



# EMPRENYELİ SARIÇAM (*Pinus sylvestris L.*) ODUNUNDAN ÜRETİLEN LAMİNE AĞAÇ MALZEMELERİN YANMA ÖZELLİKLERİ

**Ramazan ÖZEN\***, **Ayhan ÖZÇİFCİ\*\***, **Burhanettin UYSAL\*\***

\*Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Rektörü, Zonguldak

\*\*Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Safranbolu Meslek Yüksekokulu, Teknik Programlar Bölümü, Karabük

Geliş Tarihi : 21.07.2000

## ÖZET

Bu çalışmada, sarıçam odunu örnekleri Sodyum perborat, Sodyum tetra borat, İmersol (I-WR 2000) ve Tanalith-CBC (T-CBC) maddeleri ile daldırma metoduna göre emprenye edildikten sonra Desmodur-VTKA tutkalı kullanılarak üretilen 3 katmanlı lamine ağaç malzemenin (LAM) ASTM-E 69 standardında belirlenen esaslara uyularak yanma özellikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak; en fazla kütle kaybı (60.83 g) I-WR2000 ile işlem gören lamine örneklerde, CO miktarı (6340.85 ppm) T-CBC ile işlem gören masif ağaç malzemede, CO<sub>2</sub> miktarı (% 7.48), O<sub>2</sub> miktarı (% 13.03 ) ve ilk ağırlığa oranla en fazla yanma (% 82.73) kontrol örneğinde, sıcaklık artışı (406.55 °C) T-CBC ile işlem gören lamine örneklerde elde edilmiştir. Buna göre; lamine örneklerin yanma deneyinde sodyum tetra borat ve sodyum perborat yanmayı azaltıcı emprenye maddesi olarak tespit edilmiştir.

**Ahtar Kelimeler :** Ahşap lamine, Desmodur-VTKA, Yanma, Sarıçam

## THE COMBUSTION PROPERTIES OF LAMINATED WOOD MATERIALS PREPARED FROM SCOTCH PINE (*Pinus sylvestris L.*)

### ABSTRACT

In this study, the combustion properties of 3 ply laminated wood material, which was produced from scotch pine (*Pinus sylvestris L.*) impregnated with Sodium perborat, Sodium tetra borat, Imersol (I-WR 2000) and Tanalith-CBC (T-CBC) by using dipping method has been investigated. Prepared materials have been bonded with Desmodur- VTKA adhesive and tested according to the procedure of ASTM-E 69 standards. As a result, the highest weight loss (60.83 g) in laminated sample impregnated with I-WR 2000, CO rate (6340.85 ppm) in neutral sample impregnated with T-CBC, CO<sub>2</sub> rate (7.48 %), O<sub>2</sub> rate (13.03 %) and according to the first weight rate the highest combustion rate (82.73 %) in control samples, heat increasing (406.55 °C) in laminated sample impregnated with T-CBC have been obtained. According to these results, in the combustion tests of laminated samples sodium tetra borat and sodium perborat have been determined as a successful fire retardant chemical.

**Key Words :** Laminated wood, Desmodur-VTKA , Combustion, Scotch pine

## 1. GİRİŞ

Lamine ahşap; kesme, soyma ve biçme yöntemleri ile elde edilen ağaç levhalarının aralarına yapıştırıcılar sürülerek düz ya da kalıp içerisinde sıcak veya soğuk preslenmesiyle elde edilmektedir (Anon., 1995).

Masif ağaç malzemenin üretilen lamine malzeme, ağaçları endüstrisinde önemli bir yapı elemanı ve üretim malzemesi olarak kullanılmaktadır. Laminasyon tekniği ile istenilen biçim ve kalitede LAM üretmek mümkündür. LAM malzemenin masif

ağaç malzemeye göre teknik ve ekonomik yönden önemli üstünlükleri vardır.

Lamine yöntemiyle, küçük boyutlu ağaç malzemeden istenilen boyutlarda LAM üretilebilmekte ve böylece büyük açıklıklar kirişsiz geçilebilmektedir. LAM üretiminde kullanılan ağaç malzemedeki budak, lif dönüklüğü gibi kusurlar giderildiğinde kalitesi de artmaktadır.

Doğu kayını, sarıçam ve sapsız meşe odunları PVAc, Desmodur-VTKA ve Klebit 303 tutkalları ile yapıştırılarak elde edilen 3, 5 ve 7 katmanlı lamine elemanlarda en yüksek eğilme direncinin PVAc tutkalı ile yapıştırılan 5 katmanlı lamine elemanlarda elde edildiği bildirilmiştir (Altınok ve Döngel, 1999).

11 ağaç türünde 93 °C'de 1 yıl bekletme sonucu ortalama % 2, 7; 121 °C'de 470 gün bekletme sonucu ortalama % 26, 8; 149 °C'de 400 saat bekletme sonucu ortalama % 14.8 ve 167 °C'de 102 saat bekletme sonucu ortalama % 21.4 oranında kütle kaybı olduğu tespit edilmiştir (Maclean, 1951).

Yapraklı türlerin ısıl bozunma sıcaklığının iğne yapraklı türlerden daha düşük olduğu ve bunun yapraklı türlerin ısıya daha hassas olan pentazonları içermesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Kollman, 1960).

Huş ksilanı ve çam glukomannan'ının 117-127 °C'de bozunmaya başladığı, ladin odununun 130-145 °C'de lignininde, 156-170 °C'de selülozunda bozunma olduğu tespit edilmiştir. 160 °C sıcaklıkta 28 gün süreyle bekletilen kayın talaşında % 20 selüloz kaldığı, lignin miktarının 14 gün sonra % 2-3 kadar azaldığı, pentazonun % 37'sinin 2 gün içinde bozulduğu belirtilmiştir (Goldstein, 1973).

Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) odunundan hazırlanan deney örnekleri bor bileşikleri, stiren, metilmetakrilat, polietilenglikol-400 gibi empenye maddeleriyle birincil ve ikincil olarak işleme tabi tutulduğunda, borlu bileşiklerin yanma direncini artırdığı, stiren, MMA ve PEG-400 uygulamasının aynı etkiyi göstermediği bildirilmiştir (Baysal, 1994).

Douglas [*Pseudotsuga menziesii* (mirb) franco] odunu borlu bileşikler ve PEG-400'lü gruplarla empenye edildikten sonra, yanma deneylerinde polietilenglikollü grupların olumsuz etkisine rağmen borlu bileşiklerin daha etkili sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Yalınkılıç ve Örs, 1996).

Lamine ahşap; odun laminelerinin lifleri paralel olacak şekilde birbirine yapıştırılması ile elde edilen

yapı elemanı olarak tanımlanmaktadır (Anon., 1999). Laminasyon tekniğinde farklı ağaç malzeme, değişen kat adedi, farklı boyut, şekil ve kat kalınlıkları uygulanabilmektedir.

Bu çalışmada; mobilya ve doğrama yapımında yaygın olarak kullanılan sarıçam odunundan üretilen lamine ağaç malzemenin Sodyum perborat, Sodyum tetra borat, İmersol (I-WR 2000) ve Tanalith-CBC (T-CBC) maddeleri kullanılarak daldırma yöntemiyle empenyesi neticesinde yanma özelliğinde meydana gelen değişmelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2. 1. Ağaç Malzeme

LAM üretiminde, ağaç işleri endüstrisinde yaygın olarak kullanılan sarıçam odunu (*Pinus sylvestris* L..) kullanılmıştır. Deney örnekleri Ankara'daki kereste işletmelerinden tesadüfi metotla sulamalı olarak temin edilmiştir.

### 2. 2. Desmodur VTKA

Daha çok montaj işlerinde tercih edilen, çözücü içermeyen tek kompenanlı, poliüretan esaslı ve nem kürlenmeli bir yapıştırıcıdır. Yapıştırılacak yüzeyler temiz, kuru, tozsuz ve yağsız olmalı, tutkalın sertleşme hızını artırmak için kurumuş yüzeyler hafifçe nemlendirilmelidir. Tutkal orijinal ambalajından doğrudan doğruya yüzeylerden emiciliği yüksek alana sürüldükten sonra yapıştırma işlemi 20 °C sıcaklıkta ve % 65 bağıl nem şartlarında gerçekleştirilmektedir. Tutkalın uygulanmasında üretici firmanın önerilerine uyularak yüzeye 150-200 g/m<sup>2</sup> sürülmüştür. Vizkozitesi 25 °C'de 3300-4000 cps, yoğunluğu 20 °C'de 1.11 ± 0.02 g/cc olup soğuğa karşı dayanıklıdır (Örs, 1987).

### 2. 3. Emprenye Maddeleri

Borlu bileşikler, ülkemizde üretilmesi, biyotik ve abiyotik zararlılara karşı etkisi ve yanmayı geciktirici özellikleri nedeniyle tercih edilmiştir. Emprenye maddesi olarak, Sodyum Perborat (Na BO<sub>2</sub> H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.3H<sub>2</sub>O), Sodyum Tetra Borat (Na<sub>2</sub> B<sub>4</sub> O<sub>7</sub>. 10H<sub>2</sub>O) Tanalith-CBC (T-CBC), vinil monomerlerden İmersol-WR 2000 (İ-WR 2000) kullanılmıştır.

### 2. 4. Yöntem

#### 2. 4. 1. Emprenye İşlemi

Emprenye işleminde 36 saat uzun süreli daldırma yöntemi uygulanmıştır. Emprenye maddesi

retensiyon miktarları ( $R$ ,  $\text{kg/m}^3$ ) ve retensiyon oranları ( $R$ , %) örnekler emprenye öncesi ve sonrası tam kuru hale getirildikten sonra;

$$R = \frac{G \times C}{V} \times 10 \quad R(\%) = \frac{\text{Moes} - \text{Moeş}}{\text{Moeş}} \times 100 \quad (1)$$

eşitliklerinden hesaplanmıştır. Burada;

$G = T2 - T1$  = Emprenye sonrası numune ağırlığı [g]  
 $T1$  = Emprenye öncesi numune ağırlığı [g]  
 $\text{Moes}$  = Emprenye sonrası numunenin tam kuru ağırlığı [g]  
 $\text{Moeö}$  = Emprenye öncesi numunenin tam kuru ağırlığı [g]  
 $V$  = Numune hacmi [ $\text{cm}^3$ ]  
 $C$  = Çözelti konsantrasyonu [%]

Emprenye deney planı Tablo 1’de verilmiştir.

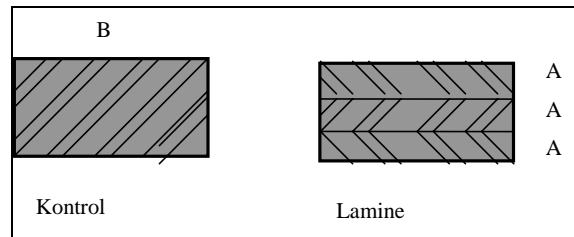
Tablo 1. Emprenye Deney Planı

Deney No	Emprenye Maddeleri	Örnek Rutubeti (%)	Çözelti Konsantrasyonu (%)	Çözücü Madde
1	Kontrol	12	-	-
2	Natürel	12	-	-
3	T-CBC	12	3	-
4	Sodyum Tetra Borat ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ )	12	3	Ds
5	Sodyum Perborat ( $\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ ),	12	3	Ds
6	İ-WR 2000	12	100	-

T-CBC: Tanalith-CBC, İ-WR 2000: İmersol- WR 2000 Ds: Destile su

## 2. 4. 2. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılacak kaba ölçülerdeki örnekler, sıcaklığı  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  ve % bağıl nemi  $65 \pm 3$  olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşuncaya kadar bekletilmişlerdir. Hazırlanan hava kuru rutubetli (% 12) taslaklar  $3 \times 22 \times 1030$  mm boyutlarda kesilerek 3 katmanlı olarak Desmodur-VTKA tutkalı ile yapıştırılmıştır. Daha sonra deney örnekleri  $\pm 1$ 'er mm yaklaşımla  $9 \times 19 \times 1016$  mm boyutlarını verecek şekilde kesilmiştir. Her bir deney örneği için (kontrol, natürel ve lamine) 7 adet olmak üzere toplam 63 adet deney örneği hazırlanmıştır (Şekil 1).

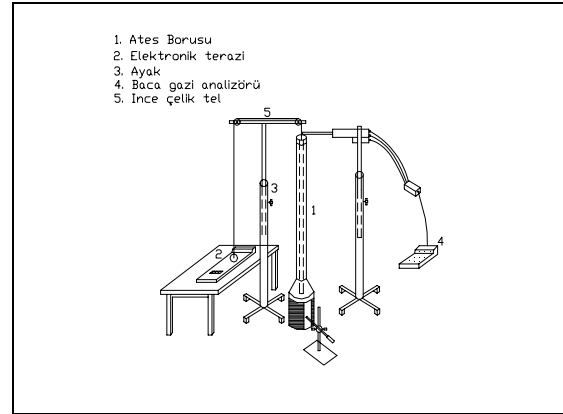


Şekil 1. Lamine Deney Örnekleri (A = 3 mm, B = 19 mm)

## 2. 5. Metot

### 2. 5. 1. Deneylerin Yapılışı

Yanma deneyi (Anon., 1975) esaslarına uygun olarak yapılmıştır. Yanma sonucu açığa çıkan gaz ve kütle kaybı her 30 s’de bir defa ölçülerek kaydedilmiştir. Yanma deney düzeneği Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Yanma deney düzeneği

## 2. 6. İstatistik Yöntemler

Hazırlanan natürel ve lamine örneklerde retensiyon miktarları, emprenye maddesi çeşidinin alev kaynaklı ve kendi kendine yanma değerine etkilerini belirlemek amacıyla çoklu varyans analizi uygulanmıştır. Gruplar arası farklılığın  $\alpha = 0.05$ 'e göre anlamlı çıkması halinde etki derecesi Duncan testi ile ikili karşılaştırmaları yapılmıştır.

## 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	-	23	2.78	2.79	1.080	1.080
Sodyum Tetra Borat (Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> .10 H <sub>2</sub> O)	Ds	23	3.50	3.50	1.020	1.020
Sodyum Perborat (NaBO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .3 H <sub>2</sub> O)	Ds	23	10.61	10.40	1.025	1.025
I - WR 2000	-	23	6.75	6.75	0.820	0.820

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 <sup>3</sup> ) **		Retensiyon (%)	
		$\bar{X}$	HG *	$\bar{X}$	HG*
1	Kontrol	-	-	-	-
2	Natürel	-	-	-	-
3	T - CBC	12.45	B	3.48	A
4	Sodyum Tetra Borat (Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> .10 H <sub>2</sub> O)	2	C	0.60	BC
5	Sodyum Perborat (NaBO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .3 H <sub>2</sub> O)	13.5	B	2.30	AB
6	I - WR 2000	82.71	A	1.31	B
		LSD:± 10.13			LSD:± 1.1

 $\bar{X}$  : Ortalama HG: Homojenlik grubu

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

\*\* : Her bir sonuç 7 adet yanma örneğinin ortalamasını yansıtmaktadır.

Retensiyon miktarı en yüksek I-WR 2000'de, en düşük Sodyum Tetra Borat'da gerçekleşmiştir. Retensiyon oranı en yüksek T-CBC'de, en düşük Sodyum Tetra Borat'da belirlenmiştir.

### 3. 3. Hava Kurusu Özgül Kütle

Lamine deney örneklerinin % 12 rutubette hesaplanan özgül kütleleri Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Hazırlanan Lamine Örneklerin Özgül Kütleleri (g/cm<sup>3</sup>)

Katman Türü	Ortalama
Kontrol	0.48
I-Natürel + Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> .10 H <sub>2</sub> O	0.54
II- Natürel + NaBO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .3 H <sub>2</sub> O	0.52
III- Natürel + I-WR	0.53
IV-Natürel + T-CBC	0.53
V-Lamine + Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> .10 H <sub>2</sub> O	0.57
VI-Lamine + I-WR	0.58
VII-Lamine + NaBO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .3 H <sub>2</sub> O	0.52
VIII-Lamine + T-CBC	0.57

Lamine örneklerde en yüksek özgül kütle I-WR ile işlem gören örneklerde 0,58 g/cm<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Kontrol örneğine göre, lamine üretiminde kullanılan yapıştırıcı ve emprenye maddeleri özgül kütleyi artırmıştır. Emprenye maddesi çeşidine göre elde edilen ortalama yanma değerleri Tablo 5'de verilmiştir.

Lamine etme ve emprenye maddelerinin yanma değerlerine etkilerini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Lamine etme ve emprenye maddesi çeşidinin ağaç malzemenin yanma değerine etkisi istatistik anlamda önemli çıkmıştır ( $\alpha=0,05$ ). Faktörler arasındaki farklılığın önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 7, 8, 9, 10 ve 11'de verilmiştir.

Tablo 5. Emprenye Maddelerine Göre Ortalama Yanma Değerleri

Yanma Sonucu Ölçülen Değerler						
Metot	Emp.Mad.	Ağırlık (g)	O <sub>2</sub> (%)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	CO <sub>2</sub> (%)
Kontrol	-					
	Ba	21.61	18.49	246.65	278.05	2.41
Natürel	Na	16.23	17.70	461.40	287.20	3.06
	I-WR	51.53	16.49	1074.75	375.25	4.35
	T-CBC	40.39	14.18	6340.85	307.15	6.25
	Ba	56.40	16.76	1019.35	398.30	4.09
Lamine	Na	45.54	14.80	1793.10	309.65	3.04
	I-WR	60.83	18.27	1185.25	378.55	2.60
	T-CBC	32.73	17.14	540.60	406.55	3.72

Tablo 6. Lamine Etme ve Emprenye Maddelerinin Yanma Değerine Etkisine İlişkin Çoklu Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	Kareler Toplamı	F Değeri	P
Faktör A	1	5358912.684	5358912.684	27.1577	0.0000
Faktör B	3	38602095.372	12867365.124	65.2089	0.0000
A*B	3	65392289.542	21797429.847	110.4644	0.0000
Faktör C	4	293556719.969	73389179.992	371.9195	0.0000
A*C	4	269302260.507	6732565.127	34.1191	0.0000
B*C	12	152217958.683	12684829.890	64.2838	0.0000
A*B*C	12	262846556.359	21903879.697	111.0038	0.0000
Hata	760	149967334.469	197325.440		
Toplam	799	994872127.585			

Faktör A: Malzeme ( Natürel, Lamine), Faktör B: Emprenye maddeleri (Ba, I-WR, Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>.10 H<sub>2</sub>O, NaBO<sub>2</sub> H<sub>2</sub>O.3 H<sub>2</sub>O, T-CBC), Faktör C: Yanma değerleri ( Ağırlık kaybı, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, Sıcaklık, C O<sub>2</sub>), Varyasyon katsayısı % 178,05.

Tablo 7. Yanma Sonucu Oluşan Kütle Kaybı (g)

	X	H.G.
Kontrol	25.20	CD
I	21.61	C
II	16.23	D
III	51.83	A
IV	40.39	B
V	56.40	A
VI	45.54	B
VII	60.83	A*
VIII	32.73	BC

LSD: ± 10.11

Tablo 10. Yanma Sonucu Oluşan Sıcaklık Değişimi (°C)

	X	H.G.
Kontrol	378.61	A
I	278.05	C
II	287.20	C
III	375.25	A
IV	307.15	B
V	398.30	A
VI	309.65	B
VII	378.55	A
VIII	406.55	A

LSD: ± 31.45

Tablo 8. Yanma Sonucu Oluşan O<sub>2</sub> Miktarı (%)

	X	H.G.
Kontrol	13.03	B
I	18.49	A*
II	17.70	A
III	16.49	A
IV	14.18	AB
V	16.76	A
VI	17.80	A
VII	18.27	A
VIII	17.14	A

LSD: ± 2.31

Tablo 11. Yanma Sonucu Oluşan CO<sub>2</sub> Değişimi (%)

	X	H.G.
Kontrol	7.48	A
I	2.41	D
II	3.06	C
III	4.35	B
IV	6.25	A
V	4.09	BC
VI	3.04	C
VII	2.60	D
VIII	3.72	D

LSD: ± 1.87

Tablo 9. Yanma Sonucu Oluşan CO Miktarı (ppm)

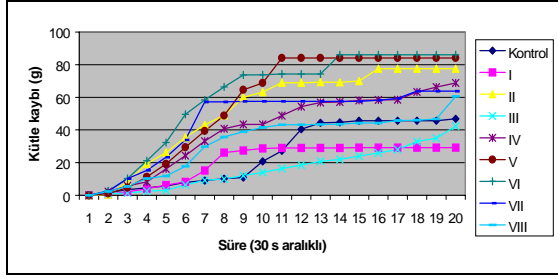
	X	H.G.
Kontrol	3827.5	B
I	246.65	C
II	461.40	C
III	1074.25	C
IV	6340.85	A
V	1019.35	C
VI	1793.10	C
VII	1185.25	C
VIII	540.60	C

LSD: ± 2513.35

Kütle kaybı en fazla I-WR ile işlem gören lamine örneklerde, en az Sodyum perborat ile işlem gören masif ağaç malzemedede elde edilmiştir. Bunlara ilişkin grafik Şekil 3'de verilmiştir.

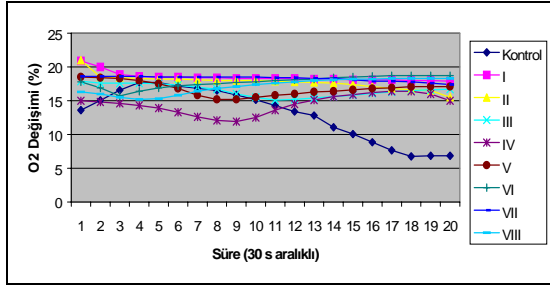
En fazla kütle kaybı alev kaynaklı (ilk 4 dakikada) ve kendine yanmada (ilk 4 dakika sonrası) I-WR 2000 ile işlem gören lamine örneklerde belirlenmiştir. En az kütle kaybı yine aynı kimyasalla işlem gören natürel örneklerde

bulunmuştur. Lamine üretiminde kullanılan yapıştırıcı yanmayı hızlandırıcı etki göstermiş olabilir.



Şekil 3. Kütle kaybı (g)

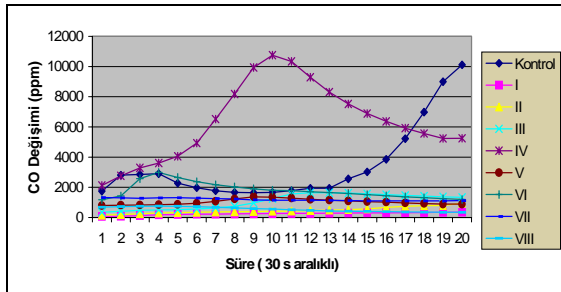
O<sub>2</sub> miktarı en fazla kontrol örneğinde belirlenirken, en az Sodyum tetra borat ile işlem gören örneklerde bulunmuştur. Bunlara ilişkin grafik Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. O<sub>2</sub> değişimi (%)

Alev kaynaklı ve alev kaynaklı yanmada emprenyeli örnekler kontrol örneğine göre daha az yandığı için O<sub>2</sub> miktarında azalma kontrol örneğine göre daha az olmuştur.

Yanmanın göstergesi olan CO miktarındaki artış en fazla T-CBC ile işlem gören natürel örnekte, en az Sodyum tetra borat ile işlem gören natürel örneklerde bulunmuştur. Bunlara ilişkin grafik Şekil 5'de gösterilmiştir.

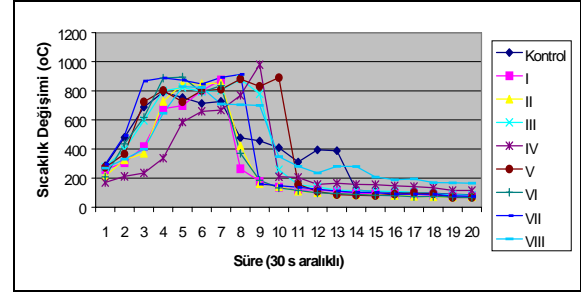


Şekil 5. CO değişimi (ppm)

Alev kaynaklı ve kendi kendine yanma aşamalarında T-CBC ile işlem gören natürel örneklerde en fazla CO miktarı belirlenmiştir. Kontrol örneğinde alev

kaynağının ateş bacasından uzaklaştırılmasından sonra kendi kendine yanma devam ettiği için CO miktarında artış gözlemlenmiştir. Diğer emprenye maddeleri CO artışını azaltıcı etki göstermiştir.

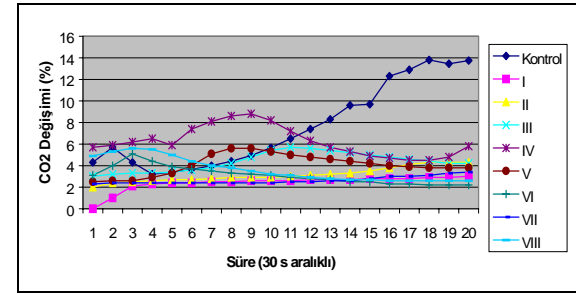
En az sıcaklık artışı Sodyum tetra borat ve sodyum perborat ile işlem gören natürel örneklerde elde edilirken, en fazla sıcaklık artışı T-CBC ile işlem gören lamine örneklerde belirlenmiştir. Bunlara ilişkin grafik Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Sıcaklık değişimi (°C)

Alev kaynaklı yanmada kontrol örneği en yüksek sıcaklık artışını verirken alev kaynağının ateş bacasından uzaklaştırılması sonucu tüm örneklerin sıcaklık değerlerinde kademeli bir düşme gözlemlenmiştir.

Yanma sonucu en fazla CO<sub>2</sub> miktarı kontrol örneğinde, en az sodyum tetra borat ile işlem gören natürel örnekte bulunmuştur. Bunlara ilişkin grafik Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. CO<sub>2</sub> Değişimi (%)

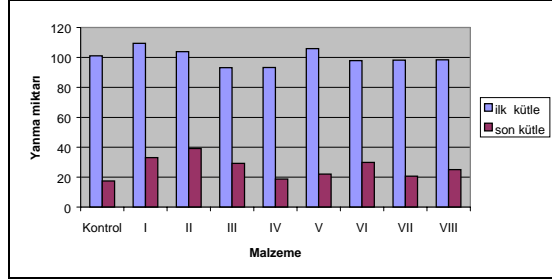
Alev kaynaklı yanma sırasında en fazla CO<sub>2</sub> miktarını T-CBC ile işlem gören natürel örnek verirken, alev kaynaklı yanmada kontrol örneği vermiştir.

En fazla yanma kontrol örneğinde (% 82.73) en az yanma sodyum perborat ile işlem gören natürel örnekte % (62.88) belirlenmiştir. Bunlara ilişkin grafik Şekil 8'de gösterilmiştir.

İlk ağırlığa oranla en fazla yanma kontrol örneğinde tespit edilmiştir. Buna göre tüm emprenye maddeleri kontrol örneğine göre yanmayı azaltıcı etki göstermiştir.

Tablo 12. İlk Ağırlığa Oranla Yanma Miktarı (g)

	İlk Ağırlık	Son Ağırlık	% Yanma
Kontrol	101.1	17.48	82.73
I	109.40	33.12	69.72
II	103.87	39.17	62.28
III	93.17	29.16	68.70
IV	93.23	18.78	79.85
V	105.88	22.07	79.15
VI	97.90	29.89	69.46
VII	98.18	20.73	78.88
VIII	98.42	25.01	74.58



Şekil 8. Deney örneklerinin ilk kütleyle göre yanmamış parça miktarları

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Retensiyon miktarı en yüksek I-WR 2000'de (82.71 g/cm<sup>3</sup>), en düşük Sodyum Tetra Borat (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>.10 H<sub>2</sub>O)'da (2 g/cm<sup>3</sup>) gerçekleşmiştir. Retensiyon oranı en yüksek T-CBC'de (% 3.48), en düşük Sodyum Tetra Borat (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>.10 H<sub>2</sub>O)'da (% 0.60) belirlenmiştir. Bu durum emprenye işleminde kullanılan çözeltilerin konsantrasyonunun kaynaklanmıştır.

Lamine örneklerde en yüksek özgül kütle I-WR 2000 ile işlem gören örneklerde 0.58 g/cm<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Kontrol örneğine göre, lamine üretiminde kullanılan yapıştırıcı ve emprenye maddeleri özgül kütle artırmıştır.

En fazla kütle kaybı alev kaynaklı (ilk 4 dakikada) ve kendi kendine yanmada (son 12 dakika) I-WR 2000 ile işlem gören lamine örneklerde belirlenmiştir. En az kütle kaybı yine aynı kimyasalla işlem gören natürel örneklerde belirlenmiştir. Lamine üretiminde kullanılan yapıştırıcı yanmayı hızlandırıcı etki göstermiş olabilir. En az kütle kaybı Sodyum perborat ile işlem gören natürel örneklerde elde edilmiştir. Bu durum sodyum perboratın yanmayı önleyici özellik taşıdığı şeklinde yorumlanabilir.

O<sub>2</sub> miktarı en fazla kontrol örneğinde (% 13.03) belirlenirken, en az Sodyum tetra borat ile işlem gören örneklerde (% 18.49) bulunmuştur. Alev

kaynaklı ve alev kaynaklı yanmada emprenyeli örnekler kontrol örneğine göre daha az yandığı için O<sub>2</sub> miktarında azalma kontrol örneğine göre daha az olmuştur.

Yanmanın göstergesi olan CO miktarındaki artış en fazla T-CBC ile işlem gören natürel örnekte (6340,85 ppm), en az Sodyum tetra borat ile işlem gören natürel örneklerde (246.65 ppm) bulunmuştur. Alev kaynaklı ve kendi kendine yanma aşamalarında T-CBC ile işlem gören natürel örneklerde en fazla CO miktarı belirlenmiştir. Kontrol örneğinde alev kaynağının ateş bacasından uzaklaştırılmasından sonra kendi kendine yanma devam ettiği için CO miktarında artış gözlemlenmiştir. Diğer emprenye maddeleri CO artışını azaltıcı etki göstermiştir.

En az sıcaklık artışı Sodyum tetra borat ve sodyum perborat ile işlem gören natürel örneklerde elde edilirken, en fazla sıcaklık artışı T-CBC ile işlem gören lamine örneklerde belirlenmiştir. Alev kaynaklı yanmada kontrol örneği en yüksek sıcaklık artışını verirken alev kaynağının ateş bacasından uzaklaştırılması sonucu tüm örneklerin sıcaklık değerlerinde kademeli bir düşme gözlemlenmiştir. Yanma sonucu en fazla CO<sub>2</sub> miktarı kontrol örneğinde (% 7.48), en az sodyum tetra borat ile işlem gören natürel örnekte (% 2.41) bulunmuştur. Alev kaynaklı yanma sırasında en fazla CO<sub>2</sub> miktarını T-CBC ile işlem gören natürel örnek verirken, alev kaynaklı yanmada kontrol örneği vermiştir.

En fazla yanma kontrol örneğinde (% 82.73) belirlenirken, en az yanma sodyum perborat ile işlem gören natürel örnekte (% 62.88) belirlenmiştir. İlk ağırlığa oranla en fazla yanma kontrol örneğinde tespit edilmiştir. Buna göre tüm emprenye maddeleri kontrol örneğine göre yanmayı azaltıcı etki göstermiştir.

#### 5. KAYNAKLAR

Altınok, M., Döngel, N. 1999. "Laminasyonda Ağaç Türü, Tutkal Çeşidi ve Katman Sayısının Eğilme Direncine Etkileri" ZKÜ., Karabük Teknik Eğitim Fakültesi, Teknoloji Dergisi, (1-2), 225-235.

Anonim, 1995. TS. 11878. "Ahşap Mobilya-Koltuk Lamine Ahşaptan İmal Edilmiş", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim, 1999. TS. EN 386. Yapıştırılmış Lamine Ahşap- Performans ve Asgari İmalat Şartları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim, 1975. ASTM-E 69 Standard Test Methods for Combustible Properties of Treated Wood by the Fire Aparatus.

Baysal, E. 1994. "Çeşitli Borlu ve WR Bileşiklerin Kızılçam Odununun Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi", K.T.Ü. Fen Bil. Enst. Yük. Lis. Tezi, Trabzon.

Goldstein, I. S. 1973. "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, 307-339.

Kolmann, F. 1960. "Occurrance of Exothermic Reaction in Wood", Holz Als Roh-und Werkstoff, 18, 193-200.

Maclean, J. D. 1951. "Role of Disintegration of Wood Under Different Heating Conditions", Proc. Am. Wood-Preserves Assoc, 47 ,155-168.

Örs, Y. 1987. Kama Dişli Birleşmeli Masif Ağaç Malzemedede Mekanik Özellikler, Yardımcı Ders Kitabı, K. T. Ü. Orman Fakültesi, s. 29-34, Trabzon.

Yalınkılıç, M. K., Örs, Y. 1996. "Duglas Göknarı (Pseudotsuga Menziesii (Mirb) Franco) Odununun Anatomik ve Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilebilme Özellikleri", Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi, Ankara.