



Araştırma Makalesi

Monteri Çamı (*Pinus radiata* D Don) Odununda Renk, Parlaklık ve Beyazlık İndeksi Üzerine Doğal Yaşlandırma Uygulamasının Etkisi

Fatih TONGUÇ¹, Hüseyin Ali ERGÜL², Ümit AYATA^{3*}

¹Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye,

²Gaziemir Orman İşletme Müdürlüğü, Atıfbey Mh. Etiler Cd. No:2 Gaziemir/İzmir, Türkiye,

^{3*}Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye.

¹<https://orcid.org/0000-0002-0820-4820>, ²<https://orcid.org/0000-0002-8469-7786>,

³<https://orcid.org/0000-0002-6787-7822>

*Sorumlu Yazar e-mail: umitayata@bayburt.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 14.10.2022

Kabul: 19.10.2022

Online yayınlanma: 13.12.2022

Anahtar Kelimeler

Doğal Yaşlandırma,
Renk, Parlaklık,
Beyazlık indeksi,
Monteri çamı

Öz: Bu çalışmanın amacı, Monteri çamı (*Pinus radiata* D Don) odununda renk parametreleri (C^* , h^* , a^* , b^* , L^* , Δa^* , Δb^* , ΔH^* , ΔC^* , ΔL^* ve ΔE^*), parlaklık değerleri ve beyazlık indeksi üzerine doğal yaşlandırma uygulamasının etkisini araştırmaktır. Bu amaçla, Monteri çamı Bayburt ili dış çevre ortamına 30 ve 60 gün süreleri boyunca bırakılmıştır. Belirtilen süreler sonunda ahşap malzemelerin yüzeylerinde meydana gelen değişiklikler belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, bütün testlere ait olan varyans analizi sonuçları anlamlı olarak elde edilmiştir. Yaşlandırma süresinin 30 günden 60 güne doğru artmasıyla kırmızı (a^*) renk tonu, kroma (C^*) değeri ve sarı (b^*) renk tonu değerlerinin arttığı ve ışıklılık (L^*) ile ton açısı (h^*) değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Yaşlandırma süreleri arttığında liflere dik ve paralel yönleri için beyazlık indeksi değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Yaşlandırma süreleri ile liflere dik ve paralel yönler için 20° , 60° ve 85° de ölçülen parlaklık değerlerinin değiştiği görülmektedir. Yapılan doğal yaşlandırmanın çalışmada kullanılan Monteri çamı ahşabına ait yüzeylerinde renk, parlaklık ve beyazlık indeksi değerlerinin değiştirici bir etkide bulunduğu belirlenmiştir.

Atf Künyesi: Tonguç, F., Ergül, H.A. ve Ayata, Ü. (2022). Monteri Çamı (*Pinus Radiata* D Don) Odununda Renk, Parlaklık ve Beyazlık İndeksi Üzerine Doğal Yaşlandırma Uygulamasının Etkisi, *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(2), 116-126. **How to Cite:** Tonguç, F., Ergül, H.A. and Ayata, Ü. (2022). The Effect of Natural Weathering on Color, Glossiness and Whiteness Index of Monteri Pine (*Pinus radiata* D Don) wood, *Bozok Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 1(2), 116-126.

The Effect of Natural Weathering on Color, Glossiness and Whiteness Index of Monteri Pine (*Pinus radiata* D Don) wood

Article Info

Received: 14.10.2022

Accepted: 05.09.2022

This study aims to investigate the effect of natural weathering on color parameters (C^* , h^* , a^* , b^* , L^* , Δa^* , Δb^* , ΔH^* , ΔC^* , ΔL^* , and ΔE^*), glossiness values and whiteness index of Monteri pine (*Pinus radiata* D Don) wood. For this

Online published: 13.12.2022

Keywords

Natural weathering,
Color,
Glossiness,
Whiteness index,
Monteri pine

purpose, Monteri pine was exposed to the external environment of Bayburt City for 30 and 60 days. At the end of the specified periods, the changes in the surfaces of the wooden materials were determined. . According to the results obtained, the results of the analysis of variances belonging to all tests were obtained as significant. It was determined that red (a*) colour, chroma (C*) value and yellow (b*) colour values increased and lightness (L*) and hue angle (ho) values decreased as the weathering time increased from 30 days to 60 days. It was determined that the whiteness index values for the perpendicular and parallel directions of the fibers decreased as the weathering time increased. It is seen that the glossiness values measured at 20o, 60o, and 85o for the perpendicular and parallel directions to the fibers change with the weathering times. It has been determined that natural weathering has a modifying effect on the color, glossiness, and whiteness index values of the surfaces of the Monteri pine wood used in the study.

1. Giriş

Günümüzde ahşap, zemin kaplaması, çit, dış mekân mobilyaları ve yapı malzemeleri gibi dış mekân uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, ortam iklim koşullarına maruz kaldığında ahşap, estetik ve mekanik performansının kaybına yol açan biyobozunma ve fotodegradasyona karşı savunmasızdır (Brischke ve Alfredsen, 2020).

Ahşabın yer üstünde açıkta kalması durumunda, kimyasal, biyolojik, mekanik ve ışık enerjisiyle ilgili faktörlerin bir sonucu olarak malzemede karmaşık bir bozunma süreci devam eder. Bu süreç için ortak bir isim "*ayrışma*" dır (Feist, 1982).

Ahşap iyi bir ışık emicidir. UV ışığı, esas olarak ligninde olmak üzere fotokimyasal reaksiyonları başlatmak için yaklaşık 75 µm ve görünür ışık yaklaşık 200 µm'ye nüfuz eder ve hücre duvarı polimerlerinin foto-renk bozulmasına ve foto-degradasyonuna yol açar (Hon, 1991).

Yıpranmış ahşabın nem içeriği değişimi (ıslanma ve kuruma döngüleri sırasında) genellikle yüzeyde çatlama, eğrilme ve mekanik arızalara neden olur (Varga ve ark., 2020).

Görünür ışık ve UV radyasyonu, ahşabın tipine bağlı olarak ahşabın rengini daha koyu veya daha açık bir tonda değiştirir (Fengel ve Wegener, 1984; Sandermann ve Schlumbom, 1962).

Literatürde çeşitli ağaç türleri üzerinde doğal yaşlandırma uygulamalarının yapıldığı bildirilmiştir. Bunlardan bazılarını örnek olarak; Živković ve ark., (2014) tarafından göknar ağacı (*Abies alba* Mill.) odunu, Rüther ve Jelle, (2013) tarafından Avrupa ladini (*Picea abies* (L.) H. Karst.), sarıçam (*Pinus silvestris* L.) özodunu, titrek kavak (*Populus tremula* L.), Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill) odunları, Özkan, (2013) tarafından Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf.) odunu, Schnabel ve ark., (2009) tarafından göknar (*Abies alba* [Mill.]) ve Avrupa melezi (*Larix decidua* [Mill.]) odunları, Liu ve ark., (2017) tarafından teak (*Tectona grandis* L.F.), mabberley (*Stereospermum colais*) ve basralocus (*Dicorynia guianensis*) odunları, Kržišnik ve ark., (2018) tarafından Avrupa ladini (*Picea abies*), Avrupa melezi (*Larix decidua*), Avrupa kayını (*Fagus sylvatica*), saplı meşe (*Quercus robur*) odunları, vb. Elde edilen sonuçlara göre ahşap malzemenin yüzeyinde değişikliklerin olduğu bildirilmiştir.

Monteri çamına ait odunu hafif, yumuşak, kırılğan ve iri tanelidir. Gövde, büyük miktarda eğrilik ve diğer düzensizlikler, küçük bir yüzdede berrak ağaç gövdesi ve sık sık hastalık varlığı ile karakterizedir. Bu çamın önemli bir kullanımı, parklarda ve kentsel alanlarda süs amaçlıdır (Burns ve Honkala, 1990).

Monteri çamı (*Pinus radiata* D Don) odununda anizotropi oranı 1.55, hacimsel daralma %5.30, kül miktarı %0.27, alfa-selüloz %45.15, lignin %27.65, hemiselüloz %23.61 (Herrera ve ark., 2014), eğilme direnci 92.87 N/mm² (Bektaş, 1995), eğilme direnci 74.30 N/mm², elastikiyet modülü 9400 N/mm² (Hwang ve Lee, 2011), eğilme direnci 84.00 N/mm², elastikiyet modülü 9009.00 N/mm² (Park ve ark., 2014), eğilme direnci 76.00 N/mm², elastikiyet modülü 6700.00 N/mm² (Dubey ve ark., 2016),

çivi tutma direnci teğet yüzeyde 19.30 N/mm², radyal yüzeyde 16.80 N/mm² ve enine yüzeyde 9.10 N/mm² (Hwang ve Lee, 2011) olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada, Monteri çamı (*Pinus radiata* D Don) odununda renk parametreleri, parlaklık değerleri ve beyazlık indeksleri üzerine 30 ve 60 günlük doğal yaşlandırma uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Literatürde Bayburt ili dış ortam çevre şartlarına ait herhangi bir doğal yaşlandırmanın herhangi bir ağaç türü için yapılmadığı görülmüş olup, bu durum literatürde eksik olarak görülmüştür. Bu sonuçların çalışmada kullanılan ahşap türüne ait bilgi dünyasına önemli bilgiler vereceği düşünülmektedir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

2.1.1. Ahşap malzeme

Monteri çamı (*Pinus radiata* D Don) odunu bu çalışmada seçilmiştir. Deney örnekleri 50 x 10 x 2 cm boyutlarında hazırlanmıştır. Bu numuneler ölçümlerden önce 20±2°C ve %65 bağıl nemde stabilize edilmiştir (ISO 554, 1976).

2.2. Metot

2.2.1. Doğal Ayrışma Alanı

Doğal ayrışma testi, Bayburt İl'inde gerçekleştirilmiş ve 01.08.2022 ile 31.09.2022 tarihleri arasında toplamda 60 gün sürmüştür. Söz konusu numuneler ASTM D 1641 (2004) standardına göre numuneler düz bir arazide zemine 45° açı yapacak şekilde raflara sabitlenmiş ve güneğe doğru yönlendirilmiş olup, yerden yaklaşık 1 m yükseklikte yerleştirilmiştir. Numuneler ölçümlerden önce 20±2°C ve %65 bağıl nemde stabilize edilmiştir.

2.2.2. Renk Ölçümlerinin Belirlenmesi

Numunelerin renk değişimi, ASTM D 2244-3, (2007) standardına göre CIELAB renk sistemi ile bir CS-10 (CHN Spec, Çin) [CIE 10° standart gözlemci; CIE D65 ışık kaynağı, aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağılık aydınlatma)] cihazı kullanılarak ölçülmüştür (Şekil 2A).

CIELab parametreleri L*, a*, b* ölçülmüştür. L* açıklığı temsil eder (saf beyaz için L* = 100, toplam siyahlık için L* = 0), oysa +a* kırmızılığı, -a* yeşili ve +b* sarılığı, -b* maviyi temsil etmektedir (Srinivas ve Pandey, 2012). Işıklılık (L*) aslında dalga boyunun görünür bölgesinden yansıyan toplam ışık miktarının bir ölçüsüdür (Choudhury, 2010). Şekil 1'de CIELAB tek tip diyagramı gösterilmektedir. Ayrıca ton açısı (h°) Denklem 2 ve kroma (C*) denklem 1 CIE Lab parametreleri temelinde hesaplanmıştır (Herrera ve ark., 2018).

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

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

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{yaşlandırılmış deney örneği}} - a^*_{\text{kontrol deney örneği}}) \quad (3)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{yaşlandırılmış deney örneği}} - L^*_{\text{kontrol deney örneği}}) \quad (4)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{yaşlandırılmış deney örneği}} - b^*_{\text{kontrol deney örneği}}) \quad (5)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{yaşlandırılmış deney örneği}} - C^*_{\text{kontrol deney örneği}}) \quad (6)$$

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

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

Barański ve ark., (2017) tarafından bildirilen renk değiştirme kriterleri Tablo 1’de verilmiş olup elde edilen değerler kıyaslanmıştır. Sonuçlar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Renk değiştirme kriterleri (Barański ve ark., 2017)

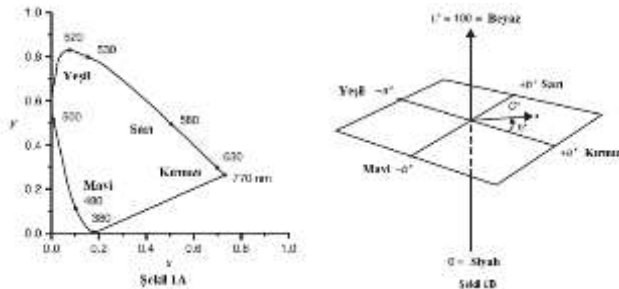
ΔE^* Değeri	→	Gözlem Sonucuna Göre Verilen Kriter İfadesi
$\Delta E^* < 0.2$	→	Görünmez renk değişimi
$2 > \Delta E^* > 0.2$	→	Hafif renk değişimi
$3 > \Delta E^* > 2$	→	Yüksek filtrede görünür renk değişimi
$6 > \Delta E^* > 3$	→	Filtrenin ortalama kalitesiyle görülebilen bir renk değişimi
$12 > \Delta E^* > 6$	→	Yüksek renk değişimi
$\Delta E^* > 12$	→	Farklı renk

2.2.3. Parlaklık Ölçümlerinin Belirlenmesi

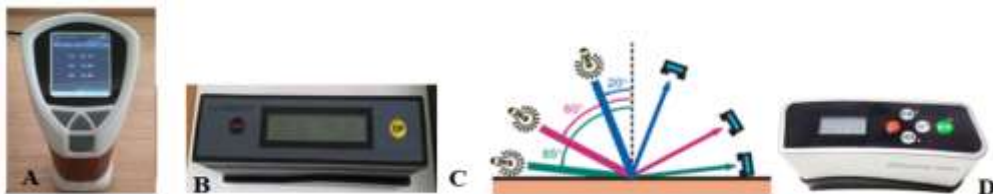
Bu çalışmada, parlaklık testi 20°, 60° ve 85° olmak üzere üç farklı açıda ISO 2813, (1994) standardına göre ETB-0833 model gloss meter cihazında (Vetus Electronic Technology Co., Ltd., CN) gerçekleştirilmiştir (Şekil 2-b). Parlaklık ölçümünde kullanılan açılar Şekil 2-c’de verilmiştir.

2.2.4. Beyazlık İndeksinin Belirlenmesi

Literatürde beyazlık, kolorimetrik terimlerle, en yüksek parlaklığa sahip, renk tonu ve doygunluğu olmayan bir renk 76 olarak tanımlanmıştır. Buna ek olarak, beyazlık kolorimetre ve spektrofotometre gibi kolorimetrik araçlarla hesaplanan verilerden 77 olarak hesaplanır (Topalovic ve ark., 2007; Yeo, 2021). Beyazlığın görsel dalga boyları açısından değerlendirilmesi, görsel görünüm veya enstrümantal ölçümlerle yapılabilir (Aksoy ve ark., 2003). Beyazlık, yüzey renk endüstrilerindeki birçok ürün için önemli bir kalite parametresidir, örneğin: kâğıt alt tabakalar, yün, pamuk gibi tekstil malzemeleri, deterjanlar veya yıkama gücü bir ürünün değerini belirler (Ma ve ark., 2017). Yaşlandırılmış ve yaşlandırılmamış deney örneklerine ait olan liflere dik ve paralel yönlerde olacak şekilde beyazlık indeksi değerleri Whiteness Meter BDY-1 cihazında belirlenmiştir (Şekil 2-d).



Şekil 1. Renk diyagramları: (a) Kırmızı, sarı ve mavi benzersiz tonların aralıklarının tekdüze olmadığını gösteren CIE 1931 kromatiklik diyagramı (A), Kırmızı/yeşil ($a^*+/-$) ve "sarı/mavi ($b^*+/-$)" karşıt koordinatlarının ışıklılık L^* , kroma C^* ve h° açısı ile ilişkisini gösteren CIELAB tek tip diyagramı (B) (MacDougall, 2010)



Şekil 2. Renk ölçüm cihazı (A), parlaklık ölçüm cihazı (B), parlaklık ölçümünde kullanılan açılar (Streitberger ve Dössel, 2008) (C) ve beyazlık indeksi ölçüm cihazı (D)

2.3. İstatistiksel Analiz

Yaşlandırma öncesi ve sonrası elde edilen verilerle standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri, homojenlik grupları, ortalamaları, % değişim oranları, varyans analizleri bir SPSS programı kullanılarak belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Tablo 2’de renk parametrelerine ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre, kroma (C^*) değeri, ton (h°) açısı, ışıklılık (L^*), kırmızı (a^*) renk tonu ve sarı (b^*) renk tonu değerlerine, beyazlık indeksinde lif yönlerinin (dik ve paralel) ve bütün parlaklık dereceleri (20° , 60° ve 85°) ve lif yönleri (dik ve paralel) için yaşlandırma süresinin anlamlı olarak elde edildiği belirlenmiştir.

Tablo 2. Varyans analizi sonuçları

Test	Yaşlandırma Süresi						
	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$		
Işıklılık (L^*) değeri	2	768.698	384.349	336.297	0.000*		
Kırmızı (a^*) renk tonu	2	177.455	88.728	888.209	0.000*		
Sarı (b^*) renk tonu	2	977.235	488.618	2512.617	0.000*		
Kroma (C^*) değeri	2	1133.812	566.906	2348.593	0.000*		
Ton (h°) açısı değeri	2	72.807	36.403	191.800	0.000*		
$\perp 20^\circ$ ’de parlaklık	2	0.573	0.286	95.444	0.000*		
$\perp 60^\circ$ ’de parlaklık	2	1.101	0.550	11.081	0.000*		
$\perp 85^\circ$ ’de parlaklık	2	11.533	5.766	194.371	0.000*		
$\parallel 20^\circ$ ’de parlaklık	2	0.686	0.343	95.474	0.000*		
$\parallel 60^\circ$ ’de parlaklık	2	2.474	1.237	74.886	0.000*		
$\parallel 85^\circ$ ’de parlaklık	2	20.393	10.196	30.695	0.000*		
Beyazlık indeksi dik (\perp)	2	3321.578	1660.789	1119.214	0.000*		
Beyazlık indeksi paralel (\parallel)	2	2554.571	1277.285	1771.456	0.000*		
		Hata		Toplam		Düzeltilmiş Toplam	
Test	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı
Işıklılık (L^*) değeri	27	30.858	1.143	30	144349.441	29	799.556
Kırmızı (a^*) renk tonu	27	2.697	0.100	30	2758.139	29	180.152
Sarı (b^*) renk tonu	27	5.251	0.194	30	25449.838	29	982.486
Kroma (C^*) değeri	27	6.517	0.241	30	28210.575	29	1140.329
Ton (h°) açısı değeri	27	5.125	0.190	30	156447.248	29	77.931
$\perp 20^\circ$ ’de parlaklık	27	0.081	0.003	30	17.230	29	0.654
$\perp 60^\circ$ ’de parlaklık	27	1.341	0.050	30	439.450	29	2.442
$\perp 85^\circ$ ’de parlaklık	27	0.801	0.030	30	67.550	29	12.334
$\parallel 20^\circ$ ’de parlaklık	27	0.097	0.004	30	21.450	29	0.783
$\parallel 60^\circ$ ’de parlaklık	27	0.446	0.017	30	723.220	29	2.920
$\parallel 85^\circ$ ’de parlaklık	27	8.969	0.332	30	1067.770	29	29.362
Beyazlık indeksi dik (\perp)	27	40.065	1.484	30	27780.470	29	3361.643
Beyazlık indeksi paralel (\parallel)	27	19.468	0.721	30	11339.500	29	2574.039

*: Anlamlı

Tablo 3’de toplam renk farklılıklarına ait sonuçları verilmiştir. Belirlenmiş olan bu değerlere ait sonuçlara bakıldığında, Δa^* , Δb^* , ΔH^* , ΔC^* ve ΔE^* değerinin yaşlandırma ile arttığı görülmektedir. 30 gün sonunda ΔE^* değeri 14.63 olarak elde edilirken, 60 gün sonunda ΔE^* değeri 18.27 olarak belirlenmiştir.

Barański ve ark., (2017) tarafından Tablo 1'de gösterilen renk kriterine göre bu çalışmada elde edilen ΔE^* değeri kıyaslandığında her iki yaşlandırma süresinin sonunda “farklı renk ($\Delta E^* > 12$)” kategorisinde oldukları görülmektedir.

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununda 6, 12 ve 18 ay dış ortamda bekletilen kontrol örneklerinin ΔE^* değerleri sırası ile 29.39, 37.26 ve 39.59 olarak bulunmuştur (Can ve Sivrikaya, 2019; Can, 2018).

Ahşabın renginin bozulmasının ana nedeni ligninin bozunması olarak kabul edilmiştir (Cogulet ve ark., 2016). Güneşe ve yağmura maruz kalan ahşabın rengindeki değişim, hücre duvarında bulunan ekstraktiflerin türünden de etkilenmektedir (Pandey, 2005). Odun yüzeyinin ana kimyasal bileşenleri, etkilenen lignin üreten karbonil ve karboksil kromoforik bileşiklerle bir dönüşüm gösterir ve bu da yüzey rengi dönüşümü ile sonuçlanır (Deka ve Petrid, 2008).

12 ay süre boyunca dış ortama bırakmış dağ akçağacı (*Acer pseudoplatanus* L.), Avrupa ladini (*Picea abies* L. Karst), Avrupa melezi (*Larix decidua* [Mill.]), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.), kavak (*Populus* sp.), saplı meşe (*Quercus robur* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Douglas göknarı (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) ve kızılgağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn) odunlarında toplam renk değişikliklerine (ΔE^*) dayalı bir renk bozulmasının elde edildiği bildirilmiştir (Oberhofnerová ve ark., 2017).

Tablo 3. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Yaşlandırma Süresi	ΔL^* ▼	Δa^* ▼	Δb^* ▼	ΔH^* ▼	ΔC^* ▼	ΔE^* ▼	Renk kriterine göre kıyaslamalar (Barański ve ark., 2017)
30. gün sonunda	-7.29	3.92	12.06	0.24	12.68	14.63	$\Delta E^* > 12$ Farklı renk
60. gün sonunda	-12.33	5.84	12.15	1.73	13.37	18.27	$\Delta E^* > 12$ Farklı renk

Renk parametrelerine, parlaklık değerlerine ve beyazlık indekslerine ait SPSS sonuçları Tablo 4,'de ve bu sonuçlara ait grafik şekil 2'de verilmiştir.

Renk parametrelerine ait elde edilen sonuçlara göre, yaşlandırma süresinin 30 günden 60 güne doğru artması ile ton açısı (h°) değeri ve ışıklılık (L^*) değerleri azalırken, kroma (C^*) değeri, kırmızı (a^*) renk tonu ve sarı (b^*) renk tonu değerlerinin arttığı görülmektedir.

Yaşlandırmanın artması ile L^* değerinde azalmalar %9.63 ve 16.29, a^* değerindeki artışlar %65.39 ve 97.34, b^* değerindeki artışlar %58.86 ve 59.30, C^* değerindeki artışlar %59.44 ve 62.67 ile h° değerinde azalmalar %0.98 ve %4.90 olarak bulunmuştur (Tablo 4).

Söğütü ve Sönmez (2006) tarafından L^* değerinde elde edilen “artışın daha açık renk”, “azalışın ise koyulaşmanın” bir sonucu olduğu şeklinde bildirilmiştir.

Literatürde doğal yaşlandırma uygulamaları yapılan *Simarouba amara* Aubl. (de Almeida ve ark., 2021) ile kayın (*Fagus orientalis*) ve göknar (*Abies* sp.) (Saei ve ark., 2015) ağaç türlerinde yaşlandırma sonunda ışıklılık değerinin azaldığı ve kırmızı renk tonu değerlerinin arttığı bildirilmiştir.

Buna ek olarak, *Erismia uncinatum* Warm, *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. ve *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp ahşap malzemelerinin 240 gün boyunca doğal yaşlandırmaya maruz bırakılmasından sonra yapılan renk parametrelerine ait ölçümlerde h° açısı değerlerinin arttığı ve a^* , L^* , b^* ile C^* değerlerinin azaldığı rapor edilmiştir (Kerber ve ark., 2016).

120 gün süreyle doğal yaşlandırmaya maruz bırakılmış göknar (*Abies* sp.) ahşabında belirlenmiş olan sonuçlara göre L^* değerinin azaldığı, a^* ve b^* değerlerinin ise arttığı söylenmiştir (Mohebbi ve Saei, 2015).

Beyazlık indeksine ait belirlenmiş olan sonuçlara göre, yaşlandırma süreleri arttığında, lif yönleri (dik ve paralel) için elde edilen sonuçların azaldığı görülmektedir.

Yaşlandırma süresinin artması ile dik yönde beyazlıkta azalma 30. günün sonunda %46.08 ve 60. günün sonunda %55.84 olarak elde edilirken, paralel yönde beyazlıkta azalma 30. günün sonunda %59.92 ve 60. günün sonunda %69.37 olarak belirlenmiştir (Tablo 4).

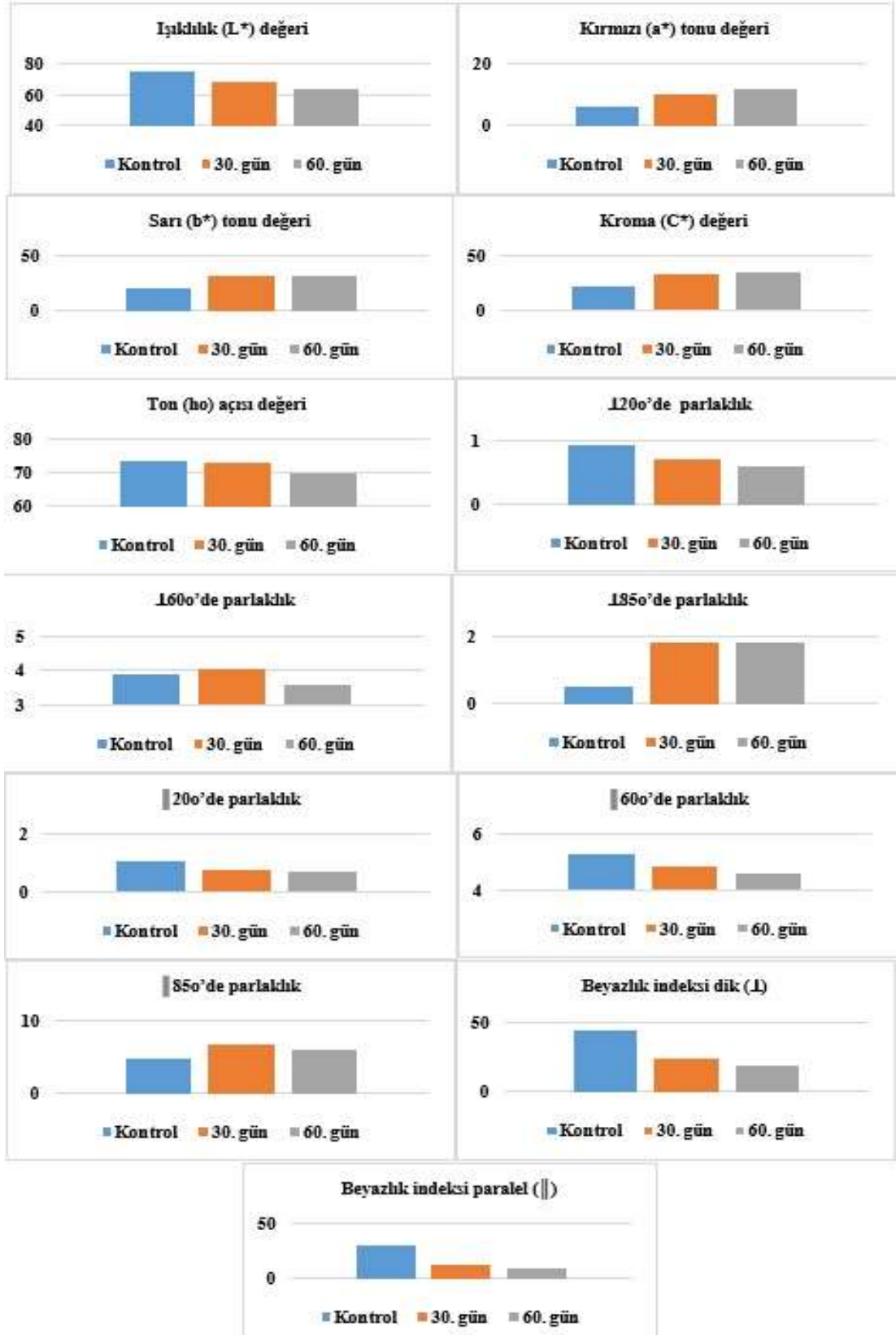
Tablo 4. Renk parametreler, parlaklık değerlerine ve beyazlık indekslerine ait SPSS sonuçları

Test	Yaşlandırma Süresi	N	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	SS	Minimum	Maksimum	COV
Işıklılık (L*) Değeri	Yaşlandırılmamış	10	75.71	-	A*	0.67	74.21	76.49	0.89
	30. gün sonunda	10	68.42	↓9.63	B	1.42	65.78	69.86	2.07
	60. gün sonunda	10	63.38	↓16.29	C**	0.98	61.76	64.95	1.55
Kırmızı (a*) Renk Tonu Değeri	Yaşlandırılmamış	10	6.01	-	C**	0.24	5.66	6.41	3.92
	30. gün sonunda	10	9.94	↑65.39	B	0.33	9.51	10.54	3.37
	60. gün sonunda	10	11.86	↑97.34	A*	0.36	11.31	12.57	3.07
Sarı (b*) Renk Tonu Değeri	Yaşlandırılmamış	10	20.49	-	B**	0.42	19.92	21.04	2.04
	30. gün sonunda	10	32.55	↑58.86	A	0.53	31.87	33.58	1.63
	60. gün sonunda	10	32.64	↑59.30	A*	0.36	32.10	33.22	1.09
Kroma (C*) Değeri	Yaşlandırılmamış	10	21.35	-	C**	0.46	20.78	22.00	2.14
	30. gün sonunda	10	34.04	↑59.44	B	0.59	33.26	35.18	1.73
	60. gün sonunda	10	34.73	↑62.67	A*	0.41	34.22	35.38	1.18
Ton Açısı (h°) Değeri	Yaşlandırılmamış	10	73.64	-	A*	0.42	73.06	74.24	0.57
	30. gün sonunda	10	72.92	↓0.98	B	0.39	72.36	73.51	0.53
	60. gün sonunda	10	70.03	↓4.90	C**	0.50	69.13	70.93	0.71
└20°'de Parlaklık	Yaşlandırılmamış	10	0.93	-	A*	0.05	0.90	1.00	5.19
	30. gün sonunda	10	0.70	↓24.73	B	0.08	0.60	0.80	11.66
	60. gün sonunda	10	0.60	↓35.48	C**	0.00	0.60	0.60	0.00
└60°'de Parlaklık	Yaşlandırılmamış	10	3.87	-	A	0.23	3.70	4.40	5.85
	30. gün sonunda	10	4.02	↑3.88	A*	0.24	3.80	4.50	6.07
	60. gün sonunda	10	3.56	↓8.01	B**	0.20	3.40	3.90	5.49
└85°'de Parlaklık	Yaşlandırılmamış	10	0.48	-	B**	0.19	0.30	0.70	40.25
	30. gün sonunda	10	1.81	↑277.08	A*	0.14	1.70	2.00	7.57
	60. gün sonunda	10	1.78	↑270.83	A	0.18	1.50	2.00	10.19
20°'de Parlaklık	Yaşlandırılmamış	10	1.04	-	A*	0.08	0.90	1.10	8.11
	30. gün sonunda	10	0.76	↓26.92	B	0.05	0.70	0.80	6.79
	60. gün sonunda	10	0.69	↓33.65	C**	0.03	0.60	0.70	4.58
60°'de Parlaklık	Yaşlandırılmamış	10	5.27	-	A*	0.13	5.00	5.40	2.38
	30. gün sonunda	10	4.86	↓7.78	B	0.08	4.70	5.00	1.74
	60. gün sonunda	10	4.57	↓13.28	C**	0.16	4.40	4.80	3.58
85°'de Parlaklık	Yaşlandırılmamış	10	4.77	-	C**	0.89	3.40	5.80	18.65
	30. gün sonunda	10	6.74	↑41.30	A*	0.32	6.30	7.10	4.75
	60. gün sonunda	10	6.14	↑28.72	B	0.32	5.70	6.50	5.22
Beyazlık İndeksi Dik (└)	Yaşlandırılmamış	10	43.21	-	A*	1.70	41.80	45.70	3.93
	30. gün sonunda	10	23.30	↓46.08	B	0.71	22.60	24.40	3.05
	60. gün sonunda	10	19.08	↓55.84	C**	1.03	16.70	20.00	5.39
Beyazlık İndeksi Paralel ()	Yaşlandırılmamış	10	30.04	-	A*	1.16	28.10	31.90	3.86
	30. gün sonunda	10	12.04	↓59.92	B	0.46	11.60	12.70	3.80
	60. gün sonunda	10	9.20	↓69.37	C**	0.78	8.60	10.60	8.50

N: Ölçüm Sayısı, SS: Standart Sapma, COV: Varyasyon Katsayısı, Homojenlik Grubu sütunu için *: En yüksek değeri ifade etmektedir, **: En düşük değeri ifade etmektedir.

Beyazlık indeksine ait belirlenmiş olan sonuçlara göre, yaşlandırma süreleri arttığında, lif yönleri (dik ve paralel) için elde edilen sonuçların azaldığı görülmektedir.

Yaşlandırma süresinin artması ile dik yönde beyazlıkta azalma 30. günün sonunda %46.08 ve 60. günün sonunda %55.84 olarak elde edilirken, paralel yönde beyazlıkta azalma 30. günün sonunda %59.92 ve 60. günün sonunda %69.37 olarak belirlenmiştir (Tablo 4).



Şekil 2. Renk parametrelerine, parlaklık değerlerine ve beyazlık indekslerine ait SPSS sonuçları

Parlaklık değerlerine ait belirlenmiş olan sonuçlara göre, yaşlandırma süreleri arttığında, bütün parlaklık dereceleri (20°, 60° ve 85°) ve lif yönler (dik ve paralel) için elde edilen sonuçlar üzerinde farklı değişikliklere sebep olduğu görülmektedir. Buna ek olarak, paralel ölçümler, dik ölçümlerden yüksek elde edilmiştir (Tablo 4).

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununda 6, 12 ve 18 ay dış ortamda bekletilen kontrol örneklerinin 60°'de yapılan parlaklık ölçümlerinde sırası ile 3.30, 2.00 ve 1.80 olarak bulunmuş olup, ilk 6 aylık sürede kontrol örneklerinin parlaklık değerlerinde %17.63 oranında artış gözlemlendiği bildirilmiştir (Can ve Sivrikaya, 2019; Can, 2018).

Doğal yaşlandırma sonrasındaki ahşap malzemede üzerinde parlaklık değerindeki değişim fotodegradasyon sürecinin ilk safhalarında ligninin parçalanması ile meydana gelen koyu yüzeylerin parlaklık değerlerini azalttığı, sürenin ilerlemesi ile parçalanmış bu lignin bileşenlerinin suyun etkisiyle odundan uzaklaşması olarak açıklanmıştır. Odun yüzeyinde ligninin oranının azalması selüloz içeriğinin artış göstermesine neden olmaktadır. Parlak ve beyaz yapıya sahip olan selüloz ahşap yüzeylerinin parlaklık değerlerini arttırmaktadır (Feist, 1990; Ormondroyd ve ark., 2015; Can, 2018).

4. Sonuç

Bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

- Yaşlandırma süresinin 30 günden 60 güne doğru artması ile kroma (C*) değeri, kırmızı (a*) renk tonu ve sarı (b*) renk tonu değerlerinin arttığı ve ton açısı (h°) değeri ile ışıklılık (L*) değerleri azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

- Beyazlık indeksinde yaşlandırma süreleri arttığında, liflere dik ve paralel yönleri için sonuçların azaldığı belirlenmiştir.

- 20°, 60° ve 85°'de liflere dik ve paralel yönler için elde edilen parlaklık değerlerinin yaşlandırma süreleri ile değiştiği görülmektedir.

Çalışmada kullanılan ahşap malzemenin yüzeyleri çeşitli koruyucu maddelerle kaplanalı ve ardından, tuzlu sis korozyon testi, doğal veya yapay ortamda (Xenon, UV-A, UV-B, UV-C lambaları kullanılarak) yaşlandırma uygulamaları ile yüzeyde meydana gelen değişikliklerin belirlenmesi önerilmektedir.

Kaynaklar

- ASTM D 1641, (2004). *Standard practice for conducting outdoor exposure test of varnishes*, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, United States.
- 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.
- Barański, J., Klement, I., Vilkovská, T. and Konopka, A. (2017). High temperature drying process of beech wood (*Fagus sylvatica* L.) with different zones of sapwood and red false heartwood. *BioResources*, 12(1), 1861-1870. DOI: 10.15376/biores.12.1.1861-1870.
- Bektaş, İ. (1995). *Pinus radiata* D. Don'un bazı mekanik özellikleri ve diğer bazı ağaç türleri ile karşılaştırılması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Yayın No: 45(2), 135-151.
- Brischke, C., and Alfredsen, G. (2020). Wood-water relationships and their role for wood susceptibility to fungal decay, *Applied microbiology and biotechnology*, 104(9), 3781-3795. DOI: 10.1007/s00253-020-10479-1.
- Burns, R.M., and Honkala, B.H. (1990). *Agriculture Handbook (Washington), Silvics of North America. Volume 1. Conifers*, Forest Service, United States Department of Agriculture, Washington, DC.
- Can, A. (2018). *Su itici maddeler ile kombine edilmiş bazı emprenye maddelerinin performansının incelenmesi*, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bartın,
- Can, A., and Sivrikaya, H. (2019). Surface characterization of wood treated with boron compounds combined with water repellents, *Color Research and Application*, 44(3), 462-472. DOI: 10.1002/col.22357.

- Choudhury, A.K.R. (2010). Scales for communicating colours, M.L. Gulrajani (Ed.), *Colour Measurement: Principles, Advances and Industrial Applications*, Woodhead Publishing, Sawston, pp. 19-65.
- Cogulet, A., Blanchet, P., and Landry, V. (2016). Wood degradation under UV irradiation: a lignin characterization, *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 158, 184-191, DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2016.02.030.
- de Almeida, T.H., de Almeida, D.H., Gonçalves, D., and Lahr, F.A.R. (2021). Color variations in CIELAB coordinates for softwoods and hardwoods under the influence of artificial and natural weathering, *Journal of Building Engineering*, 35, 101965. DOI: 10.1016/j.jobee.2020.101965.
- Deka, M., and Petrid, M. (2008). Photo-degradation of water borne acrylic coated modified and non-modified wood during artificial light exposure, *Bio-Resources*, 3(2), 346-362.
- Dubey, M.K., Pang, S., Chauhan, S. and Walker, J. (2016). Dimensional stability, fungal resistance and mechanical properties of radiata pine after combined thermo-mechanical compression and oil heat-treatment. *Holzforchung*, 70(8), 793-800. DOI: 10.1515/hf-2015-0174.
- Feist, W.C. (1982). *Structural use of wood in adverse environments*. Van Nostrand Reinhold Co, New York, pp. 156-178.
- Feist, W.C. (1990). Weathering performance of painting wood pretreated with water repellent preservatives, *Forest Products Journal*, 40 (7-8), 21-26.
- Fengel, D., and Wegener, G. (1984). *Wood - chemistry, ultrastructure, reactions*. Walter de Gruyter, Berlin. New York.
- Herrera, R., Arrese, A., de Hoyos-Martinez, P.L., Labidi, J., Llano-Ponte, R. (2018). Evolution of thermally modified wood properties exposed to natural and artificial weathering and its potential as an element for façades systems, *Construction and Building Materials*, 172, 233-242. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2018.03.157.
- Herrera, R., Erdocia, X., Llano-Ponte, R. and Labidi, J. (2014). Characterization of hydrothermally treated wood in relation to changes on its chemical composition and physical properties. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 107, 256-266. DOI: 10.1016/j.jaap.2014.03.010.
- Hon, D.N.-S. (1991). Photochemistry of wood, D.N.-S. Hon, N. Shiraiishi (Eds.), *Wood and cellulosic chemistry*, Marcel Decker, pp. 525-555.
- Hwang, S.W. and Lee, W.H. (2011). The mechanical properties of heat-compressed radiata pine (*Pinus radiata* D.Don) by compression set. *Journal of The Korean Wood Science and Technology*, 39(4), 311-317.
- 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 554, (1976). *Standard atmospheres for conditioning and/or testing*, *International Standardization Organization*, Geneva, Switzerland.
- Kerber, P.R., Stangerlin, D.N., Pariz, E., de Melo, R.R., de Souza, A.P. and Calegari, L. (2016). Colorimetry and surface roughness of three amazon woods submitted to natural weathering. *Nativa, Sinop*, 4(5), 303-307. DOI: 10.14583/2318-7670.v04n05a06.
- Kržišnik, D., Lesar, B., Thaler, N., and Humar, M. (2018). Influence of natural and artificial weathering on the colour change of different wood and wood-based materials, *Forests*, 9(8), 488. DOI: 10.3390/f9080488.
- Liu, R., Pang, X., and Yang, Z. (2017). Measurement of three wood materials against weathering during long natural sunlight exposure, *Measurement*, 102, 179-185. DOI: 10.1016/j.measurement.2017.01.034.
- Ma, S., Wei, M., Liang, J. and Luo, M.R. (2017). What Do We Need for Assessing Whiteness?, *Advanced Graphic Communications and Media Technologies* pp 25-31. DOI: 10.1007/978-981-10-3530-2_4.
- MacDougall, D.B. (2010). 13 - Colour measurement of food: principles and practice, *Colour Measurement, Principles, Advances and Industrial Applications*, Woodhead Publishing Series in Textiles, 2010, Pages 312-342.
- Mohebbi, B. and Saei, A.M. (2015). Effects of geographical directions and climatological parameters on natural weathering of fir wood. *Construction and Building Materials*, 94, 684-690. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2015.07.049.
- Oberhofnerová, E., Pánek, M. and García-Cimarras, A. (2017). The effect of natural weathering on untreated wood surface. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 19(2), 173-184. DOI: 10.4067/S0718-221X2017005000015.
- Ormondroyd, G.A., Spear, M., and Curling, S.F. (2015). Modified wood: review of efficacy and service life testing, *Construction Materials*, 168(4), 187-203. DOI: 10.1680/coma.14.00072.
- Özkan, O.E. (2013). *Isıl işleme muamele edilmiş göknar odununun biyolojik, mekanik, fiziksel ve dış ortam dayanımı özellikleri*, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu.
- Pandey, K.K. (2005). A note on the influence of extractives on the photo-discoloration and photo-degradation of Polymer *Degradation and Stability*, 87(2): 375-379. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2004.09.007.

- Park, K.S., Lee, H.H. and Kang, S.G. (2014). Physico-mechanical properties and optimum manufacturing conditions of Bi-Sn metal alloy impregnated wood composites. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 42(6), 691-699. DOI: 10.5658/WOOD.2014.42.6.691.
- Rüther, P., and Jelle, B.P. (2013). Color changes of wood and woodbased materials due to natural and artificial weathering, *Wood Material Science & Engineering*, 8(1), 13-25. DOI: 10.1080/17480272.2012.696699.
- Saei, A.M., Mohebbi, B., and Abdeh, M.R. (2015). Effects of oleothermal treatment and polydimethylsiloxane (PDMS) coating on natural weathering of beech and fir woods, *Maderas. Ciencia y tecnología*, 17(4), 905-918. DOI: 10.4067/S0718-221X2015005000079.
- Sandermann, W., and Schlumbom, F. (1962). On the effect of filtered ultraviolet light on wood. Part II: kind and magnitude of colour difference on wood surfaces, *Holz Roh- Werkstoff*, 20: 285-291.
- Schnabel, T., Zimmer, B., and Petutschnigg, A.J. (2009). On the modelling of colour changes of wood surfaces, *European Journal of Wood and Wood Products*, 67, 141-149. DOI: 10.1007/s00107-008-0293-x.
- Söğütlü, C. ve Sönmez, A. (2006). Değişik koruyucular ile işlem görmüş bazı yerli ağaçlarda UV ışınlarının renk değiştirici etkisi. *Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(1), 151-159.
- Srinivas, K., and Pandey, K.K. (2012). Effect of heat treatment on color changes, dimensional stability, and mechanical properties of wood, *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 32(4), 304-316. DOI: 10.1080/02773813.2012.674170.
- Streitberger, H.-J. and Dössel, K.-F. (2008). *Automotive Paints and Coatings*, Wiley-VCH, Weinheim.
- Topalovic, T., Nierstrasz, V.A., Bautista, L., Jovic, D., Navarro, A. and Warmoeskerken, M.M. (2007). 446 Analysis of the effects of catalytic bleaching on cotton. *Cellulose*, 14, 385-400. DOI: 10.1007/s10570-007-9120-5.
- Varga, D., Tolvaj, L., Molnar, Z., and Pasztory, Z. (2020). Leaching effect of water on photodegraded hardwood species monitored by IR spectroscopy, *Wood Science and Technology*, 54 (6), 1407-1421. DOI: 10.1007/s00226-020-01204-2.
- Yeo, W.S. (2021). Least square support vector regression-based model for whiteness index of cotton fabric prediction. DOI: 10.21203/rs.3.rs-547102/v1.
- Živković, V., Arnold, M., Radmanović, K., Richter, K., and Turkulin, H. (2014). Spectral sensitivity in the photodegradation of fir wood (*Abies alba* Mill.) surfaces: colour changes in natural weathering, *Wood Science and Technology*, 48, 239-252. DOI: 10.1007/s00226-013-0601-4.