

## AĞAÇ MALZEMEDE RENK AÇMA İŞLEMİNİN ANTİFUNGAL ETKİSİ

Mehmet BUDAKÇI<sup>1</sup> İpek KARAL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, 81060,  
Düzce, TÜRKİYE  
mehmetbudakci@duzce.edu.tr

**Özet-** Bu çalışmanın amacı, renk açma işleminin ağaç malzemede çürüklük yapan mantarlar üzerindeki etkisini belirlemektir. Bu amaçla, farklı anatomik yapılarından dolayı sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), Doğu kayını (*Fagus orientalis L.*), sapsız meşe (*Quercus petraea L.*) ve sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) odunları kullanılmıştır. Örnekler 4 ayrı kimyasal madde ile oluşturulan Ç1 (NaOH + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), Ç2 (NaSiO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), Ç3 (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) olmak üzere %18 lik 3 ayrı çözelti grubu hazırlanmıştır. Renk açma işlemi uygulanmış örnekler, *Fomitopsis palustris* ve *Coriolus versicolor* istilasına maruz bırakılmış ve 3 ay süreyle misellerin odun üzerinde gelişimleri gözlenmiştir. Örnekler üzerinde mantarların yaptıkları tahribatın belirlenmesinde TS 5563 EN 113 standardı esas alınmıştır. Ayrıca, TS 5563 EN 113 e göre ağırlık kaybı, TS 5723 e göre retensiyon, TS 2472 e göre yoğunluk, ASTM D 523' göre parlaklık değerlerinde meydana gelen değişimler de tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; renk açma işleminin ağaç malzemeler üzerinde antifungal etkisinin olduğu, ancak ağaç malzemelerin parlaklık değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler-** Ağaç malzeme, mantar çürüklüğü, renk açma, parlaklık

## ANTIFUNGAL EFFECT OF BLEACHING PROCESS ON THE WOOD MATERIAL

**Abstract-** The aim of this study, the determination of effect of bleaching process were used in finishing process on wood destroying fungi. For this purpose, different anatomical structured Scots pine (*Pinus sylvestris L.*), Eastern beech (*Fagus orientalis L.*), sessile oak (*Quercus petraea L.*), and mahogany (*Entandrophragma cylindricum*) wood species were used. 3 different bleaching solutions, Ç1 (NaOH + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), Ç2 (NaSiO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), Ç3 (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) created with 4 different chemicals including 18%, were prepared in bleaching process. Then bleached samples were exposure to *Fomitopsis palustris* and *Coriolus versicolor* and mycelium growing on wood was observed for 3 months. TS 5563 EN 113 standard was taken as a basis for determining destruction of fungi on specimens. In addition, changes in weight loss, retention, density and glossiness values have also been determined according to TS 5563 EN 113, TS 5723, TS 2472 and ASTM D 523 respectively. According to the results; it was determined that the bleaching process has an antifungal effect on the wood materials but, this process reduces the glossiness values of wood materials.

*Bu makale, 4. Uluslararası Mobilya ve Dekorasyon Kongresi'nde sunulmuş ve İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi'nde yayınlanmak üzere seçilmiştir.*

**Key Words-** Wood material, fungus rot, bleaching, glossiness

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ağaç malzeme sahip olduğu üstün özellikleri sebebiyle günümüzde birçok kullanım yerinde önemini korumaktadır. Estetik ve dekoratif görünümünden dolayı, iç ve dış mekânlarda mobilya, parke, tavan, çatı malzemesi vb. gibi çeşitli yerlerde kullanılmaktadır. Ağaç malzemenin birçok üstün özelliği olmasının yanı sıra, olumsuz özellikleri de bulunmaktadır.

Organik yapıda oluşundan dolayı ağaç malzeme böcek ve mantar tarafından yıkımlanabilmektedir. Herhangi bir koruyucu işlem görmemiş doğal haldeki ağaç malzemenin kullanım yerinde mantarlar ve böcekler tarafından tahrip edilerek çürütülmesi sonucu her yıl büyük maddi kayıplar söz konusu olmaktadır [1]. İnsan nüfusunun artması ve kullanım alanlarının farklılaşması ağaç malzemeye olan talebi artırmakta ve orman varlıkları giderek azalmaktadır. Bu durum kaynakların daha verimli kullanılmasını gerektirmektedir.

Ağaç malzemenin hizmet ömrünü uzatmak amacıyla odun koruma endüstrisinde çok sayıda yöntem ve kimyasal madde geliştirilmiştir. Genellikle dış mekânda kullanılan ağaç malzemenin korunması için yapılan bu uygulamalar, iç mekânda insan sağlığı açısından sorun teşkil etmiştir. Önceleri, ağaç malzeme kısmen kömürleştirilerek koruma yoluna gidilmiş, daha sonraları hayvansal, bitkisel ve mineral yağlardan faydalanılmıştır. Ayrıca, bitkilerin kök, gövde, kabuk, yaprak ve meyvelerinden elde edilen ekstraktlar ve tanenler doğal koruyucu olarak kullanılmıştır. Son yıllarda ise kimyasal maddeler kullanılmaya başlanmış ve bu kimyasal maddelerin birçoğu çevreye ve insan sağlığına verdiği zarardan dolayı yasaklanmıştır [2].

Endüstriyel uygulamalarda, ağaç malzemedeki renk farklılıklarını gidermek veya sonradan meydana gelebilecek renk değişimlerini engellemek amacı ile kimyasal maddeler kullanılarak renk açma işlemi yapılmaktadır [3].

Herhangi bir maddenin odun koruma alanında değerlendirilebilmesi için özellikle odun zararlısı mantar ve böceklere karşı antifungal ve insektisit özellik göstermesi gerekmektedir [2]. Ağaç malzemenin renginin açılmasında tercih edilen kimyasalların, ağaç malzemeyi yıkımlayan mantar ve böceklere karşı koruyup korumadığı ile ilgili bugüne kadar herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu perspektiften hareketle çalışmanın amacı, üst yüzey işlemlerinde kullanılan renk açma kimyasallarının bazı ağaç malzeme yüzeylerindeki antifungal etkilerini belirleyip, araştırmacıları bilgilendirmektir.

## 2. YÖNTEM (METHOD)

### 2.1. Ağaç Malzeme (Wood Material)

Örneklerin hazırlanmasında Türkiye’de mobilya ve dekorasyon endüstrisinde kullanılan farklı anatomik özelliklere sahip sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), doğu kayını (*Fagus orientalis*), sapsız meşe (*Quercus petraea L.*) ve sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) odunları tercih edilmiştir. Hava kurusu rutubetteki örnekler, tesadüfi seçilen 1. sınıf ağaç malzemedен, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız renk ve yoğunluk farkı olmayan, yıllık halkaları düzgün ve diri odun kısımlarından yıllık halkalar yüzeye paralel gelecek şekilde 400x22x12 mm boyutlarında taslak olarak kesilmiştir. Taslak olarak kesilen örnekler kalibre zımpara makinesinde 80 numara ve daha sonra 100 numara zımpara ile zımparalanmıştır. Daha sonra örnekler 20x20x10 mm olacak

şekilde net ölçülerine getirilmiştir. Örnekler, sıcaklığı 20±2 °C ve bağıl nemi %65±3 olan iklim dolabında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Örneklerin hazırlanması ve iklimlendirilmesi (Preparation and conditioning of samples)

## 2.2. Renk Açma İşlemi (Bleaching Process)

Renk açma işleminde, 4 ayrı kimyasal madde ile oluşturulan kuvvetli çözelti Ç1 (NaOH + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), orta kuvvetli çözelti Ç2 (NaSiO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), zayıf çözelti Ç3 (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) olmak üzere 3 ayrı çözelti grubu hazırlanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Renk açıcı çözelti grubu (Bleach solution group)

Çözelti Grubu	Kimyasal Maddeler	pH	Nötrleştirme Maddesi
I.Grup (Ç1)	NaOH + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	12,04	Distile su
II.Grup (Ç2)	NaSiO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	10,05	Distile su
III. Grup (Ç3)	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	1,28	Distile su

Renk açmada kullanılacak kimyasal maddeler özelliklerine göre, ağırlıkça (Mg) ya da hacimce (Vml) olarak %18 konsantrasyonda hazırlanmıştır [4]. Bu maksatla katı halde olanlar için;

$$Mg = \frac{M_{\text{ç}} \% M/M}{\%S} \quad (1)$$

Mg = Kimyasal madde miktarı (g)  
M<sub>ç</sub>% = Hazırlanması istenen çözeltinin miktarı  
% M/M = İstenen çözeltinin ağırlık yüzdesi  
% S = Kimyasal maddenin % safsızlık oranı

Sıvı halde olanlar için;

$$Vml = \frac{V_{\text{ç}} \% V/V}{\%S.d} \quad (2)$$

Vml = Kimyasal madde miktarı(ml)

$V_{\text{ç}}$  = Hazırlanması istenen çözeltinin miktarı  
 $\% V/V$  = İstenen çözeltinin hacimce yüzdesi  
 $d$  = Çözeltinin yoğunluğu ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) eşitlikleri kullanılmıştır.

Ç1 ve Ç2 çözelti gruplarını hazırlamak için renk açma kimyasalları, önce ayrı ayrı çözeltiler haline getirilmiş, daha sonra bu kimyasallar Tablo'1 de belirtildiği şekilde birbiri ile karıştırılmıştır. Hazırlanan Ç1 ve Ç2 çözelti grupları örneklere daldırma metodu ile 2 dk. süre ile uygulanmıştır (Şekil 2, 3).



Şekil 2. Ç1 çözeltisinin hazırlanması ve uygulanması (Preparation and application of Ç1 solution)



Şekil 3. Ç2 çözeltisinin hazırlanması ve uygulanması (Preparation and application of Ç2 solution)

Zayıf bir renk açma gereci olan Ç3 çözeltisi iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada, % 9'luk çözelti hazırlanmış ve örneklere 2 dk. süre ile daldırma metodu kullanılarak uygulanmıştır. 4 saat sonra ikinci aşama için tekrar % 9'luk çözelti hazırlanmış ve örneklere 2 dk. süre ile daldırma metodu kullanılarak uygulanmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Ç3 çözeltisinin hazırlanması ve uygulanması (Preparation and application of Ç3 solution)



Renk açma işlemi tamamlanan örneklerin etki derinliğini arttırmak için oda sıcaklığında 2 gün bekletildikten sonra distile edilmiş su ile nötrleştirme işlemi yapılmıştır. Bu işlemden sonra deney örneklerinin hava kurusu (%12) rutubete ulaşması sağlanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Örneklerin iklimlendirilmesi (Conditioning of samples)

### 2.3. Antifungal Etkinin Belirlenmesi (Determination of the Antifungal Effect)

Araştırmada, renk açma işlemi uygulanmış örnekler ile kontrol örnekleri esmer çürüklük (*Fomitopsis palustris*) ve beyaz çürüklük (*Coriolus versicolor*) mantarı istilasına maruz bırakılmıştır. *Fomitopsis palustris* ve *Coriolus versicolor* mantarları için besi ortamlarında %3,7'lik malt ekstrakt agar kullanılmıştır. Besi ortamı, 0,01g hassasiyetinde tartılan 37g malt ekstrakt agarın, erlen içerisine konarak distile su ile 1 litreye tamamlanması ile elde edilmiştir. Manyetik karıştırıcılı ısıtıcı üzerinde homojen bir karışım sağlanmıştır (Şekil 6). Karışımlar otoklav içerisinde 121°C'de 1,1A'lık basınç altında 20 dk süre ile sterilize edilmiştir. Her bir petri kabına yaklaşık 14 ml besi çözeltisi konulmuştur.



Şekil 6. Besi ortamının hazırlanması (Preparation of fattening medium)

Odun örneklerinin mantar tahribatına maruz bırakılmasında TS 5563 EN 113 standardı esas alınmıştır. Petri kaplarındaki besi ortamlarına daha önceden geliştirilmiş 1mm<sup>2</sup> lik kesilen mantar miselleri bio güvenlik kabininde (Biohazard Safety Cabinet) aşılmalıdır (Şekil 7). Sıcaklığı 28°C ve bağıl nemi %75-80 olan kültür odasında, mantar misellerinin besi ortamının yüzeyini tamamen kaplaması beklenmiştir. Kültür ortamına yerleştirilecek örneklerin fırın kurusu ağırlıkları (60 ° C de 48 saat beklendikten sonra) alınıp (M<sub>ilk</sub>), otoklav içerisinde 110 °C'de 1,1 A'lık basınç altında 20 dakika süre ile sterilize edilmiştir. Tüm odun örnekleri bio güvenlik kabininde (Biohazard Safety Cabinet) petri kaplarına aktarılmıştır (Şekil 8). Kapların kenarlarına parafilm çekilerek açılması önlenmiştir. Sıcaklığı 28 °C ve bağıl nemi %75-80 olan kültür odasında üç ay süreyle misellerin odun üzerinde gelişimleri gözlenmiştir (Şekil 9).



Şekil 7. Mantar misellerinin petri kaplarına aşılması (Insemination of petri pots fungi mycelium)



Şekil 8. Mantar misellerinin gelişmesi ve örneklerin petri kaplarına yerleştirilmesi (Growth of fungi mycelium and put on petri pots samples)



Şekil 9. Mantarların üç aylık süre sonundaki durumları (Conditions of fungi after 3 months)

## 2.4. Deneme Metotları (Test Methods)

Araştırmada, örneklerde meydana gelen değişimleri tespit etmek için; ağırlık kaybı (TS 5563 EN 113) retensiyon (TS 5723), yoğunluk (TS 2472), ve parlaklık (ASTM D 523) testleri uygulanmıştır.

### 2.4.1. Ağırlık kaybı (Weight loss)

Odun örnekleri üzerinde mantarların yaptıkları tahribatın belirlenmesinde TS 5563 EN 113 standardı esas alınmıştır. Deney sonunda örnekler kültür ortamından çıkartılıp üzerindeki miseller bir diş fırçası yardımıyla temizlenmiştir (Şekil 10). Numuneler 60°C sıcaklık altında 48 saat süre ile kurutulmuş, 0,01g hassasiyetle tartılarak deney sonrası ağırlıklar ( $M_{son}$ ) tespit edilmiştir. Elde edilen ağırlık kayıpları aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)} = [(M_{\text{ilk}} - M_{\text{son}}) / M_{\text{ilk}}] \times 100 \quad (3)$$

Burada;

$M_{\text{ilk}}$  : Deney öncesi örneklerin ağırlıkları (g)

$M_{\text{son}}$  : Deney sonrası örneklerin ağırlıkları (g)'dir.



**Şekil 10.** Mantar misellerinin örnek yüzeyinden temizlenmesi ve kurutulması (Cleaning and drying of the fungi mycelium from the surface of the sample)

#### 2.4.2. Retensiyon (Retention)

Retensiyon değerleri TS 5723 satandartı esas alınarak aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Retensiyon} = \frac{G \times C}{V} \times 10 \text{ g/cm}^3 \quad (4)$$

Eşitlikte;

$G$  = Örnek tarafından absorbe edilen çözelti miktarı ( $m_{\text{yaş}} - m_{\text{kuru}}$ ) (g)

$m_{\text{kuru}}$  = Renklendirme ve renk açma işlemi öncesi ağırlık (g)

$m_{\text{yaş}}$  = Renklendirme ve renk açma işlemi sonrası yaş ağırlık (g)

$C$  = Çözelti konsantrasyonu

$V$  = Odun örneğinin hacmi ( $\text{cm}^3$ ) dir.

$$\% \text{Retensiyon} = [(M_{\text{rs}} - M_{\text{rö}}) / M_{\text{rö}}] \times 100 \quad (5)$$

Burada;

$M_{\text{rs}}$ : Renklendirme ve renk açma işlemi sonrası hava kuru örnek ağırlığı (g)

$M_{\text{rö}}$ : Renklendirme ve renk açma işlemi öncesi hava kuru örnek ağırlığıdır (g)



**Şekil 11.** Retensiyon için ağırlık ve hacim hesaplaması (Weight and bulk calculation for retention)

### 2.4.3. Yoğunluk değişimi (Density change)

Örneklerin her birinde hava kuru yoğunluklar TS 2472 standardı esas alınarak aşağıda verilen eşitlikten yararlanılarak hesaplanmış olup, % yoğunluk değişim miktarı  $D_{m0}$  ve  $D_{ms}$  yoğunluk değerleri dikkate alınarak belirlenmiştir.

$$D_{12}=(M_{12}/V_{12}) \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (6)$$

Burada;

$M_{12}$  =Hava kuru örnek kütlesi (g)

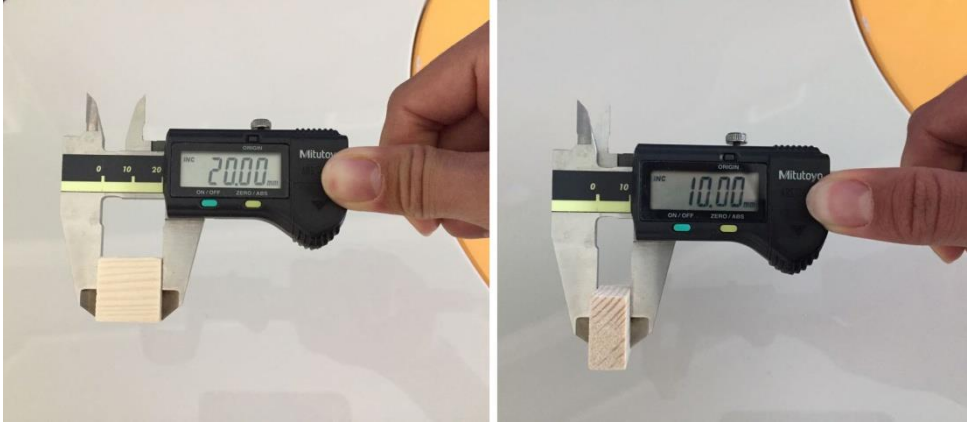
$V_{12}$  =Hava kuru örnek hacmi (cm<sup>3</sup>)

$$\% \text{ Yoğunluk Değişimi} = [ (D_{m0}-D_{ms}) / D_{m0} ] \times 100 \quad (7)$$

Burada;

$D_{m0}$  = Mantar etkisi öncesi hava kuru örnek yoğunluğu (g/cm<sup>3</sup>)

$D_{ms}$  = Mantar etkisi sonrası hava kuru örnek yoğunluğudur (g/cm<sup>3</sup>)



Şekil 12. Yoğunluk değişimi için hacim hesaplaması (Bulk calculation for density change)

### 2.4.4. Parlaklık (Gloss)

Örneklerin yüzey parlaklık ölçümleri, ASTM D 523 esaslarına göre BYK-GARDNER SPEKTRO-GUIDE 45/0 cihazı ile 60° lik açı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 13).



Şekil 13. Parlaklık ölçümü (Gloss measurement)



### 3. BULGULAR (FINDINGS)

#### 3.1. Ağırlık kaybı (Weight loss) (%)

Çeşitli çözeltiler ile renk açma işlemi yapılmış, esmer ve beyaz çürüklük mantarı etkisine maruz bırakılmış bazı ağaç türlerinde ağırlık kaybına ilişkin değerler Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** Esmer ve beyaz çürüklük mantarlarına ait ağırlık kayıpları (Brown and white rot fungi belonging to the weight loss) (%)

Ağaç Türü	Mantar çeşidi	Renk açma kimyasalları			
		Ç1	Ç2	Ç3	KONTROL
SARIÇAM	EÇ	3,964	2,855	3,259	7,080
	BÇ	3,339	11,266	13,715	11,999
KAYIN	EÇ	4,347	4,479	16,324	3,907
	BÇ	33,407	28,604	<b>38,775</b>	34,103
MEŞE	EÇ	4,717	3,719	8,531	2,858
	BÇ	21,515	31,091	13,930	13,735
SAPELLİ	EÇ	2,216	1,853	<b>1,306</b>	1,392
	BÇ	13,869	9,788	10,778	9,969

EÇ: Esmer Çürüklük, BÇ: Beyaz Çürüklük, Ç1: NaOH+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Ç2: NaSiO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Ç3: H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

Tablo 2’ye göre, % ağırlık kaybı en yüksek, Ç3 çözeltisi ile renk açma işlemi yapılmış beyaz çürüklük mantarı etkisine maruz bırakılmış kayın örneklerde, en düşük Ç3 çözeltisi ile renk açma işlemi yapılmış esmer çürüklük mantarı etkisine maruz bırakılmış sapelli örneklerde tespit edilmiştir. Bu durumun çalışmada kullanılan Ç3 çözeltisinin asit karakterli (pH 1,13) olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde de, *Coriolus versicolor* mantarının, meşe gibi öz odunu çürümeye karşı dayanıklı türlerde, diri odunu tahrip etmekte, kayın gibi çürümeye az dayanıklı türlerde ise, odunun tümünü çürüttüğü ifade edilmektedir [10]. Aynı çalışmada bütün mantarların asit ortamını tercih ettiği, optimum pH değeri 5-6 arasında olan malzemeye arız olduğu ve asit salgılayarak pH değerini kendilerinin kontrol altına alabildikleri belirtilmektedir [10]. Çalışma literatürle uyumlu çıkmıştır.

#### 3.2. Retensiyon (Retention)

Çeşitli çözeltiler ile renk açma işlemi yapılan bazı ağaç türlerinde renk açma işlemi sonrası elde edilen retensiyon (g/cm<sup>3</sup>) ve % retensiyon miktarlarına ilişkin değerler Tablo 3’de verilmiştir.

**Tablo 3.** Renk açma işleminde retensiyon ve % retensiyon (Retention and % retention in bleaching process)

Ağaç türü	Renk açma kimyasalları	Retensiyon Değerleri	
		Retensiyon (g/cm <sup>3</sup> )	% Retensiyon
Sarıçam	Ç1	0,073	7,545
	Ç2	0,072	7,378
	Ç3	0,046	4,590
Kayın	Ç1	0,114	10,780
	Ç2	0,107	10,019
	Ç3	0,112	10,466
Meşe	Ç1	0,200	16,736
	Ç2	0,202	17,602
	Ç3	<b>0,254</b>	<b>21,393</b>

Sapelli	Ç1	0,016	1,307
	Ç2	0,051	4,075
	Ç3	0,052	4,152

Ç1: NaOH+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Ç2: NaSiO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Ç3: H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

Tablo sonucuna göre retensiyon ve % retensiyon değeri en yüksek; Ç3 çözeltisi ile renk açma işlemi yapılmış meşede, en düşük; Ç1 çözeltisi ile renk açma işlemi yapılmış sapellide tespit edilmiştir. Meşe ağacının halkalı büyük traheli yapıya sahip olması ve Ç3 çözeltisinin viskozitesinin düşük olması bu bağlamda % 18 lik konsantrasyonu yakalamak için 2 kez renk açma işleminin yapılması retensiyon ve % retensiyon değerinin yüksek çıkmasında etkili olduğu söylenebilir.

### 3.3. Yoğunluk değişimi (Density change)

Çeşitli çözeltiler ile renk açma işlemi yapılmış, esmer ve beyaz çürüklük mantarı etkisine maruz bırakılmış bazı ağaç türlerinde yoğunluk miktarları ve % yoğunluk değişimine ilişkin değerler Tablo 4 ve Tablo 5’de verilmiştir.

**Tablo 4.** Renk açma işlemi yapılmış ve mantar etkisine maruz bırakılmış örneklerde yoğunluk miktarları (Bleached and fungi exposed samples amount of density) (g/cm<sup>3</sup>)

Ağaç Türü	Mantar çeşidi	Mantar Etkisi Öncesi				Mantar Etkisi Sonrası			
		Ç1	Ç2	Ç3	Kontrol	Ç1	Ç2	Ç3	Kontrol
Sarıçam	EÇ	0,526	0,521	0,515	0,510	0,510	0,515	0,505	0,493
	BÇ	0,523	0,533	0,521	0,514	0,511	0,475	0,456	0,459
Kayın	EÇ	0,536	0,540	0,557	0,535	0,514	0,518	0,495	0,518
	BÇ	0,536	0,552	0,539	0,541	0,359	0,399	<b>0,335</b>	0,358
Meşe	EÇ	0,610	0,561	0,582	0,583	0,582	0,545	0,535	0,570
	BÇ	0,591	0,559	0,605	0,564	0,469	0,387	0,523	0,491
Sapelli	EÇ	0,622	0,605	0,615	<b>0,632</b>	0,609	0,594	0,606	0,623
	BÇ	0,607	0,607	0,610	0,618	0,523	0,549	0,546	0,556

EÇ: Esmer Çürüklük, BÇ: Beyaz Çürüklük, Ç1: NaOH+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Ç2: NaSiO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Ç3: H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

Tablo 4’e göre, yoğunluk miktarı en yüksek, sapelli kontrol örneklerinde, en düşük Ç3 çözeltisi ile renk açma işlemi yapılmış beyaz çürüklük mantarı etkisine maruz bırakılmış kayın örneklerde tespit edilmiştir.

**Tablo 5.** Renk açma işlemi yapılmış ve mantar etkisine maruz bırakılmış örneklerde yoğunluk değişim miktarları (Bleached and fungi exposed samples amount of density change) (%)

Ağaç Türü	Mantar çeşidi	Renk açma kimyasalları			
		Ç1	Ç2	Ç3	KONTROL
SARIÇAM	EÇ	3,091	1,365	1,960	3,459
	BÇ	2,411	10,842	12,533	10,726
KAYIN	EÇ	4,058	4,119	11,077	3,205
	BÇ	33,156	27,755	<b>37,827</b>	33,871
MEŞE	EÇ	4,406	2,844	8,071	2,271
	BÇ	20,460	30,692	13,649	13,192
SAPELLİ	EÇ	2,216	1,852	1,605	<b>1,318</b>
	BÇ	13,782	9,584	10,464	9,924

EÇ: Esmer Çürüklük, BÇ: Beyaz Çürüklük, Ç1: NaOH+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Ç2: NaSiO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Ç3: H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

Tablo 5’e göre yoğunluk miktarlarına bağlı olarak; % yoğunluk değişim miktarı en yüksek, Ç3 çözeltisi ile renk açma işlemi yapılmış beyaz çürüklük mantarı etkisine maruz bırakılmış kayın örneklerde, en düşük esmer çürüklük mantarı etkisine maruz bırakılmış sapelli kontrol örneklerde

tespit edilmiştir.

Her iki Tablo sonucu değerlendirildiğinde, bu durumun tropik bir ağaç odunu olan sapellinin bünyesindeki ekstraktif maddelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde, ekstraktif maddelerin, odunun doğal dayanımının belirlenmesinde en önemli faktör olduğu belirtilmekte, ekstraktif maddelerin odunu çürümeye karşı koruduğu ifade edilmektedir [12].

### 3.4. Parlaklık (Glossiness)

Renk açma kimyasalları işlemin antifungal etkilerini belirlemek amacıyla elde edilen ortalama parlaklık değerleri Tablo 6’de verilmiştir.

**Tablo 6.** Parlaklık değeri aritmetik ortalamaları (Arithmetic averages of glossiness value)

FAKTÖR ABCD		Mantar Etkisi Öncesi				Mantar Etkisi Sonrası			
		Ç1	Ç2	Ç3	Kontrol	Ç1	Ç2	Ç3	Kontrol
Sarıçam	EÇ	1.083	1.383	0.9000	1.400	0.6833	0.6333	0.6167	0.6833
	BÇ	1.017	1.317	0.9833	1.467	0.6500	0.9500	0.7833	0.9833
Kayın	EÇ	1.000	1.267	0.8167	0.9833	0.6667	0.6667	0.8333	0.7333
	BÇ	1.100	1.233	0.8000	0.9833	0.9167	0.8833	0.9167	2.283
Meşe	EÇ	0.9167	1.150	0.8500	1.017	0.5500	0.5733	0.7500	0.5667
	BÇ	0.9333	1.083	0.7667	1.067	0.7500	0.9333	0.8500	0.7833
Sapelli	EÇ	0.4000	0.5000	0.4000	0.5833	0.6333	0.6167	0.4333	0.4667
	BÇ	0.4000	0.5000	0.4000	0.6833	0.6833	0.6500	0.5167	0.6500

A: Ağaç Türü B: Mantar Çeşidi C: Yöntem D: Renk açma kimyasalları EÇ: Esmer Çürüklük  
BÇ: Beyaz Çürüklük Ç1: NaOH+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Ç2: NaSiO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Ç3: H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

Parlaklık değeri ağaç türü mantar çeşidi, yöntem, renk açma kimyasallarına göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Tablo 7’de verilmiştir.

**Tablo 7.** Parlaklık değeri varyans analiz sonuçları (Results of glossiness value variance analysis)

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	P α =0.05
Ağaç Türü (A)	3	13.357	4.452	23.8462	0.0000*
Mantar Çeşidi (B)	1	1.622	1.622	8.6890	0.0034*
Etkileşim ( AB)	3	0.643	0.214	1.1485	0.3296
Yöntem ( C )	1	2.432	2.432	13.0271	0.0004*
Etkileşim ( AC )	3	4.139	1.380	7.3890	0.0001*
Etkileşim ( BC)	1	1.495	1.495	8.0080	0.0050*
Etkileşim ( ABC)	3	0.652	0.217	1.1636	0.3237
Renk açma kimyasalları (D)	3	3.313	1.104	5.9146	0.0006*
Etkileşim ( AD )	9	1.267	0.141	0.7542	ns**
Etkileşim ( BD )	3	1.041	0.347	1.8587	0.1365
Etkileşim (ABD)	9	1.385	0.154	0.8241	ns**
Etkileşim ( CD )	3	1.030	0.343	1.8393	0.1399
Etkileşim (ACD )	9	3.724	0.414	1.2161	0.0208*
Etkileşim (BCD)	3	0.645	0.215	1.1511	0.3286
Etkileşim ( ABCD )	9	1.711	0.190	1.0181	0.4251
Hata	320	59.745	0.187		
Toplam	383	98.201			

\*: Anlamlı ( α=0.05’e göre ) ns\*\*: Önemsiz

Varyans analiz sonucuna göre AB, ABC, BD, CD, BCD ve ABCD faktörleri anlamsız, AD ve

ABD faktörleri önemsiz, diğer faktörler anlamlı çıkmıştır ( $\alpha=0.05$ ). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 8’de verilmiştir.

**Tablo 8.** Ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları (The Duncan test comparison results at wood type level)

Ağaç türü							
Sarıçam		Kayın		Meşe		Sapelli	
$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
0.9708	A*	1.005	A*	0.8462	B	0.5323	C
LSD $\pm$ 0.1228							

$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama, **HG:** Homojenlik grubu, \*: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir

Ağaç türü düzeyinde, parlaklık değeri en yüksek; sarıçam ve kayında, en düşük; sapellide tespit edilmiştir. Parlaklık değerinin yüksek çıkmasında kayın odunun dağınık küçük traheli yapıda oluşu yüzey düzgünlüğünü artırmış, dolayısı ile parlaklık değerlerinin yüksek çıkmasında etkili olmuş olabilir. Literatürde de, düzgün, pürüzsüz ve parlak yüzeyler gelen ışının tamamını ya da büyük bölümünü geri yansıttığı ifade edilmektedir [11].

Mantar çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

**Tablo 9.** Mantar çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (The Duncan test comparison results at fungi type level)

Mantar çeşidi			
Esmer çürüklük		Beyaz çürüklük	
$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
0.7737	B	0.9036	A*
LSD $\pm$ 0.08683			

$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama, **HG:** Homojenlik grubu, \*: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Mantar çeşidi düzeyinde, parlaklık değeri en yüksek; beyaz çürüklükte, en düşük; esmer çürüklükte elde edilmiştir. Beyaz çürüklükte parlaklık değerinin yüksek çıkması selülozun renginden ve ligninin ışığı absorplama özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde, beyaz çürüklük mantarının koyu renkli lignini tüketerek geriye beyaz renkli selülozu bıraktığı ifade edilmektedir [5]. Farklı bir araştırmada, saf selülozun tek başına iyi bir ışık absorplama özelliğine sahip olmadığı, içerdiği karbonil grubu ve indirgen olmayan glikoz ünitesi birinci karbon atomundaki asetal ya da ketonik karbonil grupları sayesinde absorplama gerçekleştiği belirtilmektedir. Yapısal benzerliklerinden dolayı hemiselülozlarda benzer özelliğe sahip olduğu, ancak bu iki ana odun bileşenin aksine ligninin iyi bir ışık absorplama özelliği gösterdiği, bu nedenle selüloza oranla daha fazla degrade olduğu vurgulanmaktadır [6]. Çalışma literatürle uyumludur.

Yöntem düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 10’da verilmiştir.

**Tablo 10.** Yöntem düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (The Duncan test comparison results at method level)

Yöntem			
Mantar Etkisi Öncesi		Mantar Etkisi Sonrası	
$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
0.9182	A*	0.7591	B
LSD $\pm$ 0.08683			

$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama, **HG:** Homojenlik grubu, \*: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.



Çizelgeye göre, yöntem faktörü düzeyinde, parlaklık değeri en yüksek; mantar etkisine maruz bırakılmamış örneklerde, en düşük ise mantar etkisine maruz bırakılmış örneklerde tespit edilmiştir. Ağaç malzemelerde parlaklığının kaybolması, mantar etkisinin sebep olduğu aşındırma sonrasında yüzeyde meydana gelen fiziksel ve biyolojik değişikliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde yaşlandırma sonucu ağaç malzemede meydana gelen çatlakların parlaklık değerlerini olumsuz etkilediği vurgulanmıştır [7]. Farklı bir araştırmada da çatlakların parlaklık ölçümüne etkisinin olduğu belirtilmiştir [8]. Bir başka çalışmada ise parlaklığın odunun ışığı yansıtma özelliği olduğu, çürüklük başlamış ise parlaklığın kaybolduğu ifade edilmiştir [9]. Bu bağlamda çalışma literatürle uyumlu çıkmıştır.

Renk açma kimyasalları düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 11’de verilmiştir.

**Tablo 21.** Renk açma kimyasalları düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları (The Duncan test comparison results at bleaching chemicals)

Renk açma kimyasalları							
Ç1		Ç2		Ç3		Kontrol	
$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
0.7740	BC	0.8963	AB	0.7260	C	0.9583	A*
LSD $\pm$ 0.1228							

$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama, **HG:** Homojenlik grubu, \*: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

**Ç1:** NaOH+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, **Ç2:** NaSiO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, **Ç3:** H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

Renk açma kimyasalları düzeyinde yapılan karşılaştırmada, parlaklık değeri en yüksek; kontrol örneğinde en düşük; Ç3 çözeltisi ile rengi açılmış örneklerde elde edilmiştir. Bu durum renk açma kimyasallarının ağaç malzemenin parlaklık değerini düşürmesinden kaynaklanmış olabilir. Literatürde de renk açma işleminde kullanılan asit, alkali ve kuvvetli oksijen yüklü kimyasalların ağaç malzemenin esas bileşenlerine zarar verdiği ve doğal parlaklığının da kaybolmasına sebep olabildiği belirtilmiştir [3].

#### 4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Bu araştırmada, çeşitli renk açma kimyasalları ile rengi açılmış değişik ağaç türlerinin esmer ve beyaz çürüklük mantar etkisine maruz bırakıldıktan sonraki ağırlık kaybı, retensiyon, yoğunluk değişimi ve parlaklık değerleri incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre araştırmada, ağırlık kaybı en çok Ç3 çözeltisi ile renk açma işlemi yapılmış beyaz çürüklük mantarı etkisine maruz bırakılmış kayın örneklerde görülmüştür. Benzer sonuçlar, yoğunluk miktarı ve % yoğunluk değişiminde de tespit edilmiştir.

Ç3 çözeltisi ile yapılan renk açma işleminde, halkalı büyük traheli meşe odunu en yüksek retensiyon miktarına sahip olmuş, bünyesinde yoğun olarak ekstraktif madde bulunan sapelli odununda retensiyon miktarı ve mantarların olumsuz etkisi düşük çıkmıştır.

Çalışmada, renk açma işleminin parlaklık değeri üzerinde azalmaya neden olduğu, bazik etkiye sahip renk açıcı Ç1 ve Ç2 çözeltilerinin esmer ve beyaz çürüklük mantarları üzerinde antifungal etkisinin bulunduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, ağaç malzemede kullanım yerine göre hem renk açma işlemi yapılması hem de antifungal özelliğe sahip olması isteniyorsa bazik özellikteki Ç1 ve Ç2 renk açma kimyasallarının kullanılması önerilebilir.

**Teşekkür:** Bu çalışma Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir (Proje no: 2016.07.01.448).

## 5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Bozkurt, A. Y., Göker, Y., Erdin, N., (1993). *Emprenye Tekniği*, 1-4, 1-107 İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- [2]. Yalçın, M. (2012). *Ticarette Önemli Bazı Odun ve Kabuk Ekstraktlarının İç Mekan Ahşap Malzemedeki Zarar Yapan Mantar ve Böceklerle Karşı Odun Koruyucu Etkilerinin Belirlenmesi*, Doktora Tezi, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce Üniversitesi.
- [3] Sönmez, A. (2005). *Ağaç İşlerinde Üst yüzey İşlemleri (I) Hazırlık ve Renklendirme*, 2. Baskı, 5, 56-100, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara.
- [4] Demir, M. (1991). *Anorganik Kimya ve Uygulaması*, 3.Baskı, İnönü Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Malatya.
- [5]. Örs, Y., Keskin, H., (2001). *Ağaç Malzeme Teknolojisi*, 11, 149-150, Gazi Kitabevi, Ankara.
- [6]. Kılıç, A., Hafizoğlu, H., (2007). Açık hava koşullarının ağaç malzemenin kimyasal yapısında meydana getirdiği değişimler ve alınacak önlemler, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, s. 2.
- [7]. Bucur, V., (2011). *Delamination in Wood, Wood Products and Wood-Based Composites*, ISBN 978-90-481-9549-7, 401s, Springer, Chapter 6-9, London, New York
- [8]. Christy, A. G., Senden, T. J., Evans, P. D.,(2005). Automated Measurement of Checks at Wood Surface, *Science Direct*, Measurement, 37, 109– 118.
- [9]. Bozkurt, Y., Erdin, N., (2000). *Odun Anatomisi*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul.
- [10]. Bozkurt, Y., Erdin, N., Ünlügil, H., (1995). *Odun Patolojisi*, ISBN: 975-404-403-1, İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul.
- [11]. Özen, R., Sönmez, A., (1990). Ahşap Yüzeyler İçin Hazırlanan Verniklerin Fiziksel, Kimyasal ve Mekanik Etkilere Karşı Dayanaklıkları, *Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 1428-36.
- [12]. Sivrikaya, H. (2008). Odunda doğal dayanımı etkileyen faktörler, *Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 10, 3.