

## Doğu kayını ve sarıçam odunlarında renk açma ve vernikleme işleminin yanmada yıkılma sürelerine etkileri

Ahmet Cihangir Yalınkılıç<sup>a,\*</sup>, Hakan Keskin<sup>b</sup>, Musa Atar<sup>b</sup>, Eyüp Aksoy<sup>c</sup>

**Özet:** Bu çalışma, renk açma ve vernikleme işleminin bazı ağaç malzemelerde yanmada yıkılma sürelerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu maksatla; Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) odunlarından ASTM D 358'e göre hazırlanan örneklere Sodyum hidroksit (NaOH), Hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), Kalsiyum hidroksit (Ca(OH)<sub>2</sub>) ve Sodyum silikat (NaSiO<sub>3</sub>)'ın %18'lik çözeltisi ile renk açma işlemi yapıldıktan sonra ASTM D 3023' e göre su bazlı (Sb), sentetik (Sn), poliüretan (Pü) ve akrilik vernikler (Av) ile kaplanmıştır. Hazırlanan örneklerin yanmada yıkılma süreleri ASTM E 160-50'ye göre belirlenmiştir. Sonuç olarak yıkılma süresi (sn) ağaç türü düzeyinde en yüksek Doğu kayınında (877.6 sn), en düşük sarıçamda (570 sn), vernik düzeyinde en yüksek poliüretan (776.7 sn)'de, en düşük su bazlı (563.1 sn), renk açma maddesi düzeyinde en yüksek R<sub>5</sub> (800.3 sn)'de, en düşük R<sub>2</sub> (645 sn)'de bulunmuştur. Yanmada yıkılma süresi, ağaç türü, vernik çeşidi ve renk açma çözeltisi etkileşimine göre en uzun süre I+R<sub>4</sub>+Sb (1260 sn)'de, en kısa süreler ise I+R<sub>3</sub>+St (630 sn) kombinasyonunda elde edilmiştir. Buna göre yangın riski söz konusu olan kullanım yerlerinde Doğu kayını odunu R<sub>4</sub> renk açma çözeltisi + Su bazlı vernik kombinasyonu önerilebilir.

**Anahtar kelimeler:** Renk açma, Vernikleme, Yıkılma süresi, Ağaç malzeme

## Impacts of the bleaching and varnishing process on the collapse time in combustion of oriental beech and scots pine woods

**Abstract:** This study aims to determine the effects of the bleaching and varnishing process on the collapse time in combustion of some wood materials. For this purpose, samples prepared from wood of Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and Scotch pine (*Pinus sylvestris* Lipsky) according to ASTM D 358, were covered with waterbased (Sb), synthetic (Sn), polyurethane (Pu) and acrylic (Av) varnishes in accordance with ASTM D 3023 after bleaching with 18 % solution of sodium hydroxide (NaOH), hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), calcium hydroxide (Ca(OH)<sub>2</sub>) and sodium silicate (NaSiO<sub>3</sub>). The collapse time on combustion of repaired samples were determined according to ASTM E 160-50. According to the result of research, collapse time according to interaction of wood types was gained the highest time Oriental beech (877.6 sn), the lowest time Scotch pine (570 sn), according to varnish types was gained the highest time polyurethane (776.7 sn), the lowest time waterbased (563.1 sn), according to bleacher types was gained the highest time R<sub>5</sub> (800.3 sn), the lowest time R<sub>2</sub> (645 sn). According to the interaction of wood type, varnish type and decolouring solution, longest collapse time was obtained in I+R<sub>4</sub>+Sb (1260 sec) and the shortest in the combination of I+R<sub>3</sub>+St (630 sec). Accordingly, in places where there is a risk of fire, Oriental beech wood R<sub>4</sub> bleaching solution + water based varnish combination can be recommended.

**Keywords:** Bleaching, Varnishing, Collapse time, Wood material

### 1. Giriş

Ahşap malzeme; higroskopik, heterojen ve anizotropik yapıda olması dolayısıyla diğer endüstriyel malzemelere göre üstün özelliklere sahiptir. Ahşabın bu üstün teknolojik özellikleri geniş kullanım alanına sahip olmasını sağlamaktadır. Tüketim miktarındaki artış ve orman alanlarındaki azalış ahşabın uzun süre kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bitkisel (mantar) ve hayvansal (böcek, kurt, termit vb.) zararlılar ile ateşe ve boyut değiştirmelerine karşı odunu korumak için iç yapısındaki boşluklara kimyasal madde yerleştirilerek ağaç malzemenin ömrünün uzatılması işleminin yapılması zorunlu hale getirmiştir. Ahşap malzemeyi biyotik ve abiyotik etkilere karşı korumak

için, kurutma, emprenye ve üst yüzey işlemlerinin uygulanması gerekmektedir (Örs ve Keskin, 2008).

Ağaç türlerinin içerisindeki uçucu maddelerden dolayı odunun kendine has bir kokusu ve tadı, yoğunluk farklılığı nedeni ile ışınların farklı yansımaları ile farklı rengi ve parlaklığı, lif yapısı vb. gibi fiziksel (estetik) karakteristik özellikleri farklıdır. Ahşap malzemede renk bozulmaları canlı odunda yaralanma, ölü budak oluşumu, mikroorganizma ve mantar hastalıkları vb. biyotik sebepler yanında odundaki kimyasal maddelerin oksidasyonu ve tanen içeren odunların metallerle teması ile olmaktadır (Banks ve Miller, 1982).

Ağaçlarında renk, ölçü, biçim, form, fonksiyon vb. kadar önemlidir. Doğal halde iken ahşabın rengi çoğu zaman bu tür ihtiyaçlara cevap vermeyebilir. Üstyüzey

✉ <sup>a</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknoloji Fakültesi, Kütahya  
<sup>b</sup> Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ankara  
<sup>c</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksekokulu, Afyon  
@ \* **Corresponding author** (İletişim yazarı): acihangir.yalynkilyic@dpu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 31.08.2020, **Accepted** (Kabul tarihi): 07.10.2020



**Citation** (Atıf): Yalınkılıç, A.C., Keskin, H., Atar, M., Aksoy, E., 2020. Doğu kayını ve sarıçam odunlarında renk açma ve vernikleme işleminin yanmada yıkılma sürelerine etkileri. Turkish Journal of Forestry, 21(4): 475-480. DOI: [10.18182/tjf.788326](https://doi.org/10.18182/tjf.788326)

işlemleri yapmadan önce ahşap yüzeylerde renk açma ile renk uyumu sağlanabilir. Renk açma ve empenyeleme ahşap malzeme yapısına, sertlik, parlaklık, renk vb. özelliklerine tesir etmektedir. Renk açma, kimyasal çözelti ile ahşabın yüzeyinin daha açık hale getirilmesidir. Ahşap ürünleri sektöründe meşe, maun ve kestane gibi bazı ahşaplara üstyüzey işlemleri ve renk açma yapılmaktadır (Edwin ve Carter, 1983).

Tanalith-E ve Wolmanit-CB ile empenye edilip su bazlı ve sentetik vernikle kaplanan kestane (*Castanea sativa* Mill.) odunları bir yıl dış hava şartlarında bekletilmiştir. Deneysel örneklerin yanma özelliklerinde CO<sub>2</sub> miktarı (ppm) yanma çeşidi bakımından en yüksek kendi kendine yanmada (19.18), en düşük kor hali yanmada (10.89), vernik çeşidi bakımından en yüksek sentetik vernikte kendi kendine yanmada (19.82) en düşük su bazlı vernikte alev kaynaklı yanmada (8.66) bulunduğu bildirilmiştir (Fidan vd., 2016).

Oksalik asit (C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>H<sub>2</sub>), Sodyum hidroksit (NaOH), Hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), Amonyak (NH<sub>3</sub>), Hidroklorik asit (HCl) ile rengi açılan Doğu kayını yanma özelliğinde en fazla CO<sub>2</sub> değişim miktarı (C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>H<sub>2</sub>)' de elde edildiği tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, CO<sub>2</sub> değişimi bakımından renk açma maddesi çeşidinin etkili olduğu ifade edilmiştir (Uysal ve Özçifçi, 2000).

Tanalith-E ve Wolmanit-CB ile empenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) sentetik ve su bazlı vernik ile kaplandıktan sonra yanma testlerine tabi tutulmuştur. Örneklerin yanma özelliklerinde CO<sub>2</sub> miktarı (ppm) yanma çeşidi bakımından en yüksek kendi kendine yanmada (16.4), en düşük kendi kendine yanmada (1.4), sentetik vernikte en yüksek kendi kendine yanmada (17.5) en düşük su bazlı vernikte alev kaynaklı yanmada (5.4) bulunduğu bildirilmiştir (Yaşar ve Atar, 2017).

Tanalith-CBC, boraks, borik asit, borik asit+boraks, vacsol-WR, imersol-WR 2000, polietilenglikol-400, stiren empenye maddelerinin kokarağacın yanma özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Empenye maddelerinin yanmada yıkılma süresi, en fazla %30 rutubete sahip kontrol numunesinde (1080 sn), en az borik asit+boraks (600 sn) çıkmıştır. Düşük retensiyon miktarına sahip borlu bileşikler yanmayı önleyici etkiyi azaltmışlardır. Sonuç olarak, farklı konsantrasyonda hazırlanmış borlu bileşiklerin sulu çözeltileri ve su iticiler ile ikili işlemler şeklinde uygulanması yanma önleyici etkiyi artırabilir (Örs vd., 2002).

Bu çalışmada, renk açıcı maddelerin ve verniklerin ağaç malzemenin yanmada yıkılma süreleri üzerinde etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Ülkemizde mobilya endüstrisinde yaygın kullanılan ağaç türleri, vernikler ve renk açma maddelerinin etkileşiminin incelenmesi ve bunların imalatçının ve tasarımcının kullanımı için uygun hale getirilmesi araştırmamızın özgün değerini oluşturmaktadır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Ahşap endüstrisinde yaygın kullanıma sahip sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) odunları deneme materyali olarak belirlenmiştir. Deneysel örnekleri Ankara-Siteler bölgesindeki kereste işletmelerinden temin edilmiştir.

### 2.1.1. Vernikler

Numunelerin verniklenmesinde tek bileşenli su bazlı, sentetik, akrilik ve poliüretan vernik kullanılmıştır (Bankowsky ve Eichletoer, 1993).

*Su bazlı vernik*; kokusuz, renksiz ve ahşabın doğal rengini değiştirmeyen özelliktedir. Kuruması kimyasal olup, dönüşümsüz katmanlar verir. Temizlik maddeleri, yağlar, hardal, şarap ve sirkeye karşı dayanıklıdır.

*Sentetik vernik*, oluşumunu tamamlamış ve polimerleşmesi yarım bırakılmış olarak iki tipte üretilmektedir. Oluşumunu tamamlamış sentetik reçineler nitroselüloza benzer ve fiziksel kuruma yaparlar. Polimerleşmesi yarım bırakılmış sentetik reçinelerde yağlı bir alkid kullanılmaktadır. Strenal alkid ve üretan alkid bu amaçla kullanılır. Bunlarda, polimerizasyona ya da oksidasyona dayalı bir kuruma şekli görülür ve dönüşümsüzdür. Sentetik vernikte çözücü olarak terebentin kullanılmaktadır. Kurumayı hızlandırmak için oksijen verme yeteneğindeki metal sabunları, katalizör olarak kullanılır (Sönmez, 1989).

*Akrilik vernik*, akrilik reçineden üretilen çift komponentli bir verniktir. Ağaçışlerinde her çeşit masif ve kaplama ile özellikle renk değişikliği ve sararmanın istenmediği kaplamalarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Ayrıca yaşlanma sonucu bozulmaya dayanıklı, su beyazı orijinal rengi, yüksek sıcaklığa dayanıklı, elektrik akımına karşı dirençli olup, pigment ilavesi yapıldığında dayanıklı ve esnek filmler verir (Budakçı, 2003).

*Poliüretan vernik*, İki komponentli vernik olup kimyasal tepkimeli vernik gruplarındandır. Eritici inceltici sıvısı buharlaşır, elemanları kimyasal tepkimeye girer. Bunlar alkollenmiş kuruyan yağlar, polieterler ve poliester ile kastor yağı türevleri gibi bünyesinde (OH) bulunduran bileşenlerin izosiyanatlarla reaksiyonu sonucu meydana gelen ve yapısında N-C-O bulunduran bileşiklerdir (Sönmez, 1989).

### 2.1.2. Renk açma çözeltileri

Renk açma işleminde kullanılan çözeltilerin teknik özellikleri aşağıda verilmiştir (Atar vd., 2010).

*Sodyum hidroksit* (NaOH); higroskopik madde olup su ve alkolde kolayca çözünür. Beyaz kristal haldedir ve çözelti reaksiyonu kuvvetlidir. 18°C' ta, %52 oranda çözünür, bu esnada ısı verir. Çözünme ısısı: 9.9 kcal/mol, erime noktası: 322 °C, yoğunluğu: 1.2 g/cm<sup>3</sup>, normal çözelti pH derecesi: 14'tür.

*Hidrojen peroksit* (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>); piyasada perhidrol olarak bilinen çözelti, renksizdir ve molekül ağırlığı: 34g/mol, erime noktası: -26 °C, kaynama noktası: 107 °C, bir litredeki ağırlığı: 1.12 kg'dır.

*Sodyum silikat* (NaSiO<sub>3</sub>); genellikle alkasil olarak bilinen bu çözelti, suda çözünür ve ince toz halindeki kuvarsın soda ile eritilmesiyle elde edilir. Molekül ağırlığı: 22.9 g/mol, erime noktası: 1088 °C' dir.

*Kalsiyum hidroksit* (Ca(OH)<sub>2</sub>); Sönmüş kireç olarak bilinen kalsiyum hidroksit, ince beyaz bir tozdur. Molekül ağırlığı, 74 g/mol, 20°C'de 1 litre suda 1.7g çözünebilmektedir.

*Asetik asit* (CH<sub>3</sub>COOH); piyasada etenoik asit olarak bilinir ve beyaz, renksiz sıvı halinde satılır. Molekül ağırlığı, 60 g/mol, erime noktası 16.5°C, yoğunluğu ise, 1.04 g/mol

olup renk açma işleminde hem renk açıcı hem de nötrleştirme gereci olarak kullanılır.

*Sodyum disülfid* ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ); higroskopik bir madde olup beyaz renkli toz halinde piyasada bulmak mümkündür. Yoğunluğu  $1.5\text{g/cm}^3$ , %40'lık  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  çözeltisi hafif asidik reaksiyon gösterir, molekül ağırlığı  $190\text{g/mol}$ , erime noktası  $170^\circ\text{C}$  olup  $20^\circ\text{C}$  sıcaklıkta  $54\text{g}/100\text{ml}$  çözünür.

*Oksalik asit* ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ); renksiz prizmalar halinde olup,  $100\text{g}$  suda  $20^\circ\text{C}$  de  $10\text{g}$  çözünür. Sudaki çözeltisinin reaksiyonu kuvvetli asittir. Molekül ağırlığı:  $126.07\text{g/mol}$ , erime noktası:  $101^\circ\text{C}$ , kaynama noktası:  $150^\circ\text{C}$ , yoğunluğu:  $1.65\text{gr/mol}$  olup, orta derecede kuvvetli asit özelliğindedir.

*Potasyum permanganat* ( $\text{KMnO}_4$ ); piyasada katı ve sıvı halde bulunur, oksitlenebilir özelliği yanında zehirli olup ucuz ve kolay temin edilebilmektedir. Molekül ağırlığı  $158\text{g/mol}$ , erime noktası  $50^\circ\text{C}$  olup,  $20^\circ\text{C}$  sıcaklıkta bir litre suda  $65\text{g}$  çözünür.

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Deney numunelerinin hazırlanışı

Denemelerde kullanılan ağaç malzemeler tamamen tesadüfi metotla birinci sınıf ağaç malzemedeki düzgün lifli, ardaksız, budaksız, çatlaksız, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlılarına maruz kalmamış ve yıllık halkalar yüzeye dik olarak ve diri odundan ASTM D 358 esaslarına göre hazırlanmıştır (ASTM D 358, 1998). Deney örnekleri,  $20\pm 2^\circ\text{C}$  sıcaklık, %65±3 bağıl nemde %12 rutubete gelinceye kadar bekletilmiştir (TS 2471, 1976). Hava kurusu rutubetteki örnekler ASTM E 160-50'ye göre  $13\times 13\times 76\text{mm}$  (radyal x teğet x boy) ölçülerinde yanma deney örnekleri hazırlanmıştır (ASTM E 160-50, 1975). Araştırmada, 2 ağaç türü, 4 vernik çeşidi + 1 kontrol, 5 renk açma çözeltisi + 1 kontrol, 3 grup ve her grupta 24 tane olmak üzere ( $2\times 4\times 6\times 3\times 24$ ) toplam 3456 tane deney numunesi kullanılmıştır.

### 2.2.2. Renk açma işlemi

Renk açma işlemi için hazırlanan deney örnekleri %18'lik  $\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaSiO}_3+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5+\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $\text{KMnO}_4+\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5+\text{H}_2\text{O}_2$  çözelti grupları ile renk açma işlemine tabi tutulmuştur. Renk açma için, yedi farklı kimyasal madde ile 5 çözelti grubu yapılmıştır (Çizelge 1).

Renk açıcı kimyasallar, özelliklerine göre, ağırlıkça (Mg) ve ya hacimce (Vml) % 18'lik hazırlanmıştır. Bu amaçla, katılarda;

$$M_g = \frac{M_c \cdot \%M/M}{\%S}$$

$M_g$  = İstenen çözelti miktarı (g),

$M_c$  = Hazırlanması istenen çözelti miktarı (g)

$\%M/M$  = İstenen çözeltinin ağırlıkça yüzdesi,

$\%S$  = Kimyasalın safsızlık oranı (%)

Sıvılarda;

$$V_{ml} = \frac{V_c \cdot \%V/V}{\%S \cdot d}$$

$V_{ml}$  = İstenen çözelti miktarı (ml),

$V_c$  = Hazırlanması istenen çözelti miktarı (ml)

$\%V/V$  = İstenen çözeltinin hacimce yüzdesi,

$d$  = Çözeltinin yoğunluğu ( $\text{g/cm}^3$ ), formülleri kullanılmıştır (Atar vd., 2010).

Renk açma çözeltileri, deney örnekleri yüzeylerine süngerle ilk, lifler yönünde sonra liflere dik ve tekrar lifler yönünde sürülmüştür. Çözeltideki maddeler ayrı ayrı sürülmüş, ilk sürülenin etkisinin artması için yaklaşık 2 dakika bekledikten sonra ikinci çözelti uygulanmıştır. Deneylerde kullanılan 7 renk açıcı kimyasalın pH değerleri pH kâğıdı ile ölçülerek Çizelge 2'de verilmiştir.

### 2.2.3. Vernikleme işlemi

Deney örneklerine renk açma işlemi uygulandıktan sonra üst yüzey işlemlerine hazır hale getirilebilmesi için iklimlendirme dolabında  $20\pm 2^\circ\text{C}$  sıcaklık, % 65±3 bağıl nemde ağırlığı değişmez olana kadar bekletilmiştir. Numunelerin verniklenmesi ASTM D 3023 standardı esaslarına göre yapılmıştır (ASTM D 3023, 1998). Su bazlı vernik uygulaması, %10 su karıştırılarak yüksek basınçlı tabanca ile 3 kat olarak uygulanıp %10 rutubet için  $20\pm 2^\circ\text{C}$  sıcaklık %65±3 bağıl nemde 3 hafta süreyle kurumaya bırakılmıştır. Sentetik vernik uygulaması, deney örneklerine fırça ile 3 kat olarak uygulanmıştır. Örnekler, vernik sürme işleminden sonra  $20\pm 2^\circ\text{C}$  sıcaklık, %65±3 bağıl nemde kurumaya bırakılmıştır. Örnek yüzeylerine akrilik ve poliüretan vernik uygulaması fırça ile 3 kat uygulanmıştır.

### 2.2.4. Yanma deneyi

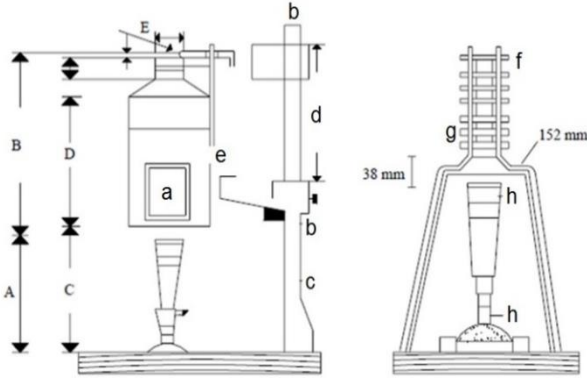
Yanma deneyi için, ASTM E 160-50 esaslarına uyularak tasarlanmış yanma test cihazı kullanılmıştır (Şekil 1).

Çizelge 1. Renk açma çözeltisi grupları

Kimyasal madde	Nötrleştirme maddesi
$\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$ (R <sub>1</sub> )	
$\text{NaOH}+\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{H}_2\text{O}_2$ (R <sub>2</sub> )	Destile su
$\text{NaSiO}_3+\text{H}_2\text{O}_2$ (R <sub>3</sub> )	asetik asit ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5+\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (R <sub>4</sub> )	
$\text{KMnO}_4+\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5+\text{H}_2\text{O}_2$ (R <sub>5</sub> )	

Çizelge 2. Renk açıcı kimyasalların pH değerleri

Renk Açıcı Kimyasal	pH (25 °C)
NaOH	14
$\text{H}_2\text{O}_2$	4
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$	5
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	10
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	2
$\text{NaSiO}_3$	12
$\text{KMnO}_4$	12



Şekil 1. Yanma test cihazı. a. Mika cam, b. Kızak sonu, c. Bek rehberi, d. Kızak, e. Potansiyometre veya milivoltmetre girişi, f. Odun örnekleri, g. Tel kafes h. Bek (maker tipi), A. 270 mm. B. 430 mm. C. 295 mm. D. 305 mm. E. 38 mm.

Deney öncesi her örnek grubu tartılarak cihazdaki tel sehpaye istiflenmiştir. Deneyde 24 tane numune, 12 kat ve üstüste kare prizma şeklinde dizilip yakılmıştır. Altta bulunan maker tipi çıkış ağzından alev yüksekliği cihaz boşken  $25 \pm 1.3$  cm, manometredeki gaz basıncı ise  $0.5$  kg/cm<sup>2</sup> olmak üzere sabit tutulmuştur. Gaz yandığında termokuplun monte edildiği baca kısmında  $315 \pm 8^\circ\text{C}$  sıcaklık oluşacak şekilde sürekli kontrol edilmiştir. Alev kaynağı istifin altına merkezlenerek 3 dakika alev kaynaklı yanma sürdürülmüştür. Alev kaynağının söndürülmesini takiben, kendi kendine yanma ile kor hali yanma aşamaları olmuştur. Yanma aşamalarında ölçümler sırasıyla 15sn, 30sn ve 30sn sürelerde yapılarak; sıcaklık değişimleri ( $^\circ\text{C}$ ) termometreden ve yanmada yıkılma süreleri saniye (Sn) olarak belirlenmiştir (Aşçı ve Keskin, 2019).

### 2.3. Verilerin analizi

İstatistiksel değerlendirmelerde MSTAT-C istatistik programı ile çalışılmıştır. Çoklu varyans analizinde F testine göre gruplar arasında fark anlamlı çıktığında, Duncan testi ile ortalama değerler arasındaki fark karşılaştırılmıştır.

## 3. Bulgular ve tartışma

### 3.1. Yanmada yıkılma süresi (Sn)

Ağaç türü, renk açma çözeltileri ve vernik bazında yıkılma sürelerine ilişkin tekli karşılaştırma ortalama değerleri Çizelge 3’de gösterilmiştir.

Yanmada yıkılma süreleri; ağaç türü düzeyinde en yüksek Doğu kayınında, en düşük sarıçamda, renk açma çözeltileri düzeyinde en yüksek R<sub>5</sub>’de, en düşük R<sub>2</sub>’de ve vernik çeşidi düzeyinde en yüksek poliüretan vernikte, en düşük su bazlı vernikte bulunmuştur.

Ağaç türü, renk açma çözeltileri ve vernik çeşidinin yıkılma süresine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4’de gösterilmiştir.

Ağaç türü, renk açma çözeltileri ve vernik çeşidinin yanmada yıkılma sürelerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ( $\alpha=0.05$ ). Farklılığın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için yapılan DUNCAN testi değerleri Çizelge 5’de gösterilmiştir.

Yanma deneylerinde yıkılma göstermeyen örneklerin yıkılma süreleri sıfır “0” olarak girilmiştir. Yanmada yıkılma süreleri; ağaç türü, renk açma çözeltileri ve vernik çeşidi etkileşimine göre, en yüksek I+R<sub>4</sub>+Sb (1260sn), en düşük I+R<sub>3</sub>+St’ de (630sn) elde edilmiştir. Buna göre; yıkılma süresi artışı veya azalışında, renk açma çözeltilerinin yanı sıra vernik çeşidi ve ağaç türünün de etkili olduğu söylenebilir. Buna ait grafik Şekil 2’de verilmiştir.

Çizelge 3. Yanmada yıkılma süresi (Sn)

Ağaç türü	$\bar{X}$	HG <sub>1</sub>
Doğu kayını (I)	877.56	a*
Sarıçam (II)	570.00	b
Renk açma çözeltileri	$\bar{X}$	HG <sub>2</sub>
Kontrol (K)	748.00	abc
NaOH+H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (R <sub>1</sub> )	698.70	bcd
NaOH+Ca(OH) <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (R <sub>2</sub> )	645.00	d
NaSiO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (R <sub>3</sub> )	678.00	cd
NaHSO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (R <sub>4</sub> )	772.70	ab
KMnO <sub>4</sub> +NaHSO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (R <sub>5</sub> )	800.33	a*
Vernikler	$\bar{X}$	HG <sub>3</sub>
Kontrol (K)	819.70	a
Su bazlı vernik (Sb)	563.10	c
Sentetik vernik (St)	700.30	b
Poliüretan vernik (Pü)	776.70	a*
Akrilik vernik (Av)	759.20	ab

\*: En yüksek yıkılma süresi,  $\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, LSD: En düşük anlamlı fark, (LSD<sub>1</sub>:  $\pm 14.94$ ), (LSD<sub>2</sub>:  $\pm 72.53$ ), (LSD<sub>3</sub>:  $\pm 23.65$ )

Çizelge 4. Yanmada yıkılma sürelerine ilişkin varyans analizi

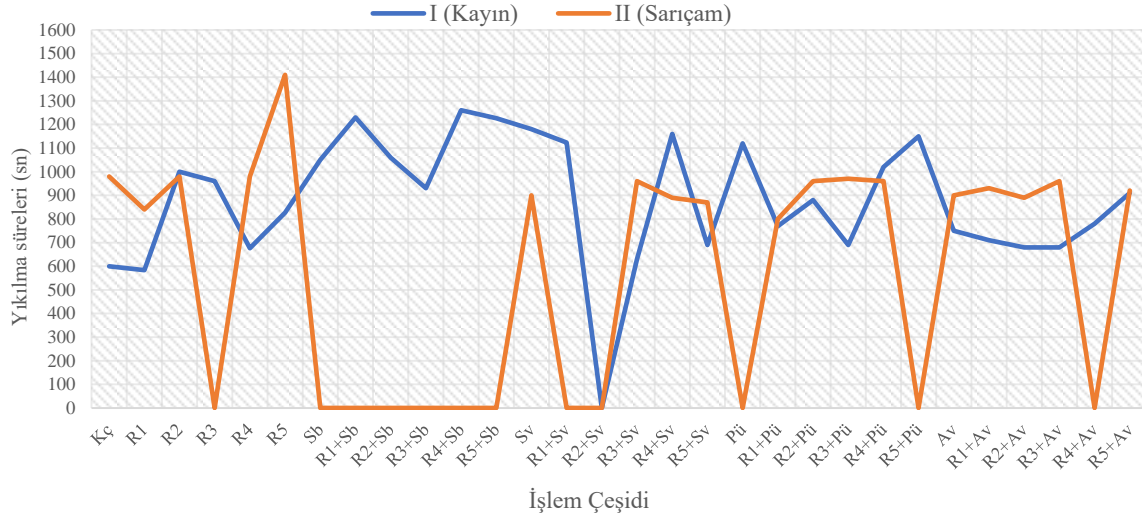
Varyans kaynağı	SD	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Değeri	P<0,05
Faktör A	1	4256568.8	4256568.8	211.44	0.0000*
Faktör B	4	1426997.7	356749.44	17.721	0.0000*
AB	4	8511631.1	2127907.7	105.70	0.0000*
Faktör C	5	533091.11	106618.22	5.2962	0.0002*
AC	5	412171.11	82434.222	4.0949	0.0018*
BC	20	7527375.5	376368.77	18.695	0.0000*
ABC	20	8244662.2	412233.11	20.477	0.0000*
Hata	120	2415733.3	20131.111		

\*: Fark, 0.05’ e göre anlamlı, SD: Serbestlik Derecesi

Çizelge 5. Yanmada yıkılma sürelerine ilişkin duncan testi

İşlem	$\bar{X}$	HG	İşlem	$\bar{X}$	HG
I+K	600	op	II+K	980	cdefghijk
I+R <sub>1</sub>	583.3	p	II+R <sub>1</sub>	840	ghijklmn
I+R <sub>2</sub>	1000	bcdefghij	II+R <sub>2</sub>	980	cdefghijk
I+R <sub>3</sub>	960	cdefghijk	II+R <sub>3</sub>	0.00	q
I+R <sub>4</sub>	676.7	mno	II+R <sub>4</sub>	980	cdefghijk
I+R <sub>5</sub>	826.7	hijklmno	II+R <sub>5</sub>	141	a
I+Sb	1050	bcdefghi	II+Sb	0.00	q
I+R <sub>1</sub> +Sb	1230	abc	II+R <sub>1</sub> +Sb	0.00	q
I+R <sub>2</sub> +Sb	1060	bcdefgh	II+R <sub>2</sub> +Sb	0.00	q
I+R <sub>3</sub> +Sb	930	defghijk	II+R <sub>3</sub> +Sb	0.00	q
I+R <sub>4</sub> +Sb	1260	ab*	II+R <sub>4</sub> +Sb	0.00	q
I+R <sub>5</sub> +Sb	1227	abc	II+R <sub>5</sub> +Sb	0.00	q
I+St	1180	abcd	II+St	900	defghijkl
I+R <sub>1</sub> +St	1123	bcdefg	II+R <sub>1</sub> +St	0.00	q
I+R <sub>2</sub> +St	0.000	q	II+R <sub>2</sub> +St	0.00	q
I+R <sub>3</sub> +St	630	nop**	II+R <sub>3</sub> +St	960	cdefghijk
I+R <sub>4</sub> +St	1160	abcde	II+R <sub>4</sub> +St	890	efghijklm
I+R <sub>5</sub> +St	690	lmnop	II+R <sub>5</sub> +St	870	fghijklmn
I+Pü	1120	bcdefg	II+Pü	0.00	q
I+R <sub>1</sub> +Pü	770	ijklmnop	II+R <sub>1</sub> +Pü	800	hijklmnop
I+R <sub>2</sub> +Pü	880	efghijkl	II+R <sub>2</sub> +Pü	960	cdefghijkl
I+R <sub>3</sub> +Pü	690	lmnop	II+R <sub>3</sub> +Pü	970	cdefghijkl
I+R <sub>4</sub> +Pü	1020	bcdefghi	II+R <sub>4</sub> +Pü	960	cdefghijkl
I+R <sub>5</sub> +Pü	1150	abcdef	II+R <sub>5</sub> +Pü	0.00	q
I+Av	750	ijklmnop	II+Av	900	defghijkl
I+R <sub>1</sub> +Av	710	klmnop	II+R <sub>1</sub> +Av	930	defghijkl
I+R <sub>2</sub> +Av	680	mno	II+R <sub>2</sub> +Av	890	efghijklm
I+R <sub>3</sub> +Av	680	mno	II+R <sub>3</sub> +Av	960	cdefghijk
I+R <sub>4</sub> +Av	780	hijklmno	II+R <sub>4</sub> +Av	0.00	q
I+R <sub>5</sub> +Av	910	defghijk	II+R <sub>5</sub> +Av	920	defghijkl

LSD (En düşük anlamlı fark): 229.4 \*: En yüksek yıkılma süresi, \*\*: En düşük yıkılma süresi  
 $\bar{x}$ : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu



Şekil 2. Ahşap malzemelerde işlem çeşidine göre yanmada yıkılma süreleri etkileşimleri

#### 4. Sonuçlar ve öneriler

Yanmada yıkılma süresi bakımından genel olarak sarıçamda su bazlı ve bazı sentetik vernikli örneklerde yanmanın tamamlanmasına rağmen yıkılmanın gerçekleşmediği tespit edilmiştir. Buna göre, ağaç türü etkisinin, renk açma gereci ve yanında su bazlı verniğin anlamlı dayanım oluşturduğu söylenebilir. Bu durum bu tür risk taşıyan kullanım alanları için önemli bir parametre olabilir.

Verniklerde katman kalınlığı ( $\mu\text{m}$ ); sentetik vernikte 92, poliüretan vernikte 120, su bazlı vernikte 66, akrilik vernikte 128 ölçülmüştür. Vernik katman kalınlıkları arasında oluşan farklılık, verniklerin katı madde miktarından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca katman kalınlığı yüzey düzgünlüğü arttıkça daha yüksek çıkmıştır. Elde edilen sonuçlar literatür ile uyumludur.

Ağaç türü düzeyinde yanmada yıkılma süreleri; en yüksek Doğu kayınında (877.6sn), en düşük sarıçamda (570sn) bulunmuştur. Doğu kayını odunu yanmada yıkılma

süresi bakımından sarıçama göre daha başarılı olduğu söylenebilir. Nitekim Doğu kayınında yıkılma süresi sarıçama göre %35 oranında daha uzun sürmüştür.

Vernik çeşidi düzeyinde en yüksek poliüretanda (776.7sn) en düşük su bazlıda (563.1sn) elde edilmiştir. Poliüretan vernik yanmada yıkılma süresi bakımından diğer verniklere göre daha başarılı olduğu söylenebilir. Nitekim, poliüretan vernikte yıkılma süresi su bazlı verniğe göre %27, sentetik verniğe göre %10, akrilik verniğe göre %2 oranında daha uzun sürmüştür.

Renk açma çözeltisi düzeyinde yanmada yıkılma süreleri en yüksek R<sub>5</sub>'te (800.3sn) en düşük değerler R<sub>2</sub>'de (645sn) elde edilmiştir. Kontrol örneğine göre, R<sub>4</sub> ve R<sub>5</sub> çözeltisi hariç diğer çözeltiler yıkılma süresini kısaltıcı etki göstermiştir. Nitekim, kontrol örneklerine göre yaklaşık olarak R<sub>1</sub> %6.6, R<sub>2</sub> %14, R<sub>3</sub> %9 oranında yıkılma süresini kısaltıcı, R<sub>4</sub>'te %3 ve R<sub>5</sub>'te %6 oranında yıkılma süresinde artırıcı etki göstermiştir.

Yanmada yıkılma süresi, ağaç türü, vernik çeşidi ve renk açma çözeltisi etkileşimine göre en yüksek süre I + R<sub>4</sub> + Sb (1260sn)'de, en düşük süreler ise I + R<sub>3</sub> + St (630sn) kombinasyonunda elde edilmiştir. Buna göre yangın riski söz konusu olan kullanım yerlerinde R<sub>4</sub> renk açma çözeltisi ile rengi açılmış, su bazlı vernikle kaplanmış Doğu kayını odununun kullanılması önerilebilir.

#### Açıklama

Bu araştırma, 2010 / 1090043 nolu TÜBİTAK Projesi ile desteklenmiştir.

#### Etik standartların beyanı

Bu makalenin yazarları çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

#### Kaynaklar

- ASTM D 358, 1998. Standard specification for wood to be used as panels in weathering tests of coatings. ASTM Standards, USA.
- ASTM E 160-50, 1975. Standard test method for combustible properties of treated wood by the crib test. ASTM Standards, USA.
- ASTM D-3023, 1998. Standard practice for resistance of factory applied coatings on wood products of stain and reagents. ASTM Standards, USA.
- Aşçı, T., Keskin, H., 2019. Combustion properties of Scots pine (*Pinus sylvestris* Lipsky) wood impregnated with boron compound doped colophony. Furniture and Wooden Material Research Journal, 2(1): 11-22.
- Atar, M., Yalınkılıç, A.C., Aksoy, E., 2010. Renk açma işleminin ağaç malzemenin yanma özelliklerine etkileri. TÜBİTAK Proje Sonuç Raporu, Proje Numarası: 1090043, Ankara.
- Bankowsky, B., Eichletoer, N., 1993. Raw materials for environment friendly wood lacquers, WKI-Bencht. Holzer Working Party for Wood Research, Brunswick, 31: 145-157.
- Banks, W.B., Miller, E.R., 1982. Chemical aspects of wood technology Sweden. Forest Products Journal, 11(4): 57-64.
- Budakçı, M., 2003. Pnömatik adezyon deney cihazı tasarımı, üretimi ve ahşap verniklerinde denemesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Edwin, P.B., Carter, M., 1983. Wood bleaches and bleaching methods, finishing eastern, hard woods. Department of Agriculture, Forest Products Laboratory, Madison, 29-39, USA.
- Fidan, M.S., Yaşar, Ş., Yaşar, M., Atar, M., Alkan, E., 2016. Combustion characteristics of impregnated and surface-treated chestnut (*Castanea sativa* mill.) wood left outdoors for one year. BioResources, 11(1): 2083-2095.
- Örs, Y., Atar, M., Özcifci, A., Peker, H., 2002. Çeşitli maddelerle emprenye edilmiş kokarağaç (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) odununun yanma özellikleri. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Teknoloji Dergisi, 1(2): 61-70.
- Örs, Y., Keskin, H., 2008. Ağaç Malzeme Teknolojisi. Ders Kitabı, Gazi Yayıncılık, Ankara.
- Sönmez, A., 1989. Ağaçtan yapılmış mobilya üst yüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- TS 2471, 1976. Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini. TSE, Ankara.
- Uysal, B., Özçifçi, A., 2000. Rengi açılan doğu kayını odununun (*Fagus orientalis* Lipsky) yanma özellikleri. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12(1): 363-371.
- Yaşar, Ş., Atar, M., 2017. Ahşap koruyucularla muamele edilmiş bazı ağaç malzemelerin yanmasıyla ortaya çıkan gaz emisyon miktarları. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 6(3): 503-514.