60	4.63
	Tek komponentli ağartma işlemi	10	2.10	↓52.91	C	0.00	2.10	2.10	0.00
	Çift komponentli ağartma işlemi	10	1.34	↓69.96	D**	0.16	1.20	1.60	11.77
	Balmumu muamelesi	10	2.22	↓50.22	C	0.20	2.00	2.50	9.21
	Tek komponentli ağartma + balmumu	10	2.75	↓38.34	B	0.14	2.60	2.90	4.92
	Çift komponentli ağartma + balmumu	10	2.64	↓40.81	B	0.08	2.50	2.70	3.19
85°	Kontrol (herhangi bir işlem yok)	10	10.96	-	A*	0.27	10.60	11.40	2.48
	Tek komponentli ağartma işlemi	10	6.00	↓45.26	B	0.16	5.80	6.20	2.61
	Çift komponentli ağartma işlemi	10	1.94	↓82.30	E**	0.23	1.60	2.20	11.70
	Balmumu muamelesi	10	2.80	↓74.45	D	0.38	2.40	3.20	13.47
	Tek komponentli ağartma + balmumu	10	6.24	↓43.07	B	0.32	5.90	6.60	5.13
	Çift komponentli ağartma + balmumu	10	3.82	↓65.15	C	0.41	3.30	4.30	10.81

COV: Varyasyon Katsayısı, SS: Standart Sapma, HG: Homojenlik Grubu,

N: Ölçüm Sayısı, \*: En yüksek değer, \*\*: En düşük değer

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### 6. Kaynaklar

- Akçay, Ç. (2020). Determination of decay, larvae resistance, water uptake, color, and hardness properties of wood impregnated with honeybee wax. *BioResources*, 15(4), 8339-8354. <https://doi.org/10.15376/biores.15.4.8339-8354>.
- Akçay, Ç., Ayata, Ü., Birinci, E., Yalçın, M., & Kolaylı, S. (2022). Some physical, biological, hardness, and color properties of wood impregnated with propolis. *Forestist*, 72(3), 283-293. <https://doi.org/10.5152/forestist.2022.21051>.

- ASTM D 2244-3 (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM E 313-15e1 (2015). Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Ayata, Ü., & Bal, B. C. (2023). Ilomba (*Pycnanthus angolensis* Exell) Odununda Bazı Yüzey Özellikleri Üzerine Çeşitli Ağartıcı Kimyasallarının Uygulanması. 2. Uluslararası Sağlık, Mühendislik Ve Uygulamalı Bilimler Kongresi. 4-6 Ağustos, Belgrad, 95-105.
- Ayata, Ü., & Çamlıbel, Ç. (2023). İç ve dış mekânda kullanılan Satinwood ceylon (*Chloroxylon swietenia* DC) ahşabında ağartma uygulamasının yapılması üzerine bir çalışma. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 273-281.
- Bawa, K. S., Appanah, S., & Turnbull, J. M. (1998). A Review of *Dipterocarps* axonomy Ecology and Sylviculture. In *Conservation of Genetic Resources in the Dipterocarpaceae*. (pp. 45-55)
- Bower, J. D. (2005). Waxes. In *Coatings Technology Handbook*. (pp. 66.1-66.6)
- Chai, X. S., Hou, Q. X., Luo, Q., & Zhu, J. Y. (2004). Rapid determination of hydrogen peroxide in the wood pulp bleaching

- streams by a dual-wavelength spectroscopic method. *Analytica Chimica Acta*, 507(2), 281-284. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2003.11.036>.
- Coppen, J. J. (1995). Gums, resins and latexes of plant origin. *Non-Wood Forest Products*, 6, 142.
- Çamlıbel, O., & Ayata, Ü. (2023a). İhlamur (*Tilia tomentosa* - Moench.) Odununda Ağartma Uygulaması. *Uzakdoğu 2. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi*. 20-22 Ekim, Filipinler, 107-116.
- Çamlıbel, O., & Ayata, Ü. (2023b). Ahşap Ağartıcı Kimyasallarının Ekop (*Tetraberlinia bifoliolata* Haum.) Ahşabında Uygulanması. *Uzakdoğu 2. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi*. 20-22 Ekim, Filipinler, 125-135.
- de With, G. (2018). *Polymer Coatings: A Guide to Chemistry, Characterization, and Selected Application*. Wiley-Vch.
- DIN 5033 (1979). Deutsche Normen. Farbmessung. Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
- Djarwanto Damayanti, R., Balfas, J., Basri, E., Jasni, Sulistianingsih, I., Andianto, Martono, D., Pari, G., & Sopandi, A. (2017). *Pengelompokan Jenis Kayu Perdagangan Indonesia*. Forda Press.
- Downs, L. E. (1948). Bleaching Wood. Forest Products Laboratory Madison, WI. Report No. 1705.
- Farr, J. P., Smith, W. L., & Steichen, D. S. (2003). Bleaching agents. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, 4, 43-81. <https://doi.org/10.1002/0471238961.1921182206011818.a01.pub2>.
- Florido, H. B., Roxas, C. A., & Cortiguerra, F. F. (1998). Some Important Philippine Forest Trees Named Before the Turn of the 20<sup>th</sup> Century. Research Information on Ecosystems (RISE). Ecosystem Research and Development Bureau, College.
- Gardner, S., Sidisunthorn, P., & Anusarnsunthorn, V. (2000). *A field guide to forest trees of northern Thailand*. Kobfai Publishing Project.
- ISO 2813 (1994). Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 2813 (2014). Paints and varnishes - Determination of gloss value at 20°, 60° and 85°. Standard, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 554 (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing. International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
- Lange, D. R. (1999). *Fundamentals of Colourimetry*. Application Report No. 10e. DR Lange: New York, USA.
- Liu, X., Timar, M. C., Varodi, A. M., Nedelcu, R., & Torcătoru, M. J. (2022). Colour and surface chemistry changes of wood surfaces coated with two types of waxes after seven years exposure to natural light in indoor conditions. *Coatings*, 12(11), 1689. <https://doi.org/10.3390/coatings12111689>.
- Liu, Y., Guo, H., Gao, J., Zhang, F., Shao, L., & Via, B. K. (2015). Effect of bleach pretreatment on surface discoloration of dyed wood veneer exposed to artificial light irradiation. *BioResources*, 10(3), 5607-5619. <https://doi.org/10.15376/biores.10.3.5607-5619>.
- Niu, K., & Song, K. (2021). Surface coating and interfacial properties of hot-waxed wood using modified polyethylene wax. *Progress in Organic Coatings*, 150, 105947. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2020.105947>.
- Park, K. C., Kim, B., Park, H., & Park, S. Y. (2022). Peracetic acid treatment as an effective method to protect wood discoloration by UV light. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 50(4), 283-298. <https://doi.org/10.5658/WOOD.2022.50.4.283>.
- Peker, H. (2023a). Canelo (*Drimys winteri* J. R. Forst. & G. Forst.) Ahşabında Ağartma Uygulamaları. *ICAFVP 3. Uluslararası Tarım, Gıda, Veteriner Ve Eczacılık Bilimleri Kongresi*. 10-12 Kasım, Beyrut, Lübnan, 165-174.
- Peker, H. (2023b). Lotofa (*Sterculia rhinopetala*) Odununda Tek Ve Çift Bileşenli Ağartıcılarının Uygulanması. *ICAFVP 3. Uluslararası Tarım, Gıda, Veteriner Ve Eczacılık Bilimleri Kongresi*. 10-12 Kasım, Beyrut, Lübnan, 173-182.
- Peker, H., & Ayata, Ü. (2023). Olon (*Zanthoxylum heitzii*) odununun bazı yüzey özellikleri üzerine ağartıcı kimyasalların etkileri. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 210-218. <https://doi.org/10.33725/mamad.1369843>
- Peker, H., & Ulusoy, H. (2023). Ahşap Ağartıcı Kimyasalların Uygulanmış Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) Odununda Bazı Yüzey Özelliklerinin Belirlenmesi. *8. Asya Pasifik Uluslararası Modern Bilimler Kongresi*. 11-12 Eylül, Delhi, India, 464-465.
- Peker, H., Bilginer, E. H., Ayata, Ü., & Çamlıbel, O. (2023b). Mobilya sektöründe kullanılan movingui (*Distemonanthus benthamianus* Baillon) odununda tek ve çift bileşenli ahşap ağartıcı kimyasallarının uygulanması üzerine bir araştırma. *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(2), 73-79.
- Peker, H., Bilginer, E. H., Ayata, Ü., Gürleyen, L., & Çamlıbel, O. (2023a). İç ve Dış Mekânlara Ait Tasarımlarda Kullanılan İzombé (*Testulea gabonensis*) Ahşabında Farklı Ahşap Ağartıcı Kimyasallarının Uygulanması. *2. Uluslararası Kültür, Sanat ve İletişim Sempozyumu (UKSANİL 2)*. 15-17 Aralık, Bayburt.
- Petric, M., Kricej, B., Humar, M., Pavlic, M., & Tomazic, M. (2004). Patination of cherry wood and spruce wood with ethanalamine and surface finishes. *Surface Coatings International Part B*, 87(3), 195-202.
- Ren, L., Cai, Y., Ren, L., & Yang, H. (2016). Preparation of modified beeswax and its influence on the surface properties of compressed poplar wood. *Materials*, 9(4), 230. <https://doi.org/10.3390/ma9040230>.
- Uphof, J. C. T. (1959). *Dictionary of economic plants*. Verlag Von J. Cramer.
- Wang, X., & Song, K. (2022). Improvement of surface coating and interfacial properties of hot-waxed wood using maleic anhydride grafted polypropylene wax. *Forests*, 13(8), 1205. <https://doi.org/10.3390/f13081205>.