



## Verniklenmiş Ağaç Malzemenin Yanma Özellikleri ve Borlu Bileşiklerle Ön Emprenye İşleminin Yanmayı Geciktirici Etkisi

Ergün BAYSAL, Hüseyin PEKER\*, Mehmet ÇOLAK, İlhan TARIMER  
Muğla Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Kötekli, 48000, MUĞLA  
\* Karadeniz Teknik Üniversitesi, Hopa meslek Yüksekokulu, 61040, TRABZON  
e-mail: [ergun69@yahoo.com](mailto:ergun69@yahoo.com); [memetcolak@yahoo.co.uk](mailto:memetcolak@yahoo.co.uk)

### Özet

Bu çalışma, poliüretan ve sentetik vernik türleri ile muamele edilen kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve cennet ağacı odunu (*Ailanthus altissima* Mill. swingle) deney örneklerinde, yanma özelliklerinin belirlenmesi ve vernikleme işleminden önce borik asit ve boraks karışımı (7:3; ağırlık: ağırlık) ile muamele edilerek, ağaç malzemenin yanmasının geciktirilmesi amaçlarına yönelik olarak hazırlanmıştır. Yanma testleri ASTM 160-50 standardına göre alev kaynaklı, alev kaynaklı ve kor hali yanma aşamalarında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; yalnızca borik asit ve boraks karışımı (BA+BX) ile emprenye edilen deney örneklerinde, yanma özellikleri bakımından en iyi sonuçlar alındığı halde, poliüretan vernikle (PÜV) muamele edilen her iki ağaç türüne ait deney örneklerinde, ağırlık kaybı, alev kaynaklı yanma sıcaklığı, alev kaynaklı yanma sıcaklığı, kor hali yanma sıcaklığı ve yıkılma anına kadar geçen sürelerle ilişkin yanma özellikleri bakımından en olumsuz sonuçlar alınmıştır. Ön işleme borik asit ve boraks karışımı ile emprenye edilen ve ikincil olarak verniklerle kaplanan ağaç malzemesinde, yanma ile ilgili incelenen tüm parametreler, istatistiksel anlamda önemli derecede iyileştirilmiş olup; deney örnekleri yanma özellikleri bakımından, muamelesiz kontrol grubu ile benzer özellikler göstermiştir ( $P \leq 0.05$ ).

Çalışmada cennet odunu deney örneklerinin yanma özellikleri, kızılçam odunu deney örneklerinden daha iyi sonuçlar vermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Poliüretan vernik, Sentetik vernik, Boraks, Borik asit, Yanma testi, Yanmayı geciktirici kimyasal.

## Fire Properties of Varnish Coated Wood and Fire Retardant Effect of Pretreatment with Borates

### Abstract

This study was designed to determine fire properties of Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) and *Ailanthus altissima* wood specimens coated with polyurethane and synthetic varnish and effects of boric acid and borax mixture (7:3; weight: weight) pretreatment before varnish coating to fire-retardant properties of wood specimens. Fire test method were performed flame source, without flame source and glowing stage according to ASTM E 160- 50 Standard Test Method.

According to the results; the best fire properties were obtained with only boric acid and borax mixture (7:3; weight:weight) treated wood specimens, whereas, both wood specimens coated with polyurethane varnish showed the worst fire properties such as; mass losses, flame source temperature, without flame source temperature, glowing temperature and deflection time. Boric acid and borax mixture pretreatment before varnish coating did have much effect on fire-retardant of wood comparison only varnish coated wood specimens in significant level, and They showed similar fire properties with the untreated control specimens ( $P \leq 0.05$ ).

In generally, fire properties of *ailanthus altissima* wood specimens were resultant better levels compare to Calabrian pine wood specimens.

**Keywords:** Polyurethane varnish, synthetic varnish, Boric acid, Borax, Fire test, Fire-retardant chemical.

## 1. Giriş

Ağaç malzemenin işlendikten ve son ürünler haline dönüştürüldükten sonra kullanım yerlerinde kendisi için en sakıncalı sayılabilecek etkenler, dış hava koşulları olarak da nitelendirilen; sıcaklık, nem, güneş ışığının değişik dalga boyları ve UV radyasyonu ve bunların mevsimlere göre değişmesidir [1]. Ahşap malzemeyi bu olumsuz etkilerden kısmen de olsa koruyabilmek için yüzeyleri boya ve verniklerle kaplanmakta böylece ahşap malzemeye hem dış hava koşullarına karşı belli ölçüde dayanıklılık kazandırılırken hem de estetik ve güzel bir görünüm kazandırılması sağlanmış olmaktadır [2,3].

Vernikler, sürüldükleri yüzeyde kuruduktan ve sertleştikten sonra saydam bir katman oluşturan, genellikle çözücü ve katı olmak üzere iki elemandan oluşan eriyiklerdir. Vernikleme amacı, ağaç malzeme yüzeyinde sert bir katman oluşturarak yüzeyi dış etkilerden korumak ve güzelleştirmektir. Vernik ile kaplanmış ağaç malzeme dış hava koşullarına karşı koruma sağlanırken, verniklerin bileşiminde yer alan çözücü maddenin son derece parlayıcı ve yanıcı olması nedeniyle verniklenmiş ağaç malzeme son derece kolay tutuşmakta ve hızlı bir şekilde yanma özelliği kazanmaktadır [4]. Bundan dolayı özellikle verniklenmiş ağaç malzemenin çeşitli yanmayı engelleyici yada geciktirici maddelerle muamele edilerek yanmanın yavaşlatılması yada geciktirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Günümüzde ağaç malzemenin yanmasının geciktirilmesi ve engellenmesi amaçlı olarak en yaygın inorganik esaslı kimyasal maddeler kullanılmakta olup, bunlar içinde en çok kullanılanlar : Amonyum sülfat, amonyum klorür, boraks, borik asit, fosforik asit ve çinko klorürdür. Bu tuz esaslı kimyasal yanmayı engelleyici maddeler, yanma esnasında ağaç malzemenin kömürleşmesini hızlandırmakta, oluşan bu kömür tabakası yanma sırasında, izolasyon tabakası rolü oynayarak, kolay tutuşabilen gazların oluşumunu önlemektedir [5-6].

Borlu bileşikler, yanmaya karşı ahşabın direncini artırması yanında, biyolojik zararlılara karşı koruyucu etkileri, suyla çözünerek kolayca uygulanabilmeleri, ucuz ve temini kolay olması, insan ve diğer canlılar için düşük zehirlilikleri nedeniyle güncellik kazanmışlardır [7-9].

Bu çalışmada, poliüretan ve sentetik verniklerle muamele edilen kızılçam ve cennet ağacı odununun yanma özelliklerinin belirlenmesi ve önışlemlerle borik asit ve boraks karışımı ile emprenye edilerek, daha sonra vernikleme ile yanma özelliklerinin azaltılması amaçlarına yönelik olarak hazırlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırma kapsamında kullanılan deney örnekleri, kızılçam (*Pinus brutia* Ten..) ve cennet ağacı odunu (*Ailanthus altissima* Mill. swingle) odunundan hazırlanmıştır. TS 345 [10] ve TS 1476 [11]'de belirtilen esaslara uyularak elde edilen tomrukların enine kesitlerine renklenmeyi önleyici (Antiblue) uygulaması yapılmıştır. Kızılçam odunu Adana (Karaisalı Orman İşletmesi)'den, cennet ağacı odunu Trabzon

(Beşikdüzü Oman İşletmesi)'dan temin edilmiştir. Çalışmada emprenye maddesi olarak, borik asit ve boraks (7:3; ağırlık: ağırlık) karışımının sulu çözeltisi kullanılmıştır. Borik asit ve boraks (BA+Bx) karışımı ile hazırlanan sulu çözeltinin çeşitli literatürlerde ağaç malzemenin yanmaya karşı korunmasında etkili olduğu bildirilmektedir [12-13]. Vernik türü olarak iç ve dış etkilere karşı dayanımlı olarak nitelendirilen sentetik ve poliüretan vernik türleri seçilmiştir [14-15].

## **2.2. Yöntem**

### **2.2.1. Deney örneklerinin hazırlanması**

Kızılçam ve cennet odunu tomrukları TS 345 ve TS 1476 esaslarına uyularak belirlenen toplam 10 adet ağacın dip kısımlarından 2 m yukarıdan olmak üzere alınmıştır. Tomruklar taze halde iken radyal yönde biçilerek prizmalar elde edilmiştir. Daha sonra yıllık halkalara teğet yönde kesilen prizmaların diri odun kısımlarından ve 60 cm uzunlukta parçalar alınmıştır. Taslak halinde hazırlanan bu parçalar sıcaklığı  $20 \pm 2$  °C ve bağıl nemi  $\% 65 \pm 3$  olan şartlardaki iklim odasında ortalama  $\% 12$  rutubete ulaşmaya kadar bekletilmişlerdir, daha sonra emprenye deney planında belirtilen rutubetlere kadar özenli ve yavaş kuruma sağlayan kurutma programı uygulanarak (max. 50 °C) kurutulmuşlardır. Uygulanacak emprenye işleminin gerektirdiği rutubete kadar kurutulan taslak parçalardan  $1.5 \times 1.5 \times 50$  cm (18) boyutlarında kesilen kısımları, emprenye edildikten sonra başlarından 2.5 cm'lik kısımları atılmıştır. Geri kalan parçadan 76 mm uzunlukta yanma deneyi örnekleri kesilmiş ve üst yüzey işlemine tabi tutulduktan sonra deney anına kadar  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve  $\% 65 \pm 3$  bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme odasında bekletilmişlerdir. Her deney periyodunda 24 adet örnek kullanılarak, varyasyonlarda 3 grup kullanılmıştır.

### **2.2.2. Deney örneklerinin emprenyesi**

Deney örneklerinin emprenyesi ASTM D-1413-76[16] standardında belirtilen koşullarda gerçekleştirilmiştir. Buna göre; deney örneklerine 60 dk süreyle 60 cmHg-1'e eşdeğer vakum uygulandıktan sonra, 60 dk süreyle örnekler açık hava basıncı etkisindeki çözelti içinde bırakılmıştır. Yanma deneyi örneklerinin absorbe ettiği emprenye maddesi miktarları ise aşağıdaki formüle göre hesap edilmiştir:

$$\text{Retensiyon (R)} = G \times C / V \times 10 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

G: Emprenye sonrası örnek ağırlığı (gr) – Emprenye öncesi örnek ağırlığı (gr)

C: Çözelti konsantrasyonu (%); V: Örnek hacmi (cm<sup>3</sup>)

### **2.2.3.. Deney örneklerinin verniklenmesi**

Emprenye işleminden sonra, deney numunelerinin verniklenmesi ASTM D- 3023 [17]'de belirtilen esaslara uygun olarak yapılmıştır. Buna göre numuneler hafifçe ve lif kabarmalarını giderecek şekilde zımparalanıp, tozları alındıktan sonra verniklenmeye hazır hale getirildi. Bu işlemde üretici firmaların tavsiyelerine uygun olarak vizkozite ölçümleri yapıldı.. Bu maksatla DIN 4 vizkozimetre kabı kullanılmış olup, uygulama vizkoziteleri poliüretan ve sentetik vernikte 18 sn/ DIN Cup 4/  $20 \pm$  °C, olarak saptanmıştır.

Uygulamaya başlamadan birkaç dakika önce tozlardan kaçınmak için uygulama süresince aspiratörler çalıştırılmıştır. Vernikleme işleminden sonra örnekler 20°C'de kurutulmaya bırakılmıştır. Çalışmada vernik uygulama değerleri:

Poliüretan vernik (PV): Dolgu : 100 gr/m<sup>2</sup>

Son kat : 100 gr/ m<sup>2</sup>

Sentetik vernik (SV) : Dolgu : 100 gr/m<sup>2</sup>

Son kat : 100 gr/ m<sup>2</sup> (3kat)

Tablo 1’de çalışmada kullanılan emprenye maddesi ve vernik türlerinin bazı fiziksel özellikleri verilmiştir.

**Tablo 1.** Emprenye ve vernik türlerinin bazı fiziksel özellikleri

Emprenye Maddesi ve vernikler	Çözelti konsantrasyonu (%)	Çözücü madde	pH	Yoğunluk(g/ml)
Poliüretan vernik (PÜV)	100	Selülozik tiner	5.94	1.010
Sentetik vernik (SV)	100	Whitespirit	5.86	0.94
BA+BX	7	Destile su	7.20	1.023

#### 2.2.4. Yanma deneyi

Yanma deneyleri ASTM-E 160-50 [18] standardına göre yapılmıştır. Standartta göre, kontrol ve test örnekleri yanma deneyi öncesi 27±2°C sıcaklık ve % 30-35 bağıl nemin ayarlandığı iklimlendirme odasında, standartta belirtilen %7 rutubet derecesine getirilmiştir. Yanma deneyi öncesi her bir deneyde kullanılan numunelerin tartımları yapılmıştır.

Deneylerde kontrol ve test örnekleri 24’er örnekten oluşan gruplar halinde yakılmıştır. Yanma parametreleri, alev kaynaklı yanma (AKY), kendi kendine yanma (KKY) ve kor halinde yanma (KHY) olmak üzere üç yanma aşaması kaydedilmiştir. Alev kaynaklı yanma (AKY) aşamasında, standart da belirtildiği üzere 3 dk süre ile örnekler yakılmıştır. Daha sonra alev kaynağı kapatılarak örneklerin kendi kendine yanma ve kor halinde yanma süreleri (sn) ve yıkılma başlangıcı aşamaları süre (sn) olarak ölçülmüştür. Deney örneklerinin yakıldığı yanma deneyi düzeneği Şekil 1’de verilmiştir.

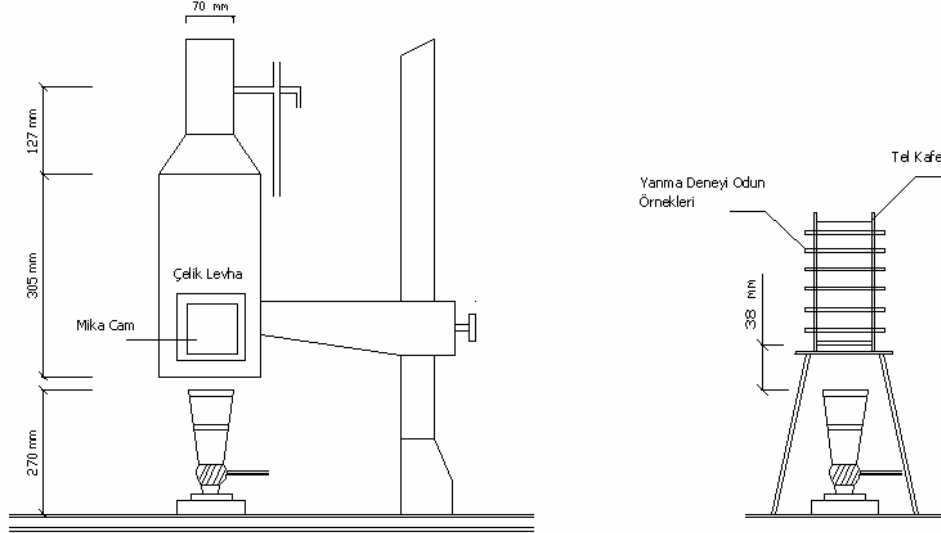
#### 2.2.5. Sonuçların değerlendirilmesi

Çalışmadan elde edilen tüm sonuçlar, bilgisayarda STATGRAG istatistiksel grafik programı yardımıyla irdelenerek değerlendirilmiş olup; emprenye maddesi ve verniklerle muamele edilen deney örneklerinin alev kaynaklı, kendi kendine yanma, kor hali yanma aşamalarında ölçülen sıcaklık değerleri ve yanma sonucu oluşan ağırlık kayıplarına ilişkin aralarındaki farklılıkların karşılaştırılması amacıyla basit varyans analizi (BVA) yapılmıştır. Basit varyans analizi sonucunda ortaya çıkan anlamlı farklılıkların hangi deney grupları arasında olduğunu belirlemek üzere % 95 güven düzeyinde DUNCAN testinden yararlanılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Kızılçam ve cennet ağacı odunu deney örneklerinin yanma deneyi ile ilgili incelenen yanma parametrelerinden; yanma deneyi sonucu deney örneklerinde oluşan ağırlık kaybı oranları, alev kaynaklı yanma sıcaklığı, kendi kendine yanma sıcaklığı kor hali yanma sıcaklığı

değerleri ile, yıkılma başlangıcı ve tümüyle yıkılma aşamalarına kadar geçen sürelerle ilişkin değerler Tablo 2’de verilmiştir.



Şekil 1. Yanma Deneyi Düzenliği

Tablo 2. Kızılcım ve cennet ağacı odunu deney örneklerine ait incelenen yanma parametrelerine ilişkin bulgular

Ağaç Türü	Kimyasal Madde	Ağırlık Kaybı (%) <sup>***</sup> tOrt ± St.sp.	AKS (°C) Ort ± St.sp.	KKYS(°C) Ort ± St.sp.	KHS (°C) Ort ± St.sp.	YIKs (sn) <sup>****</sup>
Kızılcım	Kontrol	89.7±4.7 <sup>bc</sup>	350 ±30 <sup>d</sup>	457±58 <sup>cd</sup>	221± 39 <sup>bc</sup>	/ 380KKY; + 290KH
	Poliüretan vernik	95.0±3.6 <sup>a</sup>	624± 89 <sup>a</sup>	788±127 <sup>a</sup>	279 ±27 <sup>a</sup>	/ 80 KKY; +90 KH
	Sentetik vernik	92.8±4.0 <sup>ab</sup>	587± 103 <sup>ab</sup>	716±135 <sup>ab</sup>	255 ± 53 <sup>ab</sup>	/ 140 KKY; + 120KH
	BA+BX <sup>*</sup>	64.3±6.4 <sup>e</sup>	347±47 <sup>d</sup>	426 ±43 <sup>d</sup>	143 ±26 <sup>d</sup>	/ 520 KKY; -
	(BA+BX)+PÜV	87.8±5.3 <sup>cd</sup>	533± 77 <sup>b</sup>	689± 80 <sup>b</sup>	242 ±42 <sup>bc</sup>	/ 245 KKY; + 160KH
	(BA+BX)+SV	84.4±3.7 <sup>d</sup>	467±51 <sup>c</sup>	528 ±79 <sup>c</sup>	214 ±18 <sup>c</sup>	/ 330 KH; + 250KH
Cennet Ağacı	Kontrol	87.6±3.1 <sup>bc</sup>	317 ± 44 <sup>d</sup>	418±73 <sup>c</sup>	196± 18 <sup>b</sup>	/ 440 KKY; + 320 KH
	Poliüretan vernik	93.1. ±2.9 <sup>a</sup>	581±107 <sup>a</sup>	725±81 <sup>a</sup>	241± 42 <sup>a</sup>	/ 105 KKY ; +115 KH
	Sentetik vernik	90.8±4.6 <sup>ab</sup>	569±75 <sup>ab</sup>	674± 112 <sup>a</sup>	218 ±36 <sup>ab</sup>	/ 165 KKY ; + 145 KH
	BA+BX <sup>**</sup>	60.7±6.6 <sup>f</sup>	335±34 <sup>d</sup>	396 ±33 <sup>c</sup>	132 ± 24 <sup>d</sup>	/440 KKY; -
	(BA+BX)+PÜV	85.9±7.2 <sup>d</sup>	520 ±85 <sup>b</sup>	662± 95	195 ±33 <sup>b</sup>	/ 280 KKY; + 205 KH
	(BA+BX)+SV	81.3±5.3 <sup>e</sup>	435± 48 <sup>c</sup>	507±69 <sup>b</sup>	164 ±29 <sup>c</sup>	/ 355KKY; + 275KH

Not: Üstel olarak verilen harf ler %95 güven düzeyi ile Duncan testi sonucu elde edilen homojenlik gruplarını göstermektedir.

\*BA+BX ile muamele edilen kızılçam odunu deney örneklerinde ortalama retensiyon miktarı 31.86 kg/m<sup>3</sup> olarak bulunmuştur.

\*\*BA+BX ile muamele edilen cennet odunu deney örneklerinde ortalama retensiyon miktarı 38.43 kg/m<sup>3</sup> olarak bulunmuştur.

\*\*\* Her bir deney grubunu temsilen 3 grup olmak üzere toplam 24x3= 72 adet örnek yakılmıştır

\*\*\*\* /: Kısmi yıkılma; +: Tam Yıkılma; -: Yıkılma yok

Çalışmada, ağırlık kaybı bakımından BA+BX ile muamele edilen kızılçam odunu deney örneklerinde % 64.3, cennet ağacı odunu deney örneklerinde ise % 60.7 ile en olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Ağırlık kaybı bakımından en olumsuz sonuçlar ise, poliüretan verniklerle muamele edilen kızılçam odunu deney örneklerinde % 95, cennet ağacı odunu deney örneklerinde, % 93.1 ile elde edilmiştir. Poliüretan ve sentetik vernik uygulaması öncesi yapılan bor empenyesi, ağaç malzemenin ağırlık kaybı oranlarını, verniklerin yalnız uygulanmalarına kıyasla istatistiksel bakımdan önemli derecede azaltırken ( $P \leq 0.05$ ); elde edilen ağırlık kaybı oranları muamelesiz kontrol örneklerine oranla daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Çalışmada kızılçam odunu deney örneklerinde, cennet ağacı odunu deney örneklerine oranla daha yüksek ağırlık kaybı oranları elde edilmiştir. Yalınkılıç ve diğ.[19], duglas odunun yanma özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, yanma sonucu duglas odunu kontrol grubu örneklerinde ağırlık kaybı oranını % 95 olarak bildirirken; borik asit ve boraks karışımı ile muamele edilen deney örneklerinde ağırlık kayıplarını % 58 olarak tespit etmişlerdir. Baysal [13], çeşitli yanmayı geciktirici maddelerle muamele ettiği kayın odununda borik asit ve boraks karışımı ile muamele edilen deney örneklerinde yanma sonucu ağırlık kaybı oranını % 67.9; muamelesiz kontrol örneklerinde yanma sonucu ağırlık kaybı oranını % 88.7 olarak bildirmiştir.

Yanma sırasında, alev kayaklı, kendi kendine yanma (alev kaynaksız) ve kor hali yanma aşaması için sıcaklık değerleri belirlenmiş olup, verniklerle muamele edilen deney örneklerinde, diğer deney gruplarına göre istatistiksel anlamda daha yüksek sıcaklık değerleri ölçülmüştür ( $P \leq 0.05$ ). Yanma sırasında ölçülen yüksek sıcaklık değerleri olumsuz özellik olarak ele alındığında, poliüretan vernik ile muamele edilen kızılçam odunu deney örneklerinde, alev kaynaklı yanma aşamasında 624 °C, kendi kendine yanma aşamasında 788 °C ve kor hali yanma aşamasında 279°C; cennet ağacı odununda alev kaynaklı yanma aşamasında 581 °, kendi kendine yanma aşamasında 725 ve kor hali yanma aşamasında 248 °C ile en yüksek sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Çalışmada borik asit ve boraks karışımı ile muamele edilen kızılçam odunu deney örneklerinde, alev kaynaklı yanma aşamasında 347 °C, kendi kendine yanma aşamasında 426 °C ve kor hali yanma aşamasında 143 °C; cennet ağacı odunu deney örneklerinde alev kaynaklı yanma aşamasında 335 °C, kendi kendine yanma aşamasında 396 °C ve kor hali yanma aşamasında 132 °C ile en düşük olarak ölçülmüştür. Her iki vernik türü ile muamele edilen deney örneklerinde ölçülen yüksek sıcaklık değerleri, verniklerin kimyasal yapısında yer alan çözücü maddelerin yanma sırasında tutuşmayı hızlandırarak, yüksek sıcaklık değerlerinin ölçülmesine sebep olduğu sonucuna varılmıştır [4]. Bununla birlikte, önce borik asit ve boraks karışımı ile muamele edilen arkasından verniklenen deney örneklerinde sıcaklık değerleri, sadece vernikle muamele edilen deney örneklerine oranla istatistiksel anlamda önemli derecede düşürülmüş olmasına rağmen; ölçülen sıcaklık değerleri her iki ağaç türü deney örneklerinde, muamelesiz kontrol örneğine kıyasla daha yüksek olarak ölçülmüştür. Çalışmada kızılçam odunu deney örneklerinde her üç yanma aşaması için cennet ağacı odununa oranla yüksek sıcaklık değerleri elde edilmesi, kızılçam da bulunan reçinenin yanma sırasında tutuşmayı hızlandırarak sıcaklık yükselmesine sebep olabileceği sonucuna varılmıştır. Hafizoğlu ve diğ. [12], duglas odunun yanma özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında borik asit ve boraks karışımı ile muamele ettikleri deney örneklerinde alev kaynaklı yanma aşamasında 391°C, kendi kendine yanma aşamasında 485°C ve kor hali yanma aşamasında 178°C sıcaklık değerlerini bildirmişlerdir. Baysal [20], BA+BX ile muamele ettiği sarıçam odununda alev kaynaklı yanma aşamasında 370 °C, kendi kendine yanma aşamasında 450°C ve kor hali yanma aşamasında 138°C sıcaklık değerlerini bildirmiştir.

Yanma sırasında belirlenen bir diğer özellik de deney örneklerinin yıkılmasına kadar geçen sürenin tespitidir. Çalışmada ; borlu bileşikler bilinen yanmayı engelleyici özelliklerini burada da göstermiş olup; borik asit ve boraks karışımı ile muamele edilen deney örneklerinde tüm yanma aşamalarında tam yıkılma gözlemlenmezken; kendi kendine yanma aşamasında kısmi yıkılma gözlemlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar çeşitli ağaç türleri odunlarının yanma özelliklerini iyileştirme amacıyla borlu bileşiklerle muamele eden araştırmacılarla benzerlik göstermektedir [21-22]. Poliüretan ve sentetik vernikle muamele edilen deney örnekleri kendi kendine yanma aşamasında kısmi ve kor hali yanma aşamasından çok kısa bir süre sonra tam yıkılmaya uğrayarak, en olumsuz sonuçların alındığı deney gruplarını oluşturmuşlardır. Bununla birlikte; önce borik asit ve boraks karışımı ile muamele edilip; arkasından verniklenen deney örnekleri, kendi kendine yanma aşamasında, kısmi bir yıkılma göstermekle birlikte; tümüyle yıkılma süreleri kor hali yanma aşamasında önemli derecede uzatılmıştır. Yalınkılıç ve diğ. [19], duglas odunun yanma özelliklerini iyileştirme amacı ile çeşitli borlu bileşiklerle muamele ettikleri çalışmada; kontrol örneğinde kısmi yıkılmayı kendi kendine yanma aşamasında 220 sn de ölçerken; borik asit ve boraks karışımı ile muamele ettikleri deney örneklerinde; kendi kendine yanma aşamasında kısmi bir yıkılmayı bildirirlerken, yanmanın tüm aşamalarında tümüyle yıkılma gözlemlenmediğini bildirmişlerdir. Yalınkılıç ve diğ. [21], borik asit ile muamele ettikleri kızılçam odununda deney örneklerinde kor hali yanma aşamasının 450 sn sinde yıkılmanın gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Borik asit ve boraks karışımı ile yapılan çalışmalarda kor halinde bile yıkılmanın olmamasına karşın, sadece borik asit ile muamele edilen deney örneklerinde kor halinde de olsa yıkılmanın oluşması, karışımda yer alan boraksın deney örneklerinin yıkılma süresini uzattığı sonucuna varılmıştır [9].

#### **4. Sonuçlar ve Öneriler**

Bu çalışma mobilya endüstrisinde estetik amaçlar ve mobilyaların dayanım süresini uzatma amacı ile kullanılan ve kimyasal yapıları nedeni ile son derece yanıcı özelliğe sahip bulunan verniklerle muamele edilen kızılçam ve cennet ağacı odunu deney örneklerinin yanma özelliklerinin belirlenmesi ve yanmayı engelleyici etkileri bilinen borlu bileşiklerle vernikleme işlemi öncesi emprenye ederek, ağaç malzemenin yanıcılığının azaltılması amaçlarına yönelik olarak hazırlanmıştır.

Çalışma sonuçlarına göre; poliüretan vernik ile muamele edilen deney örnekleri, incelenen yanma parametreleri olan ağırlık kaybı, alev kaynaklı yanma sıcaklığı, kendi kendine yanma sıcaklığı, kor hali yanma sıcaklığı ve yıkılma sürelerine kadar geçen süreler bakımından en kötü sonuçların alındığı deney grubunu oluşturmuştur. Çalışmada borlu bileşikler, her iki ağaç türünde ağaç malzemenin incelenen tüm yanma parametrelerini istatistiksel anlamda olumlu yönde iyileştirmişlerdir. Önışlem ile borlu bileşiklerle muamele edilen ve daha sonra vernik kaplanan ağaç malzemenin ağırlık kabı oranları, muamelesiz kontrol örneklerine oranla daha düşük düzeyde gerçekleşirken; alev kaynaklı yanma sıcaklığı, kendi kendine yanma sıcaklığı ve kor hali sıcaklık değerleri daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. İncelenen ağaç türünden kızılçam odunu deney örneklerinde, bileşiminde yer alan reçinenin yanmayı ve tutuşmayı hızlandırıcı etkilerinden kaynaklanabilecek sonuçlardan dolayı cennet ağacı odununa göre da kötü yanma özellikleri elde edilmiştir.

Bunlara göre; kimyasal yapısında yer alan bileşenlerden dolayı son derece yanıcı olması sebebi ile verniklerle muamele edilen ağaç malzemenin yanıcılığı artmakta ve tutuşması hızlanmaktadır. Bunun yanında; özellikle binalarda meydana gelen yangınlarda özellikle tutuşturucu materyaller yangının hızlı bir şekilde yayılmasını sağlamaktadır [23]. Bundan dolayı

mobilyalarda geniş ölçüde kullanılan vernik, ağaç malzemedede tutuşturucu gibi davranarak ağaç malzemenin tutuşmasını ve yanıcılığını artırmaktadır. Bu amaçla, iç mekânlarda kullanılan vernikli ağaç malzemedede tutuşmanın yavaşlatılması büyük önem arz etmektedir. Bu şekilde, özellikle binalarda ağaç malzemenin tutuşması yavaşlatılarak alevin hızlı bir şekilde yayılmasının önüne geçilmesi ve yanma işleminden sonrada binanın göçme aşamasında zaman kazanılarak mal güvenliği yanında can güvenliğinin de sağlanması gerçekleştirilmiş olacaktır. Ayrıca borlu bileşiklerin hem uygulanmalarının kolay olması, dünya bor rezervlerinin % 75 gibi büyük bir kısmının ülkemizde yer alması, aynı zamanda ağaç malzemeyi biyotik etkenlere de karşı koruması biyolojik çevrede birikim yapmaması vb. [9,13] sebeplerle kullanımları hem, pratik hem de ekonomik olmaktadır.

### Kaynaklar

1. H. Peker, Mobilya üst yüzeylerinde kullanılan verniklere emprenye maddelerinin etkileri. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 100 s, 1997.
2. W.C. Feist, Weathering performance of finishing wood pretreated water repellent preservatives. Forest Products Journal, 40, 3, 21-22, 1990.
3. M.K.Yalınkılıç, H. Peker, Z. Demirci, E. Baysal, Y. Sudiyani, Outdoor performance of some coating system of wood in Eastern Black Sea of Turkey. XI. Dünya Ormancılık Kongresi, Bildiri Özetleri Kitabı, Vol: 4, s.46, Antalya, 1997.
4. N. Şanvar, Ağaç İşleri Üst Yüzey İşlemleri. Milli Eğitim Basımevi, Ankara, 335 s, 1997.
5. F. Browne, Theories of the combustion of wood and its control. U.S Forest Products Laboratory, Report No. 2136, 1963.
6. E. Baysal, Çeşitli borlu ve WR bileşiklerin kızılçam odununun bazı fiziksel özelliklerine etkisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bil Enst., Yük. Lis. Tezi, 114 s, 1994,
7. L.H. Williams, Potential benefits of diffusible preservatives for wood protection: An analysis with emphasis on building protection. Proc. of First Int. Conf. On Wood Protection with Diffusible Preservatives, 28-30 Nov. Nashville, Tennessee, 29-34, 1980.
8. L.T. Arthur, K. Quill, Commercial flame-retardant applications of boron compounds. Proc. of the Flame Retardant's 92 Conference, Westminster, London 22-23, Jan. Elsevier Applied Science, London and NewYork, 223-237, 1992.
9. M.K. Yalınkılıç, Improvement of boron immobility in the borate-treated wood and composite materials. Ph.D. Thesis, Kyoto University, 151 pp, 2000.
10. TS 345, Ahşap emprenye maddelerinin etkinliklerinin muayene metodları, 1974.
11. TS 4176, Odunda fiziksel ve mekanik özelliklerin tayini için homojen meşcerelerden numune ağacı ve laboratuvar numunesi alınması, 1984.
12. E. Baysal, Yanmayı geciktirici kimyasal maddeler ve bitkisel sepi maddeleri ile muamle edilen Doğu kayını odununun yanma özellikleri. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15 1, 123-134, 2003.
13. H. Hafızoğlu, M.K. Yalınkılıç, Ü.C. Yıldız, E. Baysal, H. Peker, Z. Demirci, Türkiye Bor Kaynaklarının Odun Koruma (Emprenye) Endüstrisinde Değerlendirilmesi. TÜBİTAK TOAG-875 Nolu Projesi, 274 s, 1994.
14. M.K. Yalınkılıç, R. İlhan, Y. Imamura, M. Takahashi, Z. Demirci, A.C. Yalınkılıç, H. Peker, Weathering durability of CCB-impregnated wood for clear varnish coatings. J. Wood Science, 45,6, 502-514, 1999.



15. M.K. Yalınkılıç, Y. Imamura, M. Takahashi, R. İlhan, A.C Yalınkılıç, Z. Demirci, FTIR studies of the effects of outdoor exposure on vernish-coated wood pretreated with Tanalith CCB or water repellents. Journal of Coatings Technology, 71, 103-112, 1999.
16. ASTM D 1413-76, Standard test methods of testing wood preservatives by laboratory soilblock cultures, Annual Book of ASTM Standards, 452-460, 1976.
17. ASTM D 3023, Practica for determination of resistance of factory applied coatings on wood products of stain and reagents. USA, 1988.
18. ASTM 160-50, Standard test method for combustibile properties of treated wood by the crib test, 1975.
19. M.K. Yalınkılıç, E. Baysal, Z. Demirci, Çeşitli emprenye maddelerinin duglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) odununun yanma özellikleri üzerine etkiler. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 4, 1-2, 613-624, 1996.
20. E. Baysal, Borlu Bileşikler ve Doğal Sepi Maddeleriyle Emprenye Edilen Sarıçam Odununun Yanma Özellikleri. Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, 7. Uluslararası Yanma Sempozyumu, Bildiriler Kitabı (17-18 Temmuz Ankara 2002), 444-453, 2002.
21. M.K. Yalınkılıç, E. Baysal, Z. Demirci, Bazı borlu ve su itici maddelerle muamele edilen kızılçam odununun yanma özellikleri. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 21, 423-431, 1997.
22. A. Temiz, Çeşitli emprenye maddelerinin kızılçam odununun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkileri. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 117s, 2000.
23. B.A. Richardson, Wood Preservation. The Construction Press Ltd., Lancaster, 232 p, 1978.

E. Baysal, H. Peker, M. olak ve İ. Tarımer