



## Aşındırma işlemi uygulanmış bazı ağaç malzemelerde su bazlı koruyucu katmanların doğal yaşlandırma etkisine karşı renk değişimi

Dursun Kemal Bayraktar <sup>1</sup>, Hacı İsmail Kesik <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Kastamonu, Türkiye

<sup>2</sup> Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaişleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 02/11/2022

Kabul Tarihi : 05/12/2022

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1198142>

\*Sorumlu Yazar:

[ofdukebay@hotmail.com](mailto:ofdukebay@hotmail.com)

### ÖZ

Ahşap yapıların ve yapı malzemelerinin dayanıklılığı ve hizmet süresi, yapı kalitesi ve ekonomisinde en önemli konulardan biridir ve yapılarda ahşap yapı elemanlarının rutubet almasını engelleyen iyi bir tasarım, yapıya uzun bir hizmet ömrü sağlayacaktır. Fakat bazı yapılarda ve kullanım yerlerinde alınacak tasarım önlemleri dahi ahşabın hizmet ömrünü etkilememekte ve bu malzeme, rutubet kaynaklı mantar çürümelerine ve

böcek ataklarına, yanmaya maruz kalabilmektedir. Çalışmada sodyum bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) ile aşındırma işlemi (1, 2 ve 3 Atü) gerçekleştirilerek (püskürtme işlemiyle) yüzey ondüleli hale getirilmiş ve akabinde ASTM D 1413-007 (2007) standardına göre çeşitli çözeltili konsantrasyonlarında (% 5, 7 ve 9) emprenye işlemine tabi tutulmuştur. En yüksek retensiyon değeri ladin odununda % 7 konsantrasyon ve 3 ATÜ'de (% 32,46), en düşük retensiyon meşe odununda % 9 konsantrasyon ve 1 ATÜ'de (% 5,22) belirlenmiştir. Ahşap malzemenin ikincil bir işlemlle korunmasına yönelik su bazlı boya/vernik sistemleriyle üst yüzey işlemleri yapılmıştır. 12 aylık periyotla doğal yaşlandırma yapılarak, ahşabın dış hava etkilerine maruz kaldığı şartlar altında renk değişim değerlerinden (L\*) ışıklılık değer değişimi belirlenmiştir. L\* ışıklılık değeri odun türüne göre en yüksek kestane odununda (44,34), aşındırma etkisine göre en yüksek L\* kontrol örneğinde, emprenye faktörüne göre L\* değeri % 9 sodyum bikarbonatta (43,59), vernik/boya faktörüne göre L\* en yüksek su bazlı vernikte (54,25) olarak gerçekleşirken 0,05 önem düzeyinde tüm faktörler anlamlı bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Ahşap koruma, insan/evre sağlığı, su bazlı sistemler, sodyum bikarbonat, renk değişimi

## Color change against the natural aging effect of water-based protective layers on some etched wood materials

### ABSTRACT

The durability and service life of wooden structures and building materials is one of the most important issues in building quality and economy, and a good design that prevents the wooden building elements from getting damp will provide a long service life to the structure. However, even the design measures to be taken in some buildings and places of use do not affect the service life of wood, and this material can be exposed to moisture-induced fungal decay and insect attacks. In the study, the surface was corrugated by etching (1,2,3 ATÜ) with sodium bicarbonate (NaHCO<sub>3</sub>) (spraying), and then impregnated at various solution concentrations (% 5, 7, and 9) according to ASTM D 1413-007 (2007) standard. The highest retention value was determined in spruce wood at % 7concentration and 3 ATU (% 32.46), the lowest retention in oak wood at % 9 concentration and 1 ATU (% 5.22). Top surface treatments were carried out with water-based paint/varnish systems to protect the wood material with a secondary treatment. The luminance value change was determined from the color change values (L\*) under the conditions where the wood was exposed to the external weather effects by making natural aging in a 12-month period. L\* mean change value is highest in chestnut wood (44.34), according to wood type, L\* is highest in control sample according to abrasion effect, L\* value according to impregnation factor is % 9 sodium bicarbonate (43.59), L\* is highest according to varnish/paint factor water-based varnish (54.25), while all factors were found to be significant at the 0.05 significance level.

**Key Words:** Wood protection, human/environmental health, water-based systems, sodium bicarbonate, color change

*Citing this article:*

Bayraktar ve Kesik, 2022. Aşındırma işlemi uygulanmış bazı ağa malzemelerde su bazlı koruyucu katmanların doğal yaşlandırma etkisine karşı renk değişimi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 46-52.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

## 1. Giriş

Yapılarda kullanılan her tür ahşabın uzun ömürlü olabilmesi için empenye maddeleri ve teknikleri önemli rol oynamaktadır. Standartlara uygun bir şekilde empenye edilen ahşap yapı malzemesi, ahşap yapıların hizmet ömrünü de uzatacaktır. Ahşap yapılarda zamanla ortaya çıkan biyotik ve abiyotik kaynaklı bozunmalar ise, yine yerinde bakım işlemleri ve uygun koruyucu maddeler kullanmak suretiyle giderilebilir. Ahşap yapılarda ahşap yapı elemanlarının rutubet almasını engelleyen iyi bir tasarım, yapıya uzun bir hizmet ömrü sağlayacaktır. Fakat bazı yapılarda ve kullanım yerlerinde alınacak tasarım önlemleri dahi ahşabın hizmet ömrünü etkilememekte ve bu malzeme, rutubet kaynaklı mantar çürümelerine ve böcek ataklarına maruz kalabilmektedir. Bunların yanında yanmaya karşı da ahşap elemanların ve konstrüksiyonların dayanımının artırılmasına gereksinim duyulabilir (Kartal, 2016). Ahşap bir yapının önemi ve korunmasının gerekliliği genellikle o yapının “özgünlüğü” ile ilişkilendirilir. Bir anıtın özgünlüğü o anıtın birçok bilgi kaynağını içermesine bağlıdır. Bu bilgi kaynakları, “tasarım, biçim, malzeme, nesne, kullanım ve işlev, gelenek, teknikler, konum, yerleşim, ruh, anlatım ve tarihsel evrimdir. Bu kaynakların oluşturduğu bütünlük kültür mirasının çok boyutlu bir şekilde tanımlanmasını sağlamaktadır (URL-1).

Tarihi yapı malzemeleri, yapısal işlevlerinin yanı sıra aynı zamanda üretildikleri dönemin yapı teknolojisini yansıtmaktadırlar. Bu nedenle, tarihi malzemelere müdahale edilirken öncelikli olarak özgün malzemenin yerinde korunması esas olmalı ve gereksiz müdahalelerden kaçınılmalıdır. Yeni malzeme uygulamasının zorunlu olduğu durumlarda, kullanılacak malzemeler, özgün malzemeler ile fiziksel, kimyasal, mekanik ve estetik olarak uyumlu olmalıdır. Yeni malzemeler, öncelikle laboratuvar koşullarında test edilmeli ve bunların özgün olanlar ile fiziksel, kimyasal, mekanik ve estetik olarak uyumlu olup olmadığı belirlenmeli ve daha sonra yapı genelinde uygulamaya geçilmelidir (Uğurlu ve ark.,2009). Ahşap üstün yapısal özellikleri ile uzun zamanda kullanılan çok yönlü, doğal ve estetik bir mühendislik malzemesidir. Diğer yandan açık hava koşulları ve çevresel bozunmaya karşı hassasiyeti olan bir materyaldir. Literatür de “Weathering” olarak tanımlanan çevresel; degradasyon nem, güneş ışığı, sıcak/soğuk, kimyasallar, rüzgâr etkisiyle aşınma ve biyolojik etkenlerin birleşimini kapsamaktadır (Williams, 2005; Feist, 1989). Tarihi ahşap yapılarda genel olarak koruma ve bakım amaçlı dört strateji geliştirilmiştir. Bunlar; Emprenye ve koruma, Rehabilitasyon, Restorasyon, Rekonstrüksiyon, olarak tanımlanabilir (Lebow and Anthony, 2012).

Tarihi yapıların yenilenmesinde kullanılan ağaç malzemelerin estetik olarak eskileri ile uyumlu görünebilmesi için yüzeylerinin uygun yöntemlerle aşındırılması gerekmektedir. Bu bakımdan, restorasyonda en uygun malzeme olarak dekoratif ve ondüleli yapıdaki ahşabın tercih edilebilirliği önemli görülmektedir. Özellikle bu amaçla yapılan mekanik yüzey işlemlerinin (kumlama, yakma ve telleme) ağaç malzemelerin dış etkilere karşı dayanımını arttırdığı belirtilmektedir (Kurtoğlu, 2000). Yenilemede mekanik yüzey işlemlerinin zaman alıcı olması ve sağlık sorunlarına neden olması, ağaç malzeme yüzeylerinin aşındırılmasında inorganik bir tuz olan sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) gibi daha çevre dostu kimyasalların önemini arttırmıştır. Ayrıca suda çözünebilir olan

sodyum bikarbonatın empenyede kullanımı da hızla artmakta olup, işlenmiş ahşap malzemelerin açık hava şartları ile, böcek ve mantar zararlarına karşı etkin koruma sağladığı belirtilmektedir (Hayden John, 2014). Koruyucu özellikteki empenyenin yanı sıra, çeşitli modifikasyon işlemleriyle ahşabın kimyasal ve fiziksel özelliklerinin değiştirilmesi, dayanıklılığını artırılabilir. Bu tür işlemlere örnek olarak termal (ısı ile yapının değiştirilmesi) ve kimyasal modifikasyonlar gösterilebilir. Termal işlem gören modifiye ahşap ürünler, günümüzde ahşap yapılarda; dış cephe kaplaması, doğrama ve döşeme malzemesi, bahçe mobilyası, sauna yapımı, panjur, ses bariyerleri vb. amaçlarla kullanılmaktadır (Kantay ve ark., 2007). Ahşap yapıların yenilenmesi ve taş malzemelerin temizlenmesi sırasında suyun taş yüzeylere olan etkilerine karşı sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) ile püskürtme kullanılmaya başlanmıştır (Ersen, 2000). Temiz ve ark. (2007) çalışmalarında, odun yüzeylerinin keten tohumu ve tall yağı ile modifikasyonunun fotodegradasyon sonucu oluşan renk değişimini ve yağmur suyu ile ligninin yıkanmasını azalttığını tespit etmişlerdir.

Çalışma kapsamında insan/çevre sağlığı öncelikli olmak üzere tarihi ve ahşap mimari eserlerin bakımı, korunması, güzelleştirilmesi ve uzun yıllar ayakta kalması sağlanarak gelecek insanlığa bırakılması çalışmanın ana konusunu oluşturmuştur. Bu amaçla klasik ahşap koruyucular ve yöntemlerin yanında farklı koruyucu ve çeşitli konsantrasyonlar denenmek suretiyle ahşabın özellikle iç/dış mekânlarda daha kalıcı olması ve kullanılan koruyucu malzemelerin insan/çevre sağlığına da olumlu yansımaları göz önüne alındığında elde edilen verilerin tarihi ahşap eserlerin onarımı ve bakımında nasıl, ne şekilde, hangi kısımlarda, hangi metotla kullanılacağı belirlenmesi hedeflenmiştir. Doğal yaşlandırma (12 aylık periyot) işleminden önce sodyum bikarbonat gerek çözelti olarak ve gerekse çeşitli Atmosfer (ATÜ) basınçlarında uygulanarak ve ikincil koruyuculuk sağlaması yönüyle su bazlı sistemler (boya/vernik) denenerek ahşapta % tutunma düzeyi ve ortalama ( $L^*$ ) ışıklılık değeri belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

Çalışma kapsamında özellikle tarih sürecinde çok çeşitli ahşap eserlerde dayanımı bildirilen Sapsız Meşe (*Quercus Petraea* L.), Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.), Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.) odunları tercih edilmiştir. İnsan ve çevreye karşı zararsız özellikte olan sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) bileşiği hem empenye maddesi olarak hem de aşındırma maddesi olarak kullanılmıştır. Deneylerde aşındırma işleminde kullanılacak olan sodyum bikarbonat Armex Firması'ndan, empenye maddesi olarak kullanılacak olan sodyum bikarbonat AS-Kimya firması'dan temin edilmiştir.

### 2.2 Yöntem

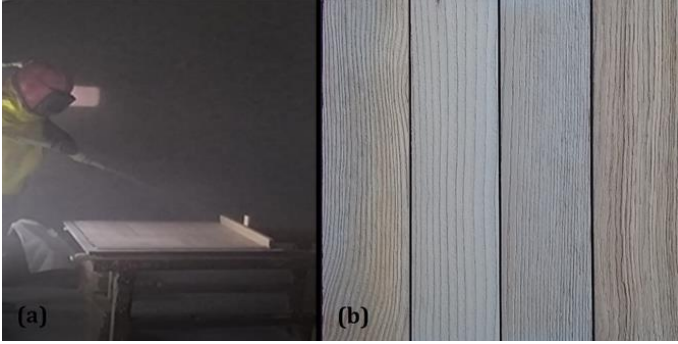
#### 2.2.1 Deney örneklerinin hazırlanması

TS ISO 3129 (2021) ve TS ISO 13061-1 (2021) esaslarına göre hazırlanan hava kurusu rutubetteki masif örnekler

toleranslı olarak kesilerek ve sıcaklığı  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  ve bağıl nemi  $\%60\pm 5$  olan iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar ( $\%12$  rutubette) bekletilmiştir. Daha sonra masif örnekler üst yüzey işlem testleri için ( $300\times 75\times 10$  mm) ölçülerinde, yıllık halkaları yüzeylere dik ve teğet gelecek şekilde diri odun kısımlarından hazırlanmıştır.

### 2.2.2 Yüzey aşındırma işlemi

Çevre dostu sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) ile yüzeyleri aşındırılan ağaç malzemenin, dış hava koşullarına, biyotik ve abiyotik zararlılara karşı direncindeki değişimleri saptamak ve ahşap binalarda doğal yaşlandırmaya maruz kalan ondüleli ağaç malzemenin restorasyonunda aynı görünüme yakın bir yüzey oluşturulması amacıyla farklı atmosfer basınçlarında (1 atü, 2 atü ve 3 atü)  $\text{NaHCO}_3$  esaslı kuru medyanın püskürtülmesi ile yüzey ondüleli bir hale (Şekil 1) getirilmiştir (Kesik ve ark., 2016).



Şekil 1. Aşındırma işlemi (a) ve aşındırılmış deney örnekleri(b)

### 2.2.3 Deney örneklerinde yüzey kaplama işlemleri

#### Deney örneklerinin verniklenmesi

Uygulamada üretici firmaların önerileri esas alınmıştır. Su çözücülü ahşap vernik doğal ve yapay dış ortam koşullarının testi için hazırlanan  $300\times 75\times 10$  mm ölçülerindeki örneklerin alın yüzeylerine iki kat olacak şekilde fırça ile sürme yöntemi kullanılarak ( $5,1$  gr/ $45,102$  cm<sup>2</sup>) uygulanmıştır (Şekil 2). Daha sonra örnekler el ile 240 numara zımpara kâğıdı kullanarak hafifçe zımparalandıktan sonra son kat üst yüzey maddesi uygulanmıştır. Her bir kat arasında 24 saatlik kuruma süresi dikkate alınmıştır.



Şekil 2. Su çözücülü vernik uygulanmış örnekler

#### Deney örneklerinin boyanması

Uygulamada üretici firmaların önerileri esas alınmıştır. Su çözücülü ahşap boya, doğal ve yapay dış ortam koşullarının testi için hazırlanan  $300\times 75\times 10$  mm ölçülerindeki örneklerin alın yüzeylerine iki kat olacak şekilde fırça ile sürme yöntemi kullanılarak ( $5,1$  gr/ $45,104$  mm<sup>2</sup>) uygulanmıştır. Daha sonra örnekler el ile 240 numara zımpara kâğıdı kullanarak hafifçe zımparalandıktan sonra son kat üst yüzey maddesi uygulanmıştır. Her bir kat arasında 24 saatlik kuruma süresi dikkate alınmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Su çözücülü boya uygulanmış örnekler

### 2.2.4 Doğal yaşlandırma deneyleri

Doğal yaşlandırma 6 aylık periyotla, ASTM D1641-04 standardında belirtilen esaslara göre, kontrol (işlemsiz), emprenyeli ve vernikli örnekleri yer zeminine  $45^{\circ}$  eğik konumda bir panel üzerine, yüzleri güneğe bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Test numunelerinin en alt seviyedeki yüksekliği 50 cm olup, stand çevresinde çim vb. organik kalıntılar ile toprağın su içeriğini gereksiz yere arttıran ve suyu tutan ve artıkların olmamasına özen gösterilmiştir.

### 2.2.5 Emprenye işlemi

Doğal yaşlandırma testi için hava kurusu hale getirilmiş örnekler  $\%5$ ,  $\%7$ ,  $\%9$  konsantrasyonlarda hazırlanan sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) çözeltisi ile vakum basınç yöntemi kullanılarak muamele edilmiştir. Vakum-basınç yöntemi sırasında, odun örneklerine 15 dakika süreyle 750 mm Hg değerinde ön vakum uygulandıktan sonra, emprenye maddesi silindire alınarak 30 dakika süreyle 5 bar değerinde basınç uygulanmıştır. Son olarak odun örnekleri yüzeyindeki fazla emprenye maddesini uzaklaştırmak amacıyla 15 dakika süreyle 600 mm Hg değerinde son vakum uygulanmıştır (Berkel, 1972; Bozkurt ve ark., 1993).

### 2.2.6 Tutunma düzeyi (Retensiyon)

Emprenye işleminden sonra tam kuru oduna oranla kalan madde miktarı (tkoao-% retensiyon) belirtilen formülden hesaplanmıştır (Baysal,1994).

$$R(\%) = \frac{\text{Moes} - \text{Moeö}}{\text{Moeö}} \times 100$$

Moes= Emprenye sonrası deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g)  
Moeö= Emprenye öncesi deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g)

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Çözelti özellikleri

Emprenye işleminde kullanılan Sodyum bikarbonatın çözelti özellikleri (%5-%7-%9) Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Çözelti Özellikleri

Emprenye Maddesi ve Konsantrasyon	Çözücü Madde	Sıcaklık (°C)	pH		Yoğunluk (g/ml)	
			EÖ	ES	EÖ	ES
%5 Sodyum	Destile Su	22°C	8,25	8,27	1,05	1,05
%7 Bikarbonat			8,26	8,29	1,08	1,08
%9			8,27	8,33	1,10	1,10

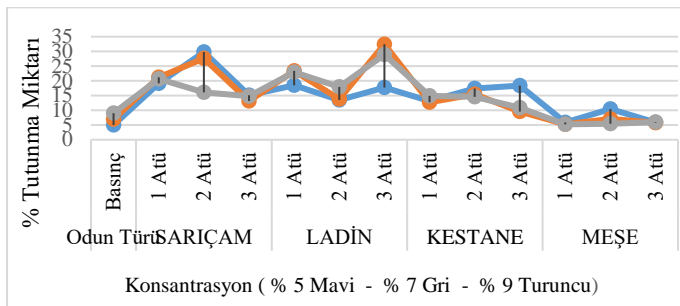
Çözelti özellikleri gerek emprenye öncesi ve gerekse emprenye sonrasında pH ve yoğunluk değerlerinde önemli değişim göstermemiştir. Bu durum odun türü, anatomik yapı, emprenye metodu, emprenye maddesinden kaynaklanmış olabilir.

#### 3.2 Tutunma (% Retensiyon)

Çeşitli konsantrasyonlarda tutunan madde miktarı (% retensiyon) Çizelge 2’de, bunlara ilişkin değişim grafiği Şekil 3’te verilmiştir.

**Çizelge 2.** Tutunan madde miktarı (%) % Retensiyon (Tutunma Miktarı)

Odun Türü	Atmosfer Basıncı	Çözelti Konsantrasyonu		
		%5	%7	%9
Sarıçam	1 Atü	19,19	21,26	20,71
	2 Atü	29,79	27,67	16,10
	3 Atü	15,13	13,12	14,79
Ladin	1 Atü	18,45	23,37	22,92
	2 Atü	13,48	13,86	17,91
	3 Atü	17,69	32,46	28,93
Kestane	1 Atü	13,21	12,74	14,87
	2 Atü	17,46	15,48	14,53
	3 Atü	18,35	9,55	10,92
Meşe	1 Atü	5,85	5,24	5,22
	2 Atü	10,47	7,02	5,49
	3 Atü	5,88	5,80	5,99



**Şekil 4.** % Retensiyon (Tutunma)

Çizelge 2 ve Şekil 4 incelendiğinde; en yüksek tutunma miktarı ladin odununda %7 konsantrasyon ve 3 ATÜ’de (% 32,46), en düşük retensiyon meşe odununda % 9 konsantrasyon ve 1 ATÜ’de (% 5,22) belirlenmiştir. Bu durum odunun anatomik

yapısı, odun türü, konsantrasyon ve emprenye metodundan kaynaklanabilir.

#### 3.3 (L\*) Işıklılık değeri ölçümlerine ait bulgular

Farklı basınçlarda yüzeyleri aşındırıldıktan sonra su bazı koruyucu katmanlar ile kaplanan deney numuneleri 12 aylık süreyle doğal yaşlandırma etkisine maruz bırakılmıştır. Kontrol numuneleri ile birlikte doğal yaşlandırma etkisine bırakılan numunelerde (L\*) ışıklılık değerlerine ait ölçümler yapılmış ve sonuçlara ait bulgular ayrı ayrı verilmiştir.

**Çizelge 3.** 12 ay süreyle doğal yaşlandırma etkisine maruz bırakılan numunelerin L\* ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri

Yaşlandırma Periyodu	Ağaç Türü	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maximum
12 Ay	Sarıçam	43,06	11,30	28,49	64,33
	Ladin	43,06	12,60	0,00	67,95
	Kestane	44,34	12,56	28,46	68,07
	Meşe	42,17	10,50	29,03	62,11
	Toplam	43,16	11,79	0,00	68,07

Çizelge 3’e göre, L\* ölçümlerinin aritmetik ortalama değerleri, 12 ay süreyle doğal yaşlandırma etkisine maruz bırakılan deney numuneleri arasında farklı bulunmuştur. 12 ay süreyle doğal yaşlandırma etkisine maruz bırakılan deney numunelerinde ağaç türü, aşınma basıncı, emprenye maddesi % miktarı, koruyucu katman çeşidi değişkenlerine göre L\* değerleri arasında farklılığın önemli olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan çoklu varyans analizi Çizelge 4’te verilmiştir.

Çizelge 4 incelendiğinde, 12 ay doğal yaşlandırmaya tabi tutulan gruptaki deney numunelerinde ana değişkenler ağaç türü, aşındırma basıncı, emprenye maddesi % miktarı, koruyucu katman çeşidi, ikili (AB, AC, AD, BC, BD, CD) ve üçlü etkileşimler (ABC, ABD, ACD, BCD) ile dördü etkileşim (ABCD) L\* değeri üzerinde etkilidir ( $\alpha \leq 0,05$ ). Koruyucu katmanların L\* değeri üzerinde etkili olan ağaç türü, aşındırma basıncı, emprenye maddesi % retensiyon miktarı değişkenlerinde farklılık oluşturan grubu veya grupları tespit etmek amacıyla koruyucu katman çeşidi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5’te ortalama değer değişim grafiği ise Şekil 5’te verilmiştir. Ayrıca, ağaç türü-aşındırma basıncı- emprenye maddesi % miktarı -koruyucu katman dördü etkileşiminde elde edilen L\* değerlerinde farklılık oluşturan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testleri Çizelge 6’da her ağaç türüne göre ayrı ayrı verilmiştir.



**Çizelge 4.** 12 ay süreyle doğal yaşlandırmaya tabi tutulan gruptaki deney numunelerinin ( $L^*$ ) değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi

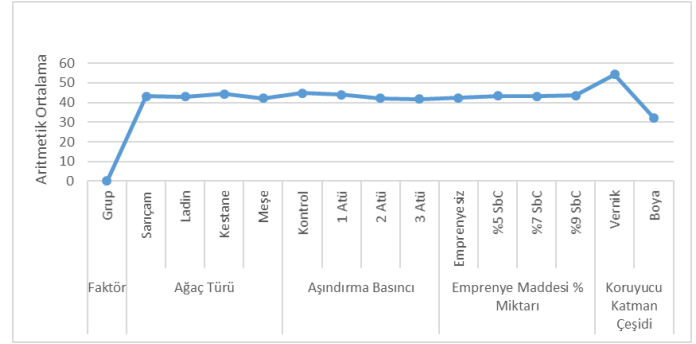
Faktör	Kareler Toplamı	S.D	Kareler Ort.	F Değeri	P değeri
Ağaç Türü (A)	921,54	3	307,183	31,944	0,000***
Aşınma (B)	2724,34	3	908,115	94,436	0,000***
Emprenye (C)	341,76	3	113,923	11,847	0,000***
Kaplama (D)	188811,4	1	188811,4	19634	0,000***
Etkileşim (AB)	682,24	9	75,805	7,883	0,000***
Etkileşim (AC)	879,57	9	97,730	10,163	0,000***
Etkileşim (AD)	1066,18	3	355,395	36,958	0,000***
Etkileşim (BC)	220,28	9	24,476	2,545	0,007*
Etkileşim (BD)	825,78	3	275,261	28,625	0,000***
Etkileşim (CD)	466,80	3	155,600	16,181	0,000***
Etkileşim (ABC)	652,41	27	24,163	2,513	0,000***
Etkileşim (ABD)	664,38	9	73,820	7,677	0,000***
Etkileşim (ACD)	910,92	9	101,214	10,525	0,000***
Etkileşim (BCD)	203,81	9	22,646	2,355	0,012*
Etkileşim (ABCD)	523,03	27	19,372	2,014	0,002***
Hata	13539,57	1408	9,616		
Toplam	3074795	1536			

\*\*\*: anlamlı ( $\alpha \leq 0,05$ 'e göre) \*: anlamsız, S.D: serbestlik derecesi

**Çizelge 5.** Kontrol grubundaki deney numunelerinin  $L^*$  değerlerine ait ağaç türü, aşındırma basıncı, emprenye maddesi % miktarı ve koruyucu katman çeşidi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Faktör	Grup	$\bar{x}$	HG
Ağaç Türü	Sarıçam	43,07	B
	Ladin	43,06	B
	Kestane	44,34	A*
	Meşe	42,17	C
	Kontrol	44,86	A*
Aşındırma Basıncı	1 Atü	44,05	B
	2 Atü	42,07	C
	3 Atü	41,67	C
	Emprenyesiz	42,38	B
Emprenye Maddesi % Miktarı	%5 SbC	43,46	A*
	%7 SbC	43,21	A*
	%9 SbC	43,59	A*
Koruyucu Katman Çeşidi	Vernik	54,25	A*
	Boya	32,07	B

Çizelge ve grafik değerlendirildiğinde, en yüksek  $L^*$  değeri; ağaç türüne göre kestane (44,34); aşındırma basıncına göre kontrol (44,86); emprenye maddesi % miktarına göre aynı düzeyde olup %5 Sbc (43,46), %7 Sbc (43,21) ve %9 sodyum bikarbonat (43,59); koruyucu katman çeşidine göre vernik (54,25); numunelerinde belirlenmiştir.



**Şekil 5.** Ortalama Değer Değişim Grafiği

En düşük  $L^*$  değeri ise; ağaç türüne göre meşe (42,17); aşındırma basıncına göre aynı düzeyde olup 2 atü (42,07) ve 3 atü (41,67); emprenye maddesi % miktarına göre emprenyesiz (42,38); koruyucu katman çeşidine göre boya (32,07); numunelerinde tespit edilmiştir. Deney numunelerinin aşındırma basıncı-emprenye maddesi % miktarı-koruyucu katman etkileşiminde elde edilen  $L^*$  değerlerinde farklılık oluşturan grupları tespit etmek amacıyla her ağaç türüne göre ayrı ayrı yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge incelendiğinde, en yüksek  $L^*$  değeri; numunelerinin yüzeyleri aşındırılmayan %7 (62,14) emprenyeli ve vernikli ladin; 1 atü basınç ile aşındırılan %5 (57,37) meşe; aynı düzeyde olup yüzeyleri aşındırılmayan emprenyesiz vernikli sarıçam (57,64), emprenyeli vernikli %5 (58,77), %7 (58,27) ve %9 (57,15) sarıçam, yüzeyleri 1 atü basınç ile aşındırılan emprenyesiz vernikli sarıçam (56,87); aynı düzeyde olup yüzeyleri 1 atü basınç ile aşındırılan emprenyeli %5 (61,51), %9 (61,36) vernikli kestane; numunelerinde belirlenmiştir. En düşük  $L^*$  değeri ise; aynı düzeyde olup yüzeyleri aşındırılmayan emprenyesiz (33,01), %7 (32,88), %9 (31,71), 1 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyesiz (32,63), emprenyeli %5 (31,78), %7 (31,32), %9 (31,26), 2 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyesiz (32,31), emprenyeli %5 (32,16), %7 (32,02), %9 (33,1), 3 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyesiz (31,4), %5 (31,4), emprenyeli %5 (31,4), %7 (31,89) ve %9 (31,31) boyalı sarıçam; 1 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyeli %7 (30,23), 2 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyeli %5 (27,93), %7 (30,7), %9 (30,28), 3 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyesiz (30,25), %7 (30,07), %9 (30,34) boyalı ladin; yüzeyleri aşındırılmayan emprenyesiz (32,68), emprenyeli %9 (29,84), 1 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyeli %9 (32,02), 2 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyesiz (31,76), %7 (32,99), %9 (32,14), 3 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyesiz (31,39), emprenyeli %5 (32,41), %7 (31,68), %9 (31,55) boyalı kestane; yüzeyleri aşındırılmayan emprenyesiz (32,52) %5 emprenyeli (33,2), %7 emprenyeli (33,42), 1 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyesiz (32,52), %5 emprenyeli (32,62), %7 (32,64), %9 (33,54), 2 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyesiz (31,47), emprenyeli %5 emprenyeli (30,74), %9 emprenyeli (31,58), 3 atü basınçla yüzeyleri aşındırılan emprenyesiz (32,05), %5 emprenyeli (31,67), %7 emprenyeli (31,07), %9 emprenyeli (30,44) boyalı meşe; numunelerinde tespit edilmiştir.

**Çizelge 6.** Deney numunelerinin aşındırma basıncı, emprenye maddesi % miktarı ve koruyucu katman düzeyinde L\* değerlerine ait Duncan testi

Ağaç Türü	Sarıçam		Ladin		Kestane		Meşe				
	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG			
Aşındırma basıncı	Emprenye siz	Boya	33,1	H	32,3	H	32,6	H	32,5	J	
		Vernik	57,6	A*	57,8	B	56,0	D	51,1	G	
	%5	Boya	35,1	G	33,	G	33,6	G	33,2	J	
		Vernik	58,7	A*	56,7	C	59,6	B	50,5	G	
	%7	Boya	32,8	H	32,2	H	34,2	G	33,4	J	
		Vernik	58,2	A*	62,1	A*	57,4	D	53,0	E	
	%9	Boya	31,7	H	32,4	H	29,8	H	34,4	H	
		Vernik	57,1	A*	58,9	B	59,2	C	53,7	D	
	1 Atü	Emprenye siz	Boya	32,6	H	32,4	H	33,3	G	32,5	J
			Vernik	56,8	A*	52,1	E	55,7	D	51,2	F
		%5	Boya	31,7	H	31,2	H	34,2	G	32,6	J
			Vernik	53,5	D	56,5	C	61,5	A*	57,3	A*
%7		Boya	31,3	H	30,2	I	34,0	G	32,6	J	
		Vernik	53,3	D	57,9	B	57,1	D	50,7	G	
%9		Boya	31,2	H	31,6	H	32,0	H	33,5	J	
		Vernik	53,7	C	59,2	B	61,3	A*	53,5	D	
2 Atü		Emprenye siz	Boya	32,3	H	30,9	H	31,7	H	31,4	J
			Vernik	51,5	F	52,1	E	47,4	F	48,7	G
		%5	Boya	32,1	H	27,	I	33,6	G	30,7	J
			Vernik	50,0	F	50,5	F	56,7	D	54,4	B
	%7	Boya	32,	H	30,7	I	32,9	H	33,6	I	
		Vernik	49,7	F	56,9	C	55,9	D	48,3	G	
	%9	Boya	33,1	H	30,2	I	32,1	H	31,5	J	
		Vernik	50,2	F	54,3	D	55,7	D	55,7	B	
	3 Atü	Emprenye siz	Boya	31,4	H	30,2	I	31,3	H	32,0	J
			Vernik	53,3	D	49,1	F	50,7	E	51,2	G
		%5	Boya	31,4	H	31,9	H	32,4	H	31,6	J
			Vernik	51,	E	50,0	F	55	D	50,0	G
%7		Boya	31,8	H	30,0	I	31,6	H	31,0	J	
		Vernik	52,1	E	54,	D	51,8	E	48,2	G	
%9		Boya	31,	H	30,3	I	31,5	H	30,4	J	
		Vernik	54,2	B	50,3	F	55,8	D	53,8	C	

#### 4. Sonuç

Tutunma düzeyi odun türü, emprenye maddesi, odunun anatomik yapısı, emprenye metodu, odun rutubeti ve çeşitli faktörlere göre tam kuru odun ağırlığına oranla kalan katı madde miktarı (tutunan/tkoao) değişmektedir. Çeşitli literatürlere göre; Alkan, (2016) sarıçam odununu borlu bileşikler ve kebrakodanla emprenye etmiş, en yüksek retensiyonun % 1 konsantrasyonda gerçekleştiğini bildirmiştir. Bal (2006) odunda ACQ ile yapılan işlemin mekaniksel özellikler üzerinde etkin olduğu ve tutunma (retense)'nin olumlu etkilendiğini, hızlı penetrasyon sağladığını bildirmiştir. Dişli (2015) sarıçam odununda en yüksek % retensiyonu  $(Al_2SO_4)_3$ 'te (%9,90), en düşük % retensiyon Ba'te (% 1,07) olarak gerçekleştiğini ve çözelti konsantrasyonunda

artışın retensiyon miktarını artırdığını bildirmiştir. Peker (2014) çay atıklarından elde edilen özüt (%1)'ün en yüksek toplam retensiyonu kayın odununda ( $100,65 \text{ kg/m}^3$ ), en düşük sarıçam odununda ( $68,18 \text{ kg/m}^3$ ) gerçekleştiğini bildirmiştir. Kaçamer (2010) uludağ göknarı ve doğu kayını odunlarını Imersol Aqua, Tanalith-E ile emprenye etmişler, en yüksek retensiyon oranını (%1,53) Imersol Aqua ile emprenye etmiş olduğu göknar odununda elde edildiğini bildirmiştir. Kara (2015) Larix ağaçlarından elde etmiş deney örneklerini borik asit, boraks ve prit ile emprenye işlemlerine tabi tutmuş en yüksek retensiyon oranını boraks ile emprenye etmiş olduğu larex odununda ( $124,6 \text{ kg/m}^3$ ) belirlemiştir. Verilerle karşılaştırıldığında tuzların penetrasyonunda anatomik yapı ve odun türünün etkili olduğu söylenebilir.

Isıl muamele ile modifiye edilen odun yüzeyi fotodegradasyona karşı direnç kazandırdığını, ısıl işlemin açık hava koşulları maruz kalan odun yüzeyinde ligninin fotodegradasyonunu önleyerek renk stabilizasyonu sağladığını bildirmişlerdir (Ayadi ve ark. 2003; Yıldız ve ark. 2011). Arıcan (2019) çalışmasında, doğal dayanıklılığı fazla olmayan sarıçam odun örneklerinin, dış ortam koşullarının bozundurucu etkilerine karşı, tanen katkılı su esaslı akrilik şeffaf üst yüzey işlem maddesi ve opak boya ile iyileştirmek amacıyla bir çalışma yapmış ve deneyler sonunda, bütün örneklerin yüzeylerindeki renkler koyulaşarak parlaklıkları kaybolduğunu, fakat üst yüzey işlem maddesinde tanen derişimi arttıkça parlaklık değişimi ve pürüzlülük de arttığını ve bu özellikler olumsuz yönde etkilendiğini bildirmiştir. Şeffaf üst yüzey işlem maddeleri için parlaklık açısından en umut verici sonuçların valeks ve kızılçam taneninde olduğunu tespit etmiştir. Budakçı, M. (1997). çalışmasında, sarıçam, kayın ve meşe odunlarından hazırladığı deney panellerine akrilik vernik, sentetik vernik ve poliüretan vernikleri farklı film kalınlıklarında uygulamış ve film kalınlığının; yüzey parlaklığı, yüzey sertliği ve yüzeye tutunma mukavemeti ve etkilerini incelemiş, yaptığı araştırma sonuçlarına göre vernik film kalınlığının artırılmasının 3. kat uygulamalarında yüzey sertliği üzerine fazla bir etkisinin olmadığını, fakat film kalınlığı artışının yüzey parlaklığının artmasında etkili olduğunu tespit etmiştir. Soylamış (2007) çalışmasında, su itici özellikli bazı emprenye maddelerini, bazı verniklerle beraber yüzeylerine uyguladığı ağaç malzemelerin parlaklık, pandüllü sertlik ve renk özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmasında Uludağ Göknarı ve kestane odunları kullanmış, çalışma sonucunda, emprenye maddelerinin ağaç malzemenin, yüzey sertliğini ve parlaklığını olumsuz etkilendiğini bildirmiştir. Yazıcı (2019) çalışmasında, sarıçam yüzeylerine uygulanmak üzere 3 farklı derişimde mimoza, valeks ve kızılçam kabuklarından elde edilmiş tanen ile nano çinko ve seryum oksit katkılı su esaslı akrilik bir üst yüzey işlem maddesinin tatbiki ile ultraviyole ışınlarının bozundurucu etkilerine karşı yüzeyin daha dayanıklı hale getirilmesini amaçlayan çalışmalarında yaptığı birtakım deneylerin yanı sıra yüzey parlaklıklarını incelemiş ve deneyler neticesinde, bütün örneklerin yüzeylerinin koyulaşarak, yüzey parlaklıklarını kaybettiklerini tespit etmiştir.

#### Kaynaklar

Alkan, E., 2016. Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununun

- fiziksel ve mekanik özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane.
- Arıcan, F., 2019. Tanen katkılı üst yüzey işlem maddesinin ahşabın dış ortam koşullarına karşı dayanıklılığına etkisi / Effect of tannin reinforced coatings on weathering resistance of wood. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Teknik Üniversitesi, Bursa.
- ASTM D 3023-98, 2017. Standard practice for determination of resistance of factory applied coatings on wood products of stain and reagents. American Society for Testing and Materials, USA Standard.
- ASTM G7-05, 2005. Standard practice for atmospheric environmental exposure testing of nonmetallic materials. USA Standard.
- Ayadi, N., Lejeune, F., Charrier, F., Charrier, B., Merlin, A., 2003. Color stability of heat-treated wood during artificial weathering. Holz als Roh- und Werkstoff, (61), 221-226.
- Bal, B.C., 2006. Amonyaklı bakır quat (ACQ) emprenye tuzu ile emprenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması. Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Baysal, E., 1994. Çeşitli Borlu ve WR bileşiklerin Kızılcım odununun bazı fiziksel özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Trabzon.
- Berkel, A., 1972. Ağaç Malzeme Teknolojisi II. Cilt, Ağaç Malzemenin Korunması ve Emprenye Tekniği. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İÜ Yayın No:1745, Fak Yayın No:183, İstanbul, 592 s.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N., 1993. Emprenye Tekniği. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü. Yayın No:3779, O.F. Yayın No:425, ISBN 975-404-327-2, İstanbul, 429 s.
- Budakçı, M., 1997. Ahşap Verniklerinde Katman Kalınlığının Sertlik, Parlaklık ve Yüzeye Yapışma Mukavemetine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Dişli, B., 2018. Bazı mordan ve verniklerin Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) odununun teknolojik özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin.
- Ersen, A., 2013. Taş korumada son 20 yıldaki gelişmeler ve yenilikler. Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi, 10, 3-19.
- Feist, W.C., 1989. Archaeological Wood: Properties, Chemistry, and Preservation. Chapter 11: Outdoor Wood Weathering and Protection. American Chemical Society, pp. 263-297.
- Hayden, J., 2014. Wood preservation method using sodium silicate and sodium bicarbonate. Patent no.: WO-2014101979-A2.
- Kaçamer, S., 2010. İmersol aqua ve Tanalith-E ile emprenye edilmiş ısıtılmış ağaç malzemelerin yapışma ve yanma dirençlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Karabük.
- Kartal, N., 2016. Tarihi ahşap yapılarda biyotik/abiyotik bozunmalar ve koruma/bakım önlemleri. Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi, 16, 51-58.
- Kantay, R., Kartal, S. N., 2007. Termal modifikasyon işlemleri ahşabın korunması için iyi bir alternatif midir? Ahşap Yapı Malzemeleri Sektör Dergisi, 7(35), 19-23.
- Kara, F., 2015. Prit (FeS<sub>2</sub>) maddesinin odunda emprenye edilebilme özelliği ve bazı teknolojik özelliklerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin.
- Kesik, H., Akyıldız, M.H., Çağatay, K., Karamanoğlu, M., Bıçak, S., Olgun, Ç., Tiftik, A., 2016. Ahşap malzeme restorasyonunda yüzey temizleme yöntemleri. Selçuk University Journal of Engineering Sciences, 1100-1113.
- Kurtoğlu, A., 2000. Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri. 1. Cilt: Genel Bilgiler, İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Üniversite Yayın No:4262, Fakülte Yayın No: 463, ISBN 975-404-590-9, İstanbul.
- Lebow, S.T., Anthony, R.W., 2012. Guide for use of wood preservatives in historic structures. USDA Forest Service Forest Products Laboratory. General Technical Report, FPL-GTR-217.
- Peker, H., 2014. Çay bitki ekstraktının odun koruma (emprenye) ve üst yüzey işlem maddesi olarak odunda kullanılabilirlik olanakları. Artvin Çoruh Üniversitesi, BAP Projesi, 2012.F11.02.16.
- Soylamış, D., 2007. Su itici bazı emprenye maddelerinin üst yüzey işlemlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.
- Temiz, A., Terziev, N., Eikenes, M., Hafren, J., 2007. Effect of accelerated weathering on surface chemistry of modified wood. Applied Surf Sci., 253, 5355-5362.
- TS 7847, 2006. Paints and plasters. Coating materials and coating systems for exterior masonry and concrete, Turkish Standard.
- TS ISO 3129, 2021. Wood Sampling methods and general requirements for physical and mechanical tests, TSE, Ankara.
- TS ISO 13061, 2021. Wood. Determination of density for physical and mechanical tests, TSE, Ankara.
- ASTM D1641-04, 2013. Standard practice for conducting outdoor exposure tests of varnishes (Withdrawn).
- TS 4318, 1985. Boya ve vernikleri metalik olmayan boya filmlerinin 20°, 60° ve 85° açılarda parlaklık ölçümü, T.S.E., Ankara.
- Uğurlu, E., Böke, H., 2009. Tarihi yapıların özgün değerleri ile korunması, konservasyon raporu. Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi, 1(2), 17-19.
- URL-1. The Nara Document on authenticity. Nara Conference on Authenticity in Relation to the World Heritage Convention, Nara, Japan, from 1-6 November 1994.
- Yazıcı, Ö.A., 2019. Ahşap malzemenin fotodegradasyona karşı dayanıklılığının tanen ve nano metal oksitler ile artırılması. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Teknik Üniversitesi, Bursa.
- Yıldız, S., Yıldız, Ü.C., Tomak, E.D., 2011. The effects of natural weathering on the properties of heat-treated alder wood. BioResources, 6(3), 2504- 2521.
- Williams, R.S., 2005. Hand of Wood Chemistry and Wood Composites, Chapter 7: Weathering of wood. USDA, Forest Products Laboratory, Madison.