



Renk açma ve vernikleme işleminin bazı ağaç malzemelerin alev kaynaklı yanma özelliklerine etkileri

Ahmet C. Yalınkılıç¹, Eyüp Aksoy², Musa Atar³, Hakan Keskin^{3*}

Öz

Bu çalışma, renk açma ve vernikleme işleminin bazı ağaç malzemelerde alev kaynaklı yanma özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu maksatla, Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) odunlarından ASTM D 358'e göre hazırlanan örnekler, % 18'lik NaOH+H₂O₂, NaOH+Ca(OH)₂ + H₂O₂, Na₂S₂O₅ + H₂C₂O₄, NaSiO₃+H₂O₂, KMnO₄+Na₂S₂O₅+H₂O₂ çözelti grupları ile renk açma işlemi yapılmıştır. Renk açma işlemi yapılmış örnekler ASTM D 3023'e göre su bazlı, sentetik, poliüretan ve akrilik vernikler uygulanmış ve alev kaynaklı yanma özellikleri ASTM E 160-50 esaslarına göre belirlenmiştir. Sonuç olarak; ağaç malzeme, renk açma çözeltisi ve vernik etkileşimlerine göre; alev kaynaklı yanma sıcaklıkları (°C) sırasıyla en yüksek; III+R3+Sb'de (473.9), III+R1+Sb'de (639.0), II+R3+St'de (440.0), en düşük; I+R3+Pü'de (188.2), II+R1+Av'de (374.9), I+R1+Sb'de (58.77) çıkmıştır. Bu değerlere göre; renk açma çözeltilerinin, ağaç malzeme ve verniklerin yanmayı artırıcı etkilerini azalttığı söylenebilir. Buna göre yangın riski söz konusu olan kullanım yerlerinde; sapsız meşe+R3 çözeltisi+Akrilik vernik şeklindeki kombinasyon önerilebilir.

Anahtar kelimeler: Renk açma, vernikleme, alev kaynaklı yanma, ağaç malzemeler

Impacts of the bleaching and varnishing process on the flame sources combustion properties of some wood materials

Abstract

The aim of this study was to investigate the impact of bleaching and varnishing process on the flame sources combustion properties of some wood materials. For this purpose, Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky), European oak (*Quercus petraea* Liebl.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* Lipsky) wood samples prepared in accordance with ASTM D 358. Bleaching process was carried out with the group, 18% NaOH+H₂O₂, NaOH+Ca(OH)₂+H₂O₂, Na₂S₂O₅+H₂C₂O₄, NaSiO₃+H₂O₂, KMnO₄+H₂O₂+Na₂S₂O₅ solution. Samples of bleaching was carried out in ASTM D 3023 by water-based, synthetic, polyurethane and acrylic varnishes have been implemented and flame sources combustion properties of ASTM E 160-50, was determined according to the principles. As a result, considering the interaction of wood material, bleaching solution and varnish type, flame sources temperature (°C) were the highest; III+R3+Sb (473.9), III+R1+Sb (639.0), II+R3+St (440.0) the lowest, I+R3+Pü (188.2), II+R1+Av (374.9), I+R1+Sb (58.77). According to these values; It can be said that the bleaching solutions reduce the combustion effects of wood materials and varnishes. Accordingly, in places where there is a risk of fire; can be recommended combination without European oak + R3 solution + Acrylic varnish.

Keywords: Bleaching, varnishing, flame sources combustion, wood materials

Makale tarihçesi: Geliş: 10.06.2020, Kabul: 09.07.2020, Yayınlanma: 28.12.2020 *e-posta: khakan@gazi.edu.tr

¹Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknoloji Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, Kütahya / Türkiye,

²Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü – Afyonkarahisar / Türkiye,

³Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaççılı Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara / Türkiye

Atıf: Yalınkılıç A.C., Aksoy E., Atar M., Keskin H., (2020), Renk açma ve vernikleme işleminin bazı ağaç malzemelerin alev kaynaklı yanma özelliklerine etkileri, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 3 (2), 61-70. DOI:10.33725/mamad.750801

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 miktarının artması ve orman alanlarının gitgide azalması üretilen ahşap malzemenin uzun süre kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bitkisel (mantar) ve hayvansal (böcek, kurt, termit vb.) zararlılar ile ateşe ve boyut değiştirmelerine karşı odunu kurumak 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, Highley ve Kicle, 1990). Ağaç malzeme yüzeylerini harici etkilere karşı korumak ve doğal görüntüsünü belirgin hale getirmek amacıyla en fazla kullanılan koruyucu örtü gereçleri verniklerdir (Sönmez, 1989).

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 bazı kimyasal maddelerin oksidasyonu ve tanenli odunların metallerle teması ile oluşan renklenmeler ile meydana gelmektedir (Banks ve Miller, 1982).

Ağaç işlerinde renk, ölçü, biçim, form, fonksiyon vb. kadar önemlidir. Doğal halde iken ağaç malzemenin rengi çoğu zaman bu tür ihtiyaçlara cevap vermeyebilir. Üst yüzey işlemleri yapmadan önce ahşap yüzeylerinde renk açma işlemi ile istenen renk uyumu sağlanabilir. Renk açma işlemi ve emprenye etme ağaç malzeme yapısına tesir etmekte, sertlik, parlaklık ve renk özelliklerine tesir etmektedir. Renk açma, kimyasal bir çözelti ile ağaç malzeme yüzeyi renginin daha açık hale getirilmesidir. Mobilya endüstrisinde meşe ve kestane gibi bazı ağaç odunlarına üst yüzey işlemleri ile birlikte renk açma işlemi uygulanmaktadır (Edwin ve Carter, 1983).

Özçifçi, (2001) çalışmasında, sapsız meşede (*Quercus sessiliflora* Salisb.) (Oksalik asit ($C_2O_4H_2$), sodyum hidroksit (NaOH), hidrojen peroksit (H_2O_2), amonyak (NH_3) ve hidroklorik asit (HCl) ile Renk açma işleminin CO_2 miktarı (ppm), yanma çeşidi bakımından en yüksek kendi kendine yanmada (6,5), en düşük alev kaynaklı yanmada (5,1) bulunmuştur.

Fidan ve ark. (2016), çalışmalarında, Tanalith-E ve Wolmanit-CB ile emprenye edilmiş kestane (*Castanea sativa* Mill.) odunlarına su bazlı ve sentetik vernik uygulandıktan sonra bir yıl dış hava şartlarında bekletilmişlerdir. Deney örneklerin yanma özelliklerinde CO_2 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.

Uysal ve Özçifçi, (2000), yaptığı çalışmalarında oksalik asit ($C_2O_4H_2$), sodyum hidroksit (NaOH), Hidrojen peroksit (H_2O_2), amonyak (NH_3), hidroklorik asit (HCl) ile rengi açılan Doğu kayını yanma özelliğinde en fazla CO_2 değişim miktarı I. ($C_2O_4H_2$)'de elde edildiği tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, CO_2 değişimi bakımından renk açma maddesi çeşidinin etkili olduğu ifade edilmiştir.

Yaşar ve Atar, (2017), çalışmalarında Tanalith-E ve Wolmanit-CB ile emprenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) odunları sentetik ve su bazlı vernik ile kaplandıktan sonra yanma testlerine tabi tutulmuştur. Örneklerin yanma özelliklerinde CO_2 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.

Bu çalışmada, renk açıcı maddelerin ve verniklerin ağaç malzemenin alev kaynaklı yanma özellikleri 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 Metot

2.1. Materyal

Ağaçşileri endüstrisinde yaygın olarak kullanılması nedeniyle sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Lipsky) odunları deney materyali olarak seçilmiştir. Deney örneklerinde kullanılan ahşap malzeme TS 1476 standardı esaslarına uygun olarak, düzgün lifli, ardaksız, budaksız, mikroorganizma, mantar ve böcek zararlılarına maruz kalmamış ağaç malzemeler, Ankara – Siteler bölgesindeki kereste işletmelerinden temin edilmiştir.

2.1.1. Vernikler

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

Su bazlı vernik; renksiz, kokusuz ve ağaç malzemenin doğal rengini değiştirmeyen özelliindedir. Kuruması kimyasal olup, dönüşümsüz katmanlar verir. Birden fazla kat aynı günde uygulanabilir. Temizlik maddeleri, yağlar, hardal, şarap ve sirkeye karşı dayanıklıdır. Su bazlı vernik uygulanacak yüzeyler zımparalanarak toz, kir, yağ vb. arındırılmalı ve yüzeyler kuru olmalıdır.

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. Ağaçşilerinde 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).

2.1.2. Renk açma çözeltileri

Renk açma işleminde kullanılan çözeltilerin teknik özellikleri aşağıda verilmiştir (Atar 1999).

Sodyum hidroksit (NaOH); beyaz kristal halde olup, çözeltisi kuvvetli reaksiyon gösterir. 18°C sıcaklıkta, %52 oranında çözünür ve bu esnada ısı verir. Çözünme ısısı 9.9 kcal/mol, erime noktası 322 °C, yoğunluğu 1.2 g/cm³, normal çözeltinin pH derecesi 14'tür. Higroskopik bir madde olup, su ve alkolde kolayca çözünür.

Hidrojen peroksit (H₂O₂); perhidrol olarak bilinen çözelti, renksizdir. Molekül ağırlığı, 34g/mol, erime noktası -26 °C, kaynama noktası 107 °C, bir litredeki ağırlığı ise, 1.12 kg'dır.

Sodyum silikat (NaSiO_3); genellikle alkasil olarak bilinen bu çözelti, suda çözünür ve ince toz haline getirilmiş kuvarsin soda ile birlikte eritilmesiyle elde edilir. Molekül ağırlığı, 22.9 g/mol, erime noktası 1088°C dir.

Kalsiyum hidroksit (Ca(OH)_2); sönmüş kireç olarak bilinen kalsiyum hidroksit, ince beyaz bir tozdur. Molekül ağırlığı, 74 g/mol, 20°C 'de 1 litre suda 1.7g çözünmektedir.

Asetik asit (CH_3COOH); piyasada etanoik 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 1.5g/cm^3 , % 40'lık $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ çözeltisi hafif asidik reaksiyon gösterir, molekül ağırlığı 190 g/mol, erime noktası 170°C olup 20°C sıcaklıkta 54 g/100ml çözünür.

Oksalik asit ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$); renksiz prizmalar halinde olup, 100g suda 20°C de 10g çözünür. Sudaki çözeltisinin reaksiyonu kuvvetli asittir. Molekül ağırlığı 126,07 g/mol, erime noktası 101°C , kaynama noktası 150°C , yoğunluğu 1,653 gr/mol olup, orta derecede kuvvetli asit özelliğindedir.

Potasyum permanganat (KMnO_4); piyasada katı ve sıvı halde bulunur, oksitlenebilme özelliği yanında zehirli olup ucuz ve kolay temin edilebilmektedir. Molekül ağırlığı 158 g/mol, erime noktası 50°C olup, 20°C sıcaklıkta bir litre suda 65g çözünür.

2.2. Metot

2.2.1. Deneme numunelerinin hazırlanması

Denemelerde kullanılan ağaç malzemeler TS 2471 standardı esaslarına göre tamamen tesadüfi metotla birinci sınıf ağaç malzemedan düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, reaksiyon odunu bulunmayan, yoğunluk farkı olmayan, mantar ve böcek zararlılarına uğramamış olmalarına özen gösterilmiş ve yıllık halkalar yüzeye dik gelecek şekilde ve diri odun kısımlarından hazırlanmıştır. Deney örnekleri $20\pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\%65\pm 3$ bağıl nem şartlarında %12 rutubete ulaşmaya kadar bekletilmiştir (TS 2471). Hava kurusu rutubetteki örnekler ASTM E 160–50 esaslarına göre $1,3\times 1,3\times 7,6\text{cm}$ ölçülerinde yanma deney örnekleri hazırlanmıştır. Denemelerde, 3 ağaç türü, 4 vernik çeşidi + 1 kontrol, 5 renk açma çözeltisi + 1 kontrol, 3 grup ve her grupta 24 adet olmak üzere ($3\times 5\times 6\times 3\times 24$) toplam 6480 adet deney örneği kullanılmıştır.

2.2.2. Renk açma işlemi

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

Çizelge 1. Renk açmada kullanılan çözelti grupları

Kimyasal Çözeltiler	Nötrleştirme Maddeleri
$\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$ (R1)	Destile Su Asetik Asit (CH_3COOH)
$\text{NaOH}+\text{Ca(OH)}_2+\text{H}_2\text{O}_2$ (R2)	
$\text{NaSiO}_3+\text{H}_2\text{O}_2$ (R3)	
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5+\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (R4)	
$\text{KMnO}_4+\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5+\text{H}_2\text{O}_2$ (R5)	

Renk açmada kullanılacak kimyasal maddeler, özelliklerine göre, ağırlıkça (Mg) ya da hacimce (Vml) % 18'lik hazırlanmıştır. Bu amaçla, katı halde olanlar;

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

- M_g : İstenen çözelti miktarı (gr),
 M_ζ : Hazırlanması istenen çözelti miktarı (gr)
 $\%M/M$: İstenen çözeltinin ağırlıkça yüzdesi,
 $\%S$: Kimyasal maddenin safsızlık oranı (%)

Sıvı halde olanlar;

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

- V_{ml} : İstenen çözelti miktarı (ml),
 V_ζ : Hazırlanması istenen çözelti miktarı (ml)
 $\%V/V$: İstenen çözeltinin hacimce yüzdesi,
 d : Çözeltinin yoğunluğu (gr/cm³), eşitlikleri kullanılmıştır (Atar 1999).

Renk açma çözeltileri, deney örnekleri yüzeylerine sünger ile ilk önce liflere paralel daha sonra liflere dik ve tekrar liflere paralel yönde olarak tatbik edilmiştir. Çözeltiyi oluşturan maddeler ayrı ayrı sürülmüş, ilk sürülen maddenin 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.

Çizelge 2. Renk açıcı kimyasalların pH değerleri

Renk Açıcı Kimyasal	pH (25 °C)
NaOH	14
H ₂ O ₂	4
Na ₂ S ₂ O ₅	5
Ca(OH) ₂	10
H ₂ C ₂ O ₄	2
NaSiO ₃	12
KMnO ₄	12

Renk açma işlemi tamamlandıktan sonra etki derinliğini arttırmak için oda sıcaklığında 2 gün bekletildikten sonra asetik asit ve bol su ile nötrleştirme işlemi yapılmıştır. Bu işlemden sonra, örneklerinin hava kurusu (%12) rutubete ulaşması sağlanmıştır. Vernikleme işleminden önce yüzeyler hafifçe zımparalanmıştır.

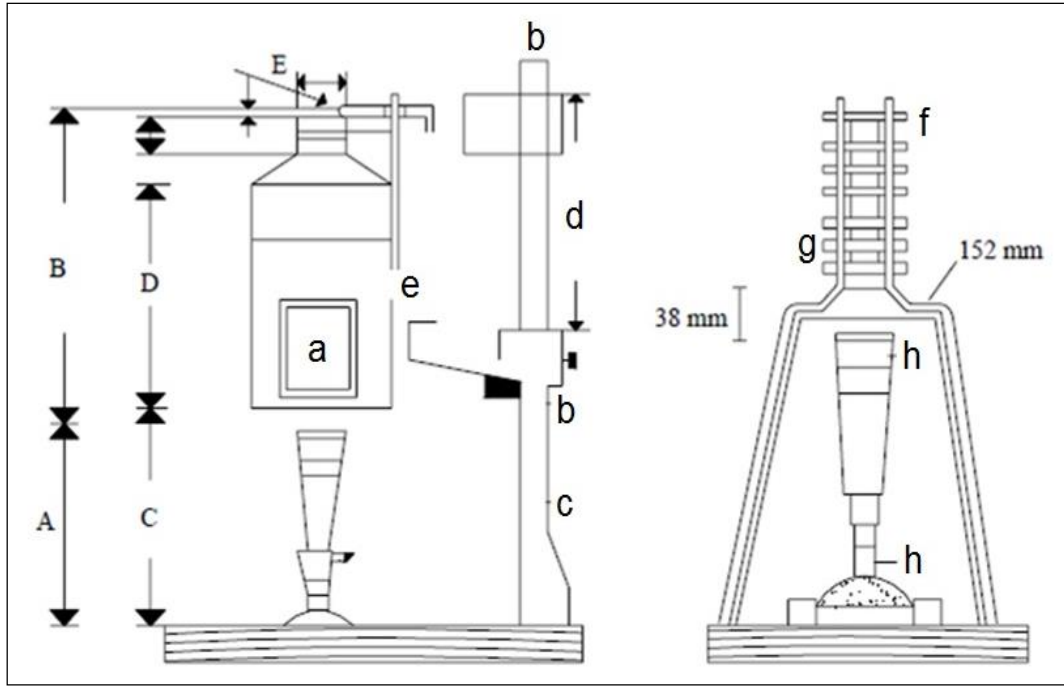
2.2.3. Vernikleme işlemi

Deney örneklerine renk açma işlemi uygulandıktan sonra üst yüzey işlemlerine hazır hale getirilebilmesi için iklimlendirme dolabında 20±2 °C sıcaklık ve % 65±3 bağıl nem şartlarında ağırlığı değişmez hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Numunelerin verniklenmesi ASTM D 3023 standardı esaslarına göre yapılmıştır. Su bazlı vernik uygulaması, %10 su karıştırılarak yüksek basınçlı tabanca ile 3 kat olarak uygulanıp %10 rutubet için 20±2°C sıcaklık %65±3 bağıl nem şartlarında 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 ve $\%65\pm 3$ bağıl nem şartlarında kurumaya bırakılmıştır. Örnek yüzeylerine akrilik ve poliüretan vernik uygulaması fırça ile 3 kat uygulanmıştır.

2.2.4. Alev kaynaklı yanma deneyi

Renk açma işlemi yapılmış ve yapılmamış vernikli ve verniksiz ağaç malzemede yanma özellikleri ASTM E 160-50 esaslarına uyularak Şekil 1’de gösterilen yanma test cihazı kullanılmıştır. Buna göre; yanma deneyi öncesi her örnek grubu tartılarak alettaki tel sehpaye istiflenmiştir. Her katta bulunan örnekler alt ve üst ündeki katlarda bulunanlara dikey konumda yerleştirilmiştir. Alev kaynağı istifin altına merkezlenerek 3 dakika süreyle alev kaynaklı yanma sürdürülmüştür (Aşçı ve Keskin, 2019).



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. (ASTM E 160-50)

2.3. Data Analizi

Verilerin değerlendirilmesinde çoklu varyans analizi kullanılmıştır. Varyans analizinde F testine göre gruplar arası fark önemli çıktığında, Duncan testi ile ortalama değerler arasındaki fark karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Alev kaynaklı yanmada, sıcaklığa ilişkin ortalama değerler Çizelge 3’de, ağaç türü, renk açma çözeltisi ve vernik çeşidinin alev kaynaklı yanma sıcaklığına etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 3. Alev kaynaklı yanmada yanma sıcaklık değerleri (°C)

Ağaç türü	\bar{X}	HG*
Doğu kayını (I)	356.3	A
Sapsız meşe (II)	316.1	B
Sarıçam (III)	364.9	A
Renk açma çözeltileri	\bar{X}	HG**
Kontrol (Ko)	353.5	B
NaOH+H ₂ O ₂ (R1)	382.3	A
NaOH+Ca(OH) ₂ +H ₂ O ₂ (R2)	337.7	B
NaSiO ₃ +H ₂ O ₂ (R3)	308.6	C
NaHSO ₃ +H ₂ C ₂ O ₄ (R4)	350.0	B
KMnO ₄ +NaHSO ₃ +H ₂ O ₂ (R5)	342.4	B
Vernikler	\bar{X}	HG***
Kontrol (K)	371.7	A
Su bazlı vernik (Sb)	329.4	BC
Sentetik vernik (St)	358.2	A
Poliüretan vernik (Pü)	319.5	C
Akrilik vernik (Av)	350.1	AB

HG= Homojenlik grupları, *LSD:18.87, **LSD:26.68, ***LSD:24.36

Alev kaynaklı yanmada yanma sıcaklığı; en yüksek sarıçam R1 ve sentetik vernikte, en düşük sapsız meşe, R3 ve poliüretan vernikte bulunmuştur. Renk açma çözeltilerinden R1 hariç diğerleri ile vernikler sıcaklığı azaltıcı etki göstermiştir. Buna göre, sapsız meşe, R3 ve poliüretan vernik yanmayı önleyici etki göstermiştir. Bu durum alevli yanma riski olan yerlerde dikkate alınabilir.

Çizelge 4. Ağaç türü, renk açma çözeltileri ve vernik çeşidinin alev kaynaklı yanmada yanma sıcaklığına etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P<0,05 SIG.
Faktör A	2	122270.536	61135.268	14.7958	0.0000
Faktör B	4	97410.876	24352.719	5.8938	0.0002
AB	8	43533.412	5441.676	1.3170	0.2375
Faktör C	5	129127.790	25825.558	6.2502	0.0000
AC	10	46070.546	4607.055	1.1150	0.3532
BC	20	859461.903	42973.095	10.4002	0.0000
ABC	40	727741.155	18193.529	4.4031	0.0000
Hata	180	743748.391	4131.936		
Toplam	269	2769364.608			

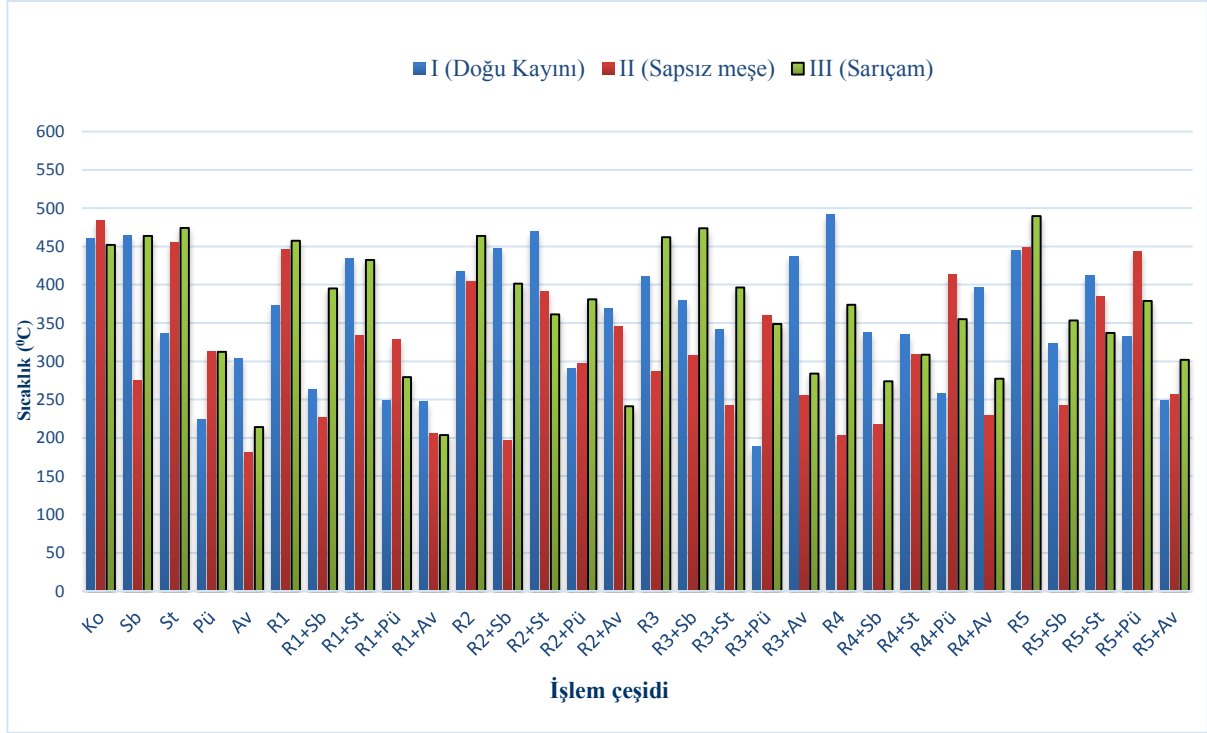
Ağaç türü, renk açma çözeltileri ve vernik çeşidinin alev kaynaklı yanmada yanma sıcaklığına etkileri vernik ağaç etkileşimi hariç istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Farklılığın hangi gruplar arasında önemli olduğunu belirlemek için yapılan DUNCAN testi sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Alev kaynaklı sıcaklığa ilişkin Duncan testi sonuçları

İşlem Çeşidi	\bar{x}	HG	İşlem Çeşidi	\bar{x}	HG	İşlem Çeşidi	\bar{x}	*HG
I+R4	492.0	a	III+R1+Sb	395.0	bcdefghijk	III+R5+Av	302.1	hijklmno
III+R5	489.6	ab	II+R2+St	390.4	bcdefghijk	II+R2+P ü	297.9	ijklmno
II	484.0	ab	II+R5+St	385.0	bcdefghijk	I+R2+P ü	291.1	ijklmno
III+St	474.2	abc	III+R2+P ü	380.8	bcdefghijk	II+R3	287.2	ijklmno
III+R3+Sb	473.9	abc	III+R5+Sb	378.7	cdefghijk	III+R3+Av	284.0	ijklmno
I+R2+St	469.6	abcd	I+R3+Sb	378.7	cdefghijk	III+R1+P ü	279.3	ijklmno
I+Sb	464.1	abcde	III+R4	374.0	cdefghijk	III+R4+Av	277.2	ijklmno
III+R2	463.8	abcde	I+R1	373.6	cdefghijk	II+Sb	275.2	ijklmno
III+Sb	463.7	abcde	I+R2+Av	369.1	cdefghijk	I+R4+Sb	273.9	ijklmno
III+R3	461.9	abcde	III+R2+St	361.4	cdefghijk	I+R1+Sb	263.5	ijklmno
I	460.9	abcde	II+R3+P ü	359.4	cdefghijk	I+R4+P ü	257.6	ijklmnop
III+R1	457.5	abcdef	III+R4+P ü	355.2	cdefghijk	II+R5+Av	257.1	klmnop
II+St	454.7	abcdefg	III+R5+Sb	353.5	defghijkl	II+R3+Av	256.1	klmnop
III	452.0	abcdefg	III+R3+P ü	348.7	defghijkl	I+R1+P ü	249.1	klmnop
II+R5	448.7	abcdefg	II+R2+Av	345.6	efghijklm	I+R5+Av	248.6	klmnop
I+R2+Sb	447.7	abcdefgh	I+R3+St	341.5	efghijklm	I+R1+Av	247.4	lmnop
II+R1	446.7	abcdefgh	I+R4+Sb	337.8	efghijklm	II+R5+Sb	242.5	lmnop
I+R5	445.5	abcdefgh	III+R5+St	337.0	efghijklm	II+R3+St	242.0	lmnop
II+R5+P ü	442.9	abcdefgh	I+St	335.6	fghijklm	III+R2+Av	241.2	mnop
I+R3+P ü	437.3	abcdefgh	I+R4+St	335.1	fghijklm	II+R4+Av	229.7	mnop
I+R1+St	433.6	abcdefgh	II+R1+St	334.1	fghijklmn	II+R1+Sb	226.3	nopq
III+R1+St	432.3	abcdefgh	I+R5+P ü	331.9	fghijklmn	I+P ü	224.5	opq
I+R2	417.9	abcdefgh	II+R1+P ü	328.2	ghijklmn	II+R4+Sb	217.0	pq
II+R4+P ü	412.6	abcdefgh	I+R5+Sb	323.3	ghijklmn	III+Av	214.2	qr
I+R5+St	411.3	abcdefgh	II+P ü	312.8	ghijklmn	II+R1+Av	206.0	qr
I+R3	410.6	abcdefghi	III+P ü	312.4	ghijklmn	II+R4	203.7	rs
II+R2	404.0	abcdefghi	II+R4+St	308.8	ghijklmn	III+R1+Av	203.7	rs
III+R2+Sb	401.3	bcdefghij	III+R3+St	308.6	ghijklmno	II+R2+Sb	196.1	st
I+R4+Av	396.9	bcdefghij	II+R3+Sb	307.4	ghijklmno	I+R3+P ü	188.2	t
III+R3+StI	396.5	bcdefghijk	I+P ü	304.0	ghijklmno	II+Av	180.1	u

*LSD = 103,3

Alev kaynaklı yanmada yanma sıcaklığı; en yüksek I+R4, en düşük II+Av'de elde edilmiştir. Buna göre; alev kaynaklı yanmada yanma sıcaklığı artışı veya azalışında, renk açma çözeltilisinin yanı sıra vernik çeşidi ve ağaç türünün de etkili olduğu söylenebilir. Ancak kontrol örneklerinin sıcaklık değerlerinin yüksek bulunması, işlemlerin yanma sıcaklığını azalttığı izlenimi vermektedir. Nitekim, renk açıcı kimyasal maddelerin sapsız meşe odununun yanma özelliklerine etkilerinin incelendiği çalışmada benzer sonuç elde edilmiştir (Özcifci, 2001). Araştırmaya ait grafik Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Ağaç malzemelerde işlem çeşidine göre alev kaynaklı yanma sıcaklıkları

4. Sonuçlar ve Öneriler

- Verniklerde katman kalınlığı (μm); 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.
- Alev kaynaklı yanmada yanma sıcaklığı; en yüksek sarıçam, R1 ve sentetik vernikte, en düşük sapsız meşe, R3 ve poliüretan vernikte bulunmuştur. Alev kaynaklı yanma sıcaklığını vernikler ve R1 hariç azaltmıştır. Bu etki kontrol örneklerine göre, R2'de %3, R3'de %12, R4'de %1 ve R5'de %3 daha düşük gerçekleşmiştir. Ağaç malzeme + renk açma çözeltisi etkileşiminde en yüksek; kayın+R1'de, en düşük meşe+R3'de, bulunmuştur. Ağaç malzeme + vernik etkileşiminde en yüksek; sarıçam + sentetik vernikte, en düşük meşe + su bazlı vernikte elde edilmiştir. Ağaç malzeme + renk açma çözeltisi + vernik etkileşiminde uygunluk; Kayın+R3+poliüretan vernik, meşe+R2+su bazlı vernik, sarıçam + R1+ akrilik vernik şeklinde olmuştur. Renk açma çözeltileri ağaç malzemenin yanma özelliklerinde etkili olmuş, bu etki çözelti çeşidine göre farklılık göstermiş, bu farklılıkta ağaç türünün de önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, aynı çözeltinin farklı ağaçlarda farklı sonuçlar göstermesinden anlaşılmaktadır. Yangın riski yüksek olan yerlerde R3 çözeltisi bu bakımdan uygun olabilir.
- Bu sonuçlara göre; ağaç malzemenin yüzey özellikleri ile renk yeknesaklığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olan renk açma maddelerinin, ağaç malzeme ile verniklerin yanma özellikleri üzerinde etkili oldukları ancak bu etkinin önem derecesinin düşük olduğu söylenebilir. Bunlara göre; renk açma işleminde, alev kaynaklı yanma özelliklerine etkileri bakımından uygunluk; ağaç malzeme bakımından Sapsız meşe odunu, renk açma çözeltisi bakımından R3 ve vernik bakımından akrilik vernik olduğu söylenebilir. Buna göre yangın riski söz konusu olan kullanım yerlerinde sapsız meşe+R3+Akrilik vernik kombinasyonu önerilebilir.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK Bilimsel Araştırma Projeler Birimi tarafından desteklenmiştir.
Proje no: 2010 / 109O043.

Kaynaklar

- ASTM E 160-50, (1975), Standart test method for combustible properties of treated wood by the crib test, *ASTM Standards*, USA
- ASTM D 3023, (1998), Standard practice for determination of resistance of factory applied coatings on wood products to stains 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., (1999), Renk açıcı kimyasal maddelerin ağaç malzeme üst yüzey işlemlerine etkileri, *GÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*, Ankara
- Bankowsky B., Eichletoer N., (1993), Raw materials for environment friendly wood lacquers, WKI-Bencht, Holer WorkingParty, *For Wood Research*, Brunswicle, 31, 145-157
- Banks W.B., Miller E.R., (1982), Chemical Aspects of Wood Techology Sweden, *Forest Products Journal*, USA
- Edwin P., Carter M., (1983), Wood bleaches and bleaching methods, finishing eastern, hard woods, U.S. Department of Agriculture, *Forest Products Laboratory*, Madison, 29, 39
- 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
- Highley T.L., Kicle T.K., (1990), Biologuel degraation of wood, *Phytopst Hology*, 69, 1151-1157
- Örs Y., Keskin H., (2008), Ağaç malzeme teknolojisi, Ders kitabı, *Gazi Üniversitesi yayın no : 2000/352*, Gazi yayıncılık, Ankara
- Özçifçi A., (2001), Renk açıcı kimyasal maddelerin sapsız meşe (*Quercus sessiliflora* salisb.) odununun yanma özelliklerine etkileri, *Teknoloji Dergisi*, 3(4), 63-72
- SIGMA 74172 NSU., (2000), Baca gazı analizörü cihazı kullanım kılavuzu, İstanbul
- Sönmez A., (1989), Ağaçtan yapılmış mobilya üst yüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*, Ankara
- TS 1476, (1984), Odunda fiziksel ve mekanik özelliklerin tayini için homojen meşçerelerden numune ağacı ve laboratuvar numunesi alınması, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara
- Yaşar Ş., Atar M., (2017), Ahşap koruyucularla muamele edilmiş bazı ağaç malzemelerin yanmasıyla ortaya çıkan gaz emisyon miktarları, *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(1), 503-514.