

## Ağaç Malzemenin Yanmaya Dayanıklılığını Etkileyen Emprenye Maddeleri

Yalçın ÖRS, Abdullah SÖNMEZ

G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Mob. ve Dek. Eğitim Bölümü, Ankara-TÜRKİYE

Burhanettin UYSAL

Karaelmas Üniversitesi, Safranbolu Mes. Yük. Okulu, Safranbolu-TÜRKİYE

Geliş Tarihi:04.04.1997

**Özet:** Yapı malzemesi olarak kullanılan ağaç malzeme bu maksatla kullanılan diğer malzemelerden üstün özelliklere sahip olmakla beraber, biyotik ve abiyotik zararlılardan olumsuz etkilenmektedir. Bu nedenle koruyucu kimyasal maddelerle emprenye edildikten sonra kullanılması önerilmektedir.

Bu çalışmada, ağaç malzemeyi koruyucu kimyasal maddelerden suda çözünen tuzlarla emprenye etmenin yanmaya karşı dayanıklılığı üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu maksatla yaygın olarak kullanılan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) odunları ile, emprenye maddesi olarak; potasyum nitrat ( $KNO_3$ ), çinko sülfat ( $ZnSO_4$ ), sodyum tetra borat ( $Na_2 B_4 O_7$ ), sodyum sülfat ( $Na_2SO_4$ ) ve bakır sülfat ( $Cu_2SO_4$ ) kullanılmıştır. Emprenye metodu olarak uzun süreli daldırma ve 1 saat vakum-1 saat basınç, 30 dakika vakum-30 dakika basınç olmak üzere dolu hücre metodları uygulanmıştır.

Emprenye edilen numunelerde, alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma sırasında oluşan ağırlık kayıpları esas alınarak yapılan değerlendirme sonuçlarına göre;  $Cu_2SO_4$ ,  $ZnSO_4$  ve  $Na_2SO_4$  sarıçam ve kayında yanmaya dayanıklılık kazandırmışlardır. Bu bakımdan dolu hücre metodu ile yapılan emprenye işlemi daha etkili bulunmuştur.

### Fire Retardant Chemicals Affecting Combustion Resistance of Wood

**Abstract:** Wood is an important material used in construction elements. However since it can be affected by biotic and abiotic deteriorating agents, it should be treated with chemical impregnating materials prior to use.

In this study, the effects of water-soluble impregnating chemicals on the combustion resistance of wood was investigated. For this purpose, panels were prepared with oriental beech wood (*Fagus orientalis* L.) and pine wood (*Pinus sylvestris* L.), which are widely used in industry. These panels were impregnated with potassium nitrate ( $KNO_3$ ), zinc sulfate ( $Zn SO_4$ ), sodium tetra borate ( $Na_2 B_4 O_7$ ), sodium sulfate ( $Na_2 SO_4$ ) and copper sulfate ( $Cu_2SO_4$ ). Two different methods were used for impregnation of the wood samples: extended dipping without pressure, and full cell with either 60 minutes vacuum-60 minutes pressure, or 30 minutes vacuum-30 minutes pressure.

The amount of weight lost during flame- and non-flame burning showed that impregnation with  $Cu_2SO_4$ ,  $Zn SO_4$  and  $Na_2 SO_4$  increased the fire resistant of pine and oriental beech wood. For this reason, the full-cell method is more effective in impregnation.

### Giriş

Ağaç malzeme, mantar ve böcek zararlarına karşı çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edildikten sonra kullanılmak durumundadır. Ayrıca yanabilen ve alevlenebilen bir madde olduğundan, emprenye amacıyla kullanılan kimyasal maddelerin yanmayı geciktirici özellik kazandırması istenir.

Yanmayı geciktirici kimyasal maddeler ağaç malzemeye tamamen yanmazlık özelliği kazandıramazlar. Bununla birlikte tutuşmayı güçleştirip, yanma başladıktan sonra ateşin yayılmasını geciktirebilirler (1).

Ağaç malzemedeki tutuşma, alevlenme ve yanmaya karşı kullanılan emprenye maddeleri (FR=Fire retardants), inorganik maddeler; (amonyum tuzları, alkali tuzlar, inorganik yüzey örtücüler) ve organik maddeler; (polimerler ve reçineler, reaktif bileşikler, organik çözücülü halojenleşmiş organik maddeler ve organofosforlar, organik yüzey örtücüler) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (2).

Bu çalışmada, ağaç malzemenin yanma direncine, suda çözünen tuzlarla emprenye etmenin etkileri araştırılmıştır.

## Materyal ve Metot

### Ağaç Malzeme

Ağaç malzeme olarak yapılarda yaygın olarak kullanılan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* lipsky) odunları kullanılmıştır.

Deney örnekleri, seçilen ağacı temsil edecek şekilde budaksız, ardaksız, sağlam, düzgün lifli ve diri odun kısmından, reçinesiz, büyüme kusurları bulunmayan parçalardan elde edilmiştir.

Numunelerin alınacağı parçalar, T.S.345, T.S.5561 ve ASTM-E69 da belirtilen esaslara uygun olacak şekilde, önceden  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve %  $35\pm 5$  bağıl nem şartlarında denge rutubetine ulaşmaya kadar (%7) bekletildikten sonra 9,5 x 19 x 1016 mm boyutlarında kesilmişlerdir.

### Kimyasal Madde

Deney örneklerinin emprenyesinde kullanılan kimyasal maddelerin çözeltileri; potasyum nitrat ( $\text{KNO}_3$ ) %24,25, çinko sülfat ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) %48,97, boraks ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) %4,78, sodyum sülfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) %13,95, bakır sülfat ( $\text{Cu}_2 \text{SO}_4$ ) %24,06'lık kuru madde içerecek şekilde oda sıcaklığında ve damıtık su kullanılarak doymun halde hazırlanmışlardır (3).

### Emprenye Metodu

#### 1. Uzun Süreli Daldırma

İklim odasında %7 denge rutubetine kadar bekletilen deney örnekleri 0,01 g duyarlıklı analitik terazide tartıldıktan sonra, emprenye çözeltileri içerisine tamamen batmaları sağlanacak şekilde yerleştirilerek 36 saat süreyle bekletilmişlerdir (7). Numuneler, daldırma kabında istiflenirken, emprenye çözeltilerinin yüzeylere temasını sağlamak için aralarına plastik latalar yerleştirilmiş ve üzerlerine ağırlık konularak çözeltilerin örnek üst yüzeyinden 4 cm taşması sağlanmıştır.

#### 2. Dolu Hücre Metodu

Deney örneklerinin bu metoda göre emprenyesinde ASTM-D 1413-76 da belirtilen esaslara uyulmuştur. Buna göre; numunelerin bir kısmına 60 dakika, bir kısmına ise 30 dakika sürelerle 60 cmHg ya eşdeğer ön vakum uygulamasından sonra, ön vakum süreleri kadar 2,5 kg/cm<sup>2</sup> lik basınç uygulanmıştır (3).

## 3. Emprenye ile İlgili İşlemler

Emprenye çözeltilerinin emprenye öncesi ve sonrası pH ları indikatör, kağıdı ile, yoğunlukları densitometri cihazı ile densitometri metoduna göre yapılmıştır.

Emprenye işleminden sonra numuneler yüzeylerindeki fazla sıvı buharlaşmaya kadar istife alınmıştır. Bundan sonra analitik terazide tartılarak çözeltiler retensiyon tutunma oranları (net kuru emprenye maddesi tutma miktarı);

$$R = \frac{\text{Mes} - \text{Meö}}{\text{Meö}} \times 100$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada:

R= Çözeltiler retensiyon oranı

Meö= emprenye öncesi ağırlık

Mes= " sonrası "

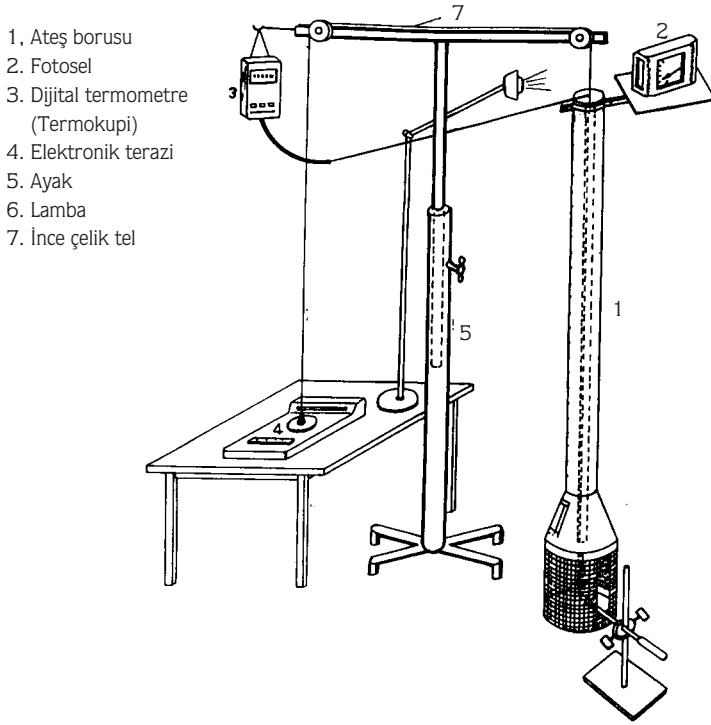
### Yanma Deneyleri

Retensiyon oranları belirlenen numunelere ASTM-E 69 esaslarına uyularak yanma deneyi uygulanmıştır. Bu maksatla, numuneler ateş borulu yanma deneyi aletinin ateş borusu içerisine dikey konumda asıldıktan sonra alt taraftaki gaz ocağı alevinin numuneye teması sağlanmıştır (Şekil 1). Buna göre yapılan "alev kaynaklı yanma" ve deneyin başlamasından 4 dakika sonra gaz ocağı dışarı alınarak "alev kaynaklı yanma" deneyleri sırasında oluşan ağırlık kayıpları her 1/2 dakikada 0,01 g duyarlıklı analitik terazi yardımı ile tespit edilmiştir (8, 9).

### İstatistik Uygulama

Sarıçam ve kayından, 5 çeşit kimyasal madde ve 3 farklı emprenye yöntemi için 8'er adet olmak üzere;  $2 \times 5 \times 3 \times 8 = 240$  ve  $2 \times 8 = 16$  kontrol örneği olmak üzere toplam 256 numune hazırlanmıştır.

Ağaç malzeme, emprenye yöntemi ve kimyasal madde olmak üzere 3 ayrı faktörün alev kaynaklı ve alev kaynaklı yanmalarda ağırlık kaybına etkilerini belirlemek amacıyla SPSS/PC paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmıştır. Varyans kaynaklarının etkisi P<0-05 düzeyinde anlamlı çıktığında  $\text{LSD} \pm 0.05$  kritik değerleri ile ikili karşılaştırmalar uygulanmıştır.



Şekil 1. Yanma Deney Aleti

## Bulgular

### Çözelti pH sı ve Yoğunluğu

Deney örneklerinin emprenyesinde kullanılan kimyasal maddelerin 20 °C sıcaklıktaki damıtık suda elde edilen çözeltilerine ilişkin ölçüm sonuçları Tablo 1' de verilmiştir.

Buna göre; emprenye öncesi ve sonrasında çözeltilerin PH değerleri ve yoğunluklarında değişme olmamıştır. Bu durum her emprenye işleminde taze çözelti ile çalışmaktan kaynaklanabilir.

### Retensiyon Oranları

Emprenye işlemlerinden sonra numunelerin net kuru emprenye maddesi tutma oranları Tablo 2, Şekil 2' de gösterilmiştir.

Buna göre; kimyasal maddelerin retensiyon oranları, sarçamda %1,09 ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) - %203,10 ( $\text{KNO}_3$ ), kayında %1,05 ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) - %121,32 ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) arasında değişmekte olup, en yüksek tutunma oranı, 1 saat vakum-1 saat basınç uygulanan dolu hücre metodunda, en düşük tutunma oranı ise uzun süreli daldırma metodunda boraks ile gerçekleşmiştir. Bu bakımdan homojenlik grupları çoktan aza doğru;  $\text{KNO}_3$  -  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  -  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  -  $\text{Cu}_2\text{SO}_4$  -  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  olarak sıralanmıştır.

### Ağırlık Kayıpları

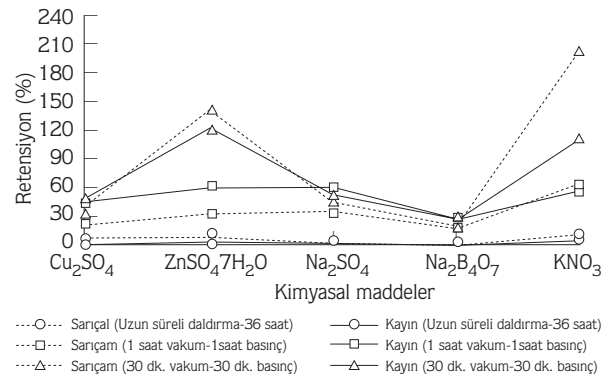
Numunelerin ağırlık kayıplarına kimyasal madde,

Tablo 1. Emprenyede Kullanılan Çözeltilerin Özellikleri.

Emprenye Malzemesi	Çözelti %	pH		Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>	
		* E. Ö.	* E. S.	E. Ö.	E. S.
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	4,78	11,2	11,3	1,024	1,024
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	48,97	4,60	4,64	1,120	1,120
$\text{KNO}_3$	24,25	8,12	8,10	1,050	1,050
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	24,06	4,14	4,14	1,287	1,287
$\text{Cu}_2\text{SO}_4$	13,95	4,50	4,50	1,147	1,147

\*E:Ö=Emprenye öncesi

\*E:S=Emprenye sonrası



Şekil 2. Sarçam ve Kayında Retensiyon Oranları

Tablo 2. Retensiyon Oranları (%)

Kimyasal Madde	% Retensiyon					
	I.Emprenye		II.Emprenye		III.Emprenye	
	Kayın	Sarıçam	Kayın	Sarıçam	Kayın	Sarıçam
Cu <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.77	8.45	43.25	22.37	47.22	34.39
ZnSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	1.75	9.11	60.25	33.35	121.32	141.36
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.99	3.90	58.85	34.05	51.82	46.43
Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	1.05	1.09	26.72	17.63	27.77	18.43
KNO <sub>3</sub>	6.96	10.71	56.47	63.09	111.38	203.10

emprenye yöntemi ve yanma (alev kaynaklı-alev kaynaklı) etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 3' de verilmiştir.

Buna göre; ağaç malzemede ağırlık kaybına kimyasal madde, emprenye yöntemi ve yanma şeklinin etkileri 0.05 hata payı ile istatistiksel anlamda önemsiz çıkmıştır.

Tablo 3. Ağaç malzeme(M) Ağırlık Kayıplarına, Kimyasal madde(KM), Emprenye Yöntemi(EY) ve Yanma Etkilerine İlişkin Varyans Analizi

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalama	F Değeri	P a=0,0
M	1	2856,943	2856,943	104,950	0,0
KM	4	118,416	29,604	1,088	0,363
EY	3	42138,953	14046,318	515,993	0,0
Yanma	1	15970,500	15970,500	586,678	0,000
Y-KM	4	172,354	43,089	1,583	0,179
M-EY	3	1684,894	561,631	20,632	0,0
M-Yanma	1	334,108	334,108	12,273	0,001
KM-EY	12	1384,266	115,356	4,238	0,000
KM-Yanma	4	560,758	140,189	5,150	0,001
EY-Yanma	3	3435,673	1145,224	42,070	0,0
M-KM-EY	12	1030,303	85,859	3,154	0,000
M-KM-Yanma	4	192,303	48,076	1,766	0,136
M-EY-Yanma	3	160,912	53,637	1,970	0,118
KM-EY-Yanma	12	867,678	72,306	2,656	0,002
M-KM-EY-Yanma	12	424,141	35,345	1,289	0,218
TOPLAM	377	79572,724	211,068		

Kimyasal Madde	Kont örnek X	Emprenye Yöntemi									
		Daldırma		1 saat vakum		30 dk.vakum		30 dk.basınç			
		X	Sx	Isd	Isd	Isd	Isd	Isd	Isd		
Cu SO <sub>4</sub>	16,61	a	10,61	1,80	c	3,99	1,12	b	2,22	1,47	ab
Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	16,61	a	13,07	1,89	bc	2,57	0,43	ab	3,98	1,63	ab
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16,61	a	14,60	1,07	b	1,01	0,47	a	1,21	0,83	b
KNO <sub>3</sub>	16,61	a	18,34	2,17	a	1,49	0,62	a	1,76	0,87	b
ZnSO <sub>4</sub>	16,61	a	12,83	1,95	bc	2,15	1,23	a	5,29	0,67	a

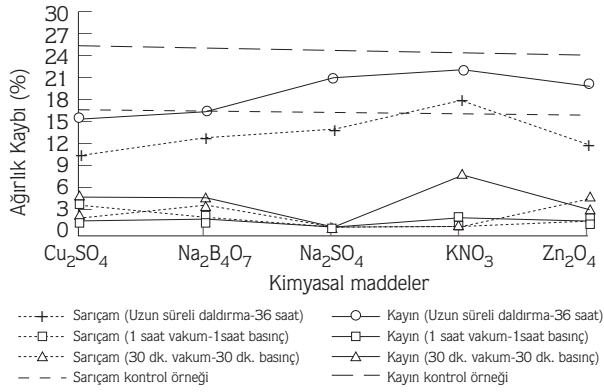
Tablo 4. Sarıçamda Alev Kaynaklı Yanma Sırasında Ağırlık Kayıpları

### Alev Kaynaklı Yanma

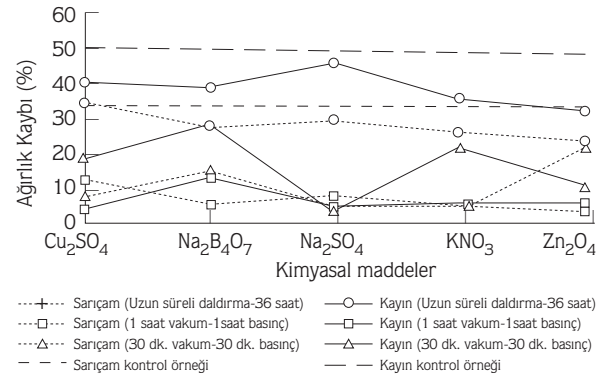
Alev kaynaklı yanma sırasında oluşan ağırlık kayıpları Tablo 4 ve 5' de verilmiş, bunlara ilişkin grafikler Şekil 3' de gösterilmiştir.

Bunlara göre; daldırma metodunda, en fazla ağırlık kaybı sarıçamda (18,34 g) ve kayında (22,32 g) KNO<sub>3</sub>, en az ağırlık kaybı ise sarıçamda (10,61 g) ve kayında (15,66 g) Cu<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile meydana gelmiştir.

Dolu hücre metodunda, 1 saat vakum-1 saat basınç uygulamada, en az ağırlık kaybı sarıçamda (1,01 g) ve kayında (1,26 g) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, en fazla ağırlık kaybı sarıçamda (3,99 g) Cu<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, kayında (2,75 g) KNO<sub>3</sub> ile , 30 dakika basınç uygulamada ise en fazla ağırlık kaybı sarıçamda (5,29 g) ZnSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O, kayında (8,47 g) KNO<sub>3</sub>, en az ağırlık kaybı sarıçam ve kayında (1,21 g) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile elde edilmiştir.



Şekil 3. Sarıçam ve Kayında Alev Kaynaklı Yanma Sırasında Oluşan Ağırlık Kayıpları



Şekil 4. Sarıçam ve Kayında Alev Kaynaksız Yanma Sırasında Oluşan Ağırlık Kayıpları.

### Alev Kaynaksız Yanma

Alev kaynaksız yanma sırasında oluşan ağırlık kayıpları Tablo 6 ve 7' de verilmiş, bunlara ilişkin grafikler Şekil 4' de gösterilmiştir.

Bunlara göre; daldırma metodunda, en fazla ağırlık kaybı, sarıçamda (34,43 g)  $\text{Cu}_2\text{SO}_4$ , kayında (46,06 g)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , en az ağırlık kaybı, sarıçamda (24,48 g) ve kayında (32,72 g)  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ile elde edilmiştir.

Dolu hücre metodunda, 1 saat vakum-1 saat basınç uygulamasında, en az ağırlık kaybı sarıçamda (3,96 g)  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , kayında (3,69 g)  $\text{Cu}_2\text{SO}_4$ , en fazla ağırlık kaybı sarıçamda (12,15 g)  $\text{Cu}_2\text{SO}_4$ , kayında (13,46 g)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  ile 30 dakika basınç uygulamasında ise, en az ağırlık kaybı sarıçamda (4,68 g) ve kayında (4,11 g)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , en fazla ağırlık kaybı sarıçamda (22,60 g)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , kayında (28,41 g)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  ile gerçekleşmiştir.

Kimyasal Madde	Emprenye Yöntemi										
	Kont örnek		Daldırma		1 saat vakum		30 dk.vakum				
	X	X	Sx	Isd	1 saat basınç	Sx	Isd	30 dk.basinç	Sx		
$\text{Cu SO}_4$	24,85	a	15,56	0,52	b	1,73	0,37	b	4,84	1,32	b
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	24,85	a	16,73	0,85	b	2,26	0,18	ab	4,96	1,35	b
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	24,85	a	21,20	2,92	a	1,26	0,59	a	1,21	0,34	c
$\text{KNO}_3$	24,85	a	22,32	1,14	a	2,75	1,23	a	8,47	0,76	a
$\text{ZnSO}_4$	24,85	a	20,56	1,89	a	2,60	0,90	a	4,25	1,74	bc

Tablo 5. Kayında Alev Kaynaklı Yanma Sırasında Ağırlık Kayıpları (g)

Kimyasal Madde	Emprenye Yöntemi										
	Kont örnek		Daldırma		1 saat vakum		30 dk.vakum				
	X	X	Sx	Isd	1 saat basınç	Sx	Isd	30 dk.basinç	Sx		
$\text{Cu SO}_4$	33,69	a	34,43	2,58	a	12,15	3,24	a	7,73	4,50	c
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	33,69	a	27,98	2,35	bc	5,81	1,30	bc	15,87	6,88	b
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	33,69	a	30,0	1,94	b	8,01	2,10	b	4,68	3,95	c
$\text{KNO}_3$	33,69	a	26,45	1,55	cd	4,63	1,88	c	4,95	2,06	c
$\text{ZnSO}_4$	33,69	a	24,48	1,39	d	3,96	2,44	c	22,60	7,74	a

Tablo 6. Sarıçamda alev Kaynaksız Yanma Sırasında Ağırlık Kayıpları (g)

Kimyasal Madde	Emprenye Yöntemi										
	Kont			1 saat vakum			30 dk.vakum				
	örnek	Daldırma		Isd	1 saat basınç		Isd	30 dk.basınç		Isd	
X	X	Sx	Isd	X	Sx	Isd	X	Sx	Isd		
Cu SO <sub>4</sub>	49,14	a	40,18	1,22	b	3,69	0,85	b	18,82	5,03	c
Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	49,14	a	38,91	2,05	b	13,46	3,98	a	28,41	4,25	a
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	49,14	a	46,06	2,91	a	4,58	2,50	b	4,11	1,83	c
KNO <sub>3</sub>	49,14	a	35,74	2,06	c	6,15	2,82	b	22,18	1,27	b
ZnSO <sub>4</sub>	49,14	a	32,72	4,81	d	5,82	2,21	b	11,82	5,06	d

Tablo 7. Kayında Alev Kaynaksız Yanma Sırasında Ağırlık Kayıpları (g)

## Tartışma ve Sonuçlar

Çalışmada kullanılan çözeltilerden Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> ve KNO<sub>3</sub> bazik, ZnSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O, Cu<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> asidik karakterli olup emprenye öncesi ve sonrasında çözelti yoğunlukları değişmemiştir.

Retensiyon oranlarına, ağaç malzeme türü, kimyasal madde çeşidi ve uygulanan emprenye metodu etkili olmuştur. En yüksek retensiyon oranları, 1 saat vakum-1 saat basınç uygulanan dolu hücre metodunda KNO<sub>3</sub> ile sarıçamda (203,11 kg/m<sup>2</sup>), ZnSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O ile kayında (121.32 kg/m<sup>2</sup>) elde edilmiştir. En düşük retensiyon oranları ise, daldırma metodunda kayında (1,05 kg/m<sup>2</sup>) ve sarıçamda (1,09kg/m<sup>2</sup>) boraks ile gerçekleşmiştir. Bunlara göre; sarıçam odununun kayına göre daha iyi

emprenye edileceği söylenebilir.

Yanma hızının göstergesi olan ağırlık kaybı, daldırma yöntemiyle emprenye edilen örneklerde en yüksek, 1 saat vakum-1 saat basınç uygulanan dolu hücre metodunda en düşük çıkmıştır. Daldırma yöntemiyle KNO<sub>3</sub> kullanımının sarıçam ve kayında yanmaya karşı koruma sağlamayacağı sonucu çıkarılabilir.

En az ağırlık kayıpları, alev kaynaklı yanmada, sarıçamda 1 saat vakum-1 saat basınç, kayında ise 30 dakika vakum-30 dakika basınç uygulanarak Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile emprenye edilmiş numunelerde, alev kaynaksız yanmada ise, sarıçamda ZnSO<sub>4</sub>, kayında Cu<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile 1 saat vakum-1 saat basınç uygulanan emprenye işlemi ile gerçekleşmiştir.

## Kaynaklar

1. Berkel,A. Ağaç Malzeme Teknolojisi. İ.Ü.Orman Fakültesi, Orman Fakültesi 183.2, 1972
2. Goldstein I.S., Degradation and Protection of Wood From Thermal Attack: Wood Deterioration and Its Prevention by Preservative Treatments (D.D.Nicholas, Ed), Syracuse University Press , 1, S.307-339, 1973
3. T.S. 345 Ahşap Emprenye Maddeleri Etkilerinin Muayene Metodları, 1974
4. T.S. 5561 Ahşap Koruma Emprenyeli Ahşaptan Kimyevi Deneyler için Laboratuvar Numuneleri Alma Metodları, 1988
5. ASTM-E-69 Standart Test Method for Combustible Properties of Treated Wood by the Fire-Tube Apparatus
6. Yalınkılıç, M.K. Daldırma ve Vakum Yöntemleriyle Sarıçam ve Doğu Kayını Odunlarının Kreozot, İmersol WR, Tenalit CBC ve Tenalit CS Kullanılarak Emprenyesi ve Emprenye Edilen Örneklerin Yanma Özellikleri, I.Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi, Bildiri Metinleri, S. 373-403, 1992
7. Zicherman, J.B. Williamson, R.B. Fire Retardant Treated Wood, Wood Science and Technology, S. 19-34, 1982
8. Lee, P. Study on Combustion Properties of some Wood Based Materials Treated with fire Retarding Coating by Oxygen Index Method, Seoul National University Journal of Agricultural Sciences, 2,14,S. 205,210, 1989
9. Indrea, D. Studies on Fire Retardant Treatment of Wood, Journal of Timber Development Association of India, S. 4-5-10, 1987.