



UV Sistem vernik uygulanmış iğde odununda renk ve salınımsal sertlik özellikleri üzerine farklı lambalara (UV-A ve -B) sahip hızlandırılmış yaşlandırma etkilerinin karşılaştırılması

Ümit AYATA¹, Fatih Tuncay EFE², Mutlu TÜRK³, Nevzat ÇAKICIER⁴,
Levent GÜRLEYEN⁵

¹Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye,

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yenice Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Çanakkale, Türkiye,

³Aydın/Efeler-Mesleki Eğitim Merkezi, Efeler, Efeler Blv. No:17, D. No: 17, Aydın, Türkiye,

⁴Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Düzce, Türkiye,

⁵Gölyaka Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Gölyaka, Düzce, Türkiye,

Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com

Özet

Bu çalışmada, iç mekânda kullanılan UV sistem parke vernikleri (3 ve 5 kat) uygulanmış iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) odununda, farklı lambalara sahip yapay yaşlandırma ortamlarına maruz bırakılması ile meydana gelen bazı yüzey değişiklikleri araştırılmıştır. Yaşlandırma uygulamasında UV-A 340 ve UV-B 313 tür lambalar kullanılmıştır. Dene örnekleri 252 saatlik yaşlandırmaya maruz bırakılmıştır. Ayrıca, yaşlandırılmış ve yaşlandırılmamış vernik katmanları üzerinde renk parametrelerine [kırmızı renk (a^*) tonu, sarı renk (b^*) tonu ve ışıklılık (L^*)] ve salınımsal sertlik değerlerine ait testler yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, her iki vernik türünde ve her iki lamba türünde de istatistiki olarak varyans analizi sonuçları bütün testler için anlamlı olarak elde edilmiştir. Her iki vernik türüne ait katmanların, her iki lamba türüne ait 252 saatlik yaşlandırmaya maruz kalmasından sonra L^* ve b^* değerleri azalırken, a^* değerleri artmıştır. Her iki vernik türü içinde UV-B 313 lambalarının toplam renk farkı sonuçları, UV-A 340 lambalarınınkinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Salınımsal sertlik değerleri farklı lambalar karşısında farklı sonuçlar vermiştir.

Anahtar Kelimeler: İğde odunu, UV sistem vernik, Salınımsal sertlik, Renk

Comparison of the effects of accelerated aging with different lamps (UV-A and -B) on color and pendulum hardness properties of Russian olive wood treated with UV system varnish

In this study, some surface changes were investigated in Russian olive (*Elaeagnus angustifolia* L.) wood with UV system parquet varnish (3 and 5 layers) applied indoors, after exposure to artificial aging environments with different lamps. UV-A 340 and UV-B 313 type lamps were used in the aging application. Experimental samples were exposed to 252 hours of aging. In addition, tests of color parameters [(red color (a^*) tone, yellow color (b^*) tone and lightness (L^*)] and pendulum hardness values were performed on aged and unaged varnish layers. According to the results of the research, statistical analysis of variance results were obtained for all tests in both varnish types and both lamp types. After the layers of both varnish types were exposed to 252 hours of aging of both lamp types, L^* and b^* values decreased while a^* values increased. It was determined that the total color difference results of UV-B 313 lamps in both varnish types were higher than that of UV-A 340 lamps. Pendulum hardness values gave different results against different lamps.

Keywords: Russian olive, UV system varnish, Pendulum hardness, Colour

Giriş

Ahşap ve türevleri mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ahşap kaplamalar zaman içinde yüksek dayanım sağladıkları ve estetik özellikler sundukları için ilgi görmektedir. Ahşap hassas bir malzemedir; zaman içinde ve belirli koşullar altında (sıcaklık, nem ve ışık) koruyucu/dekoratif

kaplamaları güçlü bir şekilde etkileyebilecek olan ekstraktif maddeler açığa çıkarabilir ve bazıları geri döndürülemez boyutsal değişikliklere uğrayabilir. Mobilya ve döşeme yapımında kullanılan hemen hemen tüm ahşap türleri yüzey kaplamalıdır (Kaboarani ve ark., 2017).

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

Dış koşullara maruz kalan ahşap, doğal ayrışma adı verilen işleme tabi tutulur (Williams 2010). Ahşapta fotodegradasyonun en önemli nedenlerinden biri, ana bileşenleri, özellikle lignin arasında kimyasal reaksiyonlara neden olan ve kromoforik gruplar oluşturan ultraviyole (UV) ışıktır (Pandey, 2005; Cogulet ve ark., 2016). Lignin, esas olarak aromatik halkalar ve kromoforik gruplar içeren kompleks bir 3-D polimerdir ve UV radyasyonu ile bozulmaya karşı oldukça hassastır (Rosu ve ark., 2010; Zborowska ve ark., 2015). İç mekânlarda kullanılan kaplamalar, evlerde, ofislerde ve diğer yaşam alanlarındaki günlük faaliyetler nedeniyle farklı bozulma unsurlarına dayanmalıdır: ışık, iklimsel değişiklikler, çizikler, aşınma, darbe ve kimyasal etkileşimler gibi mekanik hasarlar (Bulian ve Graystone, 2009). UV ile kürlenebilen teknoloji, boya ve kaplama endüstrisinde en hızlı büyüyen pazarlardan biridir. UV ile kürlenebilen kaplamaların hızlı ve istikrarlı büyümesinin nedenleri çoktur. En yaygın olarak belirtilen nedenleri; düşük uçucu organik bileşikler emisyonları, mükemmel mekanik ve kimyasal direnç ve hızlı kürlenme/kurutma olmaktadır (Landry ve ark., 2015).

Mevcut farklı kaplama teknolojileri arasında, düşük enerji tüketimi, hızlı kürlenme süreleri ve düşük uçucu organik bileşik emisyonları nedeniyle UV ile kürlenen kaplamalar sıklıkla tercih edilir (Müller ve Poth, 2011). Ayrıca, UV ışığı ile polimerize edilen kaplamalar, mekanik streslere karşı iyi bir genel dirence yol açan yüksek çapraz bağlama yoğunluklarından yararlanır. Ahşap endüstrisinde bu teknoloji genellikle hazır döşemeler, duvar panelleri, kapılar ve mobilya panelleri gibi düz yüzeyler için kullanılmaktadır (Hermann ve ark., 2021). Ultraviyole (UV) radyasyon elektromanyetik spektrumun bir parçasıdır (Diffey, 2002). UV radyasyonu, cilt kanserlerinin bazal ve skuamöz hücreli karsinomun başlamasından ve desteklenmesinden sorumlu tam bir kanserojendir (De Gruijl ve ark., 1993). UV radyasyonunun iki türü, UVA (320-400 nm) ve UVB (290-320 nm), ciltle temelde farklı şekillerde etkileşime girmektedir (Dahle ve Kvam, 2003). “UV-A 340” lambası, doğal hava koşullarına daha iyi korelasyon sağlamak için 1987 yılında piyasaya sürülmüştür. Bu lamba, yaklaşık 370 nm’den 295 nm’lik güneş kesme noktasına kadar iyi bir güneş ışığı simülasyonu sağlar. UV-A 340 lambası, dış mekâna maruz kalındığında fiziksel özelliklerde gözlemlenen değişiklikleri simüle etmek için en uygundur. Floresan UV cihazları, spektral güç dağılımının etkilerini incelemek için ideal bir araç sağlar, çünkü diğer lamba türleri için pek olası olmayan, spektral güç dağılımı eğrilerinin şekli veya UV lambasının ömrü boyunca değişmez (Brennan ve Fedor, 1988; Fedor ve Brennan, 1994).

Güneş ışığının UV-A (320-380 nm) bileşeni, cilt hücrelerine ve dokuya zararlı olabilen oksitleyici özelliklere sahiptir, ancak aynı zamanda hem katabolize edici enzim olan “heme oksijenaz-1” için güçlü bir şekilde yukarı regülasyonuna yol açabilir (Tyrrell ve Reeve, 2006). FS-40 ve UV-B 313 olmak üzere iki tür UVB lambası vardır. TS-40 lambası öncelikle otomotiv endüstrisi tarafından kullanılmıştır. UV-B 313, esasen ikinci nesil bir FS-40’tır. FS-40 ile aynı spektral güç dağılımına sahiptir. Ancak daha yüksek, daha kararlı çıktıya sahiptir. UV-B 313, 1984 yılında piyasaya sürülmüştür. Daha yüksek çıkışı nedeniyle UV-B 313 lambası, çoğu malzeme için FS-40 tipine göre daha fazla hızlanma sağlar. Çok dayanıklı malzemeleri test etmek veya daha kısa dalga boyları spektrumunu yeniden üretmesi nedeniyle kalite kontrol uygulamaları için kullanışlı olmaktadır (Brennan ve Fedor, 1988; Fedor ve Brennan, 1994).

Literatürde; Çin tırpan ağacı (*Cunninghamia lanceolata*) (Wang ve ark., 2019), simul (*Salmalia malabarica*) (Ali ve ark., 1997), gülibrişim (*Albizia julibrissin*) (Gürleyen, 2020), üvez (*Sorbus L.*) (Gürleyen ve ark., 2017b), dişbudak (*Fraxinus excelsior*) (212°C’de 2 saat süre ile ısıtılmış) (Ayata ve ark., 2017b), ceviz (*Juglans regia*) Amerikan ceviz (*Juglans nigra*), kırmızı Amerikan meşesi (*Quercus rubra*), akçağaç (*Acer pseudoplatanus L.*) (Ayata ve ark., 2018), kestane (*Castanea sativa Mill.*), limba (*Terminalia superba*), iroko (*Chlorophora excelsa*), sapelli (*Entandrophragma*

cylindrocum) (Ayata ve Çavuş, 2018), adi kızılgağaç (*Alnus glutinosa* Gaertn L.) (Salca ve ark., 2016; 2021), meşe (*Quercus petraea* L.) (Gürleyen ve ark., 2019), kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) (Ayata ve ark., 2017a), doussie (*Afzelia africana*) (Gürleyen, 2021), limon (*Citrus limon* (L.) Burm.) (Ayata, 2019), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) (Gürleyen ve ark., 2017a), kayısı (*Prunus armeniaca* L.) (Ayata ve ark., 2021a), Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) (Ayata ve ark., 2021b), adi çitlembik (*Celtis australis* L.) (Ayata ve ark., 2021c), kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima* Wild.) (Ayata ve ark., 2021d), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) (Ayata ve ark., 2021e), rose gum (*Eucalyptus grandis*) ve Karayip çamı (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) (de Moura ve ark., 2013), dut (*Morus alba*) (Çavuş, 2021), sarı huş (*Betula alleghaniensis* Britt.) (Hermann ve ark., 2021) ve şeker akçaağacı (*Acer saccharum*) (Vardanyan ve ark., 2014) ahşap türlerine UV kürlenmeli kimyasalların uygulandığı ve çeşitli üst yüzey testlerinin (salınımsal sertlik, yüzeye yapışma direnci, renk ve parlaklık) yapıldığı bildirilmiştir.

İğde odununun ahşabı, sert ve ince tanelidir. Direkler, kirişler, ev eşyaları (Komarov, 1968; Polunin, 1969) ve oymacılıkta kullanılmaktadır (Genders, 1994). Ayrıca odununun mükemmel bir yakıt olduğu da bildirilmiştir (Gamble, 1972; Komarov, 1968). Bu bilgiler ışığında iğde ahşabının UV sistem parke endüstrisi alanında kullanıldığına dair herhangi bir bilgiye rastlanılmadığı görülmektedir.

İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) odununda; hava kurusu yoğunluk 536.000 kg/m^3 , hava kurusu rutubet değeri %9.93, tam kuru yoğunluk 507.000 kg/m^3 , hacmen genişleme %9.44, teğet yönde genişleme %5.90, boyuna yönde genişleme %0.30, radyal yönde genişleme %3.24, lif doygunluğu noktası (LDN) %18.63, şok direnci 0.389 kgm/cm^2 , elastikiyet modülü tayini 4663.00 N/mm^2 , eğilme direnci 61.12 N/mm^2 , janka sertlik değeri teğet, enine ve radyal yüzeyler için sırasıyla 40.23 N/mm^2 , 58.74 N/mm^2 ve 40.10 N/mm^2 (Ayata ve Bal, 2019) ile ısı iletkenlik değeri 0.121 k(W/mK) (Çavuş ve ark., 2019) olarak bulunmuştur.

Bu çalışma, iğde odununa endüstriyel uygulamalara göre 3 ve 5 kat UV sistem parke verniklerinin uygulanması ile elde edilen yüzeylerin farklı lambalara sahip yapay yaşlandırmalar karşısındaki göstermiş oldukları direncin renk parametreleri ve salınımsal sertlik testleri için kıyaslanması üzerine yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

2.1.1. Ahşap malzemenin temin edilmesi

İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) odunu İzmir’de faaliyet gösteren bir kereste satıcısından elde edilmiştir. Malzemeler lif kıvrıklığı sorunu olmayan, mantar ve böcek kusuru olmayan, ardaksız ve budaksız olacak şekilde rastgele yöntem ile alınmıştır. Yeterli sayıda olacak şekilde $100 \times 10 \times 2 \text{ cm}$ boyutlarında hazırlanmış olan malzemeler kesme ve rendeleme işleminden geçmiştir. Daha sonra, bu malzemeler üzerinde iklimlendirme işlemleri uygulanmıştır (TS 2471, 1976).

2.2. Metot

2.2.1. UV sistem parke verniklerinin uygulanması

Bu çalışmada $100 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 1.70 \text{ cm}$ boyutlarında hazırlanmış olan iğde deney örnekleri KPS firmasında (Düzce, Türkiye) endüstriyel uygulamalara göre, Tablo 1’de UV sistem parke üretim aşamaları kullanılarak UV sistem parke vernikleri 3 ve 5 kat olacak şekilde uygulanmıştır. Kullanılan verniklere ait kimyasalların özellikleri Ayata (2019) tarafından yapılan araştırmada ayrıntılı olarak gösterilmiştir.





2.2.2. Hızlandırılmış yaşlandırma uygulaması ve yapılan testler

Bu çalışmada yapılan testlere ait çeşitli bilgiler ve cihazlara ait resimler Tablo 2’de ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Çalışmada, yaşlandırma sonrasında her iki lamba türünde meydana gelen toplam renk farklılıkları, Tablo 3’de verilen Barański ve ark., (2017)’e göre renk değiştirme kriterleri ile karşılaştırılmış, sonuçlar Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 1. UV sistem parke verniği üretim aşamaları (3 ve 5 kat)

| 3 kat uygulaması | 5 kat uygulaması |
|--|--|
| Kalibre zımpara uygulaması (80 ve 120 kum) | Kalibre zımparalama işlemi (280 ve 320 kum) |
| Şeffaf UV kürlenmeli hidro astar (T8028-0000) 10 g/m ² (70 °C) | Şeffaf mat UV yağı (T9115-0000) (8 g/m ²) + UV lamba kurutma uygulaması (71 mJ/cm ²) |
| UV yüksek parlaklıkta perde kaplama (T9120-0900N1) 8 g/m ² | UV şeffaf kürleşen sızdırmazlık macunu (T9110-0000H) 20 g/m ² (70 °C) |
| UV lamba kurutma uygulaması (177 mJ/cm ²) (2 defa) | UV şeffaf kürleşen sızdırmazlık macunu (T9110-0000) 10 g/m ² (170 °C) (2 defa) |
| Şeffaf mat UV yağı (T9115-0000) (8 g/m ²) + UV lamba kurutma uygulaması (314 mJ/cm ²) (2 defa) | |

Tablo 2. Çalışmada yapılan testlere ait çeşitli bilgiler ve cihazlara ait resimler

| Test | Ekipmanın Resmi | Test Hakkında Bilgi |
|---|---|---|
| Renk Parametrelerine Ait Ölçümler |  | CS-10 colorimetre (CHN Spec, Çin) marka renk cihazında [Ölçüm koşulları: CIE 10° standart gözlemci; CIE D65 ışık kaynağı, aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağınlık aydınlatma)] $\Delta a^* = a^*_{\text{yaşlandırılmış}} - a^*_{\text{yaşlandırılmamış}}$ (1) $\Delta L^* = L^*_{\text{yaşlandırılmış}} - L^*_{\text{yaşlandırılmamış}}$ (2) $\Delta b^* = b^*_{\text{yaşlandırılmış}} - b^*_{\text{yaşlandırılmamış}}$ (3) $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ (4) Standart: ASTM D2244-3, (2007) |
| Salınımsal (Pandüllü) Sertlik Değerlerine Ait Ölçümler |  | (Model 299/300 Erichsen, Hemer, Germany) König metoduna göre salınımsal sertlik 63 ± 3.3 in HRC sertlik ve 5 ± 0.0005 mm çapında bilyeye sahip cihaz. Sarkacı dengelemek için çapraz çubuğa bağlı dikey bir çubuk üzerinde kayan bir ağırlık kullanılır. Sarkacın toplam ağırlığı 200±0.2 g olmaktadır. Standart: ASTM D 4366-95, (1984) |
| Hızlandırılmış Yaşlandırma Uygulaması |  | QUV weathering tester (Q-Lab, Westlake, OH, US) (Cihaz 0.76 ışık yoğunluğu ve 60°C'de 8 saat UV ışık; 4 saat 50°C sıcaklıkta kondenzasyon buhar yoğunlaştırma uygulaması) UV-A 340 ve UV-B 313 EL lambaları ile 252 saat süre yaşlandırma uygulaması yapılmıştır. Standart: ISO 4892-3 (2016) |
| UV Entegratörü |  | Kühnast, Brachtal, Germany Parke uygulamasında UV lambaların şiddetini mJ/cm ² cinsinden ölçmek için kullanılmıştır. Standart: DIN EN ISO/IEC 17025, (2016) |

Tablo 3. Renk değiştirme kriterleri (Barański ve ark., 2017)

| ΔE^* Değeri | Gözlem Sonucu |
|------------------------|--|
| $\Delta E^* < 0.2$ | 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. İstatistiksel analiz

Bir SPSS programı ile standart sapmalar, minimum ve maksimum değerler, ortalamalar, homojenlik grupları, % değişim oranları ve varyans analizi hesaplanmıştır.

3. Bulgular

Tablo 4’de renk parametrelerine ait belirlenmiş olan varyans analizi verileri gösterilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, kırmızı renk (a^*) tonu, sarı renk (b^*) tonu ve ışıklılık (L^*) değeri için uygulama metodu (A), lamba türü (B) ve etkileşimler (AB) anlamlı olarak bulunmuştur.

Tablo 4. Renk parametrelerine ait belirlenmiş olan varyans analizi verileri

| Test | Varyans Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | $\alpha \leq 0.05$ |
|-------|---------------------|---------------------|-----------------|---------------|----------|--------------------|
| L^* | Uygulama Metodu (A) | 1 | 120.320 | 120.320 | 105.033 | 0.000* |
| | Lamba Türü (B) | 2 | 2678.234 | 1339.117 | 1168.973 | 0.000* |
| | Etkileşim (AB) | 2 | 521.331 | 260.665 | 227.546 | 0.000* |
| | Hata | 114 | 130.593 | 1.146 | | |
| | Toplam | 120 | 178081.340 | | | |
| | Düzeltilmiş Toplam | 119 | 3450.478 | | | |
| a^* | Uygulama Metodu (A) | 1 | 236.967 | 236.967 | 605.878 | 0.000* |
| | Lamba Türü (B) | 2 | 321.471 | 160.736 | 410.969 | 0.000* |
| | Etkileşim (AB) | 2 | 165.479 | 82.739 | 211.548 | 0.000* |
| | Hata | 114 | 44.587 | 0.391 | | |
| | Toplam | 120 | 18542.790 | | | |
| | Düzeltilmiş Toplam | 119 | 768.504 | | | |
| b^* | Uygulama Metodu (A) | 1 | 434.303 | 434.303 | 378.168 | 0.000* |
| | Lamba Türü (B) | 2 | 922.829 | 461.414 | 401.775 | 0.000* |
| | Etkileşim (AB) | 2 | 222.704 | 111.352 | 96.959 | 0.000* |
| | Hata | 114 | 130.922 | 1.148 | | |
| | Toplam | 120 | 38343.601 | | | |
| | Düzeltilmiş Toplam | 119 | 1710.757 | | | |

*: Anlamlı

Renk parametrelerine ait belirlenmiş olan istatistiksel veriler Tablo 5’de gösterilmiştir. Sonuçlara göre, kontrol ölçümlerde 3 kat uygulamasına ait ışıklılık (L^*), sarı (b^*) ve kırmızı (a^*) renk tonu değerleri 5 kat uygulamasınınkinden yüksek elde edilmiştir. Her iki vernik türünün her iki lamba türüne maruz kalmasından sonra L^* ve b^* değerleri azalırken, a^* değerleri artmıştır.

Farklı vernik uygulama metodları (vernüklerin sahip olduğu yapısal farklılıkları) ile kaplanmış numunelerin farklı lambalar kullanılarak yapılan 252 saatlik yaşlandırma ile renk parametrelerini etkilediği görülmektedir. En yüksek azalma oranı L^* değerinde 3 kat UV verniklenmiş ve UV-B 313 lambalarına kalmış örneklerde, b^* değerinde 5 kat UV verniklenmiş ve UV-B 313 lambalarına kalmış örneklerde belirlenmiştir. a^* değerinde ise en yüksek artış 3 kat UV verniklenmiş ve UV-B 313 lambalarına kalmış örneklerde tespit edilmiştir.

Literatürde, L^* değerinde görülen artışın daha açık renk, azalışın ise koyulaşmasının meydana geldiği şeklinde ifade edilmiştir (Söğütü ve Sönmez, 2006). Bu çalışmada da yaşlandırmadan sonra her iki tür vernik ve lamba türleri için L^* değerlerinde azalışların elde edildiği buna bağlı olarak koyulaşmanın elde edildiği söylenebilir. Uygulanan yapay yaşlandırmadan sonra L^* değerinin azaldığı ve a^* değerinin arttığı Gürleyen (2020), (2021), Ayata (2019), Çavuş (2021) ile Ayata ve ark., (2021a,b) tarafından yapılan çalışmalarda da bildirilmiştir.

Toplam renk farklılıklarına ait istatistiksel veriler Tablo 6’da gösterilmiştir. Her iki lamba türünde de en yüksek ΔE^* değerleri UV-B 313 lambasında elde edilmiştir.

3 kat uygulamasında ΔE^* değerleri en yüksek UV-B 313 lambasında elde edilirken, her iki lamba türü için Barański ve ark., (2017)’na göre “*farklı renk*” grubunda yer alırken, 5 kat uygulamasında ΔE^* değerleri yine en yüksek UV-B 313 lambasında bulunmuş olup, her iki lamba türü için Barański ve ark., (2017)’na göre “*yüksek renk değişimi*” kriterini verdiği görülmektedir. ahşap renginin değişmesi, ahşap hücre duvarındaki lignin ve selülozu depolimerize etmek için nem, sıcaklık ve oksijen ve ozon ile işbirliği içinde hareket eden UV ışığının bir sonucu olacaktır (Anderson ve ark., 1991).

Tablo 5. Renk parametrelerine ait belirlenmiş olan istatistiksel veriler

| Test | Uygulama Metodu | Lamba Türü | Ölçüm Sayısı | Ortalama | HG | Değişim % | Standart Sapma | Minimum | Maksimum |
|-------|-----------------|------------|--------------|----------|-----|-----------|----------------|---------|----------|
| L^* | 3 kat ▶ | Kontrol → | 20 | 48.51 | A* | - | 0.77 | 46.39 | 49.40 |
| | | UV-A 340 → | 20 | 36.09 | D | ↓25.60 | 1.07 | 35.01 | 38.03 |
| | | UV-B 313 → | 20 | 32.85 | F** | ↓32.28 | 1.03 | 31.21 | 34.98 |
| | 5 kat ▶ | Kontrol → | 20 | 40.62 | B | - | 1.79 | 37.12 | 44.16 |
| | | UV-A 340 → | 20 | 37.01 | C | ↓8.89 | 0.54 | 36.15 | 37.96 |
| | | UV-B 313 → | 20 | 33.81 | E | ↓16.77 | 0.78 | 32.68 | 35.52 |
| a^* | 3 kat ▶ | Kontrol → | 20 | 10.67 | D | - | 0.50 | 10.01 | 11.55 |
| | | UV-A 340 → | 20 | 14.01 | B | ↑31.30 | 0.81 | 12.39 | 15.17 |
| | | UV-B 313 → | 20 | 16.05 | A* | ↑50.42 | 0.28 | 15.47 | 16.61 |
| | 5 kat ▶ | Kontrol → | 20 | 9.10 | F** | - | 0.41 | 8.26 | 9.69 |
| | | UV-A 340 → | 20 | 13.25 | C | ↑45.60 | 0.36 | 12.29 | 13.81 |
| | | UV-B 313 → | 20 | 9.95 | E | ↑9.34 | 1.03 | 8.71 | 12.34 |
| b^* | 3 kat ▶ | Kontrol → | 20 | 24.36 | A* | - | 0.62 | 22.76 | 24.99 |
| | | UV-A 340 → | 20 | 17.00 | C | ↓30.21 | 0.92 | 15.75 | 18.74 |
| | | UV-B 313 → | 20 | 16.76 | C | ↓31.20 | 0.87 | 15.44 | 18.24 |
| | 5 kat ▶ | Kontrol → | 20 | 17.83 | B | - | 1.50 | 15.67 | 20.72 |
| | | UV-A 340 → | 20 | 16.92 | C | ↓5.10 | 0.91 | 15.39 | 18.34 |
| | | UV-B 313 → | 20 | 11.96 | D** | ↓32.92 | 1.35 | 10.30 | 14.99 |

N: Ölçüm Sayısı, HG: Homojenlik Grubu, *: En yüksek değer, **: En düşük değer

Tablo 6. Toplam renk farklılıklarına ait istatistiksel veriler

| Uygulama Metodu | Lamba Türü | Renk kriterine göre kıyaslamalar (Barański ve ark., 2017) | ΔE^* | ΔL^* | Δa^* | Δb^* | | |
|-----------------|------------|---|----------------------|--------------|--------------|--------------|-------|--------|
| 3 kat ▶ | UV-A 340 → | $\Delta E^* > 12$ | Farklı renk | → | 14.89 | -12.43 | 30.35 | -07.36 |
| | UV-B 313 → | $\Delta E^* > 12$ | Farklı renk | → | 18.24 | -15.67 | 50.38 | -07.60 |
| 5 kat ▶ | UV-A 340 → | $12 > \Delta E^* > 6$ | Yüksek renk değişimi | → | 06.07 | -03.60 | 40.15 | -00.91 |
| | UV-B 313 → | $12 > \Delta E^* > 6$ | Yüksek renk değişimi | → | 09.21 | -06.81 | 00.84 | -05.86 |

Salınımsal sertlik değerine ait belirlenmiş olan varyans analizi verileri Tablo 7’de verilmiştir. Belirlenmiş olan bu sonuca göre uygulama metodu (A), lamba türü (B) ve etkileşim (AB) anlamlı olarak elde edilmiştir.

Tablo 7. Salınımsal sertlik değerine ait belirlenmiş olan varyans analizi verileri

| Test | Varyans Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | $\alpha \leq 0.05$ |
|--------------------|---------------------|---------------------|-----------------|---------------|----------|--------------------|
| Salınımsal Sertlik | Uygulama Metodu (A) | 1 | 997.633 | 997.633 | 99.763 | 0.000* |
| | Lamba Türü (B) | 2 | 368.067 | 184.033 | 18.403 | 0.000* |
| | Etkileşim (AB) | 2 | 141.267 | 70.633 | 7.063 | 0.004* |
| | Hata | 24 | 240.000 | 10.000 | | |
| | Toplam | 30 | 67923.000 | | | |
| | Düzeltilmiş Toplam | 29 | 1746.967 | | | |

*: Anlamlı

Salınımsal sertlik değerine ait belirlenmiş olan istatistiksel veriler Tablo 8’de gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre, kontrol örneklerinde en yüksek salınımsal sertlik değeri 5 kat uygulamada elde edilmiştir. Her iki vernik türünde (3 ve 5 kat), UV-A 340 lambalarında 250 saatlik yaşlandırmanın sonunda sertlik değerlerinin azaldığı (%28.39 ve %5.26) görülmektedir. UV-B 313 lambalarında ise 3 kat uygulamada azalış (%9.45) elde edilirken 5 kat uygulamada artış (%2.63) belirlenmiştir. de Meijer (2002), termal ayrışma sıcaklığındaki bir artışın vernik katmanlarının reçine molekülleri arasındaki moleküler uyumu arttırabileceğini bildirmiştir.

Tablo 8. Salınımsal sertlik değerine ait belirlenmiş olan istatistiksel veriler

| Test | Uygulama Metodu | Lamba Türü | Ölçüm Sayısı | Ortalama | HG | Değişim % | Standart Sapma | Minimum | Maksimum |
|--------------------|-----------------|------------|--------------|----------|-----|-----------|----------------|---------|----------|
| Salınımsal Sertlik | 3 kat ▶ | Kontrol → | 5 | 47.20 | B | - | 2.86 | 44.00 | 51.00 |
| | | UV-A 340 → | 5 | 33.80 | D** | ↓28.39 | 3.83 | 29.00 | 38.00 |
| | | UV-B 313 → | 5 | 42.60 | C | ↓9.45 | 4.56 | 39.00 | 50.00 |
| | 5 kat ▶ | Kontrol → | 5 | 53.20 | A | - | 0.84 | 52.00 | 54.00 |
| | | UV-A 340 → | 5 | 50.40 | AB | ↓5.26 | 3.44 | 47.00 | 55.00 |
| | | UV-B 313 → | 5 | 54.60 | A* | ↑2.63 | 1.95 | 52.00 | 56.00 |

N: Ölçüm Sayısı, HG: Homojenlik Grubu, *: En yüksek değer, **: En düşük değer

Sonuçlar

Bu çalışmada aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir:

- Her iki vernik türünde ve lamba türünde de istatistiki olarak yapılan varyans analizi testlerine ait sonuçlarının bütün testler için anlamlı olarak belirlendiğini göstermiştir.
- Her iki vernik türü içinde UV-B 313 lambalarının toplam renk farkı sonuçları, UV-A 340 lambalarınınkinden yüksek elde edilmiştir.
- Salınımsal sertlik değerleri farklı lambalar karşısında farklı sonuçlar vermiştir.
- Elde edilen sonuçlara göre, bu ağaç türünün UV sistem parke üretiminde kullanılabileceği görülmüştür.

Teşekkür

Yazarlar, 3 ve 5 kat UV sistem parke verniğine ait uygulamalar için KPS Fabrikası'na (Düzce) teşekkür etmektedir.

Kaynaklar

- Ali, K.M.I., Khan, M.A., Rahman, M. (1997). Ultraviolet curing of epoxy coating on wood surface. Journal of Applied Polymer Science 66(10): 1997-2004. DOI: 10.1002/(SICI)1097-4628(19971205)66:10<1997::AID-APP16>3.0.CO;2-S.
- Anderson, E.L., Pawlak, Z., Owen, N.L., Feist, W.C. (1991). Infrared studies of wood weathering. 1: Softwoods, Applied Spectroscopy 45(1991a): 641-647.
- 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 D 4366-95, (1984). Standard test methods for hardness of organic coatings by pendulum test, ASTM, Philadelphia, PA.
- Ayata, Ü., Çakıcıer, N., Gürleyen, L. (2021a). İç mekânda kullanılan UV sistem parke verniği uygulamasına sahip kayısı odununda yapay yaşlandırma performansının belirlenmesi. Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi 4(1). 40-50. DOI: 10.33725/mamad.922311.
- Ayata Ü., Çakıcıer N., Gürleyen L. (2021b). UV kürlenmeli vernik uygulanmış sedir odununun yapay yaşlandırma uygulaması sonrasında bazı yüzey özelliklerinin belirlenmesi. Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi 4(2): basımda. DOI: 10.33725/mamad.1005120.
- Ayata, Ü., Esteves, B., Gürleyen, L., Çakıcıer, N., Ferreira, J., Domingos, I., Türk, M. (2021c). Effect of accelerated ageing on some surface properties of UV-coated hackberry (*Celtis australis* L.) wood parquet. Drevno 64(208). DOI: 10.12841/wood.1644-3985.383.09.
- Ayata Ü., Çakıcıer N., Gürleyen L. (2021d). Kokulu ardıc odunundan UV sistem vernikli parke üretimi denemesi. İleri Mühendislik Çalışmaları ve Teknolojileri Dergisi 2(2).
- Ayata Ü., Çakıcıer N., Gürleyen L. (2021e). UVB-313 lambalarına ait yapay yaşlandırmanın UV sistem vernikli yalancı akasya odununda bazı yüzey özellikleri üzerine etkileri. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 10(4).
- Ayata, Ü. (2019). Effects of artificial weathering on the surface properties of ultraviolet varnish applied to lemonwood (*Citrus limon* (L.) Burm.). Bioresources 14(4): 8313-8323. DOI: 10.15376/biores.14.4.8313-8323.
- Ayata, Ü., Bal, B.C. (2019). İzmir'de yetişen iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) odununda bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi 21(3): 751-757. DOI: 10.24011/barofd.589247.
- Ayata, Ü., Çavuş, V. (2018). The determination of the surface adhesion resistance and pendulum hardness on the parquets applied UV varnish as single and double layers. Journal of Engineering Sciences and Design 6(4): 541-545. DOI: 10.21923/jesd.388346.

- Ayata, Ü., Gurleyen, L., Esteves, B., Gurleyen, T., Cakicier, N. (2017a). Effect of heat treatment (ThermoWood) on some surface properties of parquet beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) with different layers of UV system applied. *BioResources* 12(2): 3876-3889. DOI: 10.15376/biores.12.2.3876-3889.
- Ayata, Ü., Gürleyen, T., Gürleyen, L., Esteves, B., Çakicier, N. (2017b). 212°C'de 2 saat süreyle ısı işlem görmüş (ThermoWood) ve tek/çift kat UV sistem parke vernik uygulanmış dişbudak (*Fraxinus excelsior*) odununda bazı yüzey özelliklerinin belirlenmesi, 5. Uluslararası Mühendislik Ve Bilim Alanında Yenilikçi Teknolojiler Sempozyumu, Mimarlık ve İnşaat Üniversitesi, 29 Eylül - 01 Ekim, Bakü, Azerbaycan, 1318-1326.
- Ayata, Ü., Şahin, S., Gürleyen, L., Esteves, B. (2018). UV sistem vernik uygulanmış lamine parkelerde yüzeye yapışma direnci üzerine termal yaşlandırmanın etkisi, Multidisipliner Çalışmalar-3 (Sağlık ve Fen Bilimleri), Gece Kitaplığı Yayınevi, Birinci Basım, Ocak 2018, Editörler: Rıdvan KARAPINAR, Murat A. KUŞ, Ankara, Türkiye, 301-311. ISBN: 978-605-288-223-8.
- Barański, J., Klement, I., Vilkovská, T., 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.
- Brennan, P., Fedor, G. (1988). Controlled irradiance in laboratory weathering: Limitations in the state-of-the-art', in Industrial Fabrics Association International Seminar, November 1988, Reprint (Q-Pancl Company, Cleveland, Ohio, USA, 1990).
- Brischke, C., Alfredsen, G. (2020). Wood-water relationships and their role for wood susceptibility to fungal decay. *Applied Microbiology and Biotechnology* 104: 3781-3795. DOI: 10.1007/s00253-020-10479-1.
- Bulian, F., Graystone Jon, A. (2009). *Wood Coatings, Theory and Practice*, Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- Cavus, V., Sahin, S., Esteves, B., Ayata, U. (2019). Determination of thermal conductivity properties in some wood species obtained from Turkey. *Bioresources* 14(3): 6709-6715. DOI: 10.15376/biores.14.3.6709-6715.
- Cogulet, A., Blanchet, P., 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.
- Çavuş, V. (2021). Weathering performance of mulberry wood with UV varnish applied and its mechanical properties. *BioResources* 16(4): 6791-6798. DOI: 10.15376/biores.16.4.6791-6798.
- Dahle, J., Kvam, E. (2003). Induction of delayed mutations and chromosomal instability in fibroblasts after UVA-, UVB-, and X-radiation. *Cancer Research* 63: 1464-1469.
- de Gruijl, F.R., Sterenborg, H.J., Forbes, P.D., Davies, R.E., Cole, C., Kelfkens, G., van Weelden, H., Slaper, H., Van der Leun, J.C. (1993). Wavelength dependence of skin cancer induction by ultraviolet irradiation of albino hairless mice. *Cancer Research* 53: 53-60.
- de Meijer, M. (2002). Comparison between laboratory water permeability tests and wood moisture content of full-scale window frames. *Surface Coatings International Part B: Coatings Transactions* 85: 131-137.
- de Moura, L.F., Brito, J.O., Nolasco, A.M., Uliana, L.R., De Muniz, G.I.B. (2013). Evaluation of coating performance and color stability on thermally rectified *Eucalyptus grandis* and *Pinus caribaea* var. *hondurensis* woods. *Wood Research* 58(2): 231-242.
- DIN EN ISO/IEC 17025, (2016). General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. German Institute for Standardization, Berlin, Germany.
- Diffey, B.F. (2002). Sources and measurement of ultraviolet radiation. *Methods* 28(1): 4-13. DOI: 10.1016/S1046-2023(02)00204-9.
- Fedor, G.R., Brennan, P.J. (1994). Irradiance control in fluorescent UV exposure testers', in Accelerated and Outdoor Durability Testing of Organic Materials, ASTM STP 1202, Ketola, W.D., and Grossman, D., (American Society for Testing and Materials, Philadelphia. Pennsylvania, USA) 199-215.
- Gamble, J.S. (1972). *A Manual of Indian Timbers*. Bishen Singh Mahendra Pal Singh.
- Genders, R. (1994). *Scented Flora of the World*. Robert Hale. London. ISBN 0-7090-5440-8.
- Gurleyen, L. (2021). Effects of artificial weathering on the color, gloss, adhesion, and pendulum hardness of UV system parquet varnish applied to doussie (*Afzelia africana*) wood. *BioResources* 16(1): 1616-1627. DOI: 10.15376/biores.16.1.1616-1627.
- Gurleyen, L., Ayata, U., Esteves, B., Cakicier, N. (2017a). Effects of heat treatment on the adhesion strength, pendulum hardness, surface roughness, color and glossiness of scots pine laminated parquet with two different types of UV varnish application. *Maderas-Ciencia y Tecnologia* 19(2): 213-224. DOI: 10.4067/S0718-221X2017005000019.
- Gurleyen, L., Ayata, U., Esteves, B., Gurleyen, T., Cakicier, N. (2019). Effects of thermal modification of oak wood upon selected properties of coating systems. *Bioresources* 14(1): 1838-1849. DOI: 10.15376/biores.14.1.1838-1849.
- Gürleyen, L. (2020). UV sistem parke verniği uygulanmış gülibrişim (*Albizia julibrissin*) odununda bazı yüzey özellikleri üzerine yapay yaşlandırmanın etkisi. *Türkiye Ormancılık Dergisi* 21(4): 451-460. DOI: 10.18182/tjf.795597.
- Gürleyen, T., Ayata, Ü., Gürleyen, L., Esteves, B., Çakicier, N. (2017b). Üvez (*Sorbus* L.) odununa uygulanan tek ve çift kat UV Sistem parke vernik katmanlarında renk, parlaklık ve salınımsal sertlik değerlerinin belirlenmesi,

5. Uluslararası Mühendislik Ve Bilim Alanında Yenilikçi Teknolojiler Sempozyumu, Mimarlık ve İnşaat Üniversitesi, 29 Eylül - 01 Ekim, Bakü, Azerbaycan, 1327-1336.
- Hermann, A., Giljean, S., Pac, M.J., Marsiquet, C., Beaufils-Marquet, M., Burr, D., Landry, V. (2021). Understanding indentation, scratch and wear behavior of UV-cured wood finishing products. *Progress in Organic Coatings* 161: 106504. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2021.106504.
- ISO 4892-3, (2016). Plastics - methods of exposure to laboratory light sources - Part 3: Fluorescent UV lamps, The International Organization for Standardization.
- Kaboorani, A., Auclair, N., Riedl, B., Landry, V. (2017). Mechanical properties of UV-cured cellulose nanocrystal (CNC) nanocomposite coating for wood furniture. *Progress in Organic Coatings* 104: 91-96. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2016.11.031.
- Komarov, V.L. (1968). Flora of the USSR. Israel Program for Scientific Translation.
- Landry, V., Blanchet, P., Boivin, G., Bouffard, J.F., Vlad, M. (2015). UV-LED curing efficiency of wood coatings, *Coatings*, 5: 1019-1033. DOI: 10.3390/coatings5041019.
- Müller, B., Poth, U. (2011). *Coatings Formulation: An International Textbook*, (2., ed), Vincentz Network, Hanover, Germany.
- Pandey, K.K. (2005). A note on the influence of extractives on the photo-discoloration and photo-degradation of wood. *Polymer Degradation and Stability* 87(2): 375-379. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2004.09.007.
- Polunin, O. (1969). *Flowers of Europe - A Field Guide*. Oxford University Press, ISBN 0192176218.
- Rosu, D., Teaca, C.A., Bodirlau, R., Rosu, L. (2010). FTIR and color change of the modified wood as a result of artificial light irradiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 99(3): 144-149. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2010.03.010.
- Salca, E.A., Krystofiak, T., Lis, B., Hiziroglu, S. (2021). Glossiness evaluation of coated wood surfaces as function of varnish type and exposure to different conditions. *Coatings* 11(5): 558. DOI: 10.3390/coatings11050558.
- Salca, E.A., Krystofiak, T., Lis, B., Mazela, B., Proszczyk, S. (2016). Some coating properties of black alder wood as a function of varnish type and application method. *BioResources* 11(3): 7580-7594. DOI: 10.15376/biores.11.3.7580-7594.
- Söğütlü, C., 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.
- TS 2471 (1976). Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için rutubet miktarı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Tyrrell, R.M., Reeve, V.E. (2006). Potential protection of skin by acute UVA irradiation-From cellular to animal models, *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 92: 86-91.
- Vardanyan, V., Poaty, B., Chauve, G., Landry, V., Galstian, T., Riedl, B. (2014). Mechanical properties of UV-waterborne varnishes reinforced by cellulose nanocrystals. *Journal of Coatings Technology and Research* 11(6): 841-852. DOI: 10.1007/s11998-014-9598-3.
- Wang, T., Li, L., Cao, Y., Wang, Q., Guo, C. (2019). Preparation and flame retardancy of castor oil based UV-cured flame retardant coating containing P/Si/S on wood surface. *Industrial Crops and Products* 130: 562-570. DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.01.017.
- 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.
- Zborowska, M., Stachowiak-Wencek, A., Nowaczyk-Organista, M., Waliszewska, B., Pradzyński, W. (2015). Analysis of photodegradation process of *Pinus sylvestris* L. wood after treatment with acid and alkaline buffers and light irradiation. *BioResources* 10(2): 2057-2066. DOI: 10.15376/biores.10.2.2057-2066.