

Emprenye İşleminin Ağaç Malzeme Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Değişimine Etkisi

Cevdet SÖĞÜTLÜ , Nihat DÖNGEL

ÖZET

Bu çalışmada, emprenye işleminin ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimine etkisi araştırılmıştır. Bu maksatla, Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), Doğu ladini (*Picea orientalis* L.) ve kızılçam (*Pinus brutia* Ten) odunlarından örnekler hazırlanmıştır. Örnekler, %10'luk sodyum borat çözeltisi ile ASTM D 1413-07'ye göre 760 mm Hg değerinde 30 dakika ön vakum uygulandıktan sonra, atmosferik basınçta çözelti içerisinde 30 dakika süreyle difüzyona bırakılarak emprenye edilmiştir. Renk değişimleri ASTM 2224.02 e1', yüzey pürüzlülük değerleri ise ISO 4287 esaslarına göre belirlenmiştir. Sonuç olarak, sodyum borat çözeltisi ile emprenye işlemi ağaç malzemenin rengini değiştirmiş ve yüzey pürüzlülüğünün artmasına neden olmuştur. Renk değişimi en az Doğu ladininde, en fazla Doğu kayınında gerçekleşmiştir. Yüzey pürüzlülüğü, en fazla Doğu ladininde, en az ise Doğu kayınında elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, emprenye işlemi ağaç malzemenin rengini değiştirmekte ve yüzey pürüzlülüğünü artırmaktadır. Renk değişiminin önemli olduğu durumlarda; toplam renk değişiminde olumlu sonucu vermesi göz önünde bulundurularak Doğu ladini odununun kullanılması, yüzey pürüzlülüğünün önemli olduğu durumlarda ise emprenye işleminden önce ağaç malzeme yüzeylerinde ilk zımparalama, ıslatma kabartma ve ince tanecikli zımpara ile yeniden zımparalama işleminin yapılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Ağaç malzeme, emprenye, renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü

The Effect of The Impregnate Process of Wooden Material to Color Changes and Surface Roughness

ABSTRACT

In this study, the process of impregnated wood material effect on surface roughness and color change were investigated. Specimens were prepared from Oriental beech (*Fagus orientalis* L.), Oriental spruce (*Picea orientalis* L.) Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten) woods with this objective. Examples were impregnated by subjecting to diffusion in the solution with 10% sodium borate solution, 760 mm Hg according to ASTM D 1413-07 after applying vacuum for 30 minutes and left at the atmospheric pressure for 30 minutes. Color changes and surface roughness were tested according to ASTM 2224.02.e1 and ISO 4287 respectively. As a result, impregnated wood material with sodium borate solution changed the color of the wood and led to increase the surface roughness values. It was determined that the lowest color change was obtained from the Oriental spruce and the highest color change was obtained from the Oriental beech. According to these results, impregnation process has changed to color and surface roughness of wooden material. Color change is important in cases where the total color change in the positive result to give considering the Oriental spruce used, the surface roughness is important in cases where the impregnation process before the wood surfaces of the first sanding, wetting relief and sanding with fine-granular re-sanding process can be recommended.

Keywords: Wood materials, impregnate, color change, surface roughness

1. GİRİŞ

Ağaç malzemenin kendine özgü çok sayıda avantajının olması, onu birçok uygulama alanında çekici hâle getirmektedir. Ağaç malzeme, strüktürünün yanı sıra doğal görünümünün de etkisi ile mobilya ve dekorasyon elemanlarının üretiminde tercih edilmektedir. Ağaç türü seçiminde ise mekanik özellikleri kadar renk ve dokusu da önem taşımaktadır (1,2). Ancak, ağaç malzeme, kullanım yerinde çevresel faktörler, bakteri, mantar ve böceklerin biyolojik yıkımlaması ile yangın gibi kimyasal bozundurma etkilerine maruz kalmakta ve bu etkilere karşı uzun süre dayanıklılık gösterememektedir. Bu nedenle, ağaç malzeme ile üretilen mobilya ve

dekorasyon elemanlarının çeşitli maddeler ile korunması zorunlu hâle gelmektedir (3).

Emprenye maddelerinden yaygın olarak kullanılan pentaklorfenol, bakır/krom/arsenik (CCA), bakır/krom/bor (CCB), asit bakır kromat, amonyak, bakır/arsenik gibi kimyasalların çevreye zararlı olduğu bilinmektedir (4). Bu kimyasalları kullanımdan kaldırmak için emprenye endüstrisi, çevreye dost yeni kimyasallar arayışındadır. Bunlardan bir tanesi de borlu bileşiklerin sulu çözeltileridir ve ağaç malzemeye çok iyi nüfuz edebilmektedirler. Çeşitli kimyasallar ile sarıçam, kayın, ladin ve kızılçam odunları emprenye edilmiş, %13'lük borik asit+boraks karışımının bütün türlerde en yüksek retensiyonu sağladığı ortaya konmuştur (5).

Çeşitli su itici monomerler ve borlu bileşiklerle emprenye edilerek cennet ağacı odunundan hazırlanan örneklerin yoğunluk, su alma ve yanma testlerine tabi

Makale 05.08.2009 tarihinde gelmiş, 16.10.2009 tarihinde yayınlanmak üzere kabul edilmiştir.

C. SÖĞÜTLÜ, N. DÖNGEL, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü
e-posta : cevde@gaazi.edu.tr, ndongel@gaazi.edu.tr
Digital Object Identifier 10.2339/2009.12.3. 179-184

tutulmaları sonucunda; emprenye maddeleri, ağaç malzemenin fiziksel özelliklerini iyileştirmekte ve ağırlık kaybı açısından BA+Bx karışımı % 63 'lük oran ile en olumlu sonucu vermektedir (6). Borik asit ve sodyum-perboratın sulu çözeltileri ile bor tuzları+su itici monomerler (SIM) şeklinde uygulanan kombinasyonlar odunun yanma direncini artırarak başarılı bir yangın geciktiricilik göstermektedirler (7-9).

Renk değişimi, ağaç malzemenin fotokimyasal reaksiyonları başlatan elektromanyetik radyasyonun bütün dalga boylarını absorbe etmesinden kaynaklanmaktadır (10). Açık hava şartları etkisinde bırakılan ağaç malzemenin renginde solma meydana geldiği ve üstüzyüzey işleminde kullanılan koruyucuların bozulduğu, bu yüzeylerde tekrar üstüzyüzey işlemi yapıldığında iyi sonuç alınmanın güçleştiği bildirilmiştir (11-13). Ağaç malzeme yüzeylerinde kullanılan vernikler, su çözücülü ağaç boyalarının renginde değişikliğe sebep olmaktadır. Bu değişiklikte, vernik çeşidi önemli, ağaç türü ise önemsiz olup, ağaç malzemedeki kusurlar boyamayı olumsuz etkilemektedir (14,15).

Meşe, Doğu kayını, kestane ve sarıçam odunlarına selülozik, sentetik, poliüretan ve asit katalizörlü vernikler uygulandığında, en fazla renk değişimi sentetik vernik uygulamalarında meydana gelmektedir (16).

Yüzey pürüzlülüğü, sadece ağaç malzemenin işleme sürecine bağlı olmayıp, hücre boşlukları içerdiği için onun anatomik yapısı da yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir (17). Ağaç malzemenin makinelerde şekillendirilmesi sürecinde hücrelerinin değişik kesiciler ile kesilmesi sonucu, traheler, traheidler, özışınlar, paranzim, reçine kanalları ve lifler arasında oyuklar oluşmaktadır. Bu oyukların ölçüsünde, ağaç türü, ilkbahar veya yaz odunu dokusunun türü ve enine, radyal veya teğet yönde kesilmesi etkili olmakta ve yüzey pürüzlülüğüne yansımaktadır (18,19). Anatomik yapı, ağaç türüne göre değişmekte ve ağaç malzemedeki üretilen liflevhanın yüzey pürüzlülüğünde de etkili olmaktadır (20).

Yüzey pürüzlülük değerlerine ilişkin sayısal verilerin elde edilebileceği yöntemler, homojen yapıdaki malzemeler için geliştirilen standartlarda verilmiş olup, aynı zamanda ahşap yüzeyler için de kullanılmaktadır (21). Ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğünü ölçmede, denenmiş yöntemler içerisinde dokunmalı iğneli tarama yöntemi uygun olmaktadır (22).

Yukarıda verilen literatür bilgilerine göre, ağaç malzemeye uygulanan işlem çeşidinin yanı sıra malzemenin anatomik yapısı da yüzey pürüzlülüğünde etkili olmakta ve koruma amaçlı uygulamalar malzemenin rengini değiştirmektedir. Bu çalışmada, Türkiye Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü tarafından üretilen sodyumborat çözeltisi ile emprenye işleminin ağaç malzemedeki renk değişimine ve yüzey pürüzlülüğüne etkileri araştırılmıştır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Ağaç Malzeme

Deneyisel çalışma için, Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), Doğu ladini (*Picea orientalis* L.) ve kızılçam (*Pinus brutia* Ten) türleri kullanılmıştır. Ağaç malzemelerin düzgün lifli, ardaksız, budaksız, küflenme ve renklenme olmayan, düzgün yıllık halkalara sahip, mantar ve böcek tahribatına uğramamış olmasına özen gösterilmiştir.

2.2. Emprenye Maddesi

Deneylerde Türkiye Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü tarafından üretilen sodyum borat, emprenye maddesi olarak kullanılmıştır. Sodyum borat yüksek oranda bor içeren bir kimyasal olup, 20°C 'lik oda sıcaklığında %16 oranında çözülebilme yeteneğine sahiptir. Toz halde üretimi yapılan sodyum borat, 700 kg /m³ dökme yoğunluk ve nötr pH'a sahip olup, istenmesi halinde pH'ı 7-8 arasında bir değere ayarlanabilmektedir. Bileşiğin molekül ağırlığı 590 g/mol'dür. Borik asit, bileşiğin molekül ağırlığının yaklaşık olarak % 58'ini oluşturmaktadır.

2.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Örneklerin hazırlanmasında, gövde tomruklarından TS 345 ve TS 4176'ye göre radyal yönde kesmek suretiyle prizmalar çıkarılmış ve hava kurusu hale getirilmeye kadar direkt güneş ışığı almayan ortamda bekletilmişlerdir (23,24). Daha sonra bu prizmalardan 10x100x100 mm boyutlarında her bir ağaç türünden iki ayrı deney için 10'ar adet (3x2x10) olmak üzere toplam 60 adet deney örneği hazırlanmıştır. Örnekler, 103±2 °C'lik etüvde emprenye öncesi tam kuru hale ulaşıncaya kadar bekletilmiş, ağırlıkları ve boyutları ölçüldükten sonra emprenye işlemine tabi tutulmuşlardır.

2.4. Emprenye Çözeltilerinin Hazırlanması ve Emprenye Yöntemi

Denemelerde kullanılan emprenye çözeltileri, %10'luk destile sulu (DS) olarak hazırlanmıştır. Çözelti hazırlığı süresince, ortam sıcaklığının 20 °C'de tutulmasına özen gösterilmiştir. Deney örneklerinin emprenyesi ASTM D 1413-07'de belirtilen koşullarda gerçekleştirilmiştir (25). Emprenye işleminde 760 mm Hg değerinde 30 dak süreyle ön vakum uygulandıktan sonra, örnekler atmosferik basınçta çözelti içerisinde 30 dak süreyle difüzyona bırakılmışlardır. Emprenye sonrası tam yaş haldeki örnekler iklimlendirme dolabında 20±2 °C sıcaklık ve %65±5 bağıl nem şartlarında denge rutubetine ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. Emprenye sonrası tam yaş halde ağırlık ve boyutları belirlenen örnekler etüvde 103±2 °C'de tam kuru hale gelinceye kadar bekletilmişlerdir. Örneklerin tam kuru ölçümlerini takiben deney gruplarına ait kg/m³ retensiyon ve B₂O₃ (kg/m³) retensiyon oranları (R);

$$R = \frac{Gx C}{V} \times 10^3 \text{ (kg / m}^3\text{)} \quad \begin{array}{l} T_2 : \text{Emprenye sonrası örnek ağırlığı (g)} \\ T_1 : \text{Emprenye öncesi örnek ağırlığı (g)} \\ C : \text{Çözelti konsantrasyonu (\%)} \\ V : \text{Örnek hacmi (cm}^3\text{)} \end{array} \quad (1).$$

$G = T_2 - T_1$ eşitliğinden hesaplanmıştır.

% retensiyon oranı (%R);

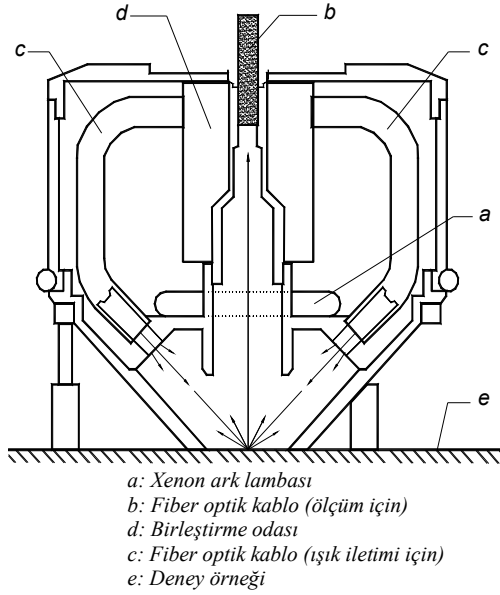
$$\%R = \frac{Moes - Moe\ddot{o}}{Moe\ddot{o}} \times 100$$

Moes : Emprenye sonrası örnek tam kuru ağırlığı (g)
Moeö : Emprenye öncesi örnek tam kuru ağırlığı (g)

eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

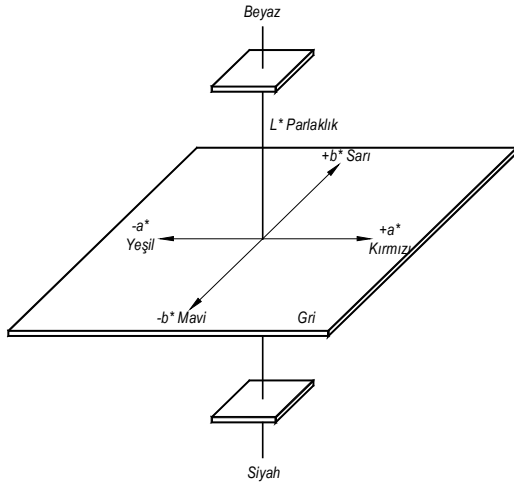
2.5. Renk Ölçümü

Renk ölçümleri, ASTM-D 2224-2 e1'de belirtilen esaslara göre MİNOLTA CR-231 renk ölçme cihazı ile yapılmıştır (26). *CIEL*a*b** renk sistemine göre ölçüm yapabilen cihazın kesiti Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Renk ölçme cihazı (2, 27)

*CIEL*a*b** renk sisteminde; renklerdeki farklılıklar ve bunların yerleri L^* , a^* , b^* renk koordinatlarına göre tespit edilmektedir. Burada, 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 (pozitif değeri sarı, negatif değeri mavi) ekseninde yer almaktadır (2,28,29). *CIEL*a*b** renk alanı Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. *CIEL*a*b** renk alanı (2, 27)

Değişimin, rengin hangi tonunda etkili olduğunu belirlemek amacıyla kırmızı renk tonu (a^*), sarı renk tonu (b^*) ve renk parlaklığı (L^*) değerleri birbirinden bağımsız olarak incelenmiş, ayrıca toplam renk değişimi (ΔE^*);

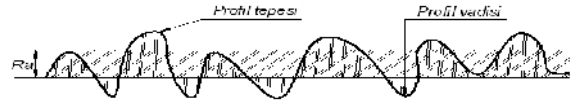
$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

eşitliğinden yararlanılarak belirlenmiştir.

ΔE^* 'nin düşük değerde olması, rengin değişmediği ya da çok az değişim olduğunu göstermektedir (2).

2.6. Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü, cihazın tarama iğnesinin 5 μm çaplı elmas ucunu örnek yüzeyinde aşağı-yukarı hareket ettirirken yüzeyde bulunan girinti ve çıkıntıların profili çıkartılmak suretiyle ölçülmektedir. Profil girintileri (vadi) ile çıkıntıları (tepe) arasında bulunan merkez çizgisi (Şekil 3) ortalama pürüzlülük değerini (Ra) göstermektedir. Bu çalışmada da, yüzey pürüzlülüğü Ra parametresi esasına göre değerlendirilmiştir. Yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesinde ISO 4287'de belirtilen esaslara uyulmuştur (30). Ölçme işleminde, ardışık profil değişimini ölçebilen dokunmalı (iğneli) *TIME-TR 200* yüzey pürüzlülüğü cihazı kullanılmıştır. Cihaz 2,5 mm ölçme adımı, 4 ölçme sayısına (cut-off) ayarlanmış ve bu ayar işlem süresince korunmuştur.



Şekil 3. Tarama iğnesi ile belirlenen yüzey profili (31, 32)

2.7. Verilerin Değerlendirilmesi

İstatistiksel değerlendirmelerde, ölçüm farkları (deney öncesi-deney sonrası) veri olarak kullanılmıştır. Varyans analizi (ANOVA) testleri ile faktör etkileri tespit edilmiştir. Gruplar arası fark önemli çıktığında, Duncan testi ile ortalama değerler arasındaki fark karşılaştırılmıştır. Böylece, denemeye alınan faktörlerin birbirleri arasındaki başarı sıralamaları, en küçük önemli fark (LSD) kritik değerine göre homojenlik gruplarına ayrılmak suretiyle belirlenmiştir. Veriler, PC için yazılmış *MSTAT-C* paket programında 0,95 güven düzeyinde değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Retensiyon Miktarları

Sodyum borat çözeltisi ile empenye edilen örnekler için ortalama retensiyon miktarları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Retensiyon miktarları

Ağaç Türü	Retensiyon		
	Kg/m ³	%	B ₂ O ₃ (Kg/m ³)
Doğu ladini	46,652	6,330	27,058
Doğu kayını	70,239	8,331	40,738
Kızılçam	78,160	8,876	45,332

Tablo 1'e göre, kg/m³ retensiyon oranları, % retensiyon değerleri ve B₂O₃ (Kg/m³) retensiyon oranları

en yüksek kızılçam odununda elde edilmiş, bunu sırası ile Doğu kayını ve Doğu ladini takip etmiştir.

3.2. Renk Değişimi

Sodyum borat çözeltilisi ile emprenye işleminin ağaç malzeme renk değişimine etkisini belirlemek üzere, emprenye öncesi-emprenye sonrası yapılan ölçümlerde elde edilen kırmızı renk tonu (a*), sarı renk tonu (b*) ve renk parlaklığı (L*) değerleri ile hesaplanmış toplam renk değişimine (ΔE^*) ait değerler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Renk değerleri

Renk Değeri	Doğu Kayını			Doğu Ladini			Kızılçam		
	EÖ	ES	Fark	EÖ	ES	Fark	EÖ	ES	Fark
a*	6,70	8,25	-1,55	3,45	4,15	-0,70	4,45	4,08	0,37
b*	17,96	18,81	-0,84	18,48	19,23	-0,75	24,78	22,89	1,89
L*	66,44	64,39	2,05	79,02	78,52	0,50	78,97	77,84	1,14
ΔE^*	2,82			1,24			2,32		

EÖ: Emprenye Öncesi ES: Emprenye Sonrası
Not: Eksi (-) değerler artış ifade etmektedir.

Tablo 2 sonuçlarına göre, a*, b*, L* ve ΔE^* değerlerinde farklılıklar bulunmaktadır. Farklılıkların kaynağını belirlemek üzere istatistik değerlendirmeler yapılmıştır.

Kırmızı renk tonundaki değişimin kaynağını belirlemek üzere varyans analizi yapılarak sonuçları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Kırmızı renk tonu değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ort.	F Değeri	$P \leq 0,05$
Tekerrür	9	3,311	0,368	0,7212	NS
Ağaç Türü	2	18,525	9,263	18,156	0,0000*
Hata	18	9,183	0,510		
Toplam	29	31,020			

*: Fark, 0,05' e göre önemli

Kırmızı renk tonu değişimine ağaç türü etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($\alpha=0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Ağaç Türü	Homojenlik Grubu ($LSD \pm 0,6532$)		
	A	B	C
Doğu Kayını	-1,550		
Doğu Ladini		-0,695	
Kızılçam			0,371

Duncan testi karşılaştırma sonuçlarına göre, kızılçamın kırmızı renk tonunda azalma görülürken, Doğu kayını ve Doğu ladini artış olmuştur. En çok artış Doğu kayınında elde edilmiştir.

Sarı renk tonundaki değişimin kaynağını belirlemek üzere varyans analizi yapılarak sonuçları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Sarı renk tonu değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ort.	F Değeri	$P \leq 0,05$
Tekerrür	9	0,699	0,078	0,2573	NS
Ağaç Türü	2	48,194	24,097	79842	0,0000*
Hata	18	5,433	0,302		
Toplam	29	54,326			

*: Fark, 0,05' e göre önemli

Sarı renk tonu değişimine ağaç türü etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($\alpha=0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Ağaç Türü	Homojenlik Grubu ($LSD \pm 0,5026$)	
	A	B
Doğu Kayını		-0,843
Doğu Ladini		-0,750
Kızılçam	1,899	

Duncan testi karşılaştırma sonuçlarına göre, kızılçamın sarı renk tonunda azalma görülürken, Doğu kayını ve Doğu ladini artış olmuştur. Değişim en çok kızılçamda olup, Doğu kayını ile Doğu ladini arasındaki fark önemsiz çıkmıştır.

Renk parlaklığı değerindeki değişimin kaynağını belirlemek üzere varyans analizi yapılarak sonuçları Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Renk parlaklık değeri değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ort.	F Değeri	$P \leq 0,05$
Tekerrür	9	2,425	0,269	0,6569	NS
Ağaç Türü	2	12,061	6,031	14,706	0,0002*
Hata	18	7,382	0,410		
Toplam	29	21,867			

*: Fark, 0,05' e göre önemli

Renk parlaklık değeri değişimine ağaç türü etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($\alpha=0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Ağaç Türü	Homojenlik Grubu ($LSD \pm 0,5857$)		
	A	B	C
Doğu Kayını	2,046		
Doğu Ladini			0,501
Kızılçam		1,136	

Duncan testi karşılaştırma sonuçlarına göre; renk parlaklık değeri her üç ağaç türünde de azalma göstermiş olup, en çok azalma Doğu kayınında elde edilmiş bunu sırası ile kızılçam ve Doğu ladini takip etmiştir.

Toplam renk değişiminin kaynağını belirlemek üzere varyans analizi yapılarak sonuçları Tablo 9'da gösterilmiştir.

Toplam renk değişimine ağaç türü etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($\alpha=0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Ağaç Türü	Homojenlik Grubu (LSD $\pm 0,5026$)	
	A	B
Doğu Kayını	2,823	
Doğu Ladini		2,318
Kızılçam	1,238	

Duncan testi karşılaştırma sonuçlarına göre, toplam renk değişimi en çok Doğu kayınında, en az ise Doğu ladininde elde edilmiştir. Doğu kayını ile kızılçam arasındaki fark önemsiz çıkmıştır.

3.3. Yüzey Pürüzlülüğü

Sodyum borat ile emprenye etme işleminin, ağaç malzemenin yüzey pürüzlülüğüne (Ra) etkisini belirlemek üzere yapılan ölçümlerde elde edilen deney öncesi–deney sonrası değerleri ile bunların farklarına ait aritmetik ortalamalar Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (μm)

Ağaç Türü	EÖ	ES	Fark
Doğu Kayını	2,706	4,431	1,726
Doğu Ladini	3,040	5,568	2,527
Kızılçam	2,856	5,186	2,330

EÖ : Emprenye Öncesi ES : Emprenye Sonrası

Buna göre, emprenye edilmiş ağaç malzemenin ortalama yüzey pürüzlülük değerleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. Farklılıkların kaynağını belirlemek üzere varyans varyans analizi yapılarak sonuçları Çizelge 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Yüzey pürüzlülüğüne ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ort.	F Değeri	$P \leq 0,05$
Tekerrür	9	2,379	0,264	1,7633	NS
Ağaç Türü	2	3,488	1,744	11,633	0,0006*
Hata	18	2,698	0,150		
Toplam	29	8,565			

*: Fark, 0,05'e göre önemli

Yüzey pürüzlülüğüne ağaç türünün etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($\alpha=0,05$). Bununla ilgili olarak yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13. Ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları (Ra)

Ağaç Türü	Homojenlik Grubu (LSD $\pm 0,3542$)	
	A	B
Doğu Kayını		1,726
Doğu Ladini	2,527*	
Kızılçam	2,330	

*: En fazla yüzey pürüzlülüğü

Duncan testi karşılaştırma sonuçlarına göre, yüzey pürüzlülüğü en fazla Doğu ladininde elde edilmiş bunu sırası ile kızılçam ve Doğu kayını izlemiştir. Doğu ladinini ile kızılçam arasındaki fark önemsiz çıkmıştır.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kg/m^3 retensiyon oranları, % retensiyon değerleri ve B_2O_3 (Kg/m^3) retensiyon oranları bakımından kızılçam odunu en başarılı sonucu vermiş, bunu sırası ile Doğu kayını ve Doğu ladinini takip etmiştir. Doğu ladininin düşük değerlerde olması, diğer iki ağaç türüne göre daha zor emprenye edilebildiğini göstermektedir.

Emprenye işlemi, örneklerin kırmızı renk tonunda değişimine neden olmuştur. Bu değişim, kızılçamda azalma (0,371), Doğu kayını (-1,55) ve Doğu ladininde (-0,695) artış şeklinde gerçekleşmiştir. Kızılçamın sarı renk tonunda azalma (1,899) görülürken, Doğu kayını (-0,843) ve Doğu ladininde (-0,75) artış olmuştur. Değişim en çok kızılçamda olup, Doğu kayını ile Doğu ladinini arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Renk parlaklık değerindeki azalma renk tonunda koyulaşmayı göstermektedir. Buna göre, emprenye işlemi her üç türde de rengin koyulaşmasına neden olmuştur. Koyulaşma, en çok Doğu kayınında (2,046), en az ise Doğu ladininde (0,501) gerçekleşmiştir. Nitekim literatürde emprenye ve üstyüzey işlemlerinin renk değişiminde önemli olduğu belirtilmiştir (33, 34).

Toplam renk değişimi (ΔE^*), en çok Doğu kayınında (2,823) elde edilmiş, bunu sırası ile kızılçam (2,318) ve Doğu ladinini (1,238) takip etmiştir. Doğu kayını ile kızılçam arasındaki fark istatistiksel anlamda önemsiz çıkmıştır. ΔE^* 'nin düşük değerde olması, rengin değişmediği ya da çok az değişim olduğunu göstermektedir (2). Buna göre, en başarılı sonucu Doğu ladinini vermiştir. Renk değişimi ve retensiyon sonuçları birlikte değerlendirildiğinde; en düşük % retensiyon (6,330) veren Doğu ladinini odununun, toplam renk değişiminde en olumlu sonuç verdiği (1,238) görülmektedir. Bu durum, ağaç malzemenin bünyesine nüfuz eden emprenye maddesi miktarı arttıkça renk değişiminin de attığını göstermektedir.

Emprenye işlemi, ağaç malzemenin rengini bir miktar değiştirdiği gibi yüzey pürüzlülüğünü artırıcı etki de yapmıştır. Yüzey pürüzlülüğü en fazla Doğu ladininde (2,527) elde edilmiş bunu sırası ile kızılçam (2,33) ve Doğu kayını (1,726) izlemiştir. Doğu ladinini ile kızılçam arasındaki fark önemsiz çıkmıştır.

Sonuç olarak, sodyum borat çözeltisi ile emprenye işlemi ağaç malzemenin rengini değiştirmekte ve yüzey pürüzlülüğünü artırmaktadır. Renk değişimi-nin önemli olduğu durumlarda; toplam renk değişiminde olumlu sonucu vermesi göz önünde bulundurularak Doğu ladinini odununun kullanılması, yüzey pürüzlülüğünün önemli olduğu durumlarda ise emprenye işleminden önce ağaç malzeme yüzeylerinde ilk zımparalama, ıslatma kabartma ve ince tanecikli zımpara ile yeniden zımparalama işleminin yapılması önerilebilir.

5. KAYNAKLAR

1. Fatery, K. F., Williamson, T. G., "Adhesives", Wood Engineering and Construction, McGraw-Hill, Inc., New York, 1-39, 1997.
2. Söğütü, C., 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**, Cilt 21, No: 1, Sayfa 151-159, 2006.
3. Browne, F.L., "Theories of the Combustion of Wood and its Control", **Forest Products Laboratory**, Forest Service U. S. Department of Agriculture, 1-3, 1958.
4. Kumar, S., "Status of wood preservation industry in India", The 36th Annual Meeting of IRG Technical Programme and Abstracts, IRG/WP 05-30388, 2006.
5. Yalınkılıç, M.K., Baysal, E., Demirci, Z., Peker, H., "Sarıçam, Kayın, Ladin ve Kızılağaç Odunlarının Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emrenye Edilebilme Özellikleri", **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, Cilt:2, Sayı:2, 147-156, 1996.
6. Baysal, E., Peker, H., Çolak, M., "Borlu Bileşikler ve Su İtici Maddelerin Cennet Ağacı Odununun Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri", **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 20 (1-2), 55-65, 2004.
7. Yalınkılıç, M.K., Baysal, E., Demirci, Z., "Bazı Borlu Bileşiklerin ve Su İtici Maddelerin Kızılağaç Odununun Yanma Özelliklerine Etkileri", **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 21, 423-431, 1997.
8. Baysal, E., "Determination of Oxigen Index Levels and Thermal Analysis of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Impregnated with Melamine Formaldehyde-Boron Combinations", **Journal of Fire Sciences**, 20, 373, 2002.
9. Ishikawa, T., Mizuno, K., Kajiya, T., Maki, I., Koshizuka, T., Takeda, K., "Structural Decay and Flame Redundancy of Wood As a Natural Polymer", **Combustion Science and Technology**, 177: 817-842, 2005.
10. Hon, D.N.S., "Photochemical Degradation of Lignocellulosic Material", In: **Developmens in Polymer Decradations**, N. Grassie, ed. Appl. Sci. Publ., London, 1981.
11. Miniutti, V. P., "Microscala Changes in Cell Structure at Softwood Surfaces During Weathering", **Forest Products Journal**, Cilt 14, No 12, 571-576, 1964.
12. Hon, D.N.S., Chang, S.T., "Surface Degradation of Wood by Ultraviolet Light", **Journal. Polymer Science: Polymer Chemistry**, Cilt 22, 2227-2241, 1984.
13. Williams, R. S., Plantinga, P. L., Feist, W. C., "Photodegradatin of Wood Effects Paint Adhesion", **Forest Products Journal**, Cilt 40, No 1, 45-49, 1990.
14. Çakıcıer, N., **Ağaç Yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Su ile Eritilen Ağaç Boyalarının Renginde Yaptığı Değişiklikler**, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1994.
15. Budakçı, M., Çınar, H., "Colour Effects of Stains on Wood with Knots, Cracks and Rots", **Progress in Organic Coatings**, Cilt 51, 1-5, 2004.
16. Sönmez, A., "Color Changing Effects of Varnishes on Wood Surfaces", **11th World Forestry Congress**, Antalya, 36, 13-22 October, 1997.
17. Lidia Gurau. Hugh Mansfield-Williams Mark Irlé "Filtering the roughness of a sanded wood surface" **Holz als Roh- und Werkstoff**, 64: 363-371, 2006.
18. Strumbo, D.A., "Surface Texture. Measurement Methods". **Forest Products Journal**, 12(7): 299-303, 1963.
19. Peters, C.C., Cumming, J.D., "Measuring Wood. Surface Smoothness: A Review", **Forest Products Journal**, 20(12): 40-43, 1970.
20. Nemli, G., Ozturk, I., Aydin, I., "Some of the Parameters Influencing Surface Roughness of Particleboard", **Building and Environment**, 40, 1337-1340, 2005.
21. Krisch, J., Csiha, C., "Analysing Wood Surface Roughness Using an S3P Perthometer and Computer Based Data Processing", In:**Proc. XIII Sesja Naukowa Badania dla Meblarstwa**, Poznan, 1999.
22. Sieminski, R., Skarzynska, A., "Surface Roughness of Different Species of Wood after Sanding", **Forest Product Journal**, 1989.
23. TS 345, "Ahşap Emrenye Maddeleri Etkilerinin Muayene Metotları", **T.S.E**, Ankara, 1974.
24. TS 1476, "Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerin Tayini Homojen İçin Meşcerelerden Numune Ağacı ve Laboratuvar Numunesi Alınması", **T.S.E**, 1984.
25. ASTM-D 1413-07, "Standard Test Method of Testing Wood Preservatives by Laboratory Soilblock Cultures", Annual Book of **ASTM Standards**, 2007.
26. ASTM-D 2224-2 e1, "Standard Practice for Calculation or Color Tolerances and Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates", **ASTM Standards**, A.B.D., 2003.
27. Anonim, "Minolta CR-231 Chroma meter, ver 3.0.", Cihaz Kullanma Kılavuzu.
28. Oliver, J. R., Blakeney, A. B., Allen, H. M., Measurement of Flour Color in Color Space Parameters, **Cereal Chem**, 69, 546-551, 1992.
29. McGuire, R. G., Reporting of Objective Color Measurements, **HortScience**, Cilt 27, 1254-1255, 1992.
30. ISO 4287, "Geometrical Product Specifications Surface Texture Profile Method Terms, Definitions and Surface Texture Parameters", **International Standart Organization**, 1997.
31. Anonim, "TR-200 Surface Roughness Tester", **Time Technology Europe**, Cihaz Kullanma Klavuzu 18-22.
32. Söğütü, C., "Bazı Faktörlerin Zımparalanmış Ağaç Malzeme Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi", **G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi**, Cilt 8, Sayı 4, Sayfa 345-350, 2005.
33. Örs, Y., Atar M., Keskin, H., Çolakoğlu, H. M., "Impacts of Impregnation with Boron Compounds on the Surface Roughness of Some Woods and Varnished Surfaces", **Journal of Applied Polymer Science (JAPS)**, Vol. 102, 4952-4957, 2006.
34. Keskin, H., Atar, M., Impacts of Impregnation with Timbercare Aqua on the Red and Yellow Color Tone of some Woods and Varnishes". **Journal of Applied Polymer Science (JAPS)**, Vol. 106, No. 6, 3952-3957, 2007.