

TEK VE ÇİFT BİLEŞENLİ AHŞAP AĞARTICILARININ OKAN (*Cylicodiscus gabunensis* [Taub.] Harms) ODUNUNA UYGULANMASI İLE MEYDANA GELEN BAZI YÜZEY DEĞİŞİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Ümit AYATA ^{a*} 

^aBayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye.

* Sorumlu Yazar: umitayata@yandex.com

(Geliş/Received: 30.07.2024; Düzeltme/Revised: 13.08.2024; Kabul/Accepted: 12.09.2024)

ÖZ

Okan odunu bahçe mobilyaları, doğrama, deniz inşaatı ve köprüler, araç gövdeleri, ağır döşeme, maden ocağında, spor malzemeleri, tarım aletleri, demiryolu traversleri, oyma ve tornacılıkta kullanılmaktadır. Bu çalışmada, tek [oksalik asit ($C_2H_2O_4$)] ve çift bileşenli [hidrojen peroksit (H_2O_2): + sodyum hidroksit (NaOH)] ahşap ağartıcılarının okan (*Cylicodiscus gabunensis* [taub.] harms) odununa uygulanması ile meydana gelen bazı yüzey özellikleri (beyazlık indeksi: WI^* , renk parametreleri ve parlaklık değerleri) üzerindeki değişimleri belirlenmiştir. L^* , b^* , h^o değerleri ile her iki yönlerdeki WI^* değerleri tek komponentli ağartma kimyasalı ile azalırken, çift komponentli ağartma kimyasalı ile artmıştır. C^* değerleri ise her iki ağartma kimyasalı ile artış göstermiştir. a^* değerlerine göre de çift komponentli ağartma kimyasalı ile azalırken, tek komponentli ağartma kimyasalı ile artış verdiği gözlemlenmiştir. ΔE^* değerleri tek komponentli ile 3.98 ve çift komponentli ile 12.13 olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Parlaklık, Okan odunu, Renk, Ağartma, Beyazlık indeksi.

INVESTIGATION OF SOME SURFACE CHANGES IN OKAN (*Cylicodiscus gabunensis* [Taub.] Harms) WOOD DUE TO THE APPLICATION OF SINGLE - AND DUAL-COMPONENT WOOD BLEACHERS

ABSTRACT

Okan wood is used for garden furniture, joinery, marine construction and bridges, vehicle bodies, heavy flooring, mining, sports equipment, agricultural tools, railway sleepers, carving, and turnery. In this study, changes in some surface properties (whiteness index: WI^* , color parameters, and gloss values) resulting from the application of single-component [oxalic acid ($C_2H_2O_4$)] and two-component [hydrogen peroxide (H_2O_2) + sodium hydroxide (NaOH)] wood bleaches on okan (*Cylicodiscus gabunensis* [Taub.] Harms) wood were determined. While L^* , b^* , and h^o values, as well as WI^* values in both directions, decreased with the single-component bleaching chemical, they increased with the two-component bleaching chemical. C^* values increased with both bleaching chemicals. According to a^* values, it was observed that they decreased with the two-component bleaching chemical, while they increased with the single-component bleaching chemical. The ΔE^* values were found to be 3.98 for the single-component and 12.13 for the two-component.

Keywords: Glossiness, Okan wood, Color, Bleaching, Whiteness index.

1. GİRİŞ

Düşük maliyetli, çevre dostu ve yenilenebilir bir malzeme olan ahşap, mobilya ve inşaat sektörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Gan ve ark., 2020; Chen ve ark., 2022).

Ahşap, mobilya veya diğer nihai ürün haline getirilmeli ve ardından istenirse yüzey ağartılmalıdır. Ahşaplar ağartılma kolaylığı açısından farklılık gösterir. Meşe, huş, maun, dişbudak, akçaağaç, kayın ve ceviz oldukça kolay ağartılabilir. Sakız, tupelo, çam ve kavağın tatmin edici bir şekilde ağartılmasının çok zor olduğu bildirilmiştir (Simmonds, 1967).

Ağartma ve renk giderme, konjuge zinciri bölerek veya konjuge zincirdeki bir veya daha fazla çift bağı yok ederek veya konjuge zincirdeki diğer birimlerden birinin oksidasyonu ile gerçekleşebilir. Molekül daha sonra ultraviyole bölgede ışık emer ve renk oluşmaz. Klor ağartıcılar, oksijen ağartıcılardan daha fazla kromoforlarla tepkimeye girerler (Farr, Smith & Steichen, 2000).

Literatürde çeşitli ahşap malzemeler üzerinde ağartma işlemlerinin yapıldığı bildirilmiştir [(Ayata & Çamlıbel, 2024a), ayous (Ayata & ark., 2024b), Amazon rosewood (Ayata ve ark., 2024c), basralocus (Ayata & Bal, 2024), cocobolo (Çamlıbel & Ayata, 2024a), Avrupa kirazı (Çamlıbel & Ayata, 2024b), balau red (Peker ve ark., 2024), vb.].

Yapılan ağartma işlemleri sonrasında farklı testler (beyazlık indeksi, renk parametreleri ve parlaklık değerleri) ile değişimler açıklanmıştır.

Literatürde okan (*Cylicodiscus gabunensis* [Taub.] Harms) odunu yüzeylerinde bir ağartma işleminin yapılmadığı görülmüştür. Bu ağaç türü hakkında bilgi vermek gerekirse;

Genellikle Edum (Gabon), Denya (Gana), Adoum, Bouemon (Fildişi Sahili) ve Bokoka (Kamerun) olarak adlandırılmaktadır. Silindirik bir gövdeye sahip büyük bir ağaçtır (Chudnoff, 1984).

Okan ağacı 60 m boyunda 24 m'ye kadar düz ağaç gövdesi ile büyüyen, Batı ve Orta

Afrika'nın tropikal yağmur ormanlarına özgü büyük bir ağaçtır (Kadiri ve ark., 2005). 2010 yılında Kamerun'da en çok ihraç edilen tür olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2012).

Okan ağacının çiçekleri 2-5 mm uzunluğunda ve 2-3 mm genişliğindedir. Kökü, yaygın dallarla az çok piramit şeklindedir. Kabuğun güçlü bir kokusu vardır (Adjanohoun ve ark., 1996). Ahşabı çok dayanıklı olmaktadır (Louppe ve ark., 2008).

Odununda shore D sertlik değeri 73.80 HD (Ayata ve ark., 2023), kül miktarı %0.76 (Sokamte ve ark., 2020), taze hal rutubeti %52.00, kurutma süresi indeksi 1.095, fırın kurusu özgül ağırlığı 0.790 g/cm³, yaş ağırlığı 1.201 kg/m³ (Lavers, 1983), eğilme direnci diri odunda 120.00 N/mm² ve öz odunda 192.00 N/mm², basınç direnci diri odunda 20.15 N ve öz odunda 48.27 N, denge rutubeti diri odunda %8.99 ve öz odunda %9.68, elastikiyet modülü diri odunda 10740.00 N/mm² ve öz odunda 15573.00 N/mm² (Hidayat ve ark., 2014) olarak bulunmuştur.

Ahşabı bahçe mobilyaları, deniz inşaatı ve köprüler, doğrama, araç gövdeleri, maden ocağında, ağır döşeme, özellikle zemin kaplaması için gemi yapımı, spor malzemeleri, tarım aletleri, demiryolu traversleri, oyma ve tornalama gibi alanlarda kullanılır. Nijerya'da ise duba yapında kullanılmaktadır. Buna ek olarak, yakacak odun ve odun kömürü üretimi için de kullanıldığı bildirilmiştir (Louppe ve ark., 2008).

Bu ağaç, Ibibio kabilesi tarafından ateş, iç apse, sarılık ve sıtma tedavisinde kullanılan tıbbi bir bitkidir (Aldulaimi ve ark., 2017).

Bu çalışmada, C₂H₂O₄ kimyasalın ve H₂O₂ + NaOH karışımına sahip ahşap ağartıcılarının okan (*Cylicodiscus gabunensis* [taub.] harms) odununa uygulanması ile meydana gelen bazı yüzey özellikleri üzerindeki değişimleri araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Ahşap Malzeme

Okan (*Cylicodiscus gabunensis* [Taub.] Harms) ahşabına ait deney örnekleri 100 mm x 100 mm x 20 mm boyutları hazırlanmıştır.

Örnekler üzerinde iklimlendirme işlemleri yapılmıştır (ISO 554, 1976).

2.1.1. Zımparalar

80, 100 ve 120 kum zımparalar zımparalama işlemleri için temin edilmiştir.

2.1.3. Ağartma Kimyasalları

Tek komponentli [oksalik asit ($C_2H_2O_4$)] ve çift komponentli [hidrojen peroksit (H_2O_2) + sodyum hidroksit (NaOH), 2:1 oranında] ahşap ağartma kimyasalları, ahşap koruyucu kimyasalları satan özel bir firmadan satın alınarak elde edilmiştir.

2.2. Metot

2.2.1. Ağartma İşlemlerinin Uygulanması

Ağartma öncesi ahşap malzeme yüzeyleri 80, 100 ve 120 kum zımparaların ve titreşimli zımpara makinesinin kullanılması ile zımparalanmıştır.

Sürme tekniği ile bu kimyasallar ahşap malzeme yüzeylerine bir sünger yardımı ile tek kat olarak uygulanmıştır.

2.2.2. Renk Özelliklerinin Belirlenmesi

Renk parametreleri, CS-10 (CHN Spec, Çin) cihazı ile ölçülmüştür (ASTM D 2244-3, 2007).

Aşağıdaki formüller ile meydana gelen toplam renk farklılıkları belirlenmiştir.

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

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

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (3)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (4)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{işlem görmüş} - C^*_{işlem görmemiş}) \quad (5)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{işlem görmüş} - L^*_{işlem görmemiş}) \quad (6)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{işlem görmüş} - a^*_{işlem görmemiş}) \quad (7)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{işlem görmüş} - b^*_{işlem görmemiş}) \quad (8)$$

ΔH^* , ΔC^* , Δb^* , Δa^* ve ΔL^* için önemli bazı tanımlamalar şu şekilde olmaktadır (Lange, 1999):

ΔC^* : Negatif örnek mat, referanstan daha bulanık, kroma kısmı veya doygunluk farkı, pozitif numune referanstan daha net, daha parlak,

Δa^* : Negatif örnek referanstan daha yeşil, pozitif örnek referanstan daha kırmızı

ΔL^* : Negatif örnek referanstan daha koyu, pozitif örnek referanstan daha açık,

Δb^* : Negatif numune referanstan daha mavi, pozitif numune referanstan daha sarı,

ΔH^* : Gölge farkı ve ya ton bölümü

ΔE^* için kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979) Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. ΔE^* için kriterler (DIN 5033, 1979)

Toplam renk farkı (ΔE^*)	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

2.2.3. Beyazlık İndeksi (WI^*) Özelliklerinin Belirlenmesi

Beyazlık indeksi (WI^*) değerleri Whiteness Meter BDY-1 cihazının kullanılmasıyla ölçülmüştür (ASTM E313-15e1, 2015).

2.2.3. Parlaklık Özelliklerinin Belirlenmesi

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

2.3. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada, bir SPSS programı ile varyasyon katsayıları, minimum ve maksimum değerleri, homojenlik grupları, standart sapmalar, varyans analizleri ve ortalama değerleri belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 2'de sunulmuştur. a^* değerlerinde $C_2H_2O_4$ kimyasal ağartıcı %21.07 oranında artış bulunurken, H_2O_2 + NaOH karışımına sahip ağartıcı ise %28.16 oranında azalış elde edilmiştir. a^* değeri en yüksek $C_2H_2O_4$ kimyasal ahşap ağartıcıda (17.41) bulunurken, en düşük H_2O_2 + NaOH karışımına sahip ağartıcıda (10.33) elde edilmiştir (Çizelge 2).

L^* değerlerinde $C_2H_2O_4$ kimyasal ağartıcı %5.08 oranında azalış gösterirken, H_2O_2 + NaOH karışımına sahip ağartıcı ise %20.24 oranında artış vermiştir. L^* değeri en düşük $C_2H_2O_4$ kimyasal ağartıcıda (43.56)

bulunurken, en yüksek $H_2O_2 + NaOH$ karışımına sahip ağartıcıda (55.18) belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Renk parametrelerine ait SPSS sonuçları

Ölçüm sonuçları									
Test	Kimyasal Türü	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Değişim Oranı (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
L^*	Kontrol	10	45.89	-	B	0.56	45.31	46.84	1.23
	$C_2H_2O_4$	10	43.56	↓5.08	C**	1.02	42.03	45.49	2.34
	$H_2O_2 + NaOH$	10	55.18	↑20.24	A*	1.48	52.65	57.03	2.69
a^*	Kontrol	10	14.38	-	B	1.27	11.94	16.63	8.85
	$C_2H_2O_4$	10	17.41	↑21.07	A*	0.90	16.45	19.36	5.16
	$H_2O_2 + NaOH$	10	10.33	↓28.16	C**	0.59	9.57	11.25	5.68
b^*	Kontrol	10	16.55	-	B	0.39	16.11	17.38	2.36
	$C_2H_2O_4$	10	15.46	↓6.59	C**	0.76	14.51	16.79	4.90
	$H_2O_2 + NaOH$	10	23.21	↑40.24	A*	0.44	22.50	23.77	1.88
C^*	Kontrol	10	21.96	-	C**	1.04	20.13	23.67	4.73
	$C_2H_2O_4$	10	23.30	↑6.10	B	0.71	21.99	24.36	3.04
	$H_2O_2 + NaOH$	10	25.42	↑15.76	A*	0.53	24.85	26.26	2.09
h^o	Kontrol	10	49.16	-	B	2.20	45.35	53.62	4.47
	$C_2H_2O_4$	10	41.61	↓15.36	C**	2.28	37.35	44.86	5.49
	$H_2O_2 + NaOH$	10	66.01	↑34.28	A*	1.13	64.62	67.47	1.72
*: En yüksek değer, **: En düşük değer									
Varyans analizi sonuçları									
Varyans Kaynağı	Test	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$			
Kimyasal Türü	L^*	755.486	2	377.743	318.799	0.000*			
	a^*	252.305	2	126.153	136.557	0.000*			
	b^*	352.554	2	176.277	577.222	0.000*			
	C^*	60.681	2	30.341	48.873	0.000*			
	h^o	3121.287	2	1560.644	412.772	0.000*			
Hata	L^*	31.992	27	1.185					
	a^*	24.943	27	0.924					
	b^*	8.245	27	0.305					
	C^*	16.762	27	0.621					
	h^o	102.084	27	3.781					
Toplam	L^*	70513.602	30						
	a^*	6191.739	30						
	b^*	10524.961	30						
	C^*	16732.007	30						
	h^o	85147.192	30						
Düzeltilmiş Toplam	L^*	787.479	29						
	a^*	277.248	29						
	b^*	360.799	29						
	C^*	77.443	29						
		3223.371	29						
*: Anlamlı									

b^* değeri en düşük $C_2H_2O_4$ kimyasal ağartıcıda (15.46) elde edilirken, en yüksek $H_2O_2 + NaOH$ karışımına sahip ağartıcıda (23.21) görülmüştür. b^* değerlerinde $C_2H_2O_4$ kimyasal ağartıcı %6.59 oranında azalış belirlenirken, $H_2O_2 + NaOH$ karışımına sahip ağartıcı ise %40.24 oranında artış tespit edilmiştir (Çizelge 2).

C^* değerine ait en düşük sonuçlar kontrol grubunda (21.96) tespit edilirken, en yüksek sonuçlar ise $H_2O_2 + NaOH$ karışımına sahip ağartıcıda (25.42) bulunmuştur. C^*

değerlerinde $C_2H_2O_4$ kimyasal ağartıcı %6.10 oranında ve $H_2O_2 + NaOH$ karışımına sahip ağartıcı ise %15.76 oranında artışlar görülmüştür (Çizelge 2).

h^o değerlerinde $C_2H_2O_4$ kimyasal ağartıcı %15.36 oranında azalış görülürken, $H_2O_2 + NaOH$ karışımına sahip ağartıcı ise %34.28 oranında artış vermiştir. h^o değeri en düşük $C_2H_2O_4$ kimyasal ağartıcıda (44.61) bulunurken, en yüksek $H_2O_2 + NaOH$ karışımına sahip ağartıcıda (66.01) elde edilmiştir (Çizelge 2).

Renk parametrelerine ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçlarına göre ağartma kimyasalı türü bütün testler için olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Parlaklık değerlerine ait SPSS sonuçları Çizelge 3’de sunulmaktadır.

Çizelge 3. Parlaklık değerlerine ait SPSS sonuçları

Ölçüm sonuçları									
Test	Kimyasal Türü	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Değişim Oranı (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
⊥20°	Kontrol	10	0.14	-	A*	0.05	0.10	0.20	36.89
	C ₂ H ₂ O ₄	10	0.12	↓14.29	AB	0.04	0.10	0.20	35.14
	H ₂ O ₂ + NaOH	10	0.10	↓28.57	B**	0.00	0.10	0.10	0.00
⊥60°	Kontrol	10	0.60	-	A*	0.09	0.50	0.70	15.71
	C ₂ H ₂ O ₄	10	0.24	↓60.00	B**	0.05	0.20	0.30	21.52
	H ₂ O ₂ + NaOH	10	0.54	↓10.00	A	0.05	0.50	0.60	9.56
⊥85°	Kontrol	10	0.23	-	A*	0.09	0.10	0.30	41.25
	C ₂ H ₂ O ₄	10	0.13	↓43.48	B	0.05	0.10	0.20	37.16
	H ₂ O ₂ + NaOH	10	0.11	↓52.17	B**	0.03	0.10	0.20	28.75
20°	Kontrol	10	0.14	-	A*	0.05	0.10	0.20	36.89
	C ₂ H ₂ O ₄	10	0.12	↓14.29	AB	0.04	0.10	0.20	35.14
	H ₂ O ₂ + NaOH	10	0.10	↓28.57	B**	0.00	0.10	0.10	0.00
60°	Kontrol	10	1.06	-	A*	0.08	0.90	1.10	7.96
	C ₂ H ₂ O ₄	10	0.40	↓62.26	C**	0.11	0.30	0.50	26.35
	H ₂ O ₂ + NaOH	10	0.61	↓42.45	B	0.09	0.50	0.70	14.35
85°	Kontrol	10	0.68	-	A*	0.17	0.40	0.80	24.80
	C ₂ H ₂ O ₄	10	0.14	↓79.41	B	0.05	0.10	0.20	36.89
	H ₂ O ₂ + NaOH	10	0.11	↓83.82	B**	0.03	0.10	0.20	28.75
*: En yüksek değer, **: En düşük değer									
Varyans analizi sonuçları									
Varyans Kaynağı	Parlaklık	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	α≤0.05			
Kimyasal Türü	⊥20°	0.008	2	0.004	2.700	0.085**			
	⊥60°	0.744	2	0.372	78.469	0.000*			
	⊥85°	0.083	2	0.041	10.054	0.001*			
	20°	0.008	2	0.004	2.700	0.085**			
	60°	2.274	2	1.137	131.755	0.000*			
	85°	2.058	2	1.029	96.135	0.000*			
Hata	⊥20°	0.040	27	0.001					
	⊥60°	0.128	27	0.005					
	⊥85°	0.111	27	0.004					
	20°	0.040	27	0.001					
	60°	0.233	27	0.009					
	85°	0.289	27	0.011					
Toplam	⊥20°	0.480	30						
	⊥60°	7.220	30						
	⊥85°	0.930	30						
	20°	0.480	30						
	60°	16.790	30						
	85°	5.230	30						
Düzeltilmiş Toplam	⊥20°	0.048	29						
	⊥60°	0.872	29						
	⊥85°	0.194	29						
	20°	0.048	29						
	60°	2.507	29						
	85°	2.347	29						
*: Anlamlı									

Her iki ağartma kimyasalları ile bütün derece ve yönlerde yapılan parlaklık değerlerinde azalışlar görülmüştür. Parlaklık değerlerindeki (bütün yönlerde ve derecelerde) ölçülmüş olan en yüksek sonuçlar kontrol deney örneklerinde bulunmuştur [⊥20°: 0.14, ⊥60°: 0.60, ⊥85°:

0.23, ||20°: 0.14, ||60°: 1.06 ve ||85°: 0.68] (Çizelge 3).

20 ve 85 derecelerde her iki yönlerde yapılan parlaklık ölçümlerinde en düşük sonuçlar H₂O₂ + NaOH karışımına sahip [⊥20°: 0.10, ⊥85°:

0.11, $\parallel 20^\circ$: 0.10 ve $\parallel 85^\circ$: 0.11] ile elde edilirken, 60 derecede yapılan her iki yönlerdeki parlaklık ölçümlerinde ise en düşük sonuçlar ise $C_2H_2O_4$ kimyasal ağartıcı ($\perp 60^\circ$: 0.24 ve $\parallel 60^\circ$: 0.40) ile tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Varyans analizi sonuçlarına göre 20° 'de liflere dik (\perp) ve paralel (\parallel) yönlerdeki parlaklık değeri için ağartma kimyasalı türü anlamsız olarak belirlenirken, diğer bütün testler için ağartma kimyasalı türü anlamlı olarak elde edilmiştir (Çizelge 3).

Beyazlık indeksi (WI^*) değerlerine ait SPSS sonuçları Çizelge 4'de gösterilmiştir. En yüksek sonuçlar her iki yönde $H_2O_2 + NaOH$ karışımına sahip (\perp : 10.22 ve \parallel : 6.52) ile elde

edilirken, en düşük sonuçlar ise $C_2H_2O_4$ kimyasal ile belirlenmiştir (\perp : 6.01 ve \parallel : 4.22). $C_2H_2O_4$ kimyasal ağartıcı WI^* değerlerinde liflere dik ve paralel yönlerde azalışa sebep olurken, $H_2O_2 + NaOH$ karışımına sahip kimyasal ise artışa neden olmuştur (Çizelge 4).

$C_2H_2O_4$ kimyasal WI^* \perp değerlerinde %29.71 ve WI^* \parallel değerlerinde ise %22.43 oranlarında azalış gösterirken, $H_2O_2 + NaOH$ karışımına sahip kimyasal ise WI^* \perp değerlerinde %19.53 ve WI^* \parallel değerlerinde ise %19.85 oranlarında artış vermiştir. WI^* değerlerine ait varyans sonuçlarına bakıldığında her iki yönlerde anlamlı olarak bulunmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Beyazlık indeksi (WI^*) değerlerine ait SPSS sonuçları

Ölçüm sonuçları									
Test	Kimyasal Türü	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Değişim Oranı (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
WI^* (\perp)	Kontrol	10	8.55	-	B	0.15	8.30	8.70	1.77
	$C_2H_2O_4$	10	6.01	$\downarrow 29.71$	C**	0.07	5.90	6.10	1.23
	$H_2O_2 + NaOH$	10	10.22	$\uparrow 19.53$	A*	0.08	10.10	10.30	0.77
WI^* (\parallel)	Kontrol	10	5.44	-	B	0.24	5.20	5.80	4.35
	$C_2H_2O_4$	10	4.22	$\downarrow 22.43$	C**	0.28	3.90	4.70	6.59
	$H_2O_2 + NaOH$	10	6.52	$\uparrow 19.85$	A*	0.49	5.60	6.80	7.54
*: En yüksek değer, **: En düşük değer									
Varyans analizi sonuçları									
Varyans Kaynağı	Test	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$			
Kimyasal Türü	WI^* (\perp)	89.882	2	44.941	3914.216	0.000*			
	WI^* (\parallel)	26.483	2	13.241	105.899	0.000*			
Hata	WI^* (\perp)	0.310	27	0.011					
	WI^* (\parallel)	3.376	27	0.125					
Toplam	WI^* (\perp)	2137.020	30						
	WI^* (\parallel)	902.500	30						
Düzeltilmiş Toplam	WI^* (\perp)	90.192	29						
	WI^* (\parallel)	29.859	29						
*: Anlamlı									

Literatürde $C_2H_2O_4$ ve $H_2O_2 + NaOH$ kimyasalları kullanılarak yapılan ağartma üzerine çalışmalarda parlaklık, renk ve beyazlık indeksi değerlerinde farklı sonuçların elde edildiği bildirilmiştir [balau red (Peker ve ark., 2024), cocobolo (Çamlıbel & Ayata, 2024a), Avrupa kirazı (Çamlıbel & Ayata, 2024b), ovankol (Ayata ve ark., 2024a), ayous (Ayata ve ark., 2024b), Amazon rosewood (Ayata ve ark., 2024c) ve basralocus (Ayata & Bal, 2024)].

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar Çizelge 5'de verilmiştir. ΔE^* değerleri $C_2H_2O_4$ kimyasal ile 3.98 ve $H_2O_2 + NaOH$ karışımı ile de 12.13 olarak belirlenmiştir. Renk değiştirme

kriterlerine (DIN 5033, 1979) göre $C_2H_2O_4$ kimyasal ile “çok belirgin (3.0 ila 6.0)” ve $H_2O_2 + NaOH$ karışımına sahip kimyasal ile de “çok güçlü (> 12.0)” kriterine denk geldikleri belirlenmiştir. ΔC^* değerleri her iki ağartma kimyasalları ile pozitif (referanstan daha net, daha parlak) olarak bulunmuştur (Çizelge 5).

ΔL^* ve Δb^* değerleri $C_2H_2O_4$ kimyasalın uygulanması ile negatif (sırasıyla: referanstan daha koyu ve referanstan daha mavi) olarak bulunurken, $H_2O_2 + NaOH$ karışımına sahip kimyasalın uygulanması ile pozitif (sırasıyla: referanstan daha açık ve referanstan daha sarı) olarak bulunmuştur. Δa^* değeri ise $C_2H_2O_4$ kimyasal ile pozitif (referanstan daha kırmızı)

ve $H_2O_2 + NaOH$ karışımı ile negatif (referanstan daha yeşil) olarak elde edilmiştir (Çizelge 5).

Literatürde $C_2H_2O_4$ ve $H_2O_2 + NaOH$ kimyasalları kullanılarak yapılan ağartma üzerine çalışmalarda $H_2O_2 + NaOH$ karışımına ait hazırlanmış olan kimyasalın $C_2H_2O_4$ kimyasalından yüksek ΔE^* değerleri verdiği rapor edilmiştir [ovankol (Ayata ve ark.,

2024a), ayous (Ayata ve ark., 2024b), Avrupa kirazı (Çamlıbel & Ayata, 2024b), balau red (Peker ve ark., 2024), cocobolo (Çamlıbel & Ayata, 2024a), Amazon rosewood (Ayata ve ark., 2024c) ve basralocus (Ayata & Bal, 2024)].

Çizelge 5. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Kimyasal Türü	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	Renk kriterleri (DIN 5033, 1979)
$C_2H_2O_4$	-2.33	3.04	-1.09	1.34	2.94	3.98	Çok belirgin (3.0 ila 6.0)
$H_2O_2 + NaOH$	9.29	-4.04	6.67	3.46	6.99	12.13	Çok güçlü (> 12.0)

4. SONUÇ

- a^* değerleri $H_2O_2 + NaOH$ ağartma kimyasalı ile azalırken, $C_2H_2O_4$ ağartma kimyasalı ile artış vermiştir.
- Her iki yönlerdeki WI^* değerleri ile b^* , L^* , h^o değerleri $C_2H_2O_4$ ağartma kimyasalı ile azalmış, $H_2O_2 + NaOH$ kimyasal ile artmıştır.
- C^* değerleri her iki ağartma kimyasalı ile artış göstermiştir.
- ΔE^* değerleri $C_2H_2O_4$ kimyasalı ile 3.98 ve $H_2O_2 + NaOH$ kimyasalı ile 12.13 olarak hesaplanmıştır.

AÇIKLAMA

Makalede ulusal ve uluslararası araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Çalışmada etik kurul izni gerekmemiştir.

KAYNAKLAR

Adjanohoun, J.E., Aboubakar, N., Dramane, K., Ebot, M.E., Ekper, J.A., Enow-Orock, E.G., Focho, D., Gbile, Z.E., Kamanyi, A., Kamsu Kom, J., Keita, A., Mbenkum, T., Mbi, C.N., Mbiele, A.L., Mbome, I.L., Miburu, N.K., Nancy, W.L., Nkongmeneck, B., Satabie, B., Sofowara, A., Tamze, V., & Wirmum, C.K., (1996). Traditional Medicine and Pharmacopoeia: Contribution to Ethnopharmacological and Floristic Studies in Cameroon, OAU/STRC, Lagos.

Aldulaimi, O., Uche, F. I., Hameed, H., Mbye, H., Ullah, I., Drijfhout, F., Claridge, T.D.W., Horrocks, P., & Li, W.W., (2017). A characterization of the antimalarial activity of the bark of *Cylicodiscus gabunensis* Harms. Journal of ethnopharmacology, 198: 221-225. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.01.014>.

Anonim, (2012). Lettre de l'ATIBT N°34. Association Technique Internationale des bois Tropicaux; 6, avenue de saint Mandé - 75012 Paris. 44 p.

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 E313-15e1, (2015). Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.

Ayata, Ü., & Çamlıbel, O., (2024). Determination of optical properties of ovankol (*Guibourtia ehie* (A.Chev.) J.Léonard) wood treated with oxalic acid and hydrogen peroxide, Artvin Coruh University Journal of Forestry Faculty, in press.

Ayata, Ü., Çamlıbel, O., & Bilginer, E.H., (2024b). Investigation of some surface changes occurring after bleaching treatment on ayous (*Triplochiton scleroxylon* K. Schum) wood, Wood Industry and Engineering, 6(1): 1-8.

Ayata, Ü., Kaplan, Ş., Çamlıbel, O., & Bilginer, E.H., (2024c). Amazon rosewood (*Dalbergia spruceana* Benth.) ahşabında ağartma uygulamaları, Journal of Green Technology and Environment, 2(1): 21-28. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11176375>.

Ayata, Ü., Peker, H., & Çamlıbel, O. (2023). Determination of shore D hardness value and surface roughness parameters in okan (*Cylicodiscus gabunensis* [Taub.] Harms) wood. Journal of Green Technology and Environment, 1(2): 22-27. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10276934>.

Ayata, Ü., & Bal, B.C., (2024). Basralocus (*Dicorynia guianensis* Amshoff) ahşabında ağartma uygulamaları, Avrasya 10. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 2-5 Mayıs 2024, Tiflis, Gürcistan, 133-142.

Chen, L., Zeng, S., Xu, Y., Nie, W., Zhou, Y., & Chen, P., (2022). Epoxy-modified silicone resin based N/P/Si synergistic flame-retardant coating for wood surface, *Progress in Organic Coatings*, 170: 106953.

<https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2022.106953>.

Chudnoff, M., (1984). Tropical timbers of the world, *Agric. Handb.* 607. Madison, WI V.5 Department of Agriculture, Forest Service.

Çamlıbel, O., & Ayata, Ü., (2024a). Cocobolo (*Dalbergia retusa* Hemsl.) odununda ağartma uygulamasının denemesi, *ArtGRID - Journal of Architecture Engineering and Fine Arts*, 6(1): 80-95.

Çamlıbel, O., & Ayata, Ü., (2024b). Farklı ağartma kimyasallarının Avrupa kirazı (*Prunus avium* L.) ahşabında uygulanması, *European Conferences 5. Uluslararası Sağlık, Mühendislik ve Uygulamalı Bilimler Kongresi*, 13-16 Haziran 2024, Roma, İtalya, 554-562.

DIN 5033, (1979). Deutsche Normen, Farbmessung. Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.

Farr, J.P., Smith, W.L., & Steichen, D.S., (2000). Bleaching agents, *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*.
<https://doi.org/10.1002/0471238961.1921182206011818.a01.pub2>.

Gan, W., Chen, C., Wang, Z., Pei, Y., Ping, W., Xiao, S., Dai, J., Yao, Y., He, S., Zhao, B., Das, S., & Yang, B., (2020). Fire-resistant structural material enabled by an anisotropic thermally conductive hexagonal boron nitride coating, *Advanced Functional Materials*, 30(10): 1909196.
<https://doi.org/10.1002/adfm.201909196>.

Hidayat, W., Jang, J.H., Park, S.H., & Kim, N.H., (2014). Effect of heating temperature on the physical and mechanical properties of okan wood (*Cylicodiscus gabunensis* (Taub.) Harms), *Proceeding The 6th international symposium of indonesian wood research society, The Utilization of Biomass from Forest and Plantation for Environment Conservation Efforts*, Medan, North Sumatera, Indonesia, ISSN: 2459-9867.

ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.

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.

Kadiri, A.B., Olowokudejo, J.D., & Ogundipe, O.T., (2005). Some aspects of foliar epidermal morphology of *Cylicodiscus gabunensis* (Taub.) Harms (Mimosaceae), *Journal of Scientific Research and Development*, 10: 33-38.

Lange, D.R., (1999). *Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e*. DR Lange: New York, NY, USA.

Lavers, G.M., (1983). The strength properties of timber, Buckinghamshire, England: Department of the Environment, Building Research Establishment, Princes Risborough Laboratory, Princes Risborough, Aylesbury.

Loupe, D., Oteng-Amoako, A.A., & Brink, M., (2008). *Plant Resources of Tropical Africa*, 7(1), Timbers 1, PROTA Foundation. Wageningen, Netherlands/Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands/ CTA, Wageningen, Netherlands. 704 pp.

Peker, H., Bilginer, E.H., Ayata, Ü., Çamlıbel, O., & Gürleyen, L., (2024). Ahşap ağartma kimyasalları uygulandıktan sonra balmumu ile muamele edilmiş balau red (*Shorea guiso*) odununda bazı yüzey özelliklerinin belirlenmesi, *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 6(1): 14-21.
<https://doi.org/10.55979/tjse.1407845>.

Simmonds, F.A., (1967). Bleaching wood, U.S. Forest Service Research Note FPL.

Sokamte, T.A., Mbougung, P.D., Sachindra, N.M., Douanla, N.F.N., & Tatsadjieu, N.L., (2020). Characterization of volatile compounds of liquid smoke flavourings from some tropical hardwoods, *Scientific African*, 8: e00443.
<https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00443>.