

PVAc TUTKALI KULLANILARAK YAPIŞTIRILMIŞ LAMİNE AHŞAP YAPI ELAMANLARININ YANMA ÖZELLİKLERİ

*Ramazan ÖZEN, **Ayhan ÖZÇİFÇİ, **Burhanettin UYSAL

*Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Rektörü, Zonguldak-Türkiye

**Z. K.Ü. Safranbolu Meslek Yüksekokulu, Teknik Programlar Bölümü-Karabük, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada, sarıçamdan üretilen üç tabakalı lamine ağaç malzemenin (LAMEL) yanma özellikleri araştırılmıştır. Lamine ağaç malzemenin dış tabakalarında sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), orta tabakalarında sarıçam, küçük yapraklı ıhlamur (*Morus alba L.*), ak dut (*Tillia perfolia Ehrh.*), sapsız meşe (*Quercus petraea spp.*) ve Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana Mattf.*) odunları kullanılmıştır. Hazırlanan örnekler PVAc tutkallı ile yapıştırıldıktan sonra, ASTM-E 69 standardında belirlenen esaslara uygun olarak alev kaynaklı ve kendi kendine yanma deneyleri uygulanmıştır. Sonuç olarak; en yüksek ağırlık kaybı, O₂ miktarı, yanmamış parça ve kül miktarı orta tabakası meşe odunundan hazırlanan lamine örneklerde, en fazla CO miktarı orta tabakası küçük yapraklı ıhlamur ve sarıçam odunu olan örneklerde, en fazla sıcaklık artışı kontrol örneklerinde, en fazla CO₂ miktarı orta tabakası ak dut olan örneklerde elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ahşap lamine, PVAc, Yanma, Yanma Testleri.

THE COMBUSTION PROPERTIES OF GLUED LAMINATED TIMBER (GLULAM) PREPARED WITH PVAc ADHESIVE

ABSTRACT

In this study, the combustion properties of three ply laminated wood material has been searched. In the produce of laminated wood material, scotch pine (*Pinus sylvestris L.*) has been used for faces ply. Lime-tree (*Morus alba L.*), white mulberry (*Tillia perfolia Ehrh.*), white oak (*Quercus petraea spp.*) and Uludağ fir (*Abies bornmülleriana Mattf.*) have been used for core ply of laminated wood. Prepared materials have been bonded with PVAc adhesive and tested according to the procedure of ASTM-E 69 standards. In conclusion, the highest weight loss, O₂ rate and ash rate have been obtained in the laminated wood of which core ply consist of oak wood, the highest CO rate in scotch pine and Lime tree, the highest heat increase in control samples and the highest CO₂ rate in white mulberry.

Keywords: Laminated wood, PVAc, Combustion, Combustion Tests.

1. GİRİŞ

Dünyada orman kaynaklarının her geçen gün azalması ve maliyetlerin artması nedeniyle orman ürünlerinin değeri de artmaktadır. Mobilya tüketimindeki artış nedeniyle talebin karşılanması, ormanların bilimsel esaslara uyularak işlenmesi ve kesilen ağaçların en verimli şekilde kullanılması ile mümkün olacaktır. Ağaç malzemenin verimli kullanılabilmesi, kusurlarından arındırılması ve eğri formulu imalatlarda diagonal liflilik

oluşmaması için laminasyon tekniği kullanılmaktadır. Laminasyon tekniği ile yüksek kalite ve istenilen formda LAMEL üretmek mümkündür. Bu malzemenin masif ağaç malzemeye göre birçok avantajları vardır.

Bu yöntemle, küçük ağaç malzemeden istenilen boyutlarda LAMEL üretilebilmekte; uzun veya geniş alanlar direk veya kirişsiz geçilebilmektedir. LAMEL üretiminde kullanılan ağaç malzemenin (budak, lif kıvrıklığı, öz odun, vs.) kusurlardan temizlenerek elde edilmesi kalitesini arttırmaktadır.

Doğu kayını, sapsız meşe ve sarıçam odunlarından elde edilen lamine elemanların Kleberit 303, polivinil asetat (PVAc) ve Desmodur-VTKA tutkalları ile 3, 5, ve 7 katlı hazırlanan örnekler üzerinde yapılan eğilme direnci deneyinde en yüksek eğilme direncinin PVAc tutkalı ile yapıştırılmış 5 tabakalı Doğu kayınında gerçekleştiği bildirilmiştir [1].

Kızılcım odunundan PVAc tutkalı ile üretilen lamine ağaç malzemede hava kurusu yoğunluğunun 0,624 g/cm³; tam kuru yoğunluğunun 0,606 g/cm³ ve liflere paralel basınç direncinin 3 tabakalı lamine malzemede 583 kp/cm² olduğu belirtilmiştir [2].

Sarıçam odunundan elde edilen tabakalı ağaç malzemede pres sıcaklığı arttıkça malzemenin eğilme direncinin azaldığı bildirilmiştir [3].

Avrupa'da LAM üretiminde hafif olması nedeniyle en çok sarıçam kullanılmaktadır. Ayrıca çabuk kurutulabilmesi ve kolay işlenebilmesinden dolayı tercih edilmektedir. Kayın ve meşe odunlarının özgül ağırlıklarının sarıçama göre daha fazla olması sebebiyle kurutma işlemlerinin çok zaman aldığı ve zorunlu olmadıkça tercih edilmediği ifade edilmiştir [4].

2 ve 4 mm kalınlığındaki kızıl ağaç kaplamalardan PVAc ve poliüretan tutkalları kullanılarak elde edilen lamine levhaların bazı fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak hava kurusu yoğunluğunun 2 tabakalıda 0,59 g/cm³ olurken 4 tabakalıda 0,47 g/cm³ olduğu tespit edilmiştir [5].

Üre-formaldehit (ÜF) ve PVAc tutkalları kullanılarak üretilen lamine pencere profillerinin kalınlık yönünde % daralma miktarı kızıl ağaç için ÜF'de 4,7; PVAc tutkalında 4,4 iken, sarıçam için ÜF'de 4,31; PVAc tutkalında 4,95 olarak tespit edilmiştir [6].

Gök nar ve sarıçam odunlarından elde edilen tutkalı lamine kirişlere uygulanan makaslama direnci deneyi sonunda, sarıçamda 9,7 N/mm²; göknarda 8 N/mm²'lik değerler elde edildiği ifade edilmiştir [7].

TS EN 386'ya göre; odun laminelerinin lifleri birbirine paralel olacak biçimde yapıştırılması ile elde edilen yapı elemanı lamine ağaç malzeme olarak tanımlanmaktadır [8].

Laminasyon tekniğinde farklı ağaç malzeme türü, değişen kat adedi, farklı boyut, şekil ve kat kalınlıkları uygulanabilmektedir.

Bu çalışma ile ilgili olarak yapılan literatür taramalarında lamine ağaç malzemenin yanmasıyla (özellikle de çıkan gazların analiziyle) ilgili her hangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Sarıçam odununun yapı elemanı olarak çok fazla kullanım alanı bulması nedeniyle, hem ucuza mal edilmesi hem de yanmaya karşı direncinin artırılması amacıyla bu çalışmada iç tabakaları farklı ağaç malzemelerden oluşan sarıçam lamine ağaç malzemede alev kaynaklı ve kendi kendine yanma değerlerinde meydana gelen değişimler ve açığa çıkan gazların belirlenmesine amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Ağaç Malzeme

Türkiye'de ağaçları endüstrisinde yaygın olarak kullanılan sarıçam odunu 3 tabakalı LAMEL'nin dış tabakalarının oluşturulmasında kullanılmıştır. LAMEL'nin orta tabakalarında sarıçam (*Pinus sylvestris L.*); küçük yapraklı ıhlamur (*Morus alba L.*); ak dut (*Tillia perfolia Ehrh.*); sapsız meşe (*Quercus petraea spp.*) ve Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana Mattf.*) kullanılmıştır. Yanma deney örnekleri, Ankara'daki kereste işletmelerinden tesadüfi olarak sulamalı olacak şekilde temin edilmiştir.

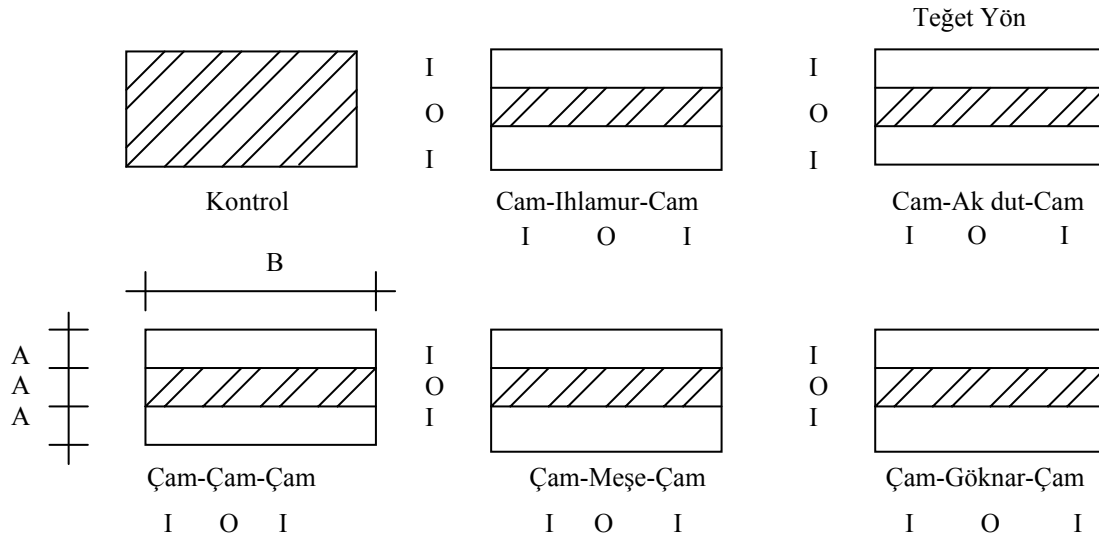
2.2. Tutkal

Mobilya endüstrisinde daha çok montaj işlerinde tercih edilen PVAc tutkalı lamine elemanların oluşturulmasında kullanılmıştır. PVAc tutkalı soğuk olarak uygulanabilmesi, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz oluşu ve işlenmesi sırasında kesici aletleri yıpratmaması gibi avantajlı özelliklerinin yanında, sınırlı mekanik dirence sahip olması, uygulandıktan sonra sıcaklığın artması ile yumuşaması ve 70°C den itibaren bağlantı maddesi görevini gerektiği gibi yapamaması gibi dezavantajları sözkonusudur. Birleştirilecek yüzeylerden yalnız birinin tutkallanması ve ağaç türü ile birleşme yüzeyinin durumuna göre 180 - 200 gr/m² tutkal kullanılması iyi bir birleştirme için yeterli olmaktadır [9].

PVAc tutkalı uygulamasında TS 3891'de belirtilen esaslara uyulmuştur. Buna göre: yoğunluğu 1,1 gr/cm³; viskozitesi 160 - 200 cps; pH değeri 5; kül miktarı % 3; masif ağaç malzemenin birleştirilmesinde odun rutubeti % 6 - 15; presleme süresi soğuk tutkallamada 20°C' de 20 dakika; 80°C' de 2 dakika olarak verilen şartlara ve presleme ortamında soğuyuncaya kadar dinlendirilmesi önerisine bağlı kalınmıştır [10]. PVAc tutkalı ambalaj viskozitesinde sıvı halde "Polisan -İzmit- Türkiye"den temin edilmiştir.

2.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılacak kaba ölçülerdeki örnekler, sıcaklığı 20 ± 2°C ve bağıl nemi % 65 ± 3 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşuncaya kadar bekletilerek ağırlıklar 0,01 duyarlı dijital teraziyle belirlenmiştir. Daha sonra, hava kurusu rutubetindeki (%12) taslaklar 3x19x1016 mm boyutlarda kesilmişlerdir. Şekil 1'de gösterildiği gibi 3 tabakalı lamine örnekler 9x19x1016 ± 1 mm boyutlarını verecek şekilde PVAc tutkalı ile hazırlanmıştır. Yapıştırılacak yüzeylere 150-200 g/m² olacak şekilde tutkal sürülmüştür. Deney örneklerine 20°C' de 1.5 kg/cm² basınç altında 60 dakika pres basıncı uygulanmıştır Her bir deney varyasyonu için 7 adet (ASTM-E 69) olmak üzere toplam 42 adet deney örneği hazırlanmıştır.



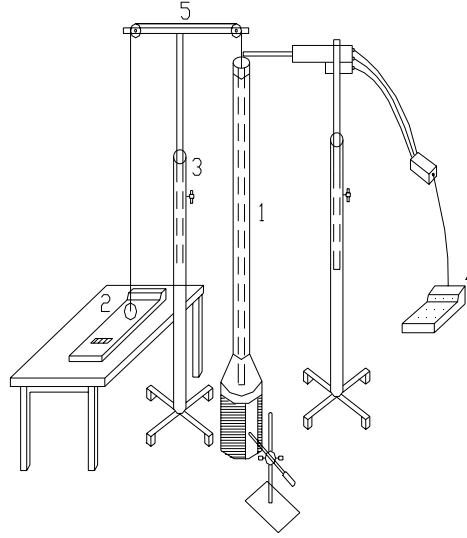
Şekil 1. Lamine Deney Örnekleri

2.4. Metod

2.4.1. Deneylerin yapılışı

Yanma deneyleri ASTM-E 69 esaslarına uygun olarak yapılmıştır. Yanma sonucu açığa çıkan kimyasal gaz ve ağırlık kaybı her 30 sn'de ölçülerek kaydedilmiştir. Yanma deney düzeneği Şekil 2'de gösterilmiştir [11].

1. Ates Borusu
2. Elektronik terazi
3. Ayak
4. Baca gazı analizörü
5. Ince çelik tel



Şekil 2. Yanma Deney Düzeneği

Deney örnekleri ilk 4 dakika alev kaynaklı olarak yakılmıştır. 4 dakika sonrasında alev kaynağı ateş bacasından uzaklaştırılarak örneklerin kendi kendilerine yanmaları sağlanmıştır. Yanma deneyi süresince 30 sn aralıklarla aşağıdaki ölçümler yapılmıştır:

Ağırlık kaybı: Deneyin başlamasından itibaren her 30 saniyede bir 0,001g hassasiyette ölçüm yapabilen analitik terazi yardımı ile yanmayla meydana gelen ağırlık değişimi ölçülmüştür.

O₂: 30 saniye aralıkla yanma bacasında oluşan toplam yanma gazı içerisinde açığa çıkan O₂ miktarı yüzde (%) olarak baca gazı analizörü yardımı ile ölçülmüştür.

CO: 30 saniye aralıkla yanma bacasında oluşan toplam yanma gazı içerisinde açığa çıkan CO miktarı (ppm) olarak baca gazı analizörü yardımı ile ölçülmüştür.

Sıcaklık: 30 saniye aralıkla yanma bacasının üstünde oluşan sıcaklık değişimi termo-elementlerle kaydedilmiştir.

CO₂: 30 saniye aralıkla yanma bacasında oluşan toplam yanma gazı içerisinde açığa çıkan CO₂ miktarı yüzde (%) olarak baca gazı analizörü yardımı ile ölçülmüştür.

Yanmamış parça ve kül miktarı: Deney sonunda ateş borusu içerisinde asılı kalan yanmamış parça ile kül miktarı toplanarak 0,001g hassasiyette ölçüm yapabilen analitik terazi yardımı ile tartılmıştır.

2.5. İstatistik Yöntemler

Hazırlanan örneklerin orta tabakalarında kullanılan farklı LAMEL'nin alev kaynaklı ve kendi kendine yanma değerine etkilerini belirlemek amacıyla çoklu varyans analizi uygulanmıştır. Gruplar arası farklılığın anlamlı çıkması halinde etki derecesi "Duncan testi" yardımıyla belirlenmiştir [12].

3. BULGULAR

Yanma deneyi öncesi lamine örneklerde ölçülen özgül ağırlık değerleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Lamine Deney Örneklerinin Özgül Ağırlıkları

Tabaka türü	Ortalama (gr/cm ³)
Kontrol (Çam)	0,49
I (Çam + İhlamur + Çam)	0,50
II (Çam +Çam + Çam)	0,51
III (Çam + Gökmar + Çam)	0,47
IV (Çam + Ak dut + Çam)	0,52
V (Çam + Sapsız meşe + Çam)	0,61

Hazırlanan lamine deney örneklerinde en yüksek özgül ağırlık V. lamine türünde, en az III. lamine türünde elde edilmiştir. Bu farklılığın nedeni orta tabakada kullanılan ağaç malzemelerin özgül ağırlıklarının farklı olmasından kaynaklanmıştır.

Alev kaynaklı ve kendi kendine yanma ile ilgili istatistik değerler Tablo 2’de, bu değerlere ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Tablo 3 ve 4’de verilmiştir.

Tablo 2 Yanma Değerlerine Göre Ortalamalar

Alev Kaynaklı Yanma Değerleri		Kendi kendine Yanma Değerleri	
	Ortalama		Ortalama
Ağırlık kaybı (g)	9,01	Ağırlık kaybı	30,83
O ₂ (%)	15,71	O ₂	15,92
CO (ppm)	2469,95	CO	2621,89
Sıcaklık (°C)	642,89	Sıcaklık	128,43
CO ₂ (%)	5,11	CO ₂	5,27

Tablo 3. Alev Kaynaklı Yanma Değerine İlişkin Çoklu Varyans Analizi

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Hesaplanan	P < %5
Faktör A	5	10879967,212	2175993,442	9,5713	0,0000
Faktör B	4	217875616,472	54468904,118	239,5868	0,0000
AxB	2	39611165,128	198558,256	8,7117	0,0000
Hata	210	47742491,822	227345,199		
Toplam	239	316109240,634			

Faktör A: Tabaka türleri (Kontrol, I- İhlamur, II- Çam, III- Gökmar, IV-Ak dut, V- Meşe) Faktör B: Yanmada ölçülen değerler (Ağırlık kaybı, O₂, CO, Sıcaklık, CO₂), Varyasyon katsayısı : % 75,86

Tabaka türünün alev kaynaklı yanma değerine etkisi istatistik anlamda önemli çıkmıştır ($\alpha=0,05$).

Tablo 4. Kendi Kendine Yanma Değerine İlişkin Çoklu Varyans Analizi

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Hesaplanan	P < %5
Faktör A	5	71366447,636	14273289,527	28,0718	0,0000
Faktör B	4	383141200,726	95785300,182	188,3843	0,0000
AxB	2	283790649,603	14189532,480	27,9071	0,0000
Hata	330	167790759,034	508456,846		
Toplam	359	906089056,999			

Varyasyon katsayısı : % 127,22

Tabaka türünün kendi kendine yanma değerine etkisi istatistik anlamda önemli çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Her iki yanma deneyinde istatistiksel farklılıkların önemli olduğunu belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır.

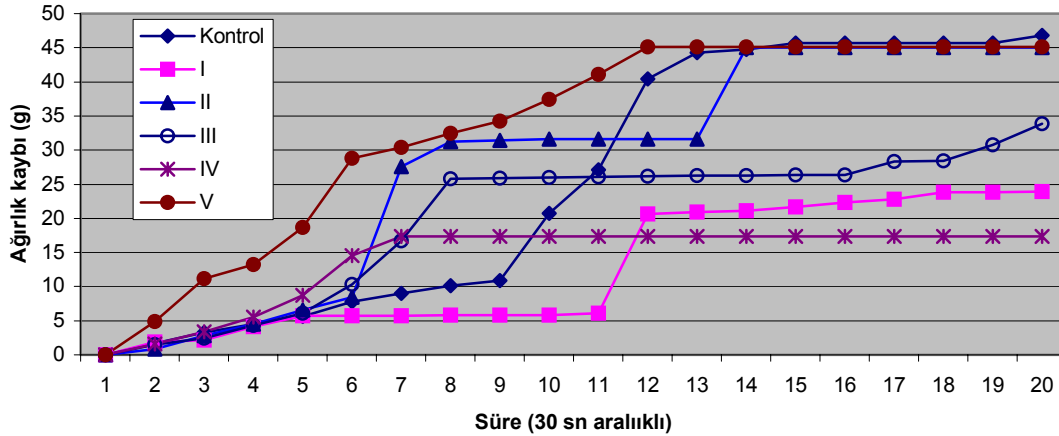
Çoklu varyans analizinden elde edilen verilere uygulanan Duncan testi sonuçları Tablo 5, 6, 7, 8 ve 9'da verilmiştir.

Tablo 5. Lamine Türüne Göre Ağırlık Kaybı

Tabaka türü	Alev Kaynaklı		Kendi Kendine	
	Ortalama (g)	Hg	Ortalama (g)	Hg
Kontrol	5,59	C	38,62	AB
I	3,92	D	18,25	C
II	10,27	B	39,46	AB
III	8,42	BC	27,63	B
IV	8,60	BC	17,44	C
V	17,49	A	43,59	A

Varyasyon katsayısı: % 5,23 Varyasyon katsayısı: % 9,17

Alev kaynaklı ve kendi kendine yanma sırasında meydana gelen ortalama ağırlık kaybı kontrol örneğine göre; en fazla orta tabakası sapsız meşe odunu olan örneklerde, en az ıhlamur odununda elde edilmiştir. Bunlara ilişkin grafik Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Yanma Sonucu Meydana Gelen Ağırlık Kayıpları

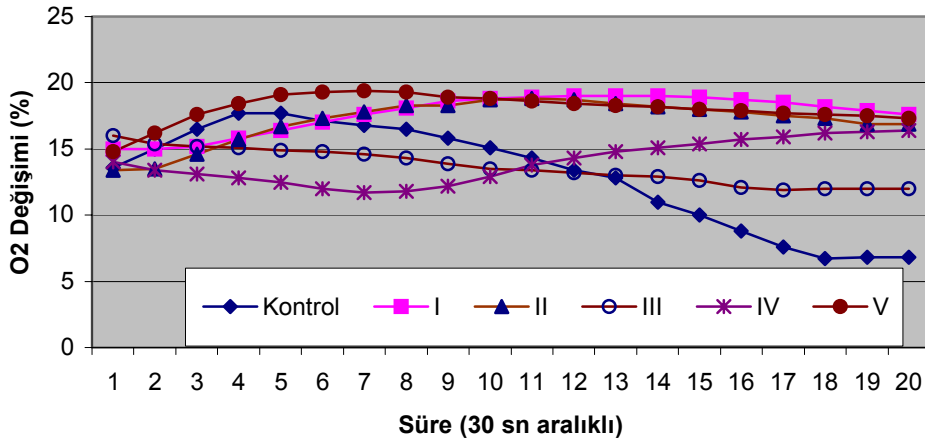
Deneyin ilk aşamasında (kendi kendine sırasında) hemen hemen tüm örneklerde zamana bağlı olarak doğru orantılı bir yanma hızı meydana gelmiştir. Kendi kendine yanmada ise alev kaynağı ateş borusundan çekildikten sonra tüm örneklerde yanmanın durduğu ve kor halinde devam ettiği tespit edilmiştir.

Tablo 6. Lamine Türüne Göre Yanmada Açığa Çıkan O₂ Miktarı

Tabaka türü	Alev Kaynaklı		Kendi Kendine	
	Ortalama (%)	Hg	Ortalama (%)	Hg
Kontrol	16,38	AB	10,83	C
I	16,26	AB	18,58	AB
II	15,91	AB	18,95	AB
III	15,03	AB	12,70	AB
IV	12,66	B	14,91	AB
V	18,01	A	20,60	A

Varyasyon katsayısı: % 4,12 Varyasyon katsayısı: % 9,09

Alev kaynaklı ve kendi kendine yanma deneyinde ortamda bulunan O₂ miktarı değişiminde istatistiksel anlamda önemli bir fark görülmemiştir. Bunlara ilişkin grafik Şekil 4'de verilmiştir.

Şekil 4. Tabaka Türüne Göre % O₂ Değişim Oranları

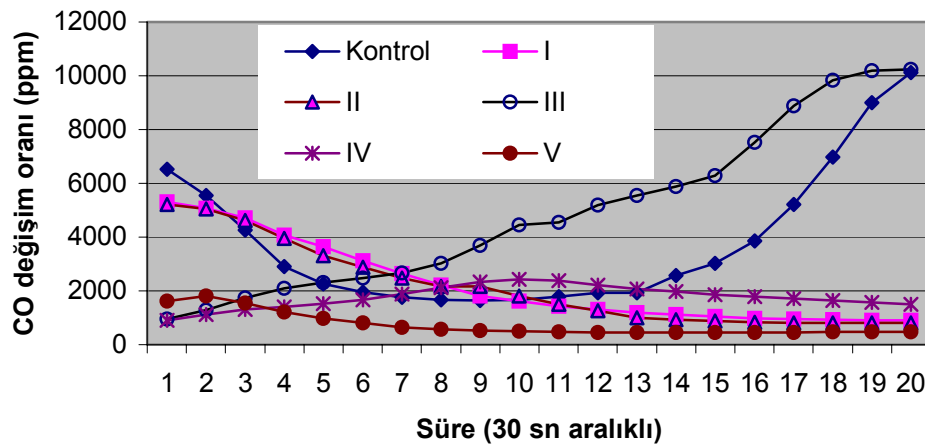
Yanmanın göstergesi olan ortalama O₂ değişimi; ilk aşamada yanma süresi arttıkça O₂ oranında bir miktar azalma olurken, ikinci aşamada (kendi kendine yanma) önemli oranda değişme görülmemiştir.

Tablo 7. Lamine Türüne Göre Yanmada Açığa Çıkan CO Miktarı

Tabaka türü	Alev Kaynaklı		Kendi Kendine	
	Ortalama (ppm)	Hg	Ortalama (ppm)	Hg
Kontrol	2545,37	B	4139,45	B
I	3850,87	A	1180,41	C
II	3708,12	A	1130,91	C
III	2067,01	B	6853,83	A
IV	1496,50	B	1956,16	C
V	1151,87	AB	470,580	D

Varyasyon katsayısı: % 1415,23 Varyasyon katsayısı: % 1918,71

Alev kaynaklı yanma deneyi sırasında kontrol örneğine göre en fazla CO miktarı; orta tabakası ıhlamur ve çam odunlarından hazırlanan lamine örneklerde elde edilmiştir. Kendi kendine yanmada ise, en fazla CO miktarı orta tabakası göknar odununda elde edilmiştir. Bunlara ilişkin grafik Şekil 5'de verilmiştir.



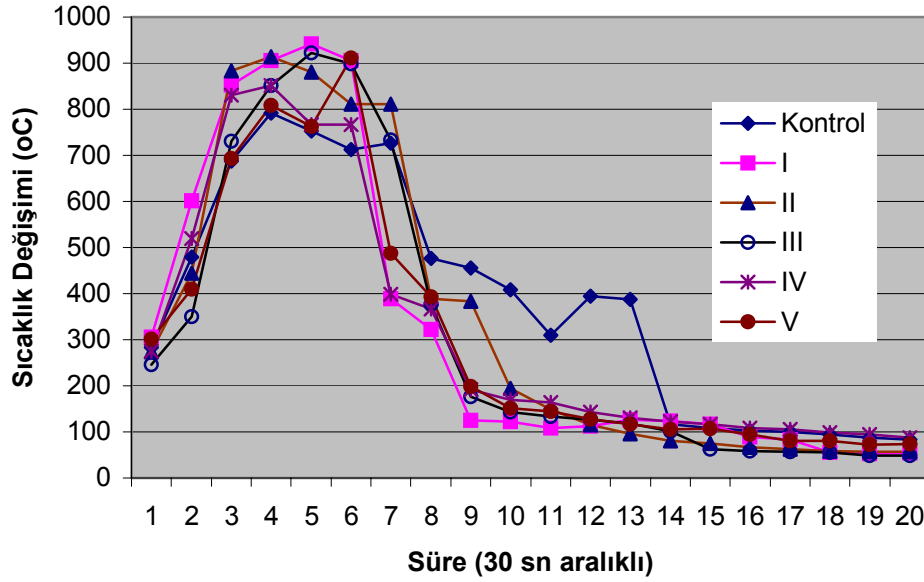
Şekil 5. Lamine Türüne Göre Oluşan CO Miktarı

Şekil 5'e göre III. lamine örneği diğer örnekler göre daha fazla CO gazı açığa çıkarmıştır. Deney örneklerinin kendi kendine yanması aşamasında kontrol örneğine göre III. lamine örnek haricinde diğer örnekler daha az CO gazı vermiştir.

Tablo 8. Lamine Türüne Göre Yanmada Açığa Çıkan Ortalama Sıcaklık Değişimi

Tabaka türü	Alev Kaynaklı		Kendi Kendine	
	Ortalama (°C)	Hg	Ortalama (°C)	Hg
Kontrol	614,46	AB	221,34	A
I	653,11	AB	97,12	C
II	757,12	A	116,75	AB
III	639,11	AB	93,92	C
IV	597,17	AB	128,33	AB
V	596,36	AB	113,15	AB
Varyasyon katsayısı: % 1915,23		Varyasyon katsayısı: % 108,10		

Yanma sırasında kontrol örneğine göre ortalama sıcaklık değeri; en fazla tüm tabakaları sarıçam odunundan hazırlanan LAMEL örneklerde tespit edilmiştir. Kendi kendine yanmada ise en fazla sıcaklık değeri kontrol örneklerinde gözlemlenirken, lamine olarak hazırlanan örnekler daha düşük sıcaklık değeri vermişlerdir. Bunlara ilişkin grafik Şekil 6'de verilmiştir.



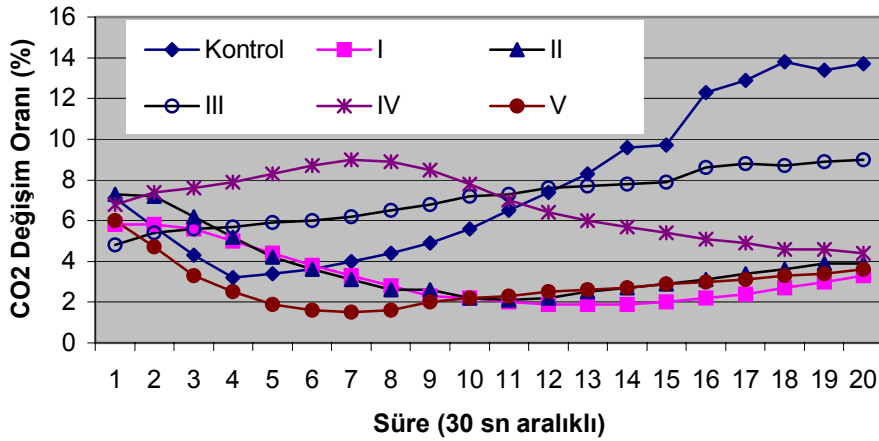
Şekil 6. Yanmayla Oluşan Sıcaklık Değişimi

Deneyin ilk aşaması olan (ilk 8 ölçüm) alev kaynaklı yanmada I. örneklerde (tüm tabakaları sarıçam) sıcaklık değeri 900 °C'nin üzerinde gözlemlenmiştir. Deneyin ikinci aşaması olan kendi kendine yanma sırasında kontrol örneği daha fazla sıcaklık artışı sağlarken lamine örnekler daha düşük sıcaklık vermiştir.

Tablo 9. Lamine Türüne Göre Yanmada Açığa Çıkan CO₂ Miktarı

Tabaka türü	Alev Kaynaklı		Kendi Kendine	
	Ortalama (%)	Hg	Ortalama (%)	Hg
Kontrol	4,47	B	9,69	A
I	4,56	B	2,31	C
II	4,91	B	2,92	C
III	5,76	AB	8,02	AB
IV	8,07	A	5,86	B
V	2,87	C	2,80	C
Varyasyon katsayısı: % 3,72		Varyasyon katsayısı: % 4,07		

Kontrol örneğine göre; en fazla açığa çıkan CO₂ miktarı orta tabakası ak dut odunu olan lamine örneklerde elde edilmiştir. Kendi kendine yanmada ise kontrol örneği en fazla CO₂ miktarı veren deney örneği olmuştur. Bunlara ilişkin grafik Şekil 7'de verilmiştir.



Şeki

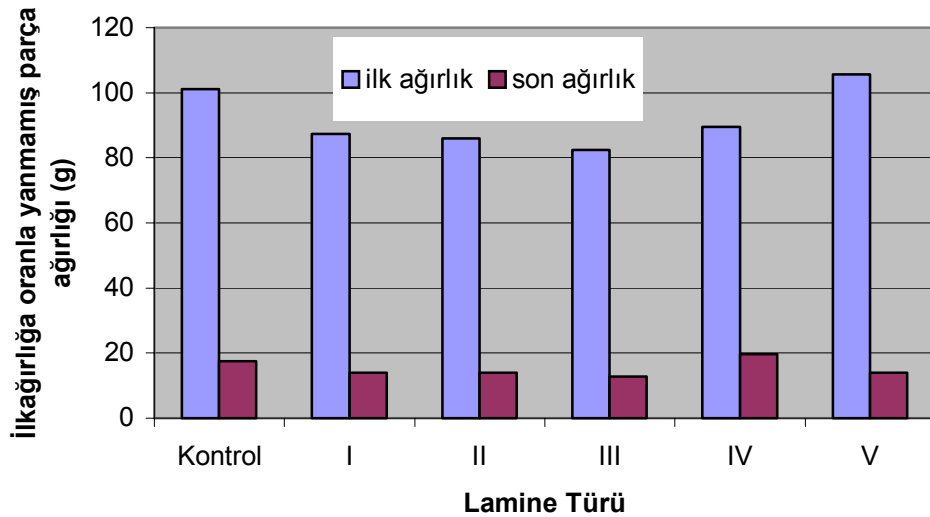
17. Yanma Sırasında Açığa Çıkan CO₂ Değişimi

Alev kaynaklı yanma sırasında orta tabakası ak dut olan lamine örnekler daha fazla CO₂ gazı açığa çıkarırken kendi kendine yanmada kontrol örneği daha fazla CO₂ gazı vermiştir.

Tablo 10. İlk Ağırlığa Oranla Ortalama Yanma Miktarı

Tabaka türü	İlk ağırlık(g)	Son ağırlık(g)	Yanma miktarı (%)
Kontrol	101,01	17,48	83
I	87,36	13,89	85
II	89,01	13,90	84
III	82,44	12,76	85
IV	89,44	19,68	78
V	105,69	13,95	87

Deneyler deney sonucunda; en fazla (%) yanma miktarı orta tabakası sapsız meşe odunu olan lamine örneklerde (% 87), en az kontrol örneklerinde elde edilmiştir. Bunlara ilişkin grafik Şekil 8'de verilmiştir.



Şeki 8. Deney Örneklerinin Yakılma Öncesi ve Sonrası Ağırlıkları

Meşe odununu en az kül miktarı vermesi en fazla (% 87) yanmanın gerçekleştiği şeklinde ifade edilebilir. Buna göre meşe odununun yan bileşikleri yanmayı artırıcı etki göstermiş olabilir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yanma deneyi sonucunda; yanmanın göstergesi olan ağırlık kaybı ve O₂ miktarı en fazla orta tabakası meşe olan lamine örneklerde elde edilmiştir. Bu durum meşe odununun özgül kütesinden kaynaklanmış olabilir.

Alev kaynaklı yanma deneyi sırasında kontrol örneğine göre; en fazla CO miktarı orta tabakası ıhlamur ve çam odunlarından hazırlanan lamine örnekleri verirken, kendi kendine yanmada ise en düşük orta tabakası göknar olan lamine örnekler vermiştir. Bunun nedeni; alev kaynaklı yanma sırasında orta tabakası ıhlamur ve çam olan deney örneklerinde yanma işleminin tamamlanmış olmasından kaynaklanabilir. Kendi kendine yanmada ise göknar odununda yanma devam ettiğinden açığa çıkan CO miktarında da buna paralel olarak artış gözlemlenmiştir.

Yanma sıcaklıklarına göre; alev kaynaklı ve kendi kendine yanmada en fazla sıcaklık değerini kontrol örnekleri vermiştir. Lamine örnekler ise daha düşük sıcaklık vermiştir. Bu durum kullanılan yapıştırıcının yanmayı belirli oranda azalttığı şeklinde değerlendirilebilir.

Alev kaynaklı yanma sırasında orta tabakası ak dut olan lamine örnekler daha fazla CO₂ gazı açığa çıkarırken kendi kendine yanmada kontrol örneği daha fazla CO₂ gazı vermiştir.

Sonuç olarak; dış tabakaları sarıçam, orta tabakası meşe odunundan üretilen LAMEL'in yanmaya maruz kalacak yerlerde kullanılmaması önerilebilir. Lamine örneklerin yanmayı geciktirici kimyasal maddelerle işlem gördükten sonra yanma deneylerinin tekrarlanması ayrı bir çalışma konusu olabilir.

KAYNAKLAR

1. Döngel, N., Lamine Ahşap Malzemede Ağaç Türü, Katman Sayısı ve Tutkal Çeşidinin Eğilme Direncine Etkileri, **Yüksek Lisans Tezi**, G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara 1999.
2. Baş, H. A., "Lamine Edilmiş Kızılcıamın (Pinus buritia. ten) Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri ile Kullanım Olanaklarının Araştırılması" **Y. Lisans Tezi**, H. Ü., 1995.
3. Kollman, F., Schulz, F., "Reichsanstalt für Holzforchug" **Eberswalde**, 1944.
4. Falk, R., Hernandez, R., "Performance of Glued Laminated Timber Beams of European Manufacture", **Forest Products Journal**, s 27-34, USA 1995.
5. Kılıç, Y., Lamine Edilmiş Kızılağaç (Alnus Glutinososa)'ın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ile Mobilya Endüstrisinde Kullanım Olanaklarının Araştırılması, **Yüksek Lisans Tezi** H. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, , Ankara 1997.
6. Dilik, T., Lamine Ağaç Malzemedden Pencere Profili Üretimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, **Doktora Tezi**, İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 1997.
7. Soltis, A., Rammer, D., R., Experimental Shear Strength of Glued Laminated Beams, **Forest Product Journal**, Res, Pap. FPL.- 527, US 1994.
8. **TS EN 386**. Yapıştırılmış Lamine Ahşap- Performans ve Asgari İmalat Şartları. Türk Standartları Enstitüsü 1999, Ankara.
9. Örs, Y., Kama Dişli Birleşmeli Masif Ağaç Malzemede Mekanik Özellikler, **Yardımcı Ders Kitabı**, K.T.Ü. Orman Fakültesi, s 29-34, Trabzon, 1987.
10. **TS 3891.**, Yapıştırıcılar - Polivinilasetat Emülsiyon, Türk Stand. Enst.Ankara, 1983
11. **ASTM-E 69.**, Standard Test Methods for Combustible Properties of Treated Wood by the Fire Aparatus.
12. Ünver, G., **Uygulamalı İstatistik Yöntemler**, Gazi Üniversitesi Yayınları, No:123, s.102-107, Ankara, 1992.