






Application of environmentally friendly organic upper surface process material on wood and its effect on some surface properties

Abdi Atılgan^{1,2*} , Hüseyin Peker³ , Musa Atar⁴ 

¹Natural and Applied Science Institute, Gazi University, 06500, Ankara, Turkey

²Department of Materials Processing Technology, Afyon Kocatepe University, 03200, Afyonkarahisar, Turkey

³Department of Forestry Industrial Engineering, Artvin Coruh University, 08100, Artvin, Turkey

⁴Department of Forestry Industrial Engineering, Gazi University, 06500, Ankara, Turkey

Highlights:

- Coating the wood material surface with organic resin lacquer
- Applying heat as a catalyst instead of chemical hardeners
- Color and gloss measurements

Keywords:

- Innovation
- Ecological environment
- Human/Environmental health
- Organic upper surface material
- Resin lacquer

Article Info:

Research Article
Received: 07.02.2021
Accepted: 09.05.2021

DOI:

10.17341/gazimmfd.876217

Correspondence:

Author: Abdi Atılgan
e-mail:
dashing0343@gmail.com
phone: +90 272 246 3318

Graphical/Tabular Abstract

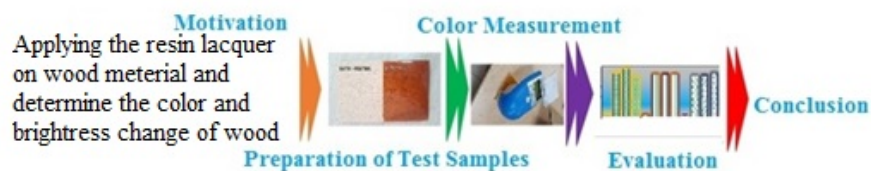


Figure A. Main steps of the article

Purpose: Coating wooden material with resin lacquer, which is more sensitive to human health and environment, and hardening the material by dry oven temperature, resulting to measurement of brightness and color change.

Theory and Methods:

Resin lacquer was applied as an organic upper surface material on the surfaces of scotch pine, Eastern beech and Anatolian chestnut, and their brightness and color change values were determined.

It is a new method to coat the wood surface with "food lacquer" for the first time and to solidify it with the firing temperature instead of the hardener as a catalyst.

Results:

The optimum experimental values obtained show that organic resin based food lacquer can be applied as a varnish on wood material.

Conclusion:

In lacquered wood material, the total color change increases as the oven temperature increases, and the best result is obtained at a temperature of 80°C and is in the very high gloss class.



Çevreci organik üst yüzey işlem maddesinin ahşap malzemede uygulanması ve bazı yüzey özelliklerine etkisi

Abdi Atılğan^{1,2*}, Hüseyin Peker³, Musa Atar⁴

¹Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, 06500 Beşevler, Ankara, Türkiye

²Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksekokulu Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, 03200, Afyonkarahisar, Türkiye

³Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 08100, Artvin, Türkiye

⁴Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, 06500 Beşevler, Ankara, Türkiye

Ö N E Ç İ K A N L A R

- Ahşaba, ekolojik yaklaşımda yeni organik malzeme uygulaması
- İnsan/çevre sağlığı sürecinde ahşap malzeme kullanımının hijyenik standartta getirilmesi
- Ultra parlaklıkta üst yüzey elde edilmesi

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi
Geliş: 07.02.2021
Kabul: 09.05.2021

DOI:

10.17341/gazimmfd.876217

Anahtar Kelimeler:

İnovasyon,
ekolojik ortam,
insan/çevre sağlığı,
organik üst yüzey maddesi,
reçine laki

ÖZ

Bu çalışmada, organik reçinelerden geliştirilmiş, sertleştirici ve zararlı solvent içermeyen, gıda ve ilaç temasına uygun, reçine lakının ahşap malzemede uygulanması ve akabinde ahşabın renk ve parlaklık değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ahşap malzeme olarak sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*), Doğu kayını (*Fagus Orientalis L.*) ve Anadolu kestanesinden (*Castanea sativa Mill.*) hazırlanan örnekler ASTM-D 3023 esaslarına göre reçine lakı ile kaplandıktan sonra, 60, 80 ve 100°C sıcaklıklarda sertleşmesi sağlanmıştır. Reçine lakı ile kaplanan örneklerde toplam renk değişiminde ASTM D 2244-2, parlaklık (Gloss) değerlerinde ise TS EN ISO 2813 esas alınmıştır. Elde edilen verilere göre; toplam renk değişimi (ΔE), ahşap türleri arasında en yüksek sarıçam, en düşük kestanede, kurutma sıcaklık derecesi bakımından ise en yüksek 100°C, en düşük 60°C, ahşap türü ve kurutma sıcaklığı etkileşimi düzeyinde en yüksek sarıçam 100°C de (54.80), en düşük kestanede 60°C'de (29.60) ölçülmüştür. Parlaklık değişimi 60°'lik açıda en yüksek sarıçamda (86.98 Gloss), en düşük kestanede (82.37), kurutma sıcaklığı düzeyinde en yüksek 80°C, en düşük 100°C, ahşap türü kurutma sıcaklığı etkileşimi düzeyinde en yüksek sarıçamda (80°C-95.10), en düşük sarıçamda (100°C-79.33) belirlenmiştir. Reçine lakının sertleşmesinde, kurutma sıcaklık derecesi yükseldikçe ahşap türlerinde toplam renk değişiminin arttığı, parlaklığın ise azaldığı tespit edilmiştir.

Application of environmentally friendly organic upper surface process material on wood and its effect on some surface properties

H I G H L I G H T S

- New organic material application to wood in ecological approach
- Bringing hygienic standard of wood material in human / environmental health process
- Obtaining an ultra-glossy upper surface

Article Info

Research Article
Received: 07.02.2021
Accepted: 09.05.2021

DOI:

10.17341/gazimmfd.876217

Keywords:

Innovation,
ecological environment,
human/environmental health,
organic upper surface
material,
resin lacquer

ABSTRACT

In this study, it is aimed to apply the resin lacquer, which is developed from organic resins, does not contain hardening and harmful solvents, suitable for food and drug contact, on wood material and then determine the color and brightness changes of wood. Samples prepared from scotch pine (*Pinus Sylvestris L.*), Eastern beech (*Fagus Orientalis L.*) and Anatolian chestnut (*Castanea sativa Mill.*) as wood species are coated with resin lacquer according to ASTM-D 3023 and is hardened at temperatures of 60°C, 80°C and 100°C. For the samples coated with resin lacquer, the total color change is based on ASTM D 2244-2 standard, and TS EN ISO 2813 standard on the gloss values. According to the data obtained; total color change (ΔE) is measured the highest in scotch pine and the lowest in chestnut among tree species, in terms of drying temperature at the highest 100°C, the lowest 60°C, at the interaction level of tree species and drying temperature, the highest is measured in the scotch pine at 100°C (54.80) and the lowest is measured in the chestnut at 60°C (29.6). Brightness change is found the highest in the scotch pine (86.98 Gloss) and the lowest in the chestnut (82.37), in terms of the drying temperature the highest is 80°C and the lowest is 100°C, at the interaction level of tree species and drying temperature in the angle of 60°, the highest (80°C - 95.10) and the lowest (100°C-79.33) are measured in the scotch pine. It has been determined that as the drying temperature increases in the solidification of the resin lacquer, the color change increases in the wood species and the gloss effect decreases.

*Sorumlu Yazar/Yazarlar / Corresponding Author/Authors : *dashing0343@gmail.com, peker100@artvin.edu.tr, musaatar@gazi.edu.tr /
Tel: +90 272 246 3318

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ahşap endüstrisinde kullanılan verniklerin birçoğu, yapay nitelikli ve insan sağlığı açısından büyük sakıncalar oluşturduğu, yapılan araştırmalarda ortaya konmaktadır [1]. Günümüzde bu sakıncaları ortadan kaldıracak ya da azaltacak özellikte çevreye saygılı, antibakteriyel üst yüzey maddesi arayışları ve çalışmaları, sektörün AR-GE birimleri ve bilim insanları tarafından hızla sürmektedir. Çevre/insan sağlığının önemi arttıkça, ülkeler daha yenilikçi/koruma ağırlıklı yaklaşım/standart uygulamalar getirmekte, sentetik yapıda bulunan çok zararlı materyallerin yerine, doğal olan boya/vernikler önem kazanmakta ve insanlık bu tür malzemeleri istemektedir [2-4]. Günümüzde doğal olan boya/koruyucular elde edilmesiyle çevre dostu, sağlıklı ürünler oluşacak zehirli ve zararlı etkisi olmayan ürünlere ilginin artmasıyla “yeşil dalga” akımı gerçekleşmiştir. [5, 6].

Son zaman diliminde yaşanan mekanlarda (iç) havanın kirlenmesi sebepleri konusunda çok değişik çalışmalar sergilenmiş ve bu kirliliğin nedenlerinin, önemli ölçüde, uçucu organik bileşikler (VOC) olduklarını tespit etmişlerdir. Bu uçucu bileşikler, aliphatic/aromatik alkoller, ketonlar, esterler, hidrokarbonlar, lake-boya-vernik temizleyicileri, temizlikte kullanılan materyaller, haşerat ilaç malzemeleri, tutkal, yapıştırıcı ve kimyevi empenye materyalleri olmaktadır [7]. Kimyevi bu materyallerin bir bölümü, çok kötü kokmakta, gözlerde ve solunum yapısında yıkımlamalara neden olmakta, insanın baş kısmında ağrı ve güç kaybı oluşturarak kansere değin uzanmaktadır. Kimyasal yapıdan kaynaklı gaz çıkışları başka materyallerle reaksiyon oluşumuna girerek daha zararlı etkiler oluşturabilmektedir [8]. Ahşap ve ahşap esaslı ürünlere koruma amaçlı işlemlerin yapılması uzun süreli ve verimli kullanımı için gerekli bir durumdur. Özellikle ahşap malzemelerde bu işlemler empenye etme, vernikleme ve boyama gibi süreçleri kapsamaktadır [9]. Günümüzde, ahşap materyalle üretimi gerçekleştirilen mobilya/dekorasyon elemanları ile bazı yapı elemanlarının korunmasında daha çok koruyucu katman yapan üst yüzey gereçleri kullanılmaktadır [10]. Endüstri uygulamasında ahşap materyalin yüzey yapısını koruyabilmek için solvent bazlı çözücü(inceltici) ve kimyasal bazlı sertleştirici (hardener) vernik-boya sistemleri kullanılmaktadır. Su bazlı boya/vernik kullanımının yaygınlaşmasının öncelikli sebebi, katmansal yapı oluşturan reçine bileşiklerinin geliştirilerek çeşitliliğinin artırılmasıdır [11]. Türkiye’de ahşap üst yüzey maddesi olarak, odun dışı orman ürünlerinden (reçine, sakız, katran, tanen ve eterik yağlar vb.), bal mumu gibi yüksek potansiyele sahip doğal odun koruma ve cila maddelerinden, inceltici olarak organik bileşiklerden (alkol ve türevleri) yeterince faydalanılmadığı düşünülmektedir. Bitkilerden elde edilen doğal boyaların, ahşap malzeme yüzeylerinde kullanımı ve sonrasında bazı bilimsel testler yapılmıştır. Bu testler; hızlandırılmış yaşlandırma (UV) [12, 13], boyutsal stabilite [14], retensiyon [15], renk [16], eğilme direnci elastiklik modülüne etkisi [17], pürüzlülük [18], parlaklık, boya tutunma [19], mantarlara karşı dirençlerinin belirlendiği

çalışmalardır [20, 21]. Ahşabın korunmasında, film katmanı oluşturabilen solvent bazlı verniklere alternatif olarak yapılan bazı çalışmalar ise; doğal boyalarla boyanan ahşabın renk stabilitesine sıvı camın (SiO₂) etkisinin belirlenmesi [22] ve su çözücülü vernik parlaklık/sertlik/renk [23-25] ve yüzeye yapışma etkileri konusundadır [26]. Literatürde empenye [27], ısıtma işlemi [28-30], yaşlandırma [31], renk açma [30], UV kurumalı vernik katmanlarında salınımsal sertlik, renk, parlaklık, yüzeye yapışma [32] gibi işlem öncesi veya sonrası çeşitli fiziksel özelliklerin değişiminin incelendiği bilimsel çalışmalar da bulunmaktadır. Türkiye’de endüstriyel olarak üretilen verniklerin içerisinde, su bazlı vernikler diğer verniklere göre daha çevreci olduğu söylenmektedir. Su çözücülü vernik, akrilik üretilen reçinelerden elde edilmiş olup tamamen renksizdir. Üretimde, bağlayıcı, poliüretan ve akrilik reçineler kullanılır [33]. Bu reçineler su ile tam olarak çözünemediğinden, glikol eter, dietilen glikol, monobutil eter, diaseton alkol ve butoksi etanol gibi yardımcı solventlerin kullanılmasına ihtiyaç duyulur [34]. Bu bileşenlerin dışında, biyotik/abiyotik canlılara karşı etki gösterebilmeleri için böcek zehirli gibi zararlı kimyasallar ve sertleştiriciler kullanılmaktadır. Ayrıca su çözücülü vernik yapısı diğer vernik türleriyle karşılaştırıldığında performans düzeyi düşüktür. Sarıçam, kayın ve kestane odunlarıyla yapılan su bazlı vernik uygulamalarında 100, 125 ve 150°C sıcaklıkta ve 2,4,6 saat süreyle bekletilmiş ve 100°C sıcaklık/ 2 saat ısıtma işlem uygulaması sonucunda yapışma/parlaklık özelliklerinde sonuçlar iyi görünürken, 100°C’de 4, 6 saat 125°C ve 150°C’de 2, 4, 6 saatte ısıtma işlem uygulamasında istenen verimlilik elde edilememiştir [35].

Bu çalışma, hijyen açısından insan/çevre sağlığında kritik öneme sahip olmakla beraber özellikle ahşap endüstrisi ve mimaride yeni bir yaklaşım (inovasyon) oluşturacaktır. Böylelikle ekolojik yapılarda, iç/dış mekan mobilyalarında alternatif organik bir koruyucu olarak tercih edilecektir. Sertleştirici yerine katalizör olarak sıcaklık uygulaması yapılarak yeni bir metot denenmiştir. Elde edilen optimum deneysel değerler çalışmanın uygulanabilir olduğunu göstermektedir.

2. MATERYAL VE METOD (MATERIAL AND METHOD)

2.1. Materyal (Material)

2.1.1 Ahşap malzeme (Wood material)

Çalışmada, kayın, Anadolu kestanesi ve sarıçam endüstride yaygın kullanılması nedeniyle tercih edilmiş olup; ahşap malzemeler Afyonkarahisar’da faaliyet gösteren kereste firmalarından rastgele seçim yöntemiyle seçilerek TS EN 2470 esaslarına göre işlenmiştir.

2.1.2. Lak materyali (Resin lacquer material)

Ahşap malzemede ilk kez üst yüzey maddesi olarak, organik polimer reçinelerden elde edilmiş “Gold gıda lakı” ismi ile

bilinen özel bir ambalaj kaplama (zırhlama) malzemesi kullanılmıştır. Gıda lakı, yalın bir şekilde görülsede insanoglunun satın almış olduğu tüm gıda ambalajlarında (peynir, salça, yağ, sirke, zeytin, balık, konserve vb.) tercih edilmekte ve kullanım düzeyi itibariyle çok geniş bir sahaya hitap etmektedir. Özellikle gıda ambalaj malzemelerini korozif etkilere karşın korunumu olmadığından kalay tabaka yüzeyinin organik bir materyalle kaplanması gerekmektedir. Reçineden elde edilen kaplama malzemesi “Lak” olarak adlandırılmaktadır. Lak materyali, malzeme yüzeyinde fırınlama işlemi ile sertleştikten sonra asitlere, tuzlara, yüksek sterilizasyon direncine ve korozyona karşı çok dayanıklı bir malzeme olup, yüzeyde birçok organik ya da kimyasal çözücüde çözünmemektedir. Reçine lakı üretici firmadan katkısız halde temin edilmiş olup, ahşap malzemeye uygulanabilir viskoziteye ve katılaşabilecek sıcaklıklarda modifiye edilmiştir [36, 37]. Reçine lakı, Manisa ili Keçiliköy OSB bölgesinde faaliyet gösteren TOYO firması metal ambalaj sistemleri firmasından temin edilmiştir. Lak, 13.78 Ph, 1.017 gr/cm³ yoğunluk, 20-25°C’de 28-30 sn DIN Cup/4mm viskozite, %50-55 katman yapma özelliğindedir [38].(Şekil 1)

2.2. Metod (Method)

2.2.1. Deney numunelerinin hazırlanması (Preparation of test samples)

Deney örnekleri, TS 2470’e göre ardak, budak, çatlak, düzgün lif yapısına sahip, mantar ve böcek tahribatına uğramamış, renk bozukluğu olmayan diri odun kısımdan hazırlanmıştır [39]. Kesimler Afyon Meslek Yüksekokulu mobilya atölyesinde yapılmış, 3 ahşap türü, 3 farklı sıcaklık ve 1 kontrol, her bir parametre için 10’ar tekrür olmak üzere toplam 120 (10x4x3) örnek hazır hale getirilmiştir. Hava kurusu rutubetteki 100x100x10 mm (boyuna yön × radyal yön × teğet yön) net ölçülerindeki örnekler 20±2°C /%65±5 şartlarında klimatize edilerek örnek rutubetinin %12±2’ye getirilmiştir [40].

Daha sonra, örnek yüzeyleri sırası ile 80 ve 120 no’lu zımparalarla zımparalanmış ve yüzeydeki tozlar basınçlı hava ile temizlenmiş olup reçine lakı m²’ye 125 gr gelecek şekilde, liflere dik ve paralel olmak üzere 1.8 mm uç

açıklığına sahip havalı tabanca ile 2 (28 atü) atm basınçta [41] iki kat uygulanmıştır. Katlar arasında fırınlama işlemi yapıldıktan sonra 400 no’lu zımpara ile zımparalanmıştır. Vernikleme işleminde ASTM-D 3023 standardı baz alınmıştır [42]. Verniklenen örnekler 3 farklı sıcaklıkta (60 /80 /100°C) fanlı fırında kurutulmuş ve fırınlamada 60°C sıcaklık için 120 dk, 80°C için 90 dk ve 100°C sıcaklık için ise 60 dk süreyle bekletilerek tam kuruması sağlanmıştır. Ölçümler öncesinde örnekler, TS EN 24624 esaslarına göre, 23 ± 2°C ve %50 ± 5 bağıl nem ortamında sabit ağırlığa gelinceye değin tutulmuştur [43].

2.2.2. Renk ölçümü (Color measurement)

Renk tespiti, ASTM D 2244’e göre, MINOLTA CR-231 renk ölçüm aletiyle 120 adet deney örneği üzerinde önceden numaralandırılmış aynı noktalardan yapılmıştır [44,45]. CIEL*a*b* renk sistemi esasları doğrultusunda işlem yapan alet Şekil 2’de verilmiştir. Renk ölçümü, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaçşeri Endüstri Mühendisliği Üst yüzey laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. MINOLTA CR-231 renk ölçüm cihazı
(MINOLTA CR-231 Color meter)

CIEL*a*b* renksel sistemde; renk farklılıkları ve bunların yerleri L*, a*, b* renk koordinatları doğrultusunda belirlenmektedir. L* siyah-beyaz (siyah için L*=0, beyaz için L*=100) ekseninde, a* kırmızı-yeşil (pozitif değeri kırmızı, negatif değeri yeşil) ekseninde, b* ise sarı-mavi



Şekil 1. Reçine lakı ile kaplanmış deney örnekleri (Test samples coated with resin lacquer)

(pozitif değeri sarı, negatif değeri mavi) ekseninde bulunmaktadır [46]. CIEL*a*b* renk alanı Şekil 3'te verilmiştir.

Değişimin hangi renk tonunda olduğunu belirlemek için kırmızı renk (a*), sarı renk (b*) ve metrik kroma (C*) bulguları birbirinden bağımsız olarak incelenmiştir.

Toplam renk değişimi (ΔE^*); $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ eşitliğinden yararlanılarak belirlenmiştir. ΔE^* nin düşük değerde olması, rengin değişmediği ya da çok az değişim olduğunu göstermektedir [47-49]. Ölçüm sonuçlarına göre kontrol (reçine lak'sız) örnekler ile reçine lakı uygulanmış örneklerin 60/80/100°C'de fırınlama sıcaklıklarına göre karşılaştırmalı olarak istatistikî değerlendirmeleri yapılmış, oluşan toplam renk değişimleri belirlenmiştir.

2.2.3. Parlaklık ölçümü (Gloss measurement)

Reçine lak materyali ile işlem görmüş malzemenin ışığı yansıtma özelliği vasıtasıyla TS EN ISO 2813 esas alınmış "Konica Minolta Multi Gloss 268 Plus" parlaklık ölçüm aleti ile 60°±2°'de liflere paralel parlaklık ölçümü 120 adet deney örneği üzerinde gerçekleştirilmiştir [50]. Alet kalibrasyonu ASTM-D-523'e göre yapılmıştır [51]. Cihaz Şekil 4'de verilmiştir.

Deneyde kullanılan cihaz, bir ışık kaynağı ve paralel veya birbirine yaklaşan ışık demetini deney alanına yönelten mercek sistemi, fotosel ve yansıyan ışık konisini alan alıcıdan meydana gelmiştir. Ölçümlerde 20/60/85°'de ölçüm yapan, parlaklık ölçme cihazı her işlemde ve işlemlerden önce kalibre edilmiştir. Günlük kalibrasyonda iyi cilalanmış ve düzgün yüzeyli, kırılma indisi 1.567 olan ve parlaklığı her geometri için 100 olarak belirlenmiş siyah cam kullanılmıştır

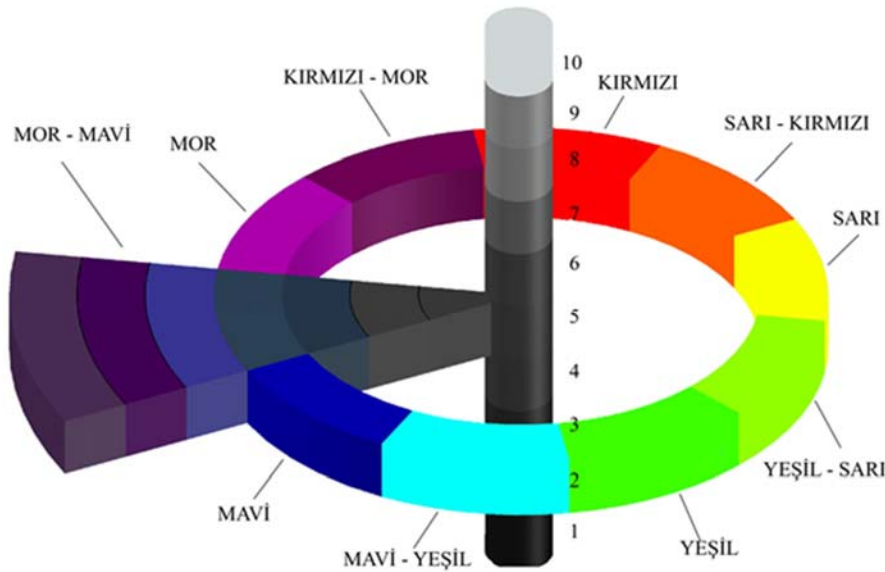
[52, 53]. Örnek yüzeylerinde, paralel yönde ölçüm yapılmış ve bu ölçümlerin aritmetik ortalamaları parlaklık değeri olarak kaydedilmiştir. 60°'de yapılan parlaklık ölçümlerine göre yüzeyler mat, yarı mat, yarı parlak, parlak ve çok parlak gibi sınıflandırılmaktadır. Parlaklık değerlerinin sınıflandırılması Tablo 1'de verilmiştir [54].



Şekil 4. Boya / vernik katmanı yüzey parlaklık ölçüm cihazı (Gloss Meter of Paint/ Varnish Layer Surface)

2.2.4. Verilerin değerlendirilmesi (Evaluation of data)

3 aşşap türü, 3 adet kurutma sıcaklığı +1 adet kontrol için 10 tekrür olmak üzere toplam 120 adet örnek (3x4x10) hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklerin L*, a*, b* renk değerleri ve parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek için gruplar arasında çoklu varyans analizi kullanılmıştır. Farklılığın gruplar arasında anlamlı olup olmadığı "DUNCAN TESTİ" ile belirlenmiştir. Toplam renk değişim değerlerinin hesaplanmasında denklem kullanılmıştır.



Şekil 3. CIELAB-76 renk alanı (Color space of CIELAB- 76) [47].

Tablo 1. Parlaklık değerlerinin sınıflandırılması
(Classification of gloss values)

60°'de Ölçülen Parlaklık	Parlaklık Sınıfı
20 Gloss'un altı	Mat
25-30 Gloss	Yarı mat
35-45 Gloss	İpek mat
55-65 Gloss	Yarı parlak
70-80 Gloss	Parlak
80 Gloss'un üzeri	Çok parlak

3. BULGULAR (RESULTS)

3.1. Renk Değişimi (Colour Change)

Reçine lakı ile kaplanmış ahşap malzemede, farklı sıcaklıklarda sertleştirilmiş reçine lakının kırmızı (a*), sarı (b*), siyah-beyaz (L*) renk değerleri ve "toplam renk değişimi" (ΔE^*) belirlenmiştir. Ahşap türü ve sıcaklık derecesine göre elde edilen siyah-beyaz (L*) renk değişimi Tablo 2'de gösterilmiştir.

Siyah-beyaz renk değeri ahşap türü bakımından en yüksek sarıçamda, en düşük kestane bulunmuştur. İğne yapraklı ahşaplarda daha yüksek bulunması tekstür ve doğal renk karakteristik özelliklerinden kaynaklanabilir. Sıcaklık derecesi en yüksek 60°C de en düşük 100°C 'de elde edilmiştir. Lak uygulanmayan örneklerde siyah-beyaz renk değeri daha yüksek çıkmıştır. Buna göre lak uygulaması ve kurutma sıcaklığı siyah-beyaz renk değerinde azalmaya, renklenmede artmaya neden olduğu söylenebilir. Ahşap malzeme türü ve sıcaklık derecesinin siyah-beyaz renk değerine etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi değerleri Tablo 3'de verilmiştir.

Ahşap türü ve sıcaklık derecesinin siyah-beyaz (L*) renk değerine etkileri ahşap türü ve sıcaklık derecesi bakımından istatistiksel anlamda önemli ($\alpha=0,05$), etkileşimleri önemsiz çıkmıştır. Gruplar arasında farklılığı görmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Ahşap türü ve sıcaklık derecesi etkileşimine göre en yüksek sarıçam+60°C 'de (71,67), en düşük kestane+100°C 'de

Tablo 2. Ahşap türü ve sıcaklık derecesine göre elde edilen siyah-beyaz (L*) renk değerleri
(Black and white (L *) color values obtained according to wood type and temperature)

	İşlem çeşidi	X (Renk L*)	HG
*Ahşap Türü	Sarıçam	68,54	A
	Doğu Kayını	49,04	B
	Anadolu Kestanesi	46,56	C
	Kontrol (Verniksiz)	67,63	A
**Sıcaklık (°C)	60	56,36	B
	80	49,16	C
	100	45,70	D

LSD*= 1.957 LSD**=2.259 X: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, LSD: Önemli En Küçük Fark

Tablo 3. Ahşap türü ve sıcaklık derecelerinin siyah-beyaz (L*) renk değeri etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi
(Multiple variance analysis of the effects of black-white (L *) color value of wood species and temperature grades)

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kareler	F Hesap	P<0,05
Ahşap Türü (A)	2	11590.922	5795.461	296.7557	0.0000
Sıcaklık (B)	3	8451.225	2817.075	144.2479	0.0000
AB	6	132.116	22.019	1.1275	0.3717
Hata	108	2109.176	19.529		
Toplam	119	22283.439			

Tablo 4. Duncan testi sonuçları (Renk L*) (Duncan test results (Color L*))

	İşlem çeşidi	X	HG
Ahşap Türü + Sıcaklık C	Sarıçam+100 (Sç+100)	81,16	A
	Sarıçam+60°C (Sç+60)	71,67	B
	Doğu Kayını (Dk)	63,41	C
	Sarıçam+80°C (Sç+80)	61,86	C
	Sarıçam+100°C (Sç+100)	60,46	C
	Anadolu Kestanesi (Ak)	59,33	C
	Doğu Kayını+60°C (Dk+60)	49,68	D
	Anadolu Kestanesi+60°C (Ak+60)	47,72	D
	Doğu Kayını+80°C (Dk+80)	43,01	E
	Anadolu Kestanesi+80°C (Ak+80)	42,62	E
	Doğu Kayını+100°C (Dk+100)	40,07	EF
	Anadolu Kestanesi+100°C (Ak+100)	36,56	F

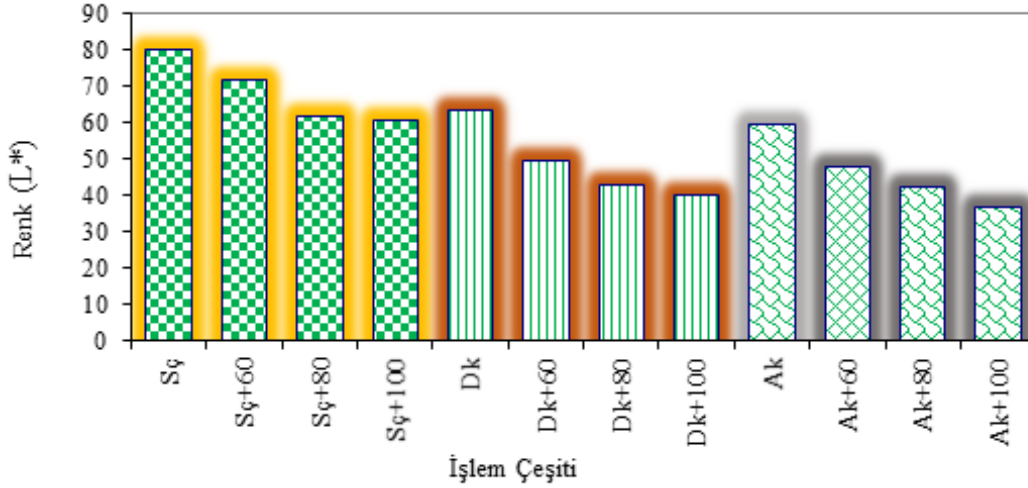
*LSD: 3.913, X: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, LSD: Önemli En Küçük Fark

(36,56) bulunmuştur. Ahşap türü ve sıcaklık derecesine göre belirlenen siyah-beyaz renk değişimleri Şekil 5'te gösterilmiştir. Ahşap türü ve sıcaklık derecesine göre kırmızı (a*) renk değerleri Tablo 5'de verilmiştir.

Kırmızı renk değeri ahşap türü bakımından en yüksek kayında, en düşük kestanede bulunmuştur. Kırmızı renk değeri ahşap türleri arasında önemli bir fark oluşturmamıştır. Sıcaklık derecesi bakımından en yüksek 100°C, en düşük 60°C de elde edilmiştir. Buna göre sıcaklık derecesi, kırmızı renk değerinde artışa neden olduğu söylenebilir. Ahşap malzeme türü ve sıcaklık derecesinin kırmızı renk değerine etkilerine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Ahşap türü ve sıcaklık derecesinin kırmızı (a*) renk değerine, ahşap türü ve etkileşimleri bakımından istatistiksel anlamda ($\alpha=0,05$) önemsiz, sıcaklık derecesi

bakımından önemli çıkmıştır. Gruplar arasında farklılığı görmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 7'de verilmiştir. Ahşap türü ve sıcaklık derecesi etkileşimine göre, en yüksek sarıçam+100°C 'de (41,24), en düşük sarıçam+60°C 'de (13,52) bulunmuştur. Ahşap türü ve sıcaklık derecesi çeşidine göre belirlenen kırmızı renk değerleri Şekil 6'da gösterilmiştir. Ahşap türü ve sıcaklık derecesine göre elde edilen sarı (b*) renk değerleri Tablo 8'de verilmiştir.

Sarı renk değeri ahşap türü bakımından en yüksek kayında, en düşük kestanede bulunmuştur. Sıcaklık derecesi bakımından en yüksek 100°C de, en düşük 60°C de elde edilmiştir. Buna göre reçine lakı ve kurutma sıcaklığı, sarı renk değerinde artmaya neden olduğu söylenebilir. Ahşap malzeme türü ve sıcaklık derecesinin sarı renk değeri



Şekil 5. İşlem Çeşidine göre siyah-beyaz (L*) renk değeri değişimleri
(Black-white (L*) color value changes according to the process type)

Tablo 5. Ahşap türü ve sıcaklık derecesine göre elde edilen kırmızı (a*) renk değerleri
(Red (a*) color values obtained according to wood type and temperature)

İşlem çeşidi		X (Renk a*)	HG
Ahşap Türü*	Doğu Kayını	23,42	A
	Sarıçam	21,44	A
	Anadolu Kestanesi	18,75	A
Sıcaklık** (°C)	100	31.95	A
	80	22.85	AB
	60	17.58	BC
	Kontrol (Verniksiz)	12,43	C

LSD* = 8,257 LSD** = 9,534

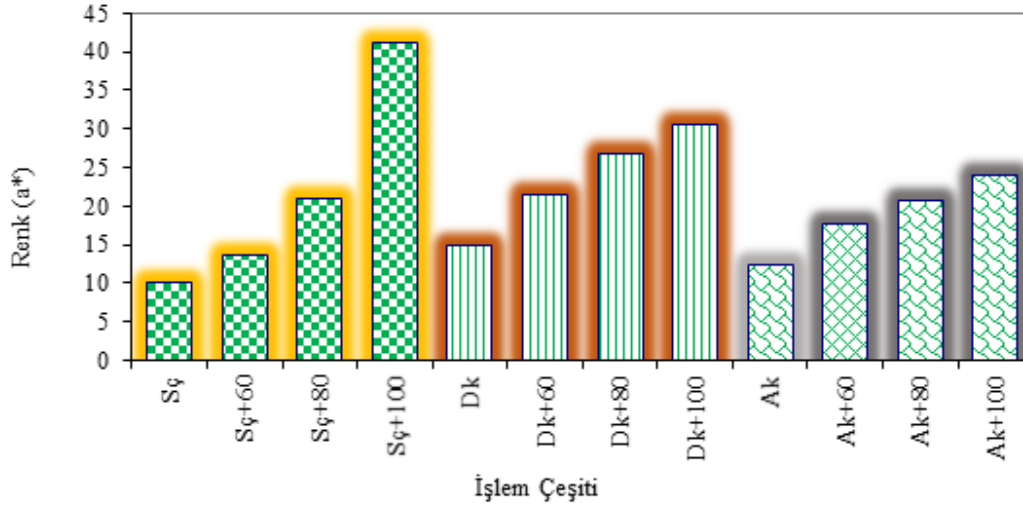
Tablo 6. Ahşap türü ve sıcaklık derecelerinin kırmızı (a*) renk değeri etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi
(Multiple variance analysis for the effects of the red (a*) color value of wood species and temperature grades)

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kareler	F Hesap	P<0,05
Ahşap Türü (A)	2	439.577	219.788	0.6320	-
Sıcaklık (B)	3	6248.325	2082.775	5.9891	0.0008
AB	6	1737.293	289.549	0.8326	-
Hata	108	37558.063	347.760		
Toplam	119	45983.257			

Tablo 7. Duncan testi sonuçları (Renk a*) (Duncan test results (Color a*))

	İşlem çeşidi	X (Renk a*)	HG
Ahşap Türü + Sıcaklık*	Sarıçam+100 (Sç+100)	41.24	A
	Doğu Kayını+ 100 (Dk+100)	30.59	AB
	Doğu Kayını+ 80 (Dk+80)	26.80	ABC
	Anadolu Kestanesi+ 100 (Ak+100)	24,01	ABC
	Doğu Kayını+60 (Dk+60)	21.50	BC
	Sarıçam + 80 (Sç+80)	20.96	BC
	Anadolu Kestanesi + 80 (Ak+80)	20.80	BC
	Anadolu Kestanesi +60 (Ak+60)	17.71	BC
	Doğu Kayını Kontrol (Dk)	14.78	BC
	Sarıçam + 60 (Sç+60)	13.52	BC
	Anadolu Kestanesi Kontrol (Ak)	12.47	BC
	Sarıçam Kontrol (Sç)	10.04	C

LSD*=16,51

**Şekil 6.** İşlem çeşidine göre kırmızı (a*) renk değeri değişimleri (Red (a*) color value changes according to the process type)**Tablo 8.** Ahşap türü ve sıcaklık derecesine göre elde edilen sarı (b*) renk ortalama değerleri (Average values of yellow (b*) color obtained according to wood type and temperature)

	İşlem çeşidi	X (Renk b*)	HG
Ahşap Türü*	Doğu Kayını	56.61	A
	Sarıçam	51.97	A
	Anadolu Kestanesi	51.72	A
Sıcaklık** (°C)	100	73,76	A
	80	73,22	A
	60	48,10	AB
Sıcaklık** (°C)	Kontrol (Verniksiz)	18,66	B

LSD*= 28.01

LSD**=32.34

etkilerine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Tablo 9'da verilmiştir. Ahşap türü ve sıcaklık derecesinin sarı (b*) renk değerine, ahşap türü ve etkileşimleri bakımından istatistiksel anlamda ($\alpha=0,05$) önemsiz, sıcaklık derecesi bakımından önemli çıkmıştır. Gruplar arasında farklılığı görmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Ahşap türü ve sıcaklık derecesi etkileşimine göre, sarı renk değeri en yüksek kayın+80°C'de (104,6), en düşük

kestane+60°C 'de (44,60) bulunmuştur. Ahşap türü ve sıcaklık derecesi çeşidine göre belirlenen sarı renk değerleri Şekil 7'de gösterilmiştir.

3.2. Parlaklık (Glossiness)

Ahşap türü ve sıcaklık derecesine göre elde edilen parlaklık değerleri Tablo 11'de verilmiştir. Parlaklık değeri ahşap türü bakımından en yüksek sarıçamda (66,33), en düşük kestanede (63,56) bulunmuştur. Sıcaklık derecesi

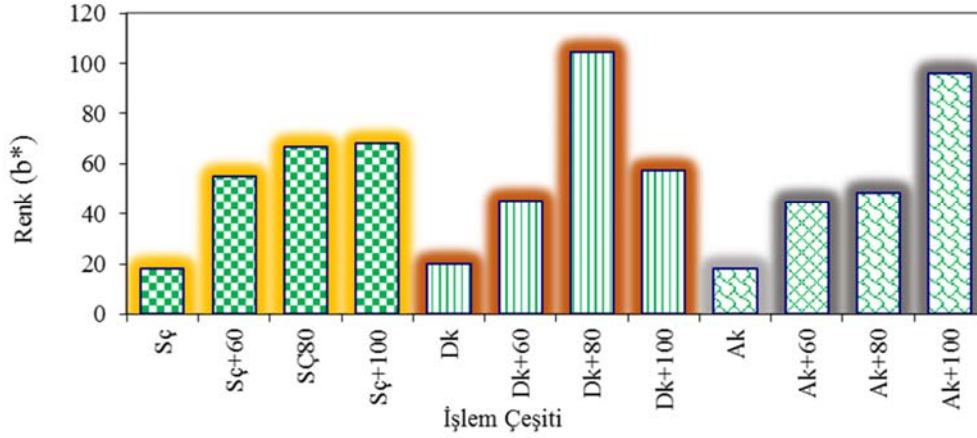
Tablo 9. Ahşap türü ve sıcaklık derecelerinin sarı (b*) renk değeri etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi (Multiple variance analysis of the effects of yellow (b*) color value of wood species and temperature grades)

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kareler	F Hesap	P<0,05
Ahşap Türü (A)	2	606.852	303.426	0.0758	-
Sıcaklık (B)	3	61271.265	20423.755	5.1038	0.0024
AB	6	24538.555	4089.759	1.0220	0.4150
Hata	108	432179.653	4001.663		
Toplam	119	518596.325			

Tablo 10. Duncan testi sonuçları (Renk b*) (Duncan test results (Color b*))

İşlem çeşidi	X (Renk b*)	HG
Doğu Kayını+ 80 (Dk+80)	104.6	A
Anadolu Kestanesi+ 100 (Ak+100)	95.97	A
Sarıçam+ 100 (Sç+100)	68.15	AB
Sarıçam + 80 (Sç+80)	66.66	AB
Doğu Kayını+100 (Dk+100)	57.15	AB
Sarıçam + 60 (Sç+60)	54.84	AB
Anadolu Kestanesi + 80 (Ak+80)	48.40	AB
Doğu Kayını+ 60 (Dk+60)	44.87	AB
Anadolu Kestanesi +60 (Ak+60)	44.60	AB
Doğu Kayını Kontrol (Dk)	19.82	B
Sarıçam Kontrol (Sç)	18.25	B
Anadolu Kestanesi Kontrol (Ak)	17.90	B

LSD***=56.02

**Şekil 7.** İşlem çeşidine göre kırmızı (b*) renk değeri değişimleri (Red (b*) color value changes according to the process type)**Tablo 11.** Ahşap türü ve sıcaklık derecesine göre elde edilen parlaklık değerleri (Brightness values obtained according to wood type and temperature)

İşlem çeşidi	X (Gloss)	HG
Sarıçam	66,33	A
Doğu Kayını	63,82	A
Anadolu Kestanesi	63,56	A
80	87,45	A
60	84	A
100	83,22	A
Kontrol (Verniksiz)	3,62	B

LSD*= 4.508

LSD**=5.205

bakımından en yüksek 80°C 'de (87,45), en düşük 100°C 'de (83,22) elde edilmiştir. Reçine lakı parlaklık değerini önemli ölçüde artırmıştır. Ahşap malzeme türü ve sıcaklık

derecesinin parlaklık değeri etkilerine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Tablo 12'te verilmiştir. Ahşap türü ve sıcaklık derecesinin parlaklık değeri etkileri, sıcaklık

değişimleri bakımından istatistiksel anlamda önemli ($\alpha=0,05$), ahşap türü ve etkileşimleri bakımından anlamsız çıkmıştır. Farklılığın hangi gruplar arasında önemli olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 13'te verilmiştir.

Parlaklık değeri en yüksek sarıçam+80°C' de, en düşük sarıçam+100°C 'de elde edilmiştir. Ahşap türü ve sıcaklık derecesine göre belirlenen parlaklık değeri değişimleri Şekil 8'de gösterilmiştir.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR (CONCLUSIONS AND DISCUSSIONS)

Farklı sıcaklık derecesi ve ahşap türünde reçine lakının kırmızı, sarı, siyah-beyaz renk değişimine ilişkin değerler Tablo 14'te ve Şekil 9'da verilmiştir.

Renk değişimi, genel olarak pozitif Δa^* bakımından sıcaklık sürecinde kırmızılaştığını, negatif Δa^* ise rengin yeşile kaydığını göstermektedir. Yine pozitif Δb^* de sararma ve

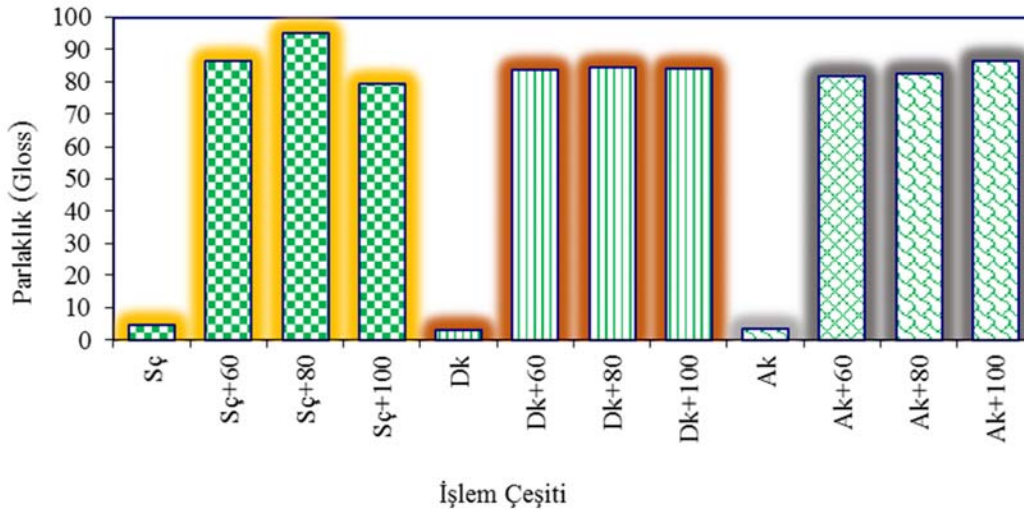
Tablo 12. Ahşap türü ve sıcaklık derecelerinin parlaklık (gloss) değeri etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi
(Multiple variance analysis for the effects of gloss value of wood type and temperature grades)

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kareler	F Hesap	P<0,05
Ahşap Türü (A)	2	297.434	148.717	1.4347	0.2427
Sıcaklık (B)	3	147300.491	49100.164	473.6787	0.0000
AB	6	679.358	113.226	1.0923	0.3717
Hata	108	11194.968	103.657		
Toplam	119	159472.252			

Tablo 13. Parlaklık Duncan Testi Sonuçları (Brightness Duncan Test Results)

İşlem çeşidi	X (Gloss)	HG
Sarıçam + 80 (Sç+80)	95.10	A
Sarıçam + 60 (Sç+60)	86.45	AB
Anadolu Kestanesi+ 100 (Ak)	86.44	AB
Doğu Kayını +80 (Dk)	84.57	B
Doğu Kayını+ 100 (Dk+100)	83.88	B
Doğu Kayını+60 (Dk+60)	83.75	B
Anadolu Kestanesi +80 (Ak+80)	82.68	B
Anadolu Kestanesi + 60 (Ak+60)	81.80	B
Sarıçam+ 100 (Sç+100)	79.33	B
Sarıçam Kontrol (Sç)	4.460	C
Anadolu Kestanesi Kontrol (Ak)	3.330	C
Doğu Kayını Kontrol (Dk)	3.070	C

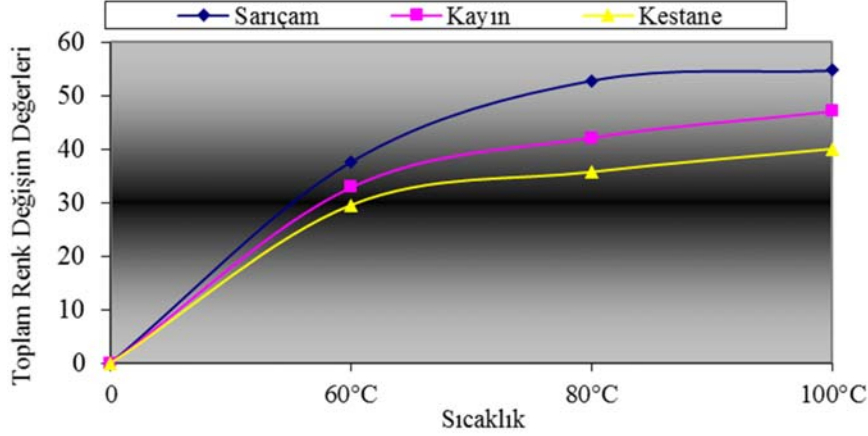
LSD*= 4.508 LSD**=5.205 LSD***=9.016



Şekil 8. İşlem çeşidine göre parlaklık değişimleri (Brightness changes according to the type of process)

Tablo 14. Renk Değişim Değerleri (Values of color change)

Ahşap T.	60°C				80°C				100°C			
	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
Sarıçam	-8,4	3,4	36,6	37,7	-18,3	10,9	48,4	52,9	-19,7	11	49,9	54,8
Kayın	-13,7	6,75	29,1	32,9	-20,4	12,1	34,9	42,2	-23,3	15,8	37,8	47,1
Kestane	-11,6	5,22	26,7	29,6	-16,7	8,31	30,5	35,8	-22,8	11,5	30,9	40,1

**Şekil 9.** Renk Değişimleri (Changes of color)

negatif Δb^* ise rengin mavileştiği söylenebilir. Pozitif ΔL^* değerleri beyazlaşmayı, negatif ΔL^* değerleri ise grileşmeyi temsil etmektedir.

Tablo 14'teki veriler değerlendirildiğinde, toplam renk değişimi (ΔE), ahşap türü düzeyinde en yüksek sarıçam, en düşük kestanede, fırınlama sıcaklığı düzeyinde en yüksek 100, en düşük 60, ahşap türü, kurutma sıcaklığı etkileşimi düzeyinde en yüksek sarıçamda 100°C de (54,8), en düşük kestanede 60°C (29,6) ölçülmüştür. Bu değerler, endüstriyel olarak kullanılan verniklerdeki renk değişimi ile paralellik göstermektedir.

Parlaklık değeri (Gloss), ahşap türü düzeyinde en yüksek sarıçam (86,98), en düşük kestanede (82,37), fırınlama sıcaklığı düzeyinde en yüksek 80°C, en düşük 100°C, ahşap türü, kurutma sıcaklığı etkileşimi düzeyinde 60°'lik açıda en yüksek sarıçamda (80°C-95,07), en düşük yine sarıçamda (100°C-79,33) belirlenmiştir. Buna göre; reçine lakının yüzeyde katılmasında fırın sıcaklık derecesi yükseldikçe parlaklığın ise azaldığı tespit edilmiştir.

Toplam renk değişim değerleri için; katalizör olarak fırınlama işlemine tabii tutulan deney örnekleri, fırınlama işlemi görmeyen (kontrol) örneklerinden daha düşük L^* değeri vermiştir. Düşük L^* değerleri, sıcaklığın etkisiyle deney örneklerinin karardığını göstermektedir. Fırın sıcaklığının arttıkça renk değişiminin de artmasının sebebi önceki çalışmalarda, ısı işlem sıcaklığının ve sürenin deney örneklerinde koyulaşmaya sebep olduğunu göstermiştir [55-57]. Bourgios ve arkadaşları [58], ısı işlem sonrası ağacın kararmasının, sıcaklık arttıkça holoselüloz içeriğindeki bir azalmaya bağlı olabileceğini bildirmiştir. Ligninin ve diğer selülozik olmayan polisakaritlerin bozulması, ısı işlem

görmüş kayının koyulaşmasını artırabileceğini belirtmişlerdir [59-61]. Başka çalışmalarda ise, ısı işleminden sonra ahşaptaki renk değişiminin nedeni olarak hemiselülozların bozunma reaksiyonlarından dolayı kaynaklandığını bildirilmişlerdir [62, 63].

Parlaklığın kurutma sıcaklığı bakımından en iyi sonucu 80°C'lik ısıda elde edildiği, 100°C'lik ısıda ise düştüğü gözlemlenmiştir. Parlaklık değerlerin ortalamasına göre (84,35 gloss), çok parlak sınıfta (high gloss) yer almaktadır [54]. Yüksek parlaklık arzu edilen yüzeylerde kolaylıkla meşe, kestanede, dişbudak, karaağaç, dut gibi ahşap türlerini de parlak yüzey yapmak mümkün olacaktır. Lak ile kaplanmış deney örnekleri kontrol örneklerine göre yaklaşık 25 kat daha fazla parlak çıkmıştır. Diğer endüstriyel verniklere göre ise daha yüksek parlak değere sahiptir. Yapılan diğer ısı işlemli çalışmalarda da ısı işlemin parlaklık değerlerini değiştirdiğini bildirilmişlerdir [64-66].

Reçine lakının ahşap malzemede uygulama maliyeti, diğer endüstriyel vernikler (selülozik, sentetik ve yat verniği vb.) ile yaklaşık aynı maliyete sahiptir. Ancak yüzey sertliği kurutma fırını kullanılarak yapıldığından dolayı ek olarak fırının enerji maliyeti söz konusudur. Bu maliyet ise kurutma fırının tipine ve kapasitesine bağlı olarak değişmekte olup, %3-8 arasında olacağı öngörülmektedir. Laklar, Türkiye'de 150°ye yakın gıda ambalaj firmalarında kullanılmaktadır. Bu yönü itibarıyla ahşap endüstrisinde de kullanılması halinde yeterli miktarda temin edilebilir, aynı kurutma metodu ile sektöre adapte edilebilir nitelikleri taşımaktadır.

Literatür ışığında bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkı, verniklerde film katmanı yapma özelliği taşıyan eriyiklerin, termosetler grubunda olan reçinelerin kullanılması, inceltici

olarak zararlı solventler yerine organik bileşiklerin tercihi ve sertleştirici katalizör olarak sıcaklığın kullanılmasıdır. Bu yönüyle doğaya ve insan sağlığına daha saygılı bir ürünü ahşap malzemede üst yüzey işlem maddesi olarak önerilebilir. Bu ürünün kullanım alanı itibarıyla; ahşap çocuk oyuncakları, hastane mekanları, steril alanlar, eczaneler vb. alanlar başta olmak üzere, mutfakta kullanılan ahşap esaslı malzemelerde (çatal, bıçak, servis tabakları ve doğrama tahtaları vs.), çocuk park alanlarında, yemek masası yüzeylerinde, kreş ve anaokulu mobilyalarında, arı kovanlarında, ahşap esaslı fiç vb. ürünlerde ve tüm iç ortamlarda kullanılması uygun olacaktır. Çalışmanın devamında, reçine lakının ahşap malzemede tüm üst yüzey performansının iç ve dış hava koşullarına karşı tespit edilmesi ve diğer alternatif ürünlerle karşılaştırılması önerilebilir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Tsatsaroni A., Lerman S & Xu G., (In press – submitted to ERIC) A sociological description of changes in the intellectual field of mathematics education research: Implications for the identities of academics, 1998.
2. Calogero G., Marco G. D., Red Sicilian orange and purple egg plant fruits as natural sensitizers for dye-sensitized solar cells, *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 92, 1341- 1346, 2008.
3. Kamel M.M., El-Shishtawy., Reda M., Yussef B.M. and Mashaly H., Ultrasonic assisted dyeing: III. Dyeing of wool with lac as a natural dye *Dyes and Pigments*, 65 (2), 103-110, 2005.
4. Luciana G.A., Lusiana P., Paola B., Alessandra B., Rubiatintorium a source of natural dyes: magronomic evaluation, quantitative analysis of alizarin and industrial assays, *Industrial Crops and Products*, 6, 303-311, 1997.
5. Stirling R and Temiz A., Fungicides and Insecticides Used in Wood Protection, Deterioration and Protection of Sustainable Biomaterials, *American Chemical Society*, Chapter 10, Washington, 2014.
6. Kizil S., Research on Frequency of Appropriate Planting of Some Woad (*Isatis Tinctoria L.*, *Isatis Constricta Davis*) Species And Establishment of Dyeing Properties, Thereof. Phd Dissertation. Ankara University, Institute of Science, Department of Agronomy, Ankara, 108, 2000.
7. Salthammer T., Bednarek M., Fuhrmann F., Funaki R., Tanabe S.I., Formation of organic indoor air pollutants by UV-curing chemistry, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 152, 1-9, 2002.
8. Salthammer T., Schwarz A. and Fuhrmann F., Emission of reactive compounds and secondary products from wood-based furniture coatings, *Atmospheric Environment*, 33, 75-84, 1998.
9. Vardanyan V., Galstian T., Riedl B., Effect of addition of cellulose nanocrystals to wood coatings on color changes and surface roughness due to accelerated weathering, *Journal of Coatings Technology and Research*, 12 (2), 247-258, 2015.
10. Kurtoğlu A., Ağaç malzeme yüzey işlemleri, Genel bilgiler, Cilt I, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul Üniversitesi Üniversite Yayın No: 4262, 2000.
11. Desor U., Stephan, K., et al., Waterborne Acrylic Dispersions For Wood Lacquers, *European Coatings Journal*, 920-923, 1997.
12. Atılğan A., Göktaş O., Peker H., Pinar Bitki Ekstraktından Elde Edilen Doğal Boyanın Ahşap Malzemeye Üstyüzey Olarak Uygulanması, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 12 (2), 139-147, 2011.
13. Peker H., Atılğan A., Ulusoy H., Göktaş O., Usage opportunities of the natural dye extracted from acorn (*Quercus ithaburensis Decaisne*) in the furniture industry upper surface treatment, *International Journal of Physical Sciences*, 7 (40), 5552-5558, 23 October, 2012.
14. Atılğan A., Ersen N., Ulusoy H., Bardak S., Peker H., Possibility of Using Wood Protection -Furniture Industry Waste Teas and Effect on Gloss, *International Caucasian Forestry Symposium*, Artvin, Turkey, 24-26 October, 2013.
15. Atılğan A., Ersen N., Peker H., Çay Bitki Ekstraktı ile Muamele Edilen Odun Türlerinde Retensiyon Değerleri, *Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (2), 278-286'a., 2013.
16. Atılğan A., Ersen N., Peker H., Atık Çay Ekstraktlarından Elde Edilen Boyanın Ahşap Malzemede Renklendirme Olanaklarının Araştırılması, *Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (2), 268-277b., 2013.
17. Atılğan A., Ulusoy H., Peker H., Bazı Odun Türlerinde Bitki Ekstrakt Boyasının Eğilme Direnci/Elastiklik Modülüne Etkisi, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi E-ISSN: 1308-0261*, 10 (1), 10-13, 2017.
18. Atılğan A., Ulusoy H., Tan H., Peker H., Ahşapta ekolojik boya kullanımı ve yüzey pürüzlülüğü, *Gazi Üniversitesi, Politeknik Dergisi*, 21 (3), 553-558, 2018.
19. Göktaş, O., Çolak, M., Uğurlu, M., Özen, E., Yeniocak, M., Ultrasonik Yöntem Kullanılarak Bitki Boyaları ile Boyanan Ahşap Malzemenin Yıkama Performansları (Boya Tutunma) ve UV-Hızlı Yaşlandırma Şartları Altındaki Renk Değişim Değerlerinin Belirlenmesi, *TÜBİTAK-TOVAG 110 O 141 nolu Proje*, 2013.
20. Göktaş, O., Duru E.M., Yeniocak M., Özen E., Determination of the Color Stability of an Environmentally Friendly Wood Stain Derived from Laurel (*Laurus nobilis L.*) Leaf Extracts Under UV Exposure, *Forest Products Journal*, 58 (1/2), 77-80, 2008.
21. Göktaş, O., Baysal E., Özen E., Mammadov R., Duru E.M., Decay Resistance and Color Stability of Wood Treated With *Juglans Regia* Extract. *Wood Research*, 53 (3), 27-36, 2008.
22. Yeniocak M., Göktaş O., Aliyazıoğlu S., Çolak M., Yeniocak S., Özen E., Uğurlu M., Determination of the Effect of Liquid Glass (SiO₂) on Color Stability of Wood Stained by Natural Dyes. *Drvna industrija*, 68 (4), 351-357, 2017.

23. Yakın M., Su bazlı verniklerde sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetinin tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye, 2001.
24. Sönmez A, Budakçı M., Yakın M., Politeknik Dergisi 7 (3), 229, 2004.
25. Yalınkılıç C.A., Sönmez A., Politeknik Dergisi, 12 (2), 121, 2009.
26. Gezer İ., Ağaç malzemeye uygulanan ısı işleminin su bazlı verniklerdeki etkilerin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya-Türkiye, 2009.
27. Toker H., Baysal E., Kesik H. I. Surface characteristics of wood pre-impregnated with borates before varnish coating, Forest Products Journal, 59 (7-8), 43-46, 2009.
28. Pelit H., Budakçı M., Sönmez A., Burdurlu E. Surface roughness and brightness of scots pine (*Pinus sylvestris*) applied with water-based varnish after densification and heat treatment, Journal of Wood Science, 61 (6), 586-594, 2015.
29. Pelit H., The effect of different wood varnishes on surface color properties of heat treated wood materials”, Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 67 (2), 262-274, 2017.
30. Kesik H. İ., Vurdu H., Öncel M., Özkan O. E., Çağatay K., Aydoğan H. The effects of varnish and paint coatings on oil heat treated Turkish fir wood, 27th International Conference Research for Furniture Industry, Ankara, 98-104, 2015.
31. Vardanyan V., Galstian T., Riedl B., Effect of addition of cellulose nanocrystals to wood coatings on color changes and surface roughness due to accelerated weathering, Journal of Coatings Technology and Research, 12 (2), 247-258 2015.
32. Gürleyen T., Ayata Ü., Gürleyen L., Esteves B., Çakıcıer N., Üvez (*Sorbus L.*) odununa uygulanan tek ve çift kat UV sistem parke vernik katmanlarında renk, parlaklık ve salınımsal sertlik değerlerinin belirlenmesi, 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES2017), Baku – Azerbaijan, 1327-1336, 2017.
33. Atar, M., Renk Açıcı Kimyasal Maddelerin Ağaç Malzemede Üst Yüzey İşlemlerine Etkileri, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 15-17, 1999.
34. Sönmez, A., Budakçı, M., Tahta Koruyucunun Dış Cephe Verniklerinin Yapışma Direncine Etkisi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Ankara, 14 (2), 305-314, 2001.
35. Kazan B., Su bazlı vernik uygulanmış yüzey üzerindeki ısı işleminin etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya-Türkiye, 2009.
36. Türk Gıda Kodeksi Gıda ile Temas Eden Madde ve Malzemeler Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, 16 Ağustos Cumartesi, 29090, 2014.
37. <https://www.diatek.com.tr/Makale-Yontem/Mikrobiyolojik-Analiz/Ambalaj>, Yayın tarihi Temmuz 26, 2017, Erişim tarihi Kasım 26, 2021
38. <https://www.toyoink.com.tr/tr/gold-laklar> Yayın tarihi Temmuz 7, 2007. Erişim tarihi Ocak 11, 2021
39. TS 2470, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyle İçin Numune Alma Metotları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1976.
40. TS 2471, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyle İçin Rutubet Miktarı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1976.
41. Dyo, Dewilux Püskürtme Tabancası Hareket Etüdü, Teknik Bülten, İzmir, 1990.
42. ASTM D 3023, Determination of Resistance of Factory Applied Coatings on Wood Products of Stain and Reagents, American Society for Testing and Materials, U.S.A., 1981.
43. TS EN 24624, Boya ve vernikler-Çekme Deneyi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1996.
44. ASTM-D 2224-2 e1, Standard Practice for Calculation or Color Tolerances and Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates, American Society for Testing and Materials, U.S.A., 2003.
45. Minolta CR-231 Chromometer, version 3.0, Cihaz Kullanma Klavuzu, 1990.
46. Oliver, J.R., Blakeney, A.B., Allen, H.M., Measurement of Flour Color in Color Space Parameters, Cereal Chem, 69, 546-551, 1992.
47. Johansson D., Strength and colour response of solid wood to heat treatment, Licentiate Thesis, Luleå Technology University, Department of Skellefteå Campus, Swedish, 2005.
48. Söğütlü C. ve Sönmez A., The effect of UV lights on color changes on some local wood processed with differential preservatives, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 21 (1), 151-159, 2006.
49. Sönmez A. ve Budakçı M., Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri 2, Koruyucu Katman ve Vernik Sistemleri, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, 11-14, 52-58, 75-81, 2004.
50. TSE EN ISO 2813., Boyalar ve vernikler-Metalik olmayan boya filmlerinin 20, 60 ve 85 açılarda parlaklık tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2014.
51. ASTM D523-14, Standard test method for specular gloss, 2018.
52. TS EN 311, Ahşap esaslı levhalar-Yüzey sağlamlığı-Deney metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2005.
53. ASTM D 4366, Hardness of Organic Coatings by Pendulum Damping Tests, American Society for Testing and Materials, U.S.A., 1984.
54. Tunçgenç, M., Genel Boya Bilgileri, Teknik Bülten, Akzo Nobel Kemipol A.Ş., 2004.
55. Militz H., Thermal treatment of wood: European Processes and Their Background. International Research Group on Wood Preservation, Cardiff, Wales, 2002.
56. Akgül M., Korkut S., The Effect of Heat Treatment on Some Chemical Properties and Colour In Scots Pine and Uludag Fir Wood. African Journal of Biotechnology 7 (21), 2854-2859, 2012.
57. Mitsui, K., Murata, A., Kohara, M., Tsuchikawa, S., Colour Modification of Wood by Light-Irradiation and

- Heat Treatment. The First European Conference on Wood Modification, Ghent University, Belgium, 2003.
58. Bourgios, J., Guyonnet, R., Janin, G., La Mesure De Couleur: Une Methoded "etudeetd" optimisation Des Transformations Chimiques Du Bois Thermolysé. *Holzforschung*, 45 (5), 377-382, 1991.
 59. Grelier, S., Castellan, A., Kamdem, D.P., Photo-Protection of Copper Amine Treated Wood. *Wood and Fiber Science*, 32 (2), 196-202, 2000.
 60. Hon D.N.S., Chang S.T., Photo Protection of Wood Surfaces By Wood-Ion Complexes, *Wood and Fiber Science* 17 (1), 92-100, 1985.
 61. Petric M., Kricej B., Humar H., Pavlic M., Tomazic M., Patination of Cherry Wood and Spruce Wood with Ethanolamine and Surface Finishes, *Surface Coatings International Part B: Coatings Transactions* 87 (B3), 95-201, 2004.
 62. Esteves B., Marques A.V., Domingos I., Pereira H., Heat-induced colour changes of pine (*Pinus pinaster*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus*) wood, *Wood Science and Technology*, 42 (5), 369-384, 2008.
 63. Poncsak S., Kocafe D., Bouazara M., Pichette A., Effect of high temperature treatment on the mechanical properties of birch (*Betula papyrifera*), *Wood Science and Technology*, 40 (8), 647-663, 2006.
 64. Ayata Ü., Gürleyen T., Gürleyen L., Effect of heat treatment on color and glossiness properties of zebrano, sapeli and merbau woods, *Furniture and Wooden Material Research Journal*, 1 (1), 11-20a, 2018.
 65. Şahin S., Ayata Ü., Teak, black ebony ve wenge ağaç türlerinde renk ve parlaklık özellikleri üzerine ısı işlemin (ThermoWood metot) etkisi, *Multidisipliner Çalışmalar-3 (Sağlık ve Fen Bilimleri)*, Gece Kitaplığı Yayınevi, Birinci Basım, Ocak 2018, Editörler: Rıdvan Karapınar, Murat A. Kuş, Ankara, Türkiye, 323-334. ISBN: 978-605-288-223-8, 2018.
 66. Cavus V., Ayata U., Sahin S., Determination of color and glossiness in heat-treated (Silvapro®) alep, awoura, bubinga, andiroba, gutambu, lime european, mersawa, nyatoh, punah and timborana wood types, 3. The International Conference on Material Science and Technology in Cappadocia (IMSTEC 2018), September 17-18-19, Nevsehir, Turkey, 96-104b, 2018.