



Sibirya amı (*Pinus sibirica*) Odununda Beyazlık İndeksi, Renk ve Parlaklık Değerleri Üzerine Doğal Yaşlandırma Etkilerinin Belirlenmesi

Ümit AYATA^{1,a,✉}

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

^aORCID: 0000-0002-6787-7822

✉Sorumlu Yazar: umitayata@bayburt.edu.tr

Geliş tarihi: 16/11/2022

Kabul tarihi: 19/03/2023

Özet: Dış ortam çevre şartlarının ahşap malzeme üzerinde çeşitli etkilerde bulunarak ahşaba ait yapısını değiştirdiği bilinmektedir. Her ahşap türü farklı yapısal özelliklere sahip olması ile dış ortam şartlarına karşı farklı bir direnç özelliği sergilemektedir. Bu çalışmada, 60 günlük süre boyunca Bayburt ili dış ortam çevre koşullarının Sibirya amı (*Pinus sibirica*) odunu üzerinde meydana getirdiği bazı yüzey değişikleri (renk, parlaklık ve beyazlık ideksi değerleri) araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, bütün testler için varyans analizi sonuçlarında yaşlandırma faktörün anlamlı olarak bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca yaşlandırma süresinin artması ile ışıklılık (L^*) değerinin azaldığı, sarı (b^*) renk tonu değeri, kroma (C^*) ve h^o değerinin arttığı görülmüştür. Toplam renk farklılıkları ise 30. günün sonunda ΔE^* : 8.65 ve 60. günün sonunda ΔE^* : 7.85 olarak bulunmuştur. Buna ek olarak, Δb^* , ΔH^* , ΔC^* ve ΔE^* değerleri yaşlandırma süresinin artması ile azalmıştır. Yapılan yaşlandırma uygulamasının Sibirya amı odunu yüzeylerinde değişikliğe sebep verdiği görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Doğal yaşlandırma, Renk, Parlaklık, Beyazlık indeksi, Ahşap

Determination of Natural Weathering Effects on Whiteness Index, Color and Glossiness Values in Siberian Pine (*Pinus sibirica*) Wood

Abstract: It is known that outdoor environmental conditions have various effects on wood material and change the structure of wood. Each type of wood has different structural properties and exhibits a different resistance to outdoor conditions. In this study, some surface changes (colour, glossiness and whiteness index values) on Siberian pine (*Pinus sibirica*) wood of Bayburt province outdoor environmental conditions were investigated during a 60-day period. According to the results, it was determined that the analysis of variance results for all tests were found to be significant. It was also observed that the lightness (L^*) value decreased, the yellow (b^*) colour value, chroma (C^*) and h^o values increased with increasing weathering time. Total color differences were found to be ΔE^* : 8.65 at the end of the 30th day and ΔE^* : 7.85 at the end of the 60th day. In addition, Δb^* , ΔH^* , ΔC^* and ΔE^* values decreased with increasing weathering time. It was observed that the aging application caused changes in the surfaces of Siberian pine wood.

Keywords: Natural weathering, Colour, Glossiness, Whiteness index, Wood

1. Giriş

Odun, esas olarak gövde yönünde uzunlamasına uzantılarıyla yönlendirilmiş uzun ince hücrelerden oluşan odunsu bir ksilemden oluşur. Hücreler içi boştur ve çukur açıklıklarla birbirine bağlıdır. Ksilemde, yaşayan ağacın dayanıklılık, taşıma ve depolama gibi farklı ihtiyaçlarını karşılamak için birkaç farklı hücre türü vardır (Johansson, 2008). Ahşap, bina yapımında (örneğin cephe kaplaması) görünüm ürünleri için iyi kabul edilen bir malzemedir. Ahşabın estetik özellikleri kısmen dokusu, budakları ve rengiyle kendini belli etmektedir (Broman, 2000). Ahşap esaslı malzemeler çok çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Ahşap, iyi mekanik mukavemeti, düşük termal genleşmesi ve estetik çekiciliği nedeniyle iyi bir mühendislik ve yapı malzemesidir (Srinivas ve Pandey, 2012).

Dış cephe uygulamalarında ahşap, kullanım ömrü boyunca çeşitli özelliklerde değişikliklere uğrar. Yaşlanma mekanizmaları çok karmaşıktır ve birçok faktörden etkilenir (örneğin yağmur, güneş radyasyonu ve sıcaklık) (Schnabel v.d., 2009). Ahşap ürünlerin aşınması, dış uygulamalarda önemli bir performanstır. Işık, ısı ve su kombinasyonu, ürünler dış ortama maruz kaldığında hava koşullarına neden olabilir (Evans, 2009).

Ahşabın bir malzeme olarak bozulması, biyolojik bozulma, hava koşulları ve yaşlanmadan kaynaklanmaktadır (Matsuo v.d., 2010). Aşınma etkisine maruz kalan tüm malzemeler belirli bozulma süreçlerinden geçer (Kutz, 2005). Genel olarak, hava koşullarının etkileri bölgeden bölgeye farklılık gösterebilir ve bunun ahşap üzerindeki kaplama performansını test ederken önemli bir anlamı vardır (Wypych, 2003). Lignin, güneş radyasyonunun %80-90'ını ve karbonhidratlar ve ekstraktifler geri kalanını emdiği için UV bozulmasına en duyarlı ahşap bileşenidir (Hon, 2001; Pastore v.d., 2004).

Ayrışma süreci güneş ışığı ile başlar ve yoğunluğu nem, sıcaklık ve hava kirleticileri tarafından uzatılır (Pandey, 2005). Ayrışma etkilerinin oranı, maruz kalma alanı (hava durumu, konum ve rakım), ağaç türleri ve ahşabın yapısı ve kimyasal bileşimi ile yakından ilişkilidir (Creemers v.d., 2002). Dış koşullara maruz kalan ahşap, doğal ayrışma adı verilen işleme tabi tutulur. Ayrışma işlemi sırasında, hidrofobik lignin UV ışığı ile ayrıştırılır ve su ile ekstraktiflerle birlikte ahşap yüzeyinden süzülür (Williams, 2010). Ahşap ürünlerini hava koşullarına karşı korumak için önlemlerin alınması kapsamında ayrışma bilgisi büyük önem taşımaktadır (Dong v.d., 2020).

Renk, özellikle kontrplak, mobilya ve döşeme malzemesi üretiminde çeşitli mühendislik uygulamaları için türlerin seçiminde önemli bir faktördür. Ancak, ahşap rengi ışığa maruz kaldıkça değişebilir (Olorunnisola, 2018). Renk yüzeyinden bakana yansıyan ışığın dalga boyuna göre değişen, gözle görülebilen herhangi bir şeyin belirli görünümü veya niteliği olarak ifade edilmektedir (Paterson, 2004). Yağmur suyu ahşabın içindeki ekstraktif maddeleri çözebilir, böylece ahşabın gerçek renk değişimlerine uğraması sağlanır (Binks, 1998; Williams, 2010).

Literatürde, opepe (Ayata, 2022a), karakavak (Bal ve Ayata, 2022), göknar ve Avrupa melezi (Schnabel v.d., 2009), ekaba (Çamlıbel ve Ayata, 2023), sarıçam (Poohphajai v.d., 2021; Sandak v.d., 2015), *Eucalyptus globulus* Labill. (Gürleyen v.d., 2022), bambu (*Phyllostachys pubescens* Mazel) (Zhang v.d., 2022), angelim-saia, garapeira ve cedrinho (Kerber v.d., 2016), doğu çınarı (Tonguç v.d., 2022), akasya, meşe, akçaağaç, kızılbaş ve kavak (Kubovský v.d., 2018), meranti red (Ayata ve Can, 2023), *Eucalyptus cloeziana*, *Eucalyptus grandis* ve *Eucalyptus saligna* (Gonzalez de Cademartori v.d., 2015), tik (*Tectona grandis* L.F.), mabberley (*Stereospermum colais*) ve basalocus (*Dicorynia guianensis*) (Liu v.d., 2017), büyük sahil göknarı (Bobadilha v.d., 2021) ve kızılçam (Ayata, 2022b) odun türleri üzerinde yapılan doğal yaşlandırma uygulamaları sonlarında renk parametrelerine ait ölçümlerin yapıldığı bildirilmiştir.

Sibirya çamı (*Pinus sibirica* Du Tour), beş iğneli fıstık çamı türlerinden biridir. Yayılış alanının çoğu, yaklaşık 40 milyon hektarlık bir alanı kapladığı Rusya'da bulunmaktadır (Semechkin v.d., 1985). Buna ek olarak, bu ağaç, Avrasya'nın boreal bölgesinin en önemli iğne yapraklı türlerinden biridir. Tür aralığı batı Urallardan tüm Batı Sibirya Ovası boyunca Transbaikalia ve güney Yakutia'ya kadar uzanmaktadır. Kuzeyde, menzil orman tundra sınırına ulaşır, güneyde, sınır doğu Kazakistan, Moğolistan ve Çin'e girer (Goroshkevich, 2000; Shuvaev ve Ibe, 2021).

Sibirya çamı odununda, *Coniophora puteana* mantarına karşı ağırlık kayıpları %7.62 (Jankowska v.d., 2017) ve %19.81 (Kartal, 2019), yıllık halka genişliği 2.20 mm (Sarkhad v.d., 2020), hacimsel daralma %8.20, radyal yönde daralma %3.40, boyuna yönde daralma %0.34, teğet yönde daralma %5.60 (Jankowska v.d., 2017), kül miktarı %0.14, selüloz %47.60, lignin %27.27, pentozan %7.09, sıcak su çözünürlüğü %4.30, alkol benzende çözünürlük %5.80 (Khutorshchikov, 1960), enine kesitte janka sertlik 23.00 N/mm², elastikiyet modülü 6400.00 N/mm² (Jankowska v.d., 2017), eğilme direnci 85.31 N/mm², liflere paralel basınç direnci 47.64 N/mm², liflere paralel çekme direnci 43.81 N/mm² (Demirci v.d., 2016), ısı iletkenlik değerleri radyal yönde 0.124 W/mK, enine yönde 0.160 W/mK, teğet yönde

0.131 W/mK (Jankowska v.d., 2013) ve shore D sertlik değeri 37.20 HD (Ayata, 2021) olarak bulunmuştur.

Yapılan literatür taramasında Bayburt ili dış ortam çevre koşulları ile Sibiry çamı (*Pinus sibirica*) odunu üzerinde herhangi bir doğal yaşlandırma uygulamasına ait çalışmanın yapılmadığı görülmektedir. Bu sebeple bu çalışmada, 60 gün süre boyunca Bayburt ili dış ortam çevre şartlarına bırakılmış bu ağaç türüne ait ahşap malzemeler üzerinde meydana gelen bazı yüzey değişiklikleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçların, bu ağaç türünün kullanım alanları hakkındaki bilim dünyasına önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışmada, Sibiry çamı (*Pinus sibirica*) odun türü seçilmiştir. 50 x 10 x 2 cm boyutlarında olacak şekilde 3'er grup olacak şekilde 9 adet test örnekleri hazırlanmıştır. Ölçümlerden önce numuneler 20±2°C ve %65 bağıl nemde stabilize edilmiştir (ISO 554, 1976).

2.2. Metot

2.2.1. Doğal yaşlandırma uygulaması

Bayburt İl'inde doğal ayrışma uygulaması gerçekleştirilmiştir. Uygulama 01.08.2022 ile 30.09.2022 tarihleri arasında olmak üzere toplamda 60 gün (30. gün ve 60. gün sonlarında testlere ait ölçümler alınmış) sürmüştür.

Söz konusu numuneler ASTM D 1641 (2004) standardına göre numuneler düz bir arazide zemine 45° açı yapacak şekilde raflara sabitlenmiş ve güneye doğru yönlendirilmiştir. Yerden yaklaşık 1 m yükseklikte olacak şekilde yerleştirilmiştir.

2.2.2. Testler

2.2.2.1. Parlaklık Ölçümlerinin Belirlenmesi

Parlaklık, tek bir parametre değil, bir yüzeyin ışığı yansıtan özelliklerini oluşturan bir dizi yüzey olgusudur. Parlak bir yüzey algısı veren en bilinen parlaklık türü speküler parlaklıktır (Trezza ve Krochta, 2001).

Parlaklık, aynı zamanda, renk ve ışık yoğunluğuna çok benzer şekilde, kesin özellikleri standartlaştırılmış aydınlatıcı ve gözlemci koşulları gerektiren psikofiziksel bir niceliktir (Zwinkels ve Nöel, 1995).

Parlaklık ölçümleri ETB-0833 model gloss meter cihazında (Vetus Electronic Technology Co., Ltd., CN), ISO 2813 (1994) standardına göre 20°, 60° ve 85° açıları kullanılarak paralel (||) ve dik (⊥) yönlerde olacak şekilde belirlenmiştir.

2.2.2.2. Renk Ölçümlerinin Belirlenmesi

Renkler, insanlar tarafından üç ana rengin kombinasyonları olarak görülür. Renkler, parlaklık, ton ve doygunluk açısından birbirinden ayırt edilir (Paterson, 2004).

Renk, yüzeylerden yansıyan ışığın spektral yapısıyla belirlenen görsel algının bir özelliğidir (Sandoval-Torres v.d., 2010).

Genellikle, üç değişkenli bir rengin karakterize edilmesinden oluşmaktadır. Bunlar: L^* : ışıklılık, $+a^*$: kırmızı, $-a^*$: yeşil bileşen ve $+b^*$: sarı, $-b^*$: mavi bileşeni ifade etmektedir. Herhangi bir muameleden önceki ve sonraki durumu karşılaştırarak, Öklid mesafesi ΔE^* olarak ifade edilen göreceli bir renk değişikliğini hesaplamak mümkündür (Anonim, 1997b; MacDougall, 2001; Bristow, 2009).

İşıklilik (L^*), bir rengin yansıttığı ışığın derecesini gösteren özelliği; bazen renk gösteriminde parlaklık ile eşanlamli olarak kullanılır. Kroma (C^*), bir rengin parlaklığının veya doygunluğunun kapsamıdır, bir rengin saflığıdır (Paterson, 2004).

Numunelerin renk değişimi, CIELAB renk sistemi ile bir CS-10 (CHN Spec, Çin) [CIE 10° standart gözlemci; CIE D65 ışık kaynağı, aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağınık aydınlatma)] cihazı

kullanılarak ölçülmüştür. Mutlak değerlerin (ΔE^*) renk farkının görsel değerlendirilmesiyle karşılaştırılması (DIN 5033, 1979) Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Mutlak değerlerin (ΔE^*) renk farkının görsel değerlendirilmesiyle karşılaştırılması (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

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

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

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

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

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

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

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

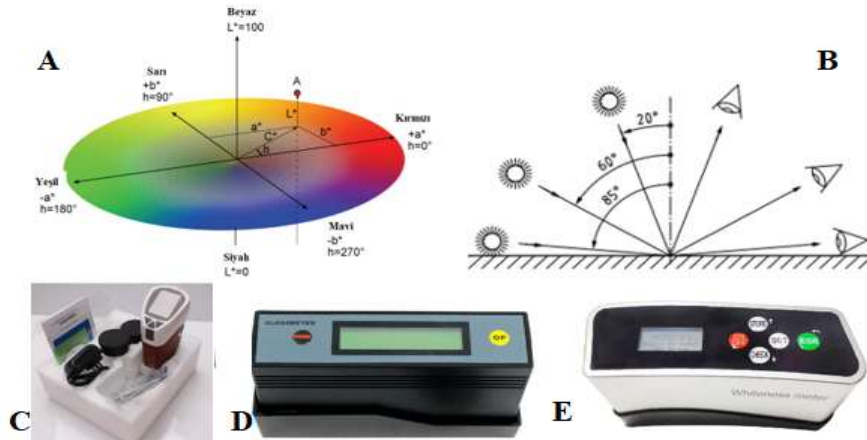
$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

Tablo 2. Renk değişimi (Nejad ve Cooper, 2011)

Daha koyu	-	←	ΔL^*	→	+	Daha açık
Yeşil	-	←	Δa^*	→	+	Kırmızı
Mavi	-	←	Δb^*	→	+	Sarı

2.2.2.3. Beyazlık İndeksinin Belirlenmesi

Mevcut en yaygın beyazlık indeksi, ASTM Tanımı E313-73, beyaza yakın, opak malzemelerin beyazlık ve sarılık indeksleri için standart test yöntemi ile tanımlanan WI E313’tür (Gulrajani, 2010). ASTM (E313) ve ASTM 1925, endüstride kullanılan en popüler beyazlık indeksleridir (Hunter, 1958 & 1960). ASTM E313-15e1, (2015) standardına göre yaşlandırılmış ve yaşlandırılmamış ahşap deney örneklerine ait olan liflere dik (\perp) ve paralel (\parallel) yönlerde olacak şekilde beyazlık indeksi değerleri Whiteness Meter BDY-1 cihazında ölçülerek belirlenmiştir.



Şekil 1. Üç boyutlu CIE $L^*a^*b^*$ renk uzayı. L^* koordinatı ışıklılık seviyesidir. a^* ve b^* koordinatları ölçümün rengini verir ve rengin C^* (doygunluk) ve h (ton açısı) kutupsal koordinatları (Johansson, 2008) (A), parlaklık ölçüm açıları (ISO 2813, 2014) (B), renk ölçüm cihazı (C), parlaklık cihazı (D) ve beyazlık indeksi ölçüm cihazı (E)

2.3. İstatistiksel Analiz

Yaşlandırma öncesi ve sonrası elde edilen verilerle standart sapmaları, yüzde (%) değişim oranları, homojenlik grupları, minimum ve maksimum değerleri, varyasyon katsayıları, varyans analizleri bir SPSS programı kullanılarak hesaplanmıştır.

3. Bulgular

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçları Tablo 2’de gösterilmektedir. Materyal ve metot bölümünde verilen formüller kullanılarak hesaplanmış olan sonuçlara göre, 30 günlük yaşlandırma sonunda ΔE^* değeri 8.65 olarak elde edilirken, 60 günlük yapılan yaşlandırma sonunda ise ΔE^* değeri 7.85 olarak elde edilmiştir. Literatürde yapılan doğal yaşlandırma uygulamalarına ait çalışmalarda yaşlandırma sonunda toplam renk farklı değerleri kara ladin (*Picea mariana*; *Picea glauca*) odununda 18 ay süre sonunda $\Delta E^*=67.00$ (Nejad v.d., 2019), Kubovský v.d., (2018) tarafından yapılan çalışmada yapılan doğal yaşlandırmanın 3. ay sonunda toplam renk farkı değerleri akasyada $\Delta E^*=13.50$, meşede $\Delta E^*=4.74$, akçaağaçta $\Delta E^*=2.77$, kızılğaçta $\Delta E^*=6.90$ ve kavak ağacında $\Delta E^*=7.61$ olarak bulunduğu bildirilmiştir. Literatürde bozunma sürecinin ilk aşamalarında, renk değişikliği kimyasal değişikliklerle ilgili olduğu bildirilmiştir.

Tablo 2. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçları

Yaşlandırma Süresi	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔH^*	ΔC^*	ΔE^*	Renk farkının görsel değerlendirilmesiyle karşılaştırılması (DIN 5033, 1979)	
30. gün sonunda	-1.80	-0.17	8.46	3.12	7.86	8.65	$12 > \Delta E^* > 6$	Güçlü
60. gün sonunda	-3.53	0.40	7.00	2.19	6.66	7.85	$12 > \Delta E^* > 6$	Güçlü

Tablo 3’de renk parametrelerine, parlaklık değerlerine ve beyazlık indeksi değerlerine ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre, kırmızı (a^*) renk tonu, ton açısı (h°), kroma (C^*), ışıklılık (L^*) ve sarı (b^*) renk tonu değerlerine ait yaşlandırma süresinin anlamlı olarak elde edildiği görülmektedir. Biyolojik bir malzeme olan doğal ahşap, dış ortam maruziyeti altında ultraviyole (UV) radyasyonları ve diğer çevresel faktörler tarafından hızlı bir şekilde bozunmaya uğrar (Srinivas ve Pandey, 2012).

Renk parametrelerine, beyazlık indeksine ve parlaklık değerlerine ait sonuçları Tablo 4’de sunulmuştur. Elde edilen bu verilere göre, kontrol örnekleri 60 günlük yaşlandırılan (yaşlandırmanın sonunda) örnekler ile kıyaslandığında L^* , azaldıklarında a^* , b^* , C^* ve h° açısı değerleri artmıştır. L^* değeri 30. günlük yaşlandırmanın sonunda %2.65 ve 60. günlük yaşlandırma sonunda %5.19 olarak azalmıştır (Tablo 4).

Söğütlü ve Sönmez (2006) L^* değerinde görülen artışın “*daha açık rengi*”, buna ek olarak azalışın ise “*koyulaşmaya*” ait olan bir sonucu verdiği şeklinde ifade etmiştir. Buna ek olarak, açık renkli işlem görmemiş ahşap, UV ışınlarına maruz kaldığında koyulaştığı bildirilmiştir (Srinivas ve Pandey, 2012).

a^* değeri ise 30. güne ait olan yaşlandırmanın sonunda %1.56 oranında azalırken, 60. güne yaşlandırma sonunda %3.67 oranında artmıştır. b^* değeri yaşlandırma süresinin artması ile sırasıyla önce %33.88 sonra %28.07 oranında artmıştır. C^* değeri ise 30 günlük sonunda %28.44 oranında ve 60 günlük sonunda %24.44 oranında artmıştır. h° açısına ait sonuçlar incelendiğinde %8.70 ve %6.20 oranlarında yaşlandırma süresinin artması ile artmışlardır (Tablo 4).

Kubovský v.d., (2018) tarafından akasya, meşe, akçaağaç, kızılğaç ve kavak ağacına ait ahşap malzemeleri 3, 6, 12 ve 24 ay süre ile dış ortam çevre şartlarına maruz bırakılmıştır. Sonuçlara göre, 3. ayın sonunda L^* değerleri meşe odununda artarken, akçaağaç, kızılğaç, kavak ve akasya odunlarında azaldığı bildirilmiştir. Buna ek olarak, a^* değerleri akçaağaç, kızılğaç ve meşe odunlarında azaldığı, kavak, akasya odunlarında arttığı ve b^* değerlerinde ise meşe, akasya ve kızılğaç odunlarında azaldığı, kavak ve akçaağaç odunlarında arttığı rapor edilmiştir.

Tablo 3. Renk parametrelerine, beyazlık indeksine ve parlaklık değerlerine ait olan varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Test	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Yaşlandırma Süresi	Işıklılık (L^*) değeri	2	62.419	31.209	193.436	0.000*
	Kırmızı (a^*) renk tonu değeri	2	1.687	0.843	16.418	0.000*
	Sarı (b^*) renk tonu değeri	2	408.754	204.377	1561.711	0.000*
	Kroma (C^*) değeri	2	358.620	179.310	1065.741	0.000*
	Ton (h°) açısı değeri	2	177.276	88.638	2145.357	0.000*
	$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık değeri	2	0.145	0.072	43.400	0.000*
	$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık değeri	2	0.378	0.189	3.571	0.042*
	$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık değeri	2	0.203	0.101	7.685	0.002*
	$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık değeri	2	0.083	0.041	69.750	0.000*
	$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık değeri	2	1.248	0.624	25.373	0.000*
	$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık değeri	2	3.746	1.873	35.689	0.000*
	Beyazlık indeksi dik (\perp)	2	61.658	30.829	41.615	0.000*
	Beyazlık indeksi paralel (\parallel)	2	21.875	10.937	128.395	0.000*
	Hata	Işıklılık (L^*) değeri	27	4.356	0.161	
Kırmızı (a^*) renk tonu değeri		27	1.387	0.051		
Sarı (b^*) renk tonu değeri		27	3.533	0.131		
Kroma (C^*) değeri		27	4.543	0.168		
Ton (h°) açısı değeri		27	1.116	0.041		
$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık değeri		27	0.045	0.002		
$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık değeri		27	1.429	0.053		
$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık değeri		27	0.356	0.013		
$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık değeri		27	0.016	0.001		
$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık değeri		27	0.664	0.025		
$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık değeri		27	1.417	0.052		
Beyazlık indeksi dik (\perp)		27	20.002	0.741		
Beyazlık indeksi paralel (\parallel)		27	2.300	0.085		
Toplam		Işıklılık (L^*) değeri	30	131713.476		
	Kırmızı (a^*) renk tonu değeri	30	3619.447			
	Sarı (b^*) renk tonu değeri	30	27638.359			
	Kroma (C^*) değeri	30	31260.699			
	Ton (h°) açısı değeri	30	145974.069			
	$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık değeri	30	10.870			
	$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık değeri	30	238.690			
	$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık değeri	30	1.840			
	$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık değeri	30	9.960			
	$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık değeri	30	301.480			
	$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık değeri	30	22.950			
	Beyazlık indeksi dik (\perp)	30	12081.660			
	Beyazlık indeksi paralel (\parallel)	30	3116.880			
	Düzeltilmiş Toplam	Işıklılık (L^*) değeri	29	66.775		
Kırmızı (a^*) renk tonu değeri		29	3.074			
Sarı (b^*) renk tonu değeri		29	412.288			
Kroma (C^*) değeri		29	363.163			
Ton (h°) açısı değeri		29	178.392			
$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık değeri		29	0.190			
$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık değeri		29	1.807			
$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık değeri		29	0.559			
$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık değeri		29	0.099			
$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık değeri		29	1.912			
$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık değeri		29	5.163			
Beyazlık indeksi dik (\perp)		29	81.660			
Beyazlık indeksi paralel (\parallel)		29	24.175			

$\alpha \leq 0.05$ değeri için *: Anlamlı

Tablo 4. Renk parametrelerine, beyazlık indeksine ve parlaklık değerlerine ait sonuçları

Test	Yaşlandırma Süresi	N	Orta-lama	Değişim (%)	Homo-jenlik Grubu	SS	Mini-mum	Maksi-mum	COV
L^*	Yaşlandırılmamış	10	68.02	-	A*	0.41	67.27	68.74	0.61
	30. gün sonunda	10	66.22	↓2.65	B	0.53	65.10	66.78	0.81
	60. gün sonunda	10	64.49	↓5.19	C**	0.17	64.33	64.92	0.26
a^*	Yaşlandırılmamış	10	10.90	-	B	0.32	10.46	11.68	2.95
	30. gün sonunda	10	10.73	↓1.56	B**	0.20	10.49	11.11	1.89
	60. gün sonunda	10	11.30	↑3.67	A*	0.10	11.20	11.47	0.86
b^*	Yaşlandırılmamış	10	24.97	-	C**	0.52	24.20	26.25	2.08
	30. gün sonunda	10	33.43	↑33.88	A*	0.24	33.05	33.76	0.73
	60. gün sonunda	10	31.98	↑28.07	B	0.25	31.62	32.33	0.80
C^*	Yaşlandırılmamış	10	27.25	-	C**	0.60	26.37	28.73	2.20
	30. gün sonunda	10	35.11	↑28.84	A*	0.28	34.68	35.46	0.79
	60. gün sonunda	10	33.91	↑24.44	B	0.26	33.54	34.30	0.76
h^o	Yaşlandırılmamış	10	66.41	-	C**	0.21	66.01	66.71	0.31
	30. gün sonunda	10	72.19	↑8.70	A*	0.24	71.66	72.44	0.34
	60. gün sonunda	10	70.53	↑6.20	B	0.15	70.24	70.78	0.21
$\perp 20^o$	Yaşlandırılmamış	10	0.66	-	A*	0.05	0.60	0.70	7.82
	30. gün sonunda	10	0.63	↓4.55	A	0.05	0.60	0.70	7.67
	60. gün sonunda	10	0.50	↓24.24	B**	0.00	0.50	0.50	0.00
$\perp 60^o$	Yaşlandırılmamış	10	2.84	-	AB	0.37	2.30	3.30	13.20
	30. gün sonunda	10	2.66	↓6.34	B**	0.10	2.60	2.80	3.63
	60. gün sonunda	10	2.93	↑3.17	A*	0.09	2.80	3.10	3.24
$\perp 85^o$	Yaşlandırılmamış	10	0.22	-	A	0.10	0.10	0.30	46.95
	30. gün sonunda	10	0.10	↓54.55	B**	0.00	0.10	0.10	0.00
	60. gün sonunda	10	0.30	↑36.36	A*	0.17	0.10	0.60	56.66
$\parallel 20^o$	Yaşlandırılmamış	10	0.60	-	A	0.00	0.60	0.60	0.00
	30. gün sonunda	10	0.62	↑3.33	A*	0.04	0.60	0.70	6.80
	60. gün sonunda	10	0.50	↓16.67	B**	0.00	0.50	0.50	0.00
$\parallel 60^o$	Yaşlandırılmamış	10	2.96	-	B**	0.19	2.70	3.30	6.41
	30. gün sonunda	10	3.44	↑16.22	A*	0.12	3.30	3.60	3.41
	60. gün sonunda	10	3.08	↑4.05	B	0.15	2.90	3.30	5.03
$\parallel 85^o$	Yaşlandırılmamış	10	0.28	-	B**	0.19	0.10	0.70	69.01
	30. gün sonunda	10	1.10	↑292.86	A*	0.29	0.80	1.60	26.42
	60. gün sonunda	10	0.93	↑232.14	A	0.19	0.70	1.30	20.31
Beyazlık İndeksi Dik (\perp)	Yaşlandırılmamış	10	18.60	-	C**	0.86	17.80	19.80	4.60
	30. gün sonunda	10	21.97	↑18.12	A*	0.64	20.90	22.70	2.93
	60. gün sonunda	10	19.43	↑4.46	B	1.04	18.00	20.50	5.33
Beyazlık İndeksi Paralel (\parallel)	Yaşlandırılmamış	10	11.04	-	A*	0.21	10.80	11.40	1.87
	30. gün sonunda	10	10.42	↓5.62	B	0.18	10.10	10.60	1.74
	60. gün sonunda	10	9.00	↓18.48	C**	0.42	8.30	9.60	4.71

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

Literatürde, opepe (Ayata, 2022a), karakavak (Bal ve Ayata, 2022), ekaba (Çamlıbel ve Ayata, 2023), *Eucalyptus globulus* Labill. (Gürleyen v.d., 2022), doğu çınarı (Tonguç v.d., 2022), meranti red (Ayata ve Can, 2023), ve kızılçam (Ayata, 2022b) odun türleri üzerinde yapılan doğal yaşlandırma uygulamaları sonlarında beyazlık indeksi değerlerinde, renk parametrelerinde ve parlaklık değerlerinde değişikliklerin olduğu bildirilmiştir.

Gonzalez de Cademartori v.d., (2015) tarafından yapılan 360 günlük doğal yaşlandırma uygulamalarına maruz kalmış olan *Eucalyptus cloeziana*, *Eucalyptus grandis* ve *Eucalyptus saligna* ahşap türlerinde yaşlandırma sonunda L^* , a^* , b^* ve C^* değerlerinin azaldığını, h^o ve ΔE^* değerlerinin ise arttığını bildirmişlerdir.

Bobadilha v.d., (2021) tarafından büyük sahil göknarı (*Tsuga sp.* ve *Abies sp.*) odunu üzerinde yapılan doğal yaşlandırma uygulamasında sonrasında b^* , a^* ve L^* değerlerinin 3. ayın sonunda azaldığı bildirilmiştir.

Beyazlık indeksi değerlerine bakıldığında liflere paralel (\parallel) yönde yaşlandırmanın ilk periyodu sonunda %5.62 ve yaşlandırmanın son periyodu sonunda ise %18.48 olarak elde edilmiş olup, yaşlandırma uygulaması ile kontrol örneklerine kıyasla sonuçlar azalmıştır. Bunun aksine bir durum olarak, liflere dik (\perp) yönde ise yaşlandırmanın ilk periyodu sonunda %18.12 ve yaşlandırmanın son periyodunda %4.46 olarak tespit edilmiş olup, yaşlandırma uygulaması ile kontrol örneklerine kıyasla sonuçlar artmıştır (Tablo 4).

Parlaklık değerlerine bakıldığında ise kontrol ölçümlerinden yaşlandırma sonuna gidildiğinde, liflere dik yönde 20° 'deki yapılan ölçümlerde azaldığı, 60° ve 85° 'lerdeki yapılan ölçümlerde önce azalıp sonra arttığı belirlenirken, liflere paralel yönde ise 20° 'deki yapılan ölçümlerde azalıp sonra arttığı, buna ek olarak 60° ve 85° 'lerdeki yapılan ölçümlerde arttığı tespit edilmiştir (Tablo 4).

Bobadilha v.d., (2021) tarafından büyük sahil göknarı (*Tsuga sp.* ve *Abies sp.*) odunu üzerinde yapılan doğal yaşlandırma uygulamasına ait olan 3. ayın sonrasında parlaklık değerlerinde Mississipi'de arttığı, Wisconsin'de azaldığı bildirilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada aşağıda verile sonuçlar elde edilmiştir;

- Varyans analizi sonuçlarına göre, bütün testler için “yaşlandırma süresi” faktörü anlamlı olarak elde edilmiştir.

- Yaşlandırma süresinin artması ile sarı (b^*) renk tonu değeri, kroma (C^*) ve h° değerinin arttığı ve ışıklılık (L^*) değerinin ise azaldığı belirlenmiştir.

- Toplam renk farklılıkları ise 30. günün sonunda ΔE^* : 8.65 ve 60. günün sonunda ΔE^* : 7.85 olarak bulunmuştur.

- ΔH^* , Δb^* , ΔC^* ve ΔE^* değerleri yaşlandırma süresinin artması ile azalmıştır.

- Bayburt II'inde yapılan doğal yaşlandırma uygulamasının Sibirya çamı odunu yüzeylerinde değişikliğe neden olduğu görülmüştür.

Ahşap malzemenin dış ortam çevre şartlarına karşı korunmasını sağlamak için çeşitli yeni nesil zararsız koruyucu kimyasal maddelerle emprenye edilmesi veya farklı metotlarla (fırça, rulo, vb.) uygulanması önerilmektedir.

Çıkar Çatışması

Yazar çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Kaynakça

Anonim, (1997b). Color Technology in the Textile Industry, 2nd ed., American Association of Textile Colorists and Chemist.

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.

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

Ayata, Ü., (2021). Sibirya’da iç ve dış mekânlarda kullanılan Sibirya çamı odununun yüzey pürüzlülüğü parametreleri ve shore D sertlik değeri üzerine ısı işlemin etkisi. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 1-8. DOI: 10.33725/mamad.911611.

Ayata, Ü., (2022a). Opepe (*Nauclea diderrichii*) ahşabında doğal yaşlandırma performansı üzerine bazı yüzey özelliklerinin araştırılması, 1. Uluslararası Güncel Akademik Çalışmalar Sempozyumu, 1-4 Aralık 2022, Abant - Bolu, Türkiye, 147-157.

Ayata, Ü., (2022b). Dış ortam şartlarına maruz kalmış kızılçam odunda meydana gelen bazı yüzey değişikliklerinin araştırılması, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 83-92. DOI:10.33725/mamad.1184911.

Ayata, Ü., ve Can, A., (2023). Meranti red (*Shorea curtisii*) odununda bazı yüzey özellikleri üzerine dış ortam çevre şartlarının etkisi, Afrika 1. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 12 - 15 Ocak 2023, Kahire, 41-49.

Bal, B. C., ve Ayata, Ü., (2022). Karakavak odununda renk, beyazlık indeksi ve parlaklık özellikleri üzerine doğal yaşlandırmanın etkisi, Akdeniz 8. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 19-20 Kasım 2022, Girne, 305-315.

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.

Binks, B. P., (1998). Modern aspects of emulsion science 1st Edition London Royal Society of Chemistry, 4 2-4.

Bobadilha, G. S., Stokes, E. C., Ohno, K. M., Kirker, G., Verly Lopes, D. J., and Nejad, M., (2021). Physical, Optical, and Visual Performance of Coated Cross-Laminated Timber during Natural and Artificial Weathering. *Coatings*, 11(2), 252. DOI: 10.3390/coatings11020252.

Bristow, A., (2009). Optical properties of Pulp and Paper, in: M. Ek, G. Gellerstedt, G. Henriksson (Eds.), *Pulp and Paper Chemistry and Technology: Paper Products Physics and Technology*, De Gruyter, Berlin, pp. 145-167.

Brown, R.P., (1995). Predictive techniques and models for durability tests. *Polymer Testing*, 14(5), 403-414. DOI: 10.1016/0142-9418(95)00006-E.

Creemers, J., De Meijer, M., Zimmermann, T., and Sell, J., (2002). Influence of climatic factors on the weathering of coated wood. *European Journal of Wood and Wood Products*, 60(6), 411-420.

Çamlıbel, O., ve Ayata, Ü., (2023). Ekaba (*Tetraberlinia bifoliolata* Haum.) ahşabında bazı yüzey özellikleri üzerine doğal yaşlandırmanın etkileri, Balkan Zirvesi 7. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 3 - 5 Şubat 2023, Üsküp,

Demirci, S., Acar, M., Balıkcı, E., Diler, H., and Erdil, Y. Z., (2016). Comparison of some physical and mechanical properties of various heat-treated and untreated wood, IFC2016 International Furniture Congress, 13-15 October 2016, Turkey, 121-127.

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

Dong, Y., Wang, J., Zhu, J., Jin, T., Li, J., Wang, W., and Xia, C., (2020). Surface colour and chemical changes of furfurylated poplar wood and bamboo due to artificial weathering. *Wood Material Science & Engineering*, 17(3), 168-175. DOI: 10.1080/17480272.2020.1830170.

Gonzalez de Cademartori, P. H., Missio, A. L., Dufau Mattos, B., and Gatto, D. A., (2015). Natural weathering performance of three fast-growing Eucalypt woods. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 17(4), 799-808. DOI: 10.4067/S0718-221X2015005000069.

Goroshkevich, S. N., (2000). On the interspecific relationships of Russian Pinus species from the Cembrae group in their overlapping areas, *Problems of species and speciation*, 36-38

Gulrajani, M. L., (2010). *Colour Measurement: Principles, Advances and Industrial Applications*, Woodhead Publishing Limited.

Gürleyen, L., Tonguç, F., Ergül, H. A., ve Ayata, Ü., (2022). *Eucalyptus globulus* Labill. odununda doğal yaşlandırma üzerine bazı yüzey özelliklerindeki değişikliklerin belirlenmesi, Gece Kitaplığı Yayınevi, Ziraat & Orman, Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler, Editör: Doç. Dr. Ümit AYATA, 277-296. ISBN: 978-625-430-565-8.

Hon, D. S., (2001). Weathering and photochemistry of wood, D.S. Hon, N. Shiraishi (Eds.), *Wood and Cellulosic Chemistry, Photochemistry of Wood* (2nd ed.), Marcel Dekker, Basel, p. 513, (Chapter 11).

Hunter R. S., (1958 & 1960). Description and Measurement of White Surfaces. *Journal of the Optical Society of America*, 48, 597-605 and *Journal of the Optical Society of America*, 50: 44.

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.

Jankowska, A., Anders, B., and Mastyna, B., (2017). Characteristic technical properties of Siberian yellow pine (*Pinus sibirica* Du Tour.) wood. *Sylwan*, 161(9), 756-762.

Jankowska, A., Wójcik, A., and Jencyk-Tołłoczko, I., (2013). Determination of thermal properties of wood of *Pinus sibirica* Du Tour, *Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW Forestry and Wood Technology*, No. 82/2013.

Johansson, D., (2008). *Heat treatment of solid wood. effects on absorption, strength and colour*. Dissertation. Luleå University of Technology, LTU Skellefteå, Division of Wood Physics, 53, 1402-1544.

Kartal, Z. N., (2019). Borik asit ve polikaprolakton modifikasyonunun ahşabın biyolojik dayanım ve boyut stabilizasyonu ile bor yıkanmasına etkisi, Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.

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.

Khutorshchikov, I. S., (1960). *Bumazhnaya Promyshlennost*, (1), 15.

Kubovský, I., Oberhofnerová, E., Kačík, F., and Pánek, M., (2018). Surface changes of selected hardwoods due to weather conditions. *Forests*, 9(9), 557. DOI: 10.3390/f9090557.

Kutz, M., (2005). *Handbook of environmental degradation of materials*, William Andrew Pub, Norwich.

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.

MacDougall, D. B., (2001). Principles of colour measurement for food, in: E. Kress-Rogers, C.J.B. Brimelow (Eds.), *Instrumentation and Sensors for the Food Industry*, Woodhead Publishing, pp. 63-84.

Matsuo, M., Yokoyama, M., Umemura, K., and Kawai, S., (2010). Aging of wood: Elucidation of color changes as comparison between natural aging and accelerated aging, *Sustainable humanosphere: bulletin of Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University*, 6: 7-7.

Nejad, M., and Cooper, P., (2011). Exterior wood coatings. Part-1: performance of semitransparent stains on preservative-treated wood. *Journal of Coatings Technology and Research*, 8(4), 449-458. DOI: 10.1007/s11998-011-9332-3.

- Nejad, M., Dadbin, M., and Cooper, P., (2019). Coating performance on exterior oil-heat treated wood. *Coatings*, 9(4), 225. DOI: 10.3390/coatings9040225.
- Olorunnisola, A. O., (2018). Design of structural elements with tropical hardwoods. ISBN: 978-3-319-65342-6. ISBN: 978-3-319-65343-3 (eBook), DOI: 10.1007/978-3-319-65343-3.
- Palou, E., López-Malo, A., Barbosa-Cánovas, G. V., Welti-Chanes, J., and Swanson, B. G., (1999). Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. *Journal of Food Science*, 64(1), 42-45. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1999.tb09857.x.
- Pandey, K. K., (2005). Study of the effect of photo-irradiation on the surface chemistry of wood. *Polymer Degradation and Stability*, 90(1), 9-20. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2005.02.009.
- Pastore, T. C. M., Santos, K. O., and Rubim, J. C., (2004). A spectrophotometric study on the effect of ultraviolet irradiation of four tropical hardwoods. *Bioresource Technology*, 93(1), 37-42. DOI: 10.1016/j.biortech.2003.10.035.
- Paterson, I., (2004). A Dictionary of Colour. Pp. 528. London, UK: Thorogood Publishing Ltd.
- Poohphajai F., Sandak, J., Sailer, M., Rautkari, L., Belt, T., and Sandak, A., (2021). Bioinspired living coating system in service: evaluation of the wood protected with biofinish during one-year natural weathering, *Coatings*, 11(6), 701. DOI: 10.3390/coatings11060701.
- Sandak, J., Sandak, A., and Riggio, M., (2015). Characterization and monitoring of surface weathering on exposed timber structures with a multi-sensor approach, *International Journal of Architectural Heritage*, 9(6), 674-688. DOI: 10.1080/15583058.2015.1041190.
- Sandoval-Torres, S., Jomaa, W., Marc, F., and Puiggali, J-R., (2010). Causes of color changes in wood during drying. *Forestry Studies in China*, 12(4), 167-175. DOI: 10.1007/s11632-010-0404-8.
- Santos, R. M., Botelho, G. L., and Machado, A. V., (2010). Artificial and natural weathering of ABS. *Journal of Applied Polymer Science*, 116, 2005-2014.
- Sarkhad, M., Ishiguri, F., Nezu, I., Tumenjargal, B., Takahashi, Y., Baasan, B., Chultem, G., Ohshima, J., and Yokota, S., (2020). Preliminary evaluation for quality of dimension lumber in four common softwoods in Mongolia. *Journal of Wood Science*, 66, 72. DOI:10.1186/s10086-020-01919-7.
- 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.
- Semechkin, I. V., Polikarpov, N. P., and Iroshnikov, A. I., (1985). Siberian pine forests of Siberia. Novosibirsk, Science: 258.
- Shuvaev, D. N., and Ibe, A. A., (2021). Genetic structure and postglacial recolonization of *Pinus sibirica* Du Tour in the West Siberian Plain, inferred from nuclear microsatellite markers. *Silvae Genetica*, 70, 99-107. DOI: 10.2478/sg-2021-0008.
- 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). Photodegradation of thermally modified wood. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 117, 140-145. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2012.09.013.
- Tonguç, F., Ergül, H.A., ve Ayata, Ü., (2022). Doğu çınarı (*Platanus orientalis* L.) odununda doğal yaşlandırma performansı, *Platanus Yayın Grubu*, Editör: Prof. Dr. Nilda ERSOY, Basım sayısı:1, ISBN: 978-625-8261-57-8, Bölüm Sayfaları: 595-609.
- Trezza, T. A., and Krochta, J. M., (2001). Specular reflection, gloss, roughness and surface heterogeneity of biopolymer coatings. *Journal of Applied Polymer Science*, 79(12), 2221-2229. DOI: 10.1002/1097-4628(20010321)79:12<2221::AID-APP1029>3.0.CO;2-F.

Williams, R. S., (2010). Finishing of wood. In: Wood handbook - Wood as an engineering material. pp 16-1 - 16-39, Centennial Edition. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.

Wypych, G., (2003). Handbook of material weathering, 3rd edition, ChemTec Publishing, Toronto.

Zhang, Y.H., Ma, H.X., Qi, Y., Zhu, R.X., Li, X.W., Yu, W.J., and Rao, F., (2022). Study of the long-term degradation behavior of bamboo scrimber under natural weathering, *npj Materials Degradation*, 6, 63. DOI: 10.1038/s41529-022-00273-x.

Zwinkels, J. C., and Nöel, M., (1995). Specular gloss measurement services at the National Research Council of Canada. *Surface Coatings International*, 78(12), 512-516.