

ÇEŞİTLİ MADDELERLE EMPRENYE EDİLMİŞ KOKARAĞAÇ (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) ODUNUNUN YANMA ÖZELLİKLERİ

Yalçın ÖRS* Musa ATAR* Ayhan ÖZÇİFÇİ Hüseyin PEKER*****

*G.Ü. Tek. Eğt. Fak. Mob. ve Dek Böl. Ankara

** Z.K.Ü. Safranbolu Meslek Yüksekokulu, Teknik Prog. Böl. Karabük

***K.T.Ü. Hopa Meslek Yüksekokulu, Trabzon

ÖZET

Bu çalışmada, iç ve dış ortamda odunun canlı ve cansız zararlı etkenlere karşı korunması amacıyla kullanılan bazı emprenye maddelerinin Kokarağaç (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) odununun yanma özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda, kokarağaç odunundan hazırlanan deney örnekleri, ASTM-D 1413-76 esaslarına göre emprenye edilmiştir. Emprenye maddesi olarak özellikle ağaç malzemenin yanmasında ve mikroorganizmalara karşı etkili olan; tanalith-CBC, boraks, borik asit, borik asit+boraks karışımı, vacsol-WR, imersol-WR 2000, polietilenglikol-400 ve stiren kullanılmıştır. Elde edilen deney sonuçlarına göre, kokarağaç odunu boraks ile vakum metodu uygulanarak emprenye edildiğinde yanma dayanımının yüksek düzeye ulaştığı belirlenmiştir. Uygulanan vakum metodu odunun yanma dayanımının artırılmasında etkili olmuştur. Ayrıca, vinil monomerlerden stiren ve vacsol-WR yanmayı önleyici etki göstermişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Kokarağaç, borlu bileşikler, odunun yanması, emprenye.

COMBUSTION PROPERTIES OF HEAVEN WOOD (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) IMPREGNATED WITH DIFFERENT IMPREGNATION MATERIALS

ABSTRACT

In this study, it was investigated the combustion properties of heaven wood (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) impregnated with different impregnation materials using for protection in an interior and exterior condition against harmful, abiotic and biotic effects. For this purpose, the experimental samples prepared from heaven wood were impregnated with Tanalith-CBC, boric acid, borax, mixture of boric acid + borax, Vascol-WR, Imersol-WR 2000, polyethlynglycole-400 and styrene, respectively, are widely using impregnation materials according to principles of the ASTM-D-1413-76 standards. As a result of the tests, the boron compounds with vacuum process increased the fire retardant of the heavenwood species growing in Turkey. It was observed that one of the vinil monomers Styrene and Vacsol-WR have showed the fire retardant effect.

Key Words: Heaven wood, boron compounds, combustion of wood, impregnation

1. GİRİŞ

Kokarağaç; parlak ve beyaz renkli odunu ile mobilya üretiminde, daha çok çeyiz mobilyaları ve küçük hacimli aksesuar elemanların yapılmasında tercih edilen, hızlı büyüme yapan ve kolay yetiştirilebilen yapraklı ağaçlar arasında yer almaktadır [1].

Doğu kayını ve sarıçam odunlarından üretilen lamine elemanların emprenyesinde; tanalith-C 3310, boraks, borik asit, boraks+borik asit ve di-amonyum fosfat kimyasalları yanmayı geciktirici emprenye maddesi olarak

kullanılmıştır. Bunun için örnekler, ASTM-D 1413-76 esaslarına göre 60 dakika süreyle 760 mm Hg⁻¹'ya eşdeğer ön vakum, 60 dakika süreyle 2 atmosfer basıncında çözelti içerisinde emprenye edildikten sonra fenol formaldehid ve melamin formaldehid tutkalları ile yüksek sıcaklıkta preslenerek lamine ağaç malzemeler elde edilmiştir. Deney örneklerine uygulanan yanma deneyi sonucunda borlu bileşiklerin lamine elemanların yanma dayanımını arttırdığı belirlenmiştir[2].

Odunun korunması, ağacın ormandan kesiminden itibaren kullanım yeri ve amacına uygun (iç mekan veya dış ortam koşulları) olacak şekilde şartlara uygun bazı koruyucu kimyasal maddeler ve uygun (emprenye veya üst yüzey işlemleri gibi) yöntemlerle sağlanmaktadır [3]. Bu koruma yöntemlerinin yanında odun yanabilen bir maddedir. Bu bakımdan, ağaç malzemenin yanmaya karşı dayanımının da artırılması için yanmayı önleyici bazı (borlu bileşikler veya karışımları gibi) kimyasal maddelerle emprenye edilmesi olması bir çok kullanım yeri için zorunlu görülmektedir [4]. Bu bağlamda Dünyanın en iyi bor rezervinin ülkemizde olması ülkemiz ve ağaç malzemenin korunması açısından oldukça önemli bir kaynaktır. Bir çok alanda kullanım kolaylığı olan borlu bileşikler, odunun biyolojik zararlılara karşı korunmasında emprenye maddesi olarak da kullanılmaktadır [5]. Arkeolojik ve tarihi ahşap eserlerin korunmasında boyutsal stabilizasyonu sağlamak ve çatlamayı önlemek amacıyla kullanılan polietilenglikol (PEG-400) çözeltilerinin ve borlu bileşiklerin yıkanmasını engellemek amacıyla su itici maddelerle (SİM) muamele önerilmektedir [6]. SİM ile emprenye edilen odunun yanma özelliklerinde meydana gelebilecek değişiklerin belirlenmesi önem taşımaktadır [7].

Yapraklı türlerin ekzotermal bozunma sıcaklığının iğne yapraklı türlerden daha düşük olduğu ve bunun yapraklı türlerin ısıya daha hassas olan pentazonları içermesinden kaynaklandığı bildirilmiştir [8]. Odun bileşiklerinde ısı etkisiyle meydana gelen değişimleri araştırmak amacıyla yapılan çalışmada; huş ksilanı ve çam glukomannan'ın 117-127 °C'de bozunmaya başladığı, ladin odununun lignininde 130-145 °C'de, selülozunda 156-170 °C'de bozulma gösterdiği tespit edilmiştir. 160 °C sıcaklıkta 28 gün süreyle bekletilen kayın talaşında % 20 selüloz kalmış, lignin miktarı 14 gün sonra % 2-3 kadar azalmış, pentozanın % 37'si 2 gün içinde bozulmuştur [9].

Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) odunundan hazırlanan deney örnekleri bor bileşikleri, stiren (St), metilmetakrilat (MMA), PEG-400 gibi emprenye maddeleriyle birincil ve ikincil olarak işleme tabi tutulmuş, borlu bileşiklerin yanma dayanımını artırdığı, St, MMA ve PEG-400 uygulamasının aynı etkiyi göstermediği bildirilmiştir [10].

Duoglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco) odunu borlu bileşikler ve PEG-400'lü gruplarla emprenye edilmek suretiyle yanma özellikleri incelenmiş, polietilenglikollü grupların olumsuz etkisine rağmen borlu bileşiklerin daha etkili sonuçlar verdiği bildirilmiştir [11].

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve (*Fagus orientalis lipsky.*) Doğu kayını odunlarından hazırlanan deney örnekleri, sodyum sülfat, sodyum tetraborat, bakır sülfat, potasyum nitrat, çinko sülfat ile daldırma ve basınç uygulanan yöntemlerle emprenye edilmiş, daldırma metoduyla emprenye edilen örneklerin yanma özelliklerinin düşük, basınçlı yöntemlerle emprenye edilenlerin daha olumlu sonuçlar verdiği belirtilmiştir [12].

Sarıçam ve kestane (*Castanea sativa* Mill.) odunlarından hazırlanan deney örnekleri, T-CBC, SİM+sentetik vernik ve SİM+poliüretan vernik ile ASTM-D 1413-76 esaslarına göre emprenye edildikten sonra üst yüzey işleminde sentetik ve poliüretan vernikler kullanılmıştır. T-CBC ile emprenye edildikten sonra vernikleme her iki odun türünde ilk anda yanmayı geciktirici etki sağlamıştır. Buna karşılık kestanede % 20, sarıçamda % 13 ağırlık kaybı olmuştur. Emprenye işlemlerinden sonra uygulanan vernikler odunun yanma özelliklerini etkilememiştir [13].

Okalıptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) odunundan hazırlanan deney örnekleri, T-CBC, boraks (Bo), borikasit (Ba), vacsol-WR (V-WR), immersol-WR 2000 (İ-WR 2000), PEG-400 ve amonyum sülfat (AS) ile emprenye edildikten sonra yanma özellikleri araştırılmıştır. Okalıptus odununun vakum metodu ile emprenyesinde borlu bileşiklerin tutunması düşük çıkmasına rağmen odunun yanma dayanımını arttırdığı, borlu bileşiklerin su itici maddelerle ikili emprenyesinin su itici maddelerin yanmayı artırıcı etkilerini azalttığı bildirilmiştir [14].

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunundan hazırlanan deney örnekleri, ASTM-D 1413-76 esaslarına uyularak borik asit, boraks, sodyum perborat'ın sulu veya PEG-400'de çözündürülmüş preparatları, parafin , stiren,

metil metakrilat ve izosiyanat ile emprenye edilmiştir. Sonuç olarak, borlu bileşikler odunun yanma dayanımını arttırırken, bu bileşiklerin monomer maddelerle ikili emprenyesi monomer maddelerin yanmayı artırıcı etkilerini azaltmıştır [15].

Bu çalışmada, tanalith-CBC, boraks, borik asit, borik asit+boraks karışımı, vacsol-WR, imersol-WR 2000, polietilenglikol-400 ve stiren çözeltileri ile emprenye edilen kokarağaç odununun yanma özellikleri araştırılmıştır. Odun koruma alanında yaygın olarak kullanılan bu maddelerin kokarağaç odununun yanma özelliklerinde meydana getirmiş olduğu özelliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kokarağaç odununun araştırma kapsamına alınmasının sebebi ise hızlı büyümesi, ağacın duman ve zehirli atıklardan etkilenmemesi, iç ve dış ortamlarda beyaz renkli ve parlaklığı nedeniyle yaygın olarak kullanılıyor olması ve yanma özellikleri üzerinde bu konuda yeterli araştırma yapılmamış olmasıdır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Ağaç malzeme ve deney örnekleri

Araştırma kapsamında kullanılan deney örnekleri, Ankara'daki kereste işletmelerinden rasgele seçilen Kokarağaç kerestelerin (*Ailanthus altissima (Mill.) swingle.*) Diri odunlarından hazırlanmıştır. Seçilen keresteler, sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi % 65 ± 3 olan şartlardaki iklim odasında ortalama % 12 rutubete ve değışmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmişlerdir.

Kokarağaç tomrukları, TS 345 ve TS 1476 esaslarına uyularak belirlenen toplam 12 adet ağacın dip kısımlarının 2 m yukarısından olmak üzere kesilmiştir. Tomruklar taze halde iken radyal yönde biçilerek prizmalar elde edilmiştir. Daha sonra yıllık halkalara teğet yönde kesilen prizmaların diri odun kısımlarından 60 cm uzunlukta parçalar kesilmiştir [16, 17].

Taslak halinde hazırlanan bu parçalar sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi % 65 ± 3 olan şartlardaki iklim odasında ortalama % 12 rutubete ulaşınca kadar 3 ay bekletilmişlerdir. Daha sonra emprenye deney planında belirtilen rutubet miktarlarına kadar oldukça yavaş bir kuruma sağlayan kurutma programı uygulanarak kurutulmuşlardır. Uygulanacak emprenye işleminin gerektirdiği rutubete kadar kurutulan taslak parçalardan $15 \times 15 \times 500$ mm boyutlarında kesilen kısımların, emprenye edildikten sonra başlarından 25 mm'lik kısımları atılmıştır. Geri kalan parçadan $13 \times 13 \times 76$ mm uzunlukta yanma deneyi örnekleri kesilmiş ve deney anına kadar 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 3 bağıl nem şartlarındaki iklim odasında bekletilmişlerdir. Her deney periyodunda 24 adet örnek alınarak varyasyonlarda 2 grup kullanılmıştır. Buna göre, toplam 480 adet (48×10) deney örneği hazırlanmıştır.

2.1.2. Kimyasal Maddeler

Bu çalışmada; biyotik ve abiyotik zararlılara karşı etkisi ve yanmayı geciktirici özellikleri nedeniyle borlu bileşikler tercih edilmiştir. Emprenye maddesi olarak, tanalith-CBC, immersol-WR 2000, vacsol-WR, vinil monomerlerden stiren tarihi yapılarda ve bir çok alanda kullanım yeri bulan PEG-400 kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.3. Emprenye İşlemi

Deney örneklerinin emprenyesinde ASTM-D 1413-76'da belirtilen esaslara uyulmuştur [18]. Bunun için örneklere önce 60 cm Hg^{-1} ya eşdeğer 60 dk süreyle ön vakum uygulandıktan sonra, 60 dk süreyle örnekler normal atmosfer basıncında çözelti içerisinde bırakılmıştır. Deney örneklerinin retensiyon miktarı (R, kg/m^3) ve retensiyon oranı (R, %) örnekler emprenye öncesi ve sonrası tam kuru hale getirildikten sonra;

$$R = \frac{Gx C}{V} \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad (1)$$

$$R(\%) = \frac{Moes - Moeö}{Moeö} \times 100 \quad (2)$$

eşitliklerinden hesaplanmıştır. Burada;

G= T2 -T1 T2= Emprenye sonrası numune ağırlığı [g]
T1= Emprenye öncesi numune ağırlığı [g]
Moes= Emprenye sonrası numunenin tam kuru ağırlığı [g]
Moeö= Emprenye öncesi numunenin tam kuru ağırlığı [g]
V= Numune hacmi [cm³]
C= Çözelti konsantrasyonu [%]

Deney örneklerine uygulanan emprenye deney planı Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Emprenye Deney Planı.

Deney No	Emprenye maddeleri	Örnek rutubeti (%)	Çözelti konsantrasyonu (%)	Çözücü madde
1	K	7	-	-
2	K	30	-	-
3	T-CBC	12	3	Ds
4	Ba	12	3	Ds
5	Bo	12	3	Ds
6	Ba+ Bo	12	3 (7:3)(A:A)	Ds
7	PEG-400	12	100	*
8	V-WR	12	100	*
9	İ-WR 2000	12	100	*
10	St	12	100	*

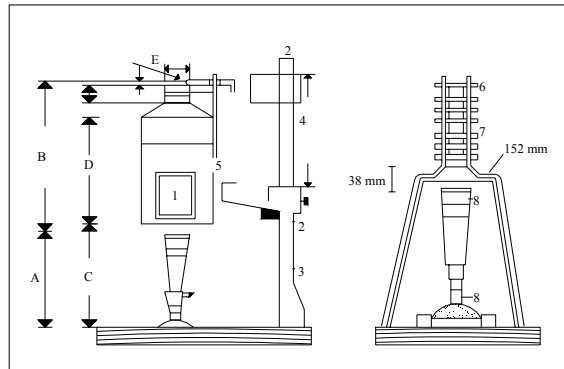
K: Kontrol T-CBC: Tanalith-CBC Ba: Borik asit Bo: Boraks PEG-400: Polietilenglikol
V-WR: Vacsol-WR İ-WR 2000: İmersol- WR 2000 St: Stiren Ds: Destile su

*: Bu kimyasal maddeler ambalaj viskozitesinde üretici firmadan hazır olarak alınmıştır.

2.4. Yanma Deneyi

Yanma deneylerinde ASTM -E 160-50’deki belirtilen esaslara uyulmuştur [19]. Buna göre, test ve kontrol örnekleri yakma işleminden önce 27 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 30 \pm 3$ bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme odasında $\% 7$ rutubete ulaşmaya kadar bekletilmişlerdir.

Kontrol örneklerinin bir kısmının rutubeti $\% 30$ olarak muhafaza edilmiştir. Deneyde 24 adet örnek 12 katta üst üste kare prizma şeklinde dizilerek yakılmıştır (Şekil 1). Yakıt olarak kullanılan bütan gazının basıncı $0,5 \text{ kg/cm}^2$ olacak şekilde sabit tutulmuştur. Ölçmeler alev kaynaklı yanma, kendi kendine yanma ve kor halinde yanma olmak üzere üç aşamada yapılmıştır. Kendi kendine yanma süresi, alev kaynağının kapatılmasından sonra deney örneklerinin alevli yanmaya kadar devam ettiği süre, alevli yanmadan dağılmaya kadar geçen süre ise kor halinde yanma olarak tanımlanmaktadır.



1. Mika cam 2. Kızak Sonu 3. Bek rehberi 4. Kızak
5. Potansiyometre veya Milivoltmetre girişi 6. Odun örnekleri
7. Tel kafes 8. Bek (Makar tipi)
A. 270 mm B. 430 mm C. 295 mm D. 305 mm E. 38 mm

Şekil 1. Yanma Deney Düzenliği (ASTM D 160-50)

2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Hazırlanan örneklerin yanma deneyinde belirlenen retensiyon miktarları, ağırlık kayıpları, yanma sıcaklığı, ışık yoğunlukları ve yıkılma süresine emprenye maddelerinin etkisini belirlemek için gruplara kendi arasında tek yönlü T testi (basit varyans analizi) uygulanmıştır. Varyans analizine göre anlamlı çıkan faktörlerin önem dereceleri Duncan testi yardımı ile belirlenmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Emprenye Çözeltilerinin Özellikleri

Emprenye işleminde kullanılan çözeltilerin özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Emprenye Çözeltilerinin Özellikleri

Emprenye maddeleri	Çözücü Madde	Sıcaklık (°C)	pH		Yoğunluk (g/ml)	
			EÖ	ES	EÖ	ES
T-CBC	Ds	23	2,78	2,79	1,080	1,080
Ba	Ds	23	3,50	3,50	1,020	1,020
Bo	Ds	23	11,2	11,3	1,025	1,025
Ba+Bo	Ds	23	7,89	7,91	1,110	1,110
PEG-400	-	23	5,67	5,67	1,125	1,125
V- WR	-	23	5,91	6,00	0,810	0,810
I - WR 2000	-	23	6,75	6,75	0,820	0,820
St	-	23	4,14	4,50	1,080	1,080

EÖ:Emprenye öncesi ES:Emprenye sonrası

Çözeltilerin emprenye öncesi ve sonrası ölçülen pH değerleri ve yoğunluklarında önemli bir değişim olmamıştır. Bu durum her emprenye varyasyonunda taze çözeltiyle çalışmaktan kaynaklanmıştır. T-CBC % 3’lük çözeltisinde pH değerlerinin asidik bölgede olması, bu çözeltilerin odundaki polisakaritleri olumsuz etkilemesi ve hidroliz olasılığını güçlendirmektedir.

3.2. Retensiyon Miktarları

Emprenye maddelerinin retensiyon miktarları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Retensiyon Miktarları

Deney no	Emprenye maddeleri	Retensiyon (kg/m ³) **		Retensiyon (%)	
		\bar{X}	HG *	\bar{X}	HG *
1	Kontrol (% 7 Rutubet)	-	-	-	-
2	Kontrol (% 30 Rutubet)	-	-	-	-
3	T - CBC	12,43	f	3,51	c
4	Ba	2,04	g	0,58	f
5	Bo	13,90	e	2,32	d
6	Ba+Bo	11,12	f	3,61	c
7	PEG-400	107,70	b	31,77	a
8	V - WR	288,69	a	24,64	b
9	I - WR 2000	83,21	c	1,29	e
10	St	27,05	d	1,49	e

\bar{X} : Ortalama HG: Homojenlik grubu

* Aynı harf ile temsil edilen gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır

** : Her bir sonuç 24 adet yanma örneğinin ortalamasını yansıtmaktadır.

Retensiyon miktarı en yüksek V-WR’de (288,69 g/cm³), en düşük Ba’de (2,04 g/cm³) gerçekleşmiştir. Retensiyon oranı en yüksek PEG-400’de (% 31,77), en düşük Ba’de (% 0,58) belirlenmiştir. Burada taze çözelti ile çalışma yapılması retensiyon oranı ve retensiyon miktarını olumlu yönde etkilemiştir.

3.3. Yanma Kayıpları

Yanma deneyi sonrasında oluşan ağırlık kaybı ortalama değerleri Tablo 4’de, emprenye maddelerine göre değişimleri Şekil 2’de gösterilmiştir.

Tablo 4. Yanma Sonucu Oluşan Kül Miktarı (Ağırlık Kayıpları) (%)

Deney no	Emrenye maddeleri	\bar{X}	HG
1	K (% 7 Rutubet)	10,67	e
2	K (% 30 Rutubet)	9,29	f
3	T - CBC	15,60	c
4	Ba	21,26	a
5	Bo	17,02	b
6	Ba+Bo	22	a
7	PEG-400	8,51	g
8	V - WR	13,07	d
9	I - WR 2000	12,41	d
10	St	11,85	e

Yanma sonucu oluşan kül miktarı (ağırlık kaybı) en fazla borik asit+boraksta (% 22), en düşük PEG-400'de (% 8,51) gerçekleşmiştir. Yangın geciktirici ve mikroorganizmaların uzaklaştırılmasında kullanılan T-CBC çözeltisi, borakstan sonra deney örneklerini en az ağırlık kaybına uğrayan grup olmuştur. Su itici olarak kullanılan çözeltiler ağaç malzemenin yanmazlık derecesinde iyileştirici etki gösteremedikleri tespit edilmiştir. Genel olarak borlu gruplar bu bağlamda daha iyi etki sağlamışlardır.

**Şekil 2.** Yanma Sonucu Oluşan Ağırlık Kayıpları

3.4. Alev Kaynaklı, Kendi Kendine ve Kor Halinde Yanma Sıcaklığı

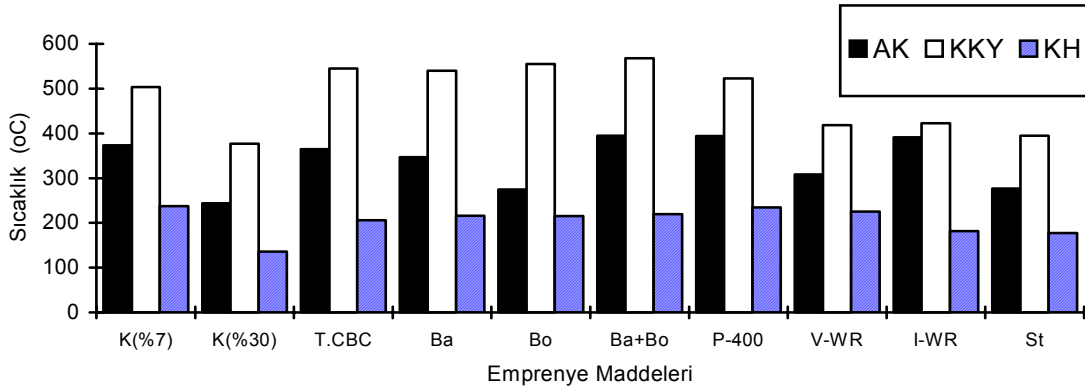
Alev kaynaklı yanma, kendi kendine yanma ve kor halinde yanma sırasında ölçülen ortalama sıcaklıklar Tablo 5'te verilmiş, emrenye maddelerine göre yanma sıcaklıkları Şekil 3'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Yanma Sıcaklıkları (°C)

Deney no	Emrenye maddeleri	AK	AK	AK	KKY	KKY	KKY	KH	KH	KH
		\bar{X}	S	HG	\bar{X}	S	HG	\bar{X}	S	HG
1	K (% 7 Rutubet)	373	128,2	c	503,8	7,33	e	237,3	88,01	A
2	K (% 30 Rutubet)	243,7	83,15	h	377	158	h	136	40,14	H
3	T - CBC	365	124	d	544,6	40,3	c	205,7	71,32	E
4	Ba	346,8	158,2	e	540	8,4	c	215,8	120,1	D
5	Bo	274,8	145,2	g	555	12,8	b	215	127,4	D
6	Ba+Bo	395	139,1	a	567,6	5,38	a	219,5	104,1	C
7	PEG-400	394	145	a	522,7	33,8	d	234,3	86,4	A
8	V - WR	308,5	113,2	f	418	37,2	f	225	42	B
9	I - WR 2000	391,5	111,8	b	422,4	33,5	f	181,3	57	F
10	St	277	106,4	g	394,6	61,6	g	177	36,1	G

S: Standart sapma AK: Alev kaynaklı yanma KKY: Kendi kendine yanma KH: Kor halinde yanma

Alev kaynaklı yanma halinde en yüksek sıcaklık borik asit ve boraks karışımı çözelti ile (395°C), en düşük % 30 rutubetli kontrol örneğinde (243,7°C), kendi kendine yanmada ise; en yüksek borik asit +boraks'da (567,6 °C), en düşük %30 rutubetli kontrol örneğinde (377°C) ve kor halinde yanmada en yüksek % 7 rutubetli kontrol örneğinde (237,3°C), en düşük % 30 rutubetli kontrol örneğinde (136°C) belirlenmiştir. Buna göre alev kaynaklı yanmada Bo'nun yanmayı önleyici etkisi Ba'ten daha fazla çıkmıştır. Burada (Ba+Bo) karışık halde kullanılması halinde borik asit boraksın yanmayı önleyici etkisini azalttığı tespit edilmiştir.



Şekil 3. Deneş Örneklerinin Alev Kaynaklı, Kendi Kendine ve Kor Halinde Yanmasında Sıcak Değerleri

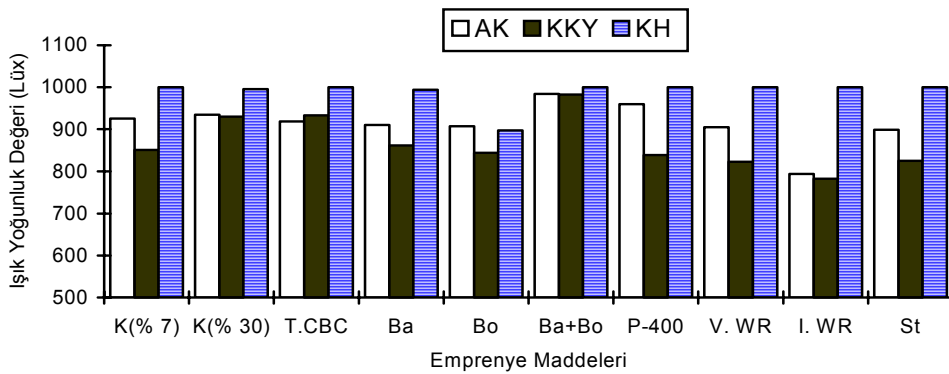
3.5. Işık Yoğunlukları

Alev kaynaklı, kendi kendine ve kor halinde yanma sırasında ölçülen ortalama ışık yoğunlukları Tablo 6'da verilmiş, emprenye maddelerine göre değişme miktarları Şekil 4'te gösterilmiştir.

Tablo 6. Işık Yoğunlukları (Lüx)

Deneş no	Emprenye maddeleri	AK			KKY			KH		
		\bar{X}	S	HG	\bar{X}	S	HG	\bar{X}	S	HG
1	K (% 7 Rutubet)	925	38,6	d	851,6	88,5	d	1000	-	A
2	K (% 30 Rutubet)	934,7	35,3	c	930	36	b	995	8,31	B
3	T - CBC	919	42,7	e	933,3	44,5	b	1000	-	A
4	Ba	910	26,4	f	862	41,4	c	994	8,8	B
5	Bo	907,5	34,1	f	555	12,8	h	897,5	6,6	C
6	Ba+Bo	984,1	6,9	a	982	39,1	a	1000	-	A
7	PEG-400	959,2	32,6	b	832,8	46,5	e	1000	-	A
8	V - WR	905	43	f	822,8	120	f	1000	-	A
9	I - WR 2000	794,1	96,7	h	782,8	185	g	1000	-	A
10	St	898,7	31,9	g	825	127	f	1000	-	A

Işık yoğunlukları alev kaynaklı yanma halinde en yüksek Ba+Bo'da (984,1 Lüx), en düşük İ-WR 2000'de (794,1 Lüx), kendi kendine yanmada en yüksek Ba+Bo'da (982 Lüx), en düşük boraksta (555 Lüx), kor halinde yanmada ise 2, 4 ve 5 nolu gruplar hariç değerlerinde aynı şiddette (1000 Lüx) gerçekleşmiştir.



Şekil 4. Emprenye Maddelerine Göre Işık Yoğunlukları

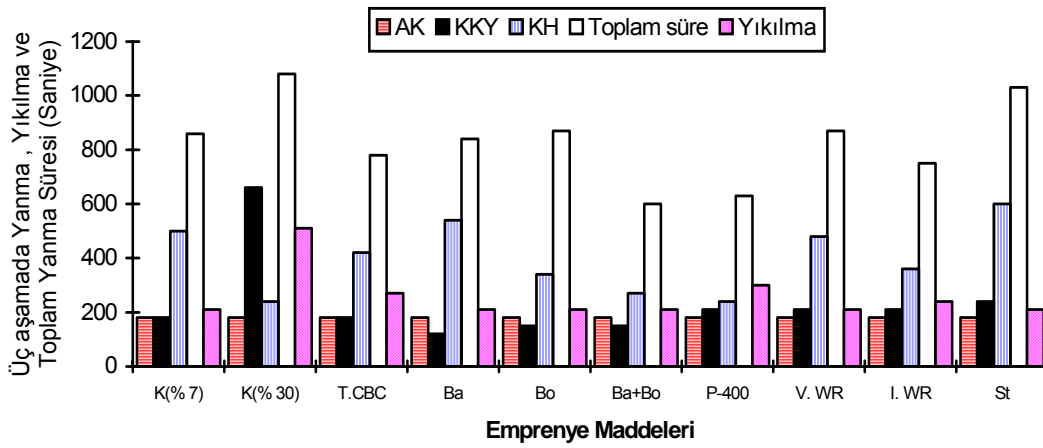
3.6. Yanma ve Yıkılma Süresi

Yanma sırasında ölçülen yanma ve yıkılma süreleri Tablo 7'de verilmiş, emprenye maddelerine göre yanma ve yıkılma süresi Şekil 5'te gösterilmiştir.

Tablo 7. Yanma ve Yıkılma Süresi (saniye)

Den. no	Emprenye maddeleri	AK \bar{X}	AK HG	KKY \bar{X}	KKY HG	KH \bar{X}	KH HG	Toplam süre	HG	Yıkılma süresi	HG
1	K (% 7 R)	180	-	180	d	500	a	860	d	210	e
2	K (% 30 R)	180	-	660	a	240	g	1080	a	510	a
3	T - CBC	180	-	180	d	420	d	780	f	270	c
4	Ba	180	-	120	f	540	c	840	e	210	e
5	Bo	180	-	150	e	340	e	870	d	210	e
6	Ba+Bo	180	-	150	e	270	f	600	ı	210	e
7	PEG-400	180	-	210	c	240	g	630	h	300	b
8	V - WR	180	-	210	c	480	d	870	c	210	e
9	I - WR 2000	180	-	210	c	360	e	750	g	240	d
10	St	180	-	240	b	600	b	1030	b	210	e

Yanma süresi en uzun % 30 rutubetli kontrol örneğinde (1080 sn), en kısa Ba+Bo'da (600 sn) ölçülmüştür. Yıkılma süresi ise en uzun % 30 rutubetli kontrol örneğinde (510 sn), en kısa 1, 4, 5, 6, 8 ve 10 nolu gruplarda (210 sn) gerçekleşmiştir. Buna göre yanmada ağaç malzeme rutubeti yanmayı azalttığı söylenebilir.



Şekil 5. Emprenye Maddelerine Göre Yanma ve Yıkılma Süreleri

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada iç ve dış ortam etkilerine karşı çeşitli emprenye maddelerinin kokarağaç odununun yanma özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen deney sonuçlarına göre; çözeltilerin emprenye öncesi ve sonrası ölçülen pH değerleri ve yoğunluklarında önemli bir değişme olmamıştır. Bu durum her emprenye varyasyonunda taze çözeltiyle çalışmaktan kaynaklanmış olabilir.

Emprenye işleminde en yüksek retensiyon miktarı Vacsol-WR'de (288,69 kg/m³), en düşük Borik asit'te (2,04 kg/m³) gerçekleşmiştir. En yüksek retensiyon oranı PEG-400'de (% 31,77), en düşük Ba'da (% 0,58) belirlenmiştir. PEG-400'ün yüksek tutunma vermesi PEG'in odundaki hücreleri şişirerek daralma miktarını azaltması özelliğinden kaynaklanmış olabilir.

Ağırlık kaybı en yüksek borik asit+boraks'ta (%22), en düşük PEG-400'de (% 8,51) gerçekleşmiştir. Yangın geciktirici T-CBC, borakstan sonra en çok ağırlık kaybına uğrayan grup olmuştur. PEG-400'lü örneklerde ağırlık kaybının düşük olması retensiyon miktarının PEG-400'de yüksek çıkmasına bağlı olarak alev kaynaklı ve kendi kendine yanma sıcaklık derecelerinin azalması nedeniyle yanmayı önleyici etkiyi arttırmış olabilir.

Yanma deneyi sonrasında oluşan ağırlık kaybı en yüksek borik asit+boraks'ta (% 22), en düşük PEG-400'de (% 8,51) bulunmuştur. Nitekim, melez kavak odununda yanma deneyi sonrasında oluşan ağırlık kaybı % 3'lük konsantrasyonda hazırlanan borik asit+boraks emprenye edilen örneklerde % 9,7 olurken okalipütüs'de % 23,1 çıkmıştır [20]. Buna göre aynı çözelti konsantrasyonu ve emprenye maddesi için elde edilen değerler arasında meydana gelen farklar çözeltinin retensiyon miktarları arasındaki farktan kaynaklanmış olabilir. Kokarağaçta alev kaynaklı, kendi kendine ve kor halinde yanma sıcaklıkları ile toplam yanma ve yıkılma

süreleri, melez kavak ve okaliptüs odunlarında aynı emprenye maddeleri ile işlem gören örneklerden elde edilen sonuçlar ile uyumludur [14].

Sıcaklık değeri; en yüksek alev kaynaklı yanmada borik asit+boraks'ta (395 °C), en düşük % 30 rutubetli kontrol örneğinde (243,7 °C), kendi kendine yanmada en yüksek borik asit+boraks'ta (567,6 °C), en düşük % 30 rutubetli kontrol örneğinde (377 °C), kor halinde yanmada en yüksek PEG-400'de (234,3 °C), en düşük % 30 rutubetli kontrol örneğinde (136 °C) elde edilmiştir. Alev kaynaklı yanma sıcaklığı değerleri bakımından boraks, vacsol-WR ve stiren ile emprenye edilen örnekler kontrol örneğine göre daha uygun sonuçlar vermişlerdir. Buna göre boraks, vacsol-WR ve stirenin yanmayı önleyici etki yaptıkları söylenebilir.

Kendi kendine yanma sıcaklıkları bakımından immersol-WR 2000, vacsol-WR ve stiren ile emprenye edilen örnekler kontrol örneğine göre önemli oranda yanmayı önleyici etki göstermişlerdir. Buna göre immersol-WR 2000, vacsol-WR ve stiren ile emprenyede retensiyonun yüksek olması, yanmayı önleyici etkinin önemli bir göstergesi sayılan kendi kendine yanma sıcaklığının azalmasına neden olabilir. Kor halinde yanma sıcaklığı bakımından borik asit, boraks, immersol-WR-2000 ve stirenin yanmayı önleyici etkileri kontrol örneğine göre önemli oranda yüksek bulunmuştur. Yanma sıcaklığı yüksek bulunan PEG-400'ün, yanma sıcaklığı düşük çıkan stiren ile birlikte veya ardışık halde emprenye edilmesi PEG-400'ün yanmayı önleyici etkisini artırabilir.

Işık yoğunluk değeri alev kaynaklı yanma halinde en yüksek borik asit+boraks'ta (984,1 Lüx), en düşük immersol-WR 2000'de (794,1 Lüx), kendi kendine yanmada en yüksek borik asit+boraks'ta (982 Lüx), en düşük Boraks'ta (555 Lüx), kor halinde yanmada ise 2, 4 ve 5 nolu gruplar hariç diğerlerinde eşit (1000 Lüx) çıkmıştır. Işık yoğunluğunun azalması duman oluşumunu arttırması ile yangında zehirlenmelere neden olacağından, duman yoğunluğu fazla olan emprenye maddeleri ile ışık yoğunluğu fazla olan emprenye maddelerinin ikili işlemler halinde birlikte kullanılması duman yoğunluğunu azaltabilir.

Toplam yanma süresi, en uzun % 30 rutubetli kontrol örneğinde (1080 sn), en kısa borik asit+boraks'ta (600 sn) ölçülmüştür. Yıkılma süresi ise en uzun % 30 rutubetli kontrol örneğinde (510 sn), en kısa 1, 4, 5, 6, 8 ve 10 nolu gruplarda (210 sn) gerçekleşmiştir. borik asit, boraks, borik asit+boraks, tanalith-CBC emprenye maddeleri kontrole eşdeğer ve daha düşük, diğerleri daha yüksek sonuçlar vermiştir. Bu durumda yüksek yanma süresi veren emprenyeli odunlar yanmada daha uzun süre dayanarak can ve mal kurtarılmasına yardımcı olabilir. Borlu bileşiklerin düşük retensiyon miktarı vermeleri yanmayı önleyici etkiyi azaltıcı olmuştur. Buna göre, borlu bileşiklerin farklı konsantrasyonlardaki sulu çözeltileri ve su itici maddeler ile ikili işlemler halinde uygulanması yanmayı önleyici etkiyi arttırabilir.

KAYNAKLAR

1. Berkel, A., **Ağaç Malzeme Teknolojisi**, I.cilt, İ.Ü. Yayın No: 1448 Orm. Fak. Yay No:147, s 151, 1970.
2. Kayacık, H., **Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği**, III. cilt, Angiospermae (kapalı tohumlar), İst. Üniv. Yayın No: 1360, Orm. Fak. Yayın No:134, s 299, 1968.
3. Rowell, R.M., Konkol, P., **Treatments that Enhance Physical Properties of Wood**, USA Forest Service Forest Product Laboratory, General Tech. Report FPL-GTR-55, Madison 12, 1987.
4. Le Van, S.L., Winandy, J.E., Effects of Fire Retardant Treatments on Wood Strentgh: A Rewiew, **Wood and Fiber Science**, 22 (1) 113-131, 1990.
5. Williams, L.H., Potential Benefits of Diffusible Preservatives for Wood Protection : an Analysis with Emphasis on Building Protection, in: First International Conferance on Wood Protection, with Diffusible Preservatives, M.Hamel, Ed., **Forest Products Research Society**, 29-35, 1990.
6. Yalınkılıç, M.K., Ağaç Malzemenin Yanma, Higroskopisite ve Boyutsal Stabilité Özelliklerinde Çeşitli Emprenye Maddelerinin Neden Olduğu Değişiklikler ve Bu Maddelerin Odundan Yıkanabilirlikleri, **Doçentlik Tezi**, K.T.Ü. Orm. Fak., 312 sh, Trabzon, 1993.
7. Hafors, B., The Role of the Wasa in the Development of PEG Preservation Method In: Archaeological Wood Properties, **Chemistry and Preservation Series**: 225, 195-217, 1990.
8. Kolmann, F., Occurance of Exothermic Reaction in Wood, **Holz Als Roh-und Werkstoff**, 18 (1960)193-200.
9. Goldstein, I.S., Degradation And Protection of Wood from Thermal Attcak, in:**Wood Deterioration and Its Prevention by Preservative Treatments** (D.D. Nicholas,Ed.) Syracuse Univ., New York, Press, Vol:I, (1973) 307-339.

10. Baysal, E., Çeşitli Borlu ve WR Bileşiklerin Kızılcım Odununun Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi, K.T.Ü. Fen Bil. Enst. **Yüksek Lisans Tezi**, Trabzon,1994.
11. Yalınkılıç, M.K., Örs, Y., Et Al., Duglas Göknarı (Pseudotsuga Menziesii (Mirb) Franco) Odununun Anatomik ve Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilebilme Özellikleri, **Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi**, (TÜBİTAK) 1996.
12. Örs, Y., Sönmez, A,Uysal, B., Çeşitli Kimyasal Maddelerin Ağaç Malzemenin Yanmaya Dayanıklılığı Üzerine Etkileri, **Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi**, Cilt 23, Ek sayı 2, (TÜBİTAK) Ankara 1999.
13. Örs, Y., Atar, M., Peker, H., Çeşitli Emprenye ve Üstyüzey İşlem Maddelerinin Odunun Yanma Özelliklerine Etkileri, **Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi**, Cilt 23, Sayı 5, (TÜBİTAK) Ankara 1999.
14. Örs, Y., Atar, M., Peker, H., Okalıptus (Eucalyptus camaldulensis Dehn.) Odunun Yanma Özellikleri, **Pamukkale Üni. Müh. Bil. Dergisi**, 2001. (Baskıda)
15. Örs, Y., Atar, M., Peker, H., Sarıçam Odunun Yanma Özelliklerine Bazı Borlu Bileşiklerin ve Su İtici Maddelerin Etkileri, **Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi**, Cilt 23, Sayı 5, (TÜBİTAK) Ankara 1999.
16. **TS 345**, Ahşap Emprenye Maddelerinin Etkilerinin Muayene Metodları, Türk Standartları Enstitüsü, 1974.
17. **TS 1476**, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Meşcerelerden Numune Ağacı ve Laboratuvar Numunesi Alınması, Türk Standartları Enstitüsü, 1984.
18. **ASTM D 1413-76**, Standartd Methods of Testing Wood Preservatives by Laboratory Soilblock Cultures, Annual Book of Astm Standarts, 452-460, 1976.
19. **ASTM 160-50**, Standart Test Method for Combustible Properties of Terated Wood by the Crib Test, 1975.
20. Sönmez, A., Atar, M., Peker, H., Çeşitli Maddeler ile Emprenye Edilmiş Melez Kavak Odununun Yanma Özellikleri, **Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi**, (TÜBİTAK) 2001. (Baskıda)