

**EMPRENVE EDİLMİŞ LAMİNE AĞAÇ MALZEMENİN
YAPIŞMA VE YANMA ÖZELLİKLERİ**

Oktay OKCU

**Zonguldak Karaelmas Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mobilya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

KARABÜK

Ocak 2006

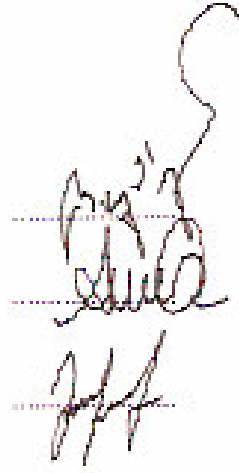
KABUL:

Oktay OKCU tarafından hazırlanan "EMPRENVE EDİLMİŞ LAMİNE AĞAÇ MALZEMENİN YANMA VE YAPIŞMA ÖZELLİKLERİ" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Bilim Uzmanlığı Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 30/01/2006

Başkan : Doç. Dr. Buharrettin UYSAL (Z.K.Ü)

Üye : Doç. Dr. Aylım ÖZÇİFCİ (Z.K.Ü)

Üye : Yrd. Doç. Sezai YILMAZ (Z.K.Ü)



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım./...../2006



Prof. Dr. İhsan TOROĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Bilim Uzmanlığı Tezi

EMPRENYE EDİLMİŞ LAMİNE AĞAÇ MALZEMENİN YAPIŞMA VE YANMA ÖZELLİKLERİ

Oktay OKCU

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Mobilya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ

Şubat 2005, 56 sayfa

Bu çalışmada, emprenye edilmiş ağaç malzemeden üretilen 2, 3 ve 4 katmanlı lamine ağaç malzemenin yapışma ve yanma özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla, boraks ve çinko klörür yanmayı geciktirici kimyasal madde 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 emprenye maddeleri ile işleme tabi tutulup, vakum-emprenye-vakum (Vak-Vak) yöntemi uygulandıktan sonra Polivinilasetat (PVAc) ve poliüretan esaslı Desmodur-VTKA (D-VTKA) tutkalları ile preslenerek TS 386 esaslarına göre lamine ağaç malzemeler (LVL) elde edilmiştir. Örneklerin retensiyon miktarı, retensiyon oranı, tam kuru yoğunlukları, hava kuru yoğunlukları, hacim yoğunluk değerleri, yapışma direnci ve ASTM-D 69 esaslarına göre yanma değerleri belirlenmiştir. Deneylerde; ağırlık kaybı (g), açığa çıkan O₂ (%), CO(ppm), sıcaklık değerleri(°C) ve kül miktarı(g) belirlenmiştir. Sonuç olarak; en yüksek retensiyon miktarı (kg/m³), tam kuru yoğunluk (g/cm³), hava kuru yoğunluk (g/cm³), hacim yoğunluk de-

ÖZET (devam ediyor)

ğeri (g/cm^3); 4 katmanlı çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerde elde edilmiştir.

Yanma deneyinde ise en yüksek; ağırlık kaybı 43.1g, O_2 miktarı % 20.4, CO miktarı 2834.7 ppm, sıcaklık değeri 398,5 °C ve kül oranı % 82.4 elde edilmiştir. Ayrıca emprenye maddesi uygulaması ve lamine katman sayısının artması, yanma direncini arttırdığı gözlemlenmiştir. Yanma deneyinde sıcaklık 1000 °C' nin üstüne çıkmadığı için NO_x ve SO_x değerleri ölçülememiştir.

Anahtar Sözcükler: Lamine, Emprenye, Yapışma, Yanma, Çinko klorür

Bilimsel Kod: 626.28.01

ABSTRACT

Science Expertisig Thesis

STIKING AND COMBUSTION PROPERTIES OF LAMINATED VENEER LAMBER (LVL) IMPREGNATED WITH SAME IMPREGNATION MATERIALS

Oktay OKCU

Zonguldak Karaelmas Universty

Graduated Of School Natural And Applied Sciences

Department Of Furniture And Decoration

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Ayhan ÖZÇİFÇİ

In this study, stiking and combustion properties of laminated wood materials with 2, 3 and 4 layer produced impregnated wood materials were investigated. For this purpose, borates and zinc clorür were used as fire retardant chemical substance. Laminated wood materials were obtained according to TSE 386 standards, samples, after having been treated pre-vakuum equated 760mm Hg^{-1} with imprenye matters at 2 atm pressure for 60 minutes according to ASTM-D 1413 and applied vacuum-impregne-vacuum(Vac-Vac) metod pressing with Polyvinylacetate (PVAc) and Desmodur-Vinil Trie Ketonol Acetate (D-VTKA) Polyurethane based. The retention amount, retention ratio, full dry density, air dry density, bulk density values, sticking resistance and combustion values according to ASTM- D 69 standard of samples were determineted. In the tests; weight loss, (g), emitted O_2 (%), CO(ppm), heat values and ash amount were determined. As a result, the most retention amount(kg/m^3), full dry density (g/m^3), air dry density (g/m^3), volume density values (g/m^3), were obtained in 4 layer samples impregnated with 4 lamellar zinc clorur. Sticking resistance was negatively affected by impregnated matters.

ABSTRACT((continue)

In the combustion test; the most weight loss 43.1g, O₂ amount 20.4 %, CO amount 2834.7 ppm, heat value 398,5 °C, ash ratio 82.4 %, were carried out. NO_x and SO_x values weren't measured, due to heat did not up to 1000 °C.

Keyword: Lamination, Impregnation, Sticking, Combustion, Zinc clorür

Scientific Code: 626.28.01

TEŞEKKÜR

Araştırma konusunun belirlenmesinde ve tez çalışmam süresince fikir ve katkılarından yararlandığım danışmanım Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ' ye (ZKÜKTEF), deney materyallerinin temini ve hazırlanmasına imkan sağlayan Erciyes Bambu A.Ş' ye tez çalışmamın istatistiksel analizlerinde bana yardımcı olan Öğr. Gör. Şeref KURT' a (SMYO) ve Öğr Gör Durmuş UYGUN' a (CÜAMYÖ) yardımlarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
BÖLÜM I GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2 MALZEME VE YÖNTEM.....	12
2.1 AĞAÇ MALZEME.....	12
2.1.1 Sapsız Meşe (<i>Quercus petraea</i> L.).....	12
2.1.2 Kestane (<i>Castanea sativa</i> Mill.).....	12
2.2 EMPRENYE MADDELERİ.....	13
2.2.1 Boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).....	13
2.2.2 Çinko Klorür (ZnCl_2).....	13
2.3 YAPIŞTIRICILAR.....	13
2.3.1 Desmodur- VTKA	13
2.3.2 Polivinilasetat (PVAc)	14
2.4 DENEY ÖRNEKLERİNİN HAZIRLANMASI.....	14
2.4.1 Lamine Yöntemi.....	14
2.4.2 Emprenye.....	15
2.4.3 Emprenye Çözeltilerinin Hazırlanması.....	16
2.4.4 Retensiyon Miktarı Ve Oranları.....	17

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
2.4.5 Yoğunluklar	17
2.4.5.1 Hava Kuru Yoğunluk.....	17
2.4.5.2 Tam Kuru Yoğunluk.....	18
2.4.5.3 Hacim Yoğunluk Değeri.....	18
2.4.6 Yapışma Direnci	19
2.4.7 Yanma Deneyi.....	20
2.4.8 Verilerin Değerlendirilmesi.....	22
 BÖLÜM 3 BULGULAR.....	 23
 3.1 EMPRENYE MADDELERİ.....	 23
3.1.1 Retensiyon (Tutunma) Miktarı Ve Oran Değerleri.....	23
3.2 YOĞUNLUKLAR.....	28
3.2.1 Hava Kuru Yoğunluk Değerleri.....	28
3.2.2 Tam Kuru Yoğunluk Değerleri.....	29
3.2.3 Hacim Yoğunluk Değerleri.....	30
3.3 YAPIŞMA DİRENCİ DEĞERLERİ.....	31
3.3.1 Yapışma Direnci İkili Karşılaştırma Sonuçları.....	33
3.4 YANMA DENEYİ SONUÇLARI.....	34
3.4.1 Ağırlık Kaybı.....	37
3.4.1.1 Masif Ağaç Malzemeye Göre Ağırlık Kaybı Değerleri.....	37
3.4.1.2 Katman Sayısı, Tutkalı Çeşidi Ve Emprenye Maddesine Göre Ağırlık Kaybı Değerleri.....	37
3.4.2 O ₂ Miktarı.....	39
3.4.2.1 Masif Ağaç Malzemeye Göre O ₂ Miktarı	39
3.4.2.2 Katman Sayısı, Tutkalı Çeşidi Ve Emprenye Maddesine Göre O ₂ Miktarı.....	40
3.4.3 CO Miktarı.....	41
3.4.3.1 Masif Ağaç Malzemeye Göre CO Miktarı	41
3.4.3.2 Katman Sayısı, Tutkalı Çeşidi Ve Emprenye Maddesine Göre Açığa Çıkan Ortalama CO Miktarı	42

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.4.4 Sıcaklık Değeri.....	43
3.4.4.1 Masif Ağaç Malzemeye Göre Ortalama Sıcaklık Değeri.....	43
3.4.4.2 Katman Sayısı, Tutkalı Çeşidi Ve Emprenye Maddesine Göre Ortalama Sıcaklık Değeri.....	44
3.4.5 Yanmamış Parça Ve Kül Miktarı.....	45
3.4.5.1 Katman Sayısı, Tutkalı Çeşidi Ve Emprenye Maddesine Göre Yanmamış Parça Ve Kül Miktarı Ortalama Değerleri.....	46
3.5 SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	48
KAYNAKLAR.....	51
ÖZGEÇMİŞ.....	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1.1.a) Lamine yöntemi ile elde edilen kirişlerin uygulanışı.....	2
1.1.b) Lamine yöntemi ile oluşturulmuş spor salonları.....	2
1.2 Yanmaya maruz kalan bir yapıda metal malzemede oluşan form	3
1.3 Lamine elemanlardan oluşturulmuş çok katlı ahşap bir iş merkezi.....	4
1.4 Lamine yöntemi ile oluşturulmuş toplu konutlar.....	4
2.1 Deney örnekleri.....	16
2.2 Yapışma direnci deneyi örnekleri	20
2.3 Yanma deney düzeneği.....	21
3.1 Ağaç malzeme türü ve emprenye maddesi retensiyon miktarları karşılaştırması....	27
3.2 Ağaç malzeme ve emprenye maddesi retensiyon oranları karşılaştırması.....	28
3.3 Emprenye maddesi ve ağaç malzemeye göre yapışma direnci.....	32
3.4 Emprenye maddesi ve tutkal türüne göre yapışma direnci.....	34

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Emprenye maddelerinin çözelti konsantrasyonu.....	17
3.1 Emprenye maddelerinin özellikleri.....	23
3.2 Emprenye maddelerinin lamine kalınlıklarına göre retensiyon miktarları ve oranları.....	24
3.3 Ağaç malzeme türü, emprenye maddeleri ve lamine katmanlarına göre retensiyona ilişkin çoklu varyans analizi.....	25
3.4 Retensiyona ilişkin Duncan testi sonuçları.....	26
3.5 İki ağaç malzeme arasındaki retensiyon miktarının karşılaştırılması.....	26
3.6 İki ağaç malzeme arasındaki retensiyon oranlarının karşılaştırılması.....	27
3.7 Hava kurusu yoğunluk değerleri	29
3.8 Tam kuru yoğunluk değerleri	30
3.9 Hacim yoğunluk değerleri	31
3.10 Emprenye maddesi, tutkal çeşidinin ve ağaç malzeme türünün yapışma direncine etkileri	31
3.11 Ağaç malzeme türü, tutkal çeşidi, ve emprenye maddesine göre yapışma direncine etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi.....	32
3.12 Yapışma direncine ilişkin Duncan testi sonuçları	32
3.13 Ağaç malzeme türü ve emprenye maddesine göre ortalama yapışma dirençleri..	33
3.14 Tutkal çeşidi ve emprenye maddesine göre ortalama yapışma dirençleri	34
3.15 Yanma sonucu açığa çıkan gazlar ve ağırlık kaybı değerleri.....	35
3.16 Yanma sonuçlarına ilişkin çoklu varyans analizi.....	36
3.17 Masif ağaç malzeme ve emprenye maddesine göre ağırlık kaybı sonuçları.....	37
3.18 Tutkal çeşidi, emprenye maddesi ve katman sayısına göre ağırlık sonuçları	38
3.19 Ağırlık kaybına ilişkin Duncan testi sonuçları	39
3.20 Masif ağaç malzeme ve emprenye maddesine göre O ₂ değerleri.....	40
3.21 Katman sayısı, tutkalı çeşidi ve emprenye maddesine göre O ₂ miktarı ikili karşılaştırması.....	40
3.22 O ₂ miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları	41

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.23 Masif ağaç malzeme ve emprenye maddesine göre açığa çıkan ortalama CO miktarı.....	42
3.24 Katman sayısı, tutkalı çeşidi ve emprenye maddesine göre ortalama CO miktarı.....	42
3.25 CO miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları.....	43
3.26 Masif ağaç malzeme ve emprenye maddesine göre ortalama sıcaklık değerine ilişkin ikili karşılaştırma.....	44
3.27 Katman sayısı, tutkalı çeşidi ve emprenye maddesine göre sıcaklık değerleri ilişkin ikili karşılaştırma.....	44
3.28 Sıcaklığa ilişkin Duncan testi sonuçları	45
3.29 Masif ağaç malzeme ve emprenye maddesine göre yanmamış parça ve kül miktarına ilişkin ikili karşılaştırma sonuçları.....	46
3.30 Katman sayısı, tutkalı çeşidi ve emprenye maddesine göre yanmamış parça ve kül miktarı ikili karşılaştırma sonuçları.....	46
3.31 Yanmamış parça ve kül miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları.....	47

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

R	:	Retensiyon (tutunma) miktarı
R(%)	:	Retensiyon (tutunma) oranı
T ₁	:	Emprenye öncesi deney örneğinin ağırlığı
T ₂	:	Emprenye sonrası deney örneğinin ağırlığı
V	:	Örnek hacmi
C	:	Çözelti konsantrasyonu
δ_{12}	:	Hava kurusu yoğunluk
M ₁₂	:	Hava kurusu haldeki ağırlık
V ₁₂	:	Hava kurusu haldeki hacim
δ_o	:	Tam kuru yoğunluk
M _o	:	Tam kuru ağırlık
V _o	:	Tam kuru haldeki hacim
Y	:	Hacim yoğunluk değeri
V _d	:	Doygun haldeki hacim
σ_y	:	Yapışma direnci
F max	:	Kopma anındaki maksimum kuvvet
A	:	Yapışma yüzey alanı
a	:	Papel kaplama genişliği
b	:	Yapışma yüzey uzunluğu
c	:	Örnek uzunluğu
d	:	Kesilmiş alan boşluğu
k	:	Papel kaplama kalınlığı
O ₂	:	Oksijen
CO	:	Karbon monoksit
°C	:	Santigrat derece
$\bar{X}$	:	Ortalama

SİMGELER VE KISALTMALAR (devam ediyor)

KISALTMALAR

ASTM	: American Society for Testing and Materials
BS EN	: British Standards
Ds	: Damıtık su
D-VTKA	: Desmodur – VTKA (poliüretan esaslı) tutkalı
EÖ	: Emprenye öncesi
ES	: Emprenye sonrası
H.G	: Homojenlik grubu
LVL	: Lamine malzeme
Moes	: Emprenye sonrası deney örneğinin tam kuru ağırlığı
Moeö	: Emprenye öncesi deney örneğinin tam kuru ağırlığı
PVAc	: Polivinilasetat tutkalı
TS	: Türk Standardı
TS EN	: Türk Standardı
Vak-Vak	: Vakum-emprenye-vakum yöntemi

BÖLÜM I

GİRİŞ

İnsan oğlunun eski zamanlardan beri doğadan kolayca elde ettiği malzemelerin başında ağaç malzeme gelir.

Ağaç malzeme; hafifliği oranında yüksek direnç özelliğine sahiptir, ses ve ısıyı yalıtma özelliği yüksektir; işlenmesi, çivilenme ve birleştirilmesi kolaydır; kimyasal maddelere karşı dirençlidir; en önemli özelliği ise kaynağı yenilenebilen bir madde oluşudur. Bu üstün özelliklerine karşılık, yanabilir veya mantar ve böcekler tarafından kolayca tahrip edilebilir (Erten, 1988). Bu tür dezavantajları yok etmek veya en aza indirmek için ağaç malzeme yüzeyi kaplanabilir veya emprenye edilebilir.

Emprenye, ahşap malzemenin bünyesinde oluşan çürüme, yanma ve çalışmasını önlemek amacıyla belli standart ve normlara göre özel tesislerde değişik kimyasal maddelerin ağaç malzemeye nüfuz ettirilmesi işlemidir. Emprenye işlemi sonucunda ahşap malzemenin ömrü 7-8 kat daha avantajlı olmaktadır. Doğal koşullarda kalan, emprenye işlemine tabii tutulmamış ağaç beş yıldan daha kısa bir zamanda tahrip olabilmektedir (Sheard, 1998).

Ağaç malzemenin tüketimi yerine alternatif malzeme olarak laminasyon sistemi uygulanırsa, aynı zamanda laminede kullanılan papel kaplamaların emprenye edildikten sonra kullanılması daha fazla avantaj sağlayacaktır (Özçifçi, 2001).

Lamine malzeme istenilen biçim ve boyutta tek parça olarak üretilebilmesi, estetik olması, bakım kolaylığı, montaj süresinin kısalığı nedeniyle yapı endüstrisinde (Kültürel, spor ve eğlence tesisleri, fabrika, konut, ibadet yerleri, konferans salonları), oturma mobilyalarının ahşap bölümlerinde kullanım imkanına sahiptir.

Deprem bölgesi olan Amerika’da konutların % 90’ ı, Kaliforniya’ da ise % 99’ u ahşaptan yapılmıştır. Lamine elemanlarla büyük toplantı salonları ve spor salonlarında 250 metreye

kadar açıklık geçme olanağı elde edilmiştir. Bunlara ilişkin örnekler Şekil 1.1’de verilmiştir (Erengöz, 2003).



Şekil 1.1.a). Lamine yöntemi ile elde edilen kirişlerin uygulandığı.



Şekil 1.1.b). Lamine yöntemi ile oluşturulmuş spor salonları.

Yapı işlerinde kullanılan metal malzeme yangına maruz kaldığında ısıya duyarlı olduğundan kısa sürede boyutsal çalışmaya başlamakta ve bağlantı noktalarından ayrılmalar olmaktadır. Bu da yapı için dezavantaj oluşturmakta ve yıkılma gerçekleşmektedir. Yanmaya maruz kalan bir yapıda metal malzemede oluşan form Şekil 1.2’ de gösterilmektedir.



Şekil 1.2. Yanmaya maruz kalan bir yapıda metal malzemede oluşan form (Erengözgin, 2003).

Ağaç malzeme endüstriyel alanda masif malzeme olarak kullanımı yanında çok değişik şekiller verilerek lamine elemanı olarak kullanılmaktadır. İnşaat ve yapı sektöründe taşıyıcı yapı kirişi (tutkallı kiriş), kolon ve kemer yapılabilmekte ve metal malzemeye göre bazı yerlerde tercih edilmektedir (Gapu, 1989). Ağaç malzeme yanmaya karşı dirençli kimyasallar ile işlem görmesi halinde daha da dirençli olmaktadır. Özellikle laminasyon tekniği ile emprenye edilerek uygulanması yapı için avantaj sağlayacaktır (glulam.org, 2003).

Ahşap ve lamine elemanlara duyulan güven gün geçtikçe kendini göstermektedir. Usulüne uygun konstrüksiyonlar uygulanması halinde ahşap veya lamine elemanlarla çok katlı binalar yapılabilmektedir (Şekil 1.3-1.4). Bu binaların yapımı aşamasında kullanılan ağaç malzeme, yanmaya dirençli uzun ömürlü olacaktır. Lamine metodu bugün Amerika ve İngiltere’de tercih edilen sistem haline gelmiştir.



Şekil 1. 3. Lamine elemanlardan oluşturulmuş çok katlı ahşap bir iş merkezi.



Şekil 1.4. Lamine yöntemi ile oluşturulmuş toplu konutlar.

Laminasyon Tekniği

Lamine ahşap; kesme, soyma ve biçme yöntemleriyle elde edilen ağaç malzeme levhalarının aralarına yapıştırıcılar sürülerek düz yada kalıp içerisinde sıcak veya soğuk preslenmeyle elde edilmektedir (TS 11878, 1995). Ağaç işleri endüstrisinde yaygın kullanım alanı bulan lamine masif ağaç malzeme, odun laminelerinin liflere paralel yönde birbirine yapıştırılmasıyla elde edilen yapı elemanı olarak tanımlanmaktadır (TS EN 386, 1999).

Lamine ağaç malzemeler kullanılan kat kalınlıklarına göre farklı adlandırılmaktadır. İnşaat sektöründe kullanılan büyük boyutlu lamine masif ağaç malzeme (kiriş, kolon vb.) üretiminde 25,4-50,8 mm kalınlıklarda malzeme kullanılmakta ve tutkallı kiriş (Glued Laminated Timber = GLULAM) adı verilmektedir. Mobilya üretiminde kullanılan küçük

boyutlu masif lamine elemanların üretiminde ise maksimum 3,2 mm katman kalınlığında ağaç kaplama kullanılmakta ve bu gibi lamine malzemeler Laminated Veneer Lumber (LVL) ya da MICROLAM olarak adlandırılmaktadır (Stevens and Turner, 1974).

Lamine yönteminin avantaj ve dezavantajları

Lamine ağaç malzeme boyutlarında şekil bozuklukları oluşmaması için lamine katlarının düzenlenmesinde yıllık halkaların konumuna dikkat edilmelidir. Bunun sebebi ağaç malzemenin yıllık halkalara teğet ve radyal yönlerde farklı çalışmasıdır. Bilindiği gibi, ağaç türlerine göre daralma miktarları, yıllık halkalara teğet yönde %3,5-15, radyal yönde % 2,4-11, liflere paralel yönde % 0,1-0,9 arasında değişmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997a). Tomruğun farklı yerlerinden alınan odunda çalışma miktarları farklı olduğundan şekil bozuklukları meydana gelmektedir.

Masif ağaç malzemedan üretilen elemanların boyutları sınırlı olmasına rağmen, laminasyon sistemi ile daha büyük boyutlu ürünler elde etmek mümkündür. Özellikle tutkallı kiriş sayesinde büyük açıklıklar kolonsuz geçilebilmektedir. Lamine ağaç malzeme üretmek için ince parçalar halinde kesilen ağaç malzeme, imalata girmeden önce kolay ve ekonomik olarak kusursuz kurutulabilmekte, büyük boyutlu ağaç malzemeler ise kısa sürede ve kusursuz kurutulamadığından ek bir kurutma maliyeti gerekmektedir. Mimaride ve iç dekorasyonda istenilen formda çalışma imkanı sağlanmaktadır. En ve boy birleştirme yöntemlerinin uygulanması ile çok küçük boyutlardaki (min. 20 cm) ağaç malzeme kullanıldığından fire oranı azalmaktadır. Ayrıca, ağaç malzemenin bünyesindeki kusurlarından (budak, çatlak, lif kıvrıklığı, çürüklük, reaksiyon odunu vb.) arındırılarak kullanılmasına imkan sağlamaktadır. Lamine edilmiş ağaç malzeme, aynı cins masif ağaç malzemeye göre daha az çalışmaktadır. Bu nedenle boyutsal bakımdan daha stabildir. Aynı ağaç lamine eleman üzerindeki lamine katlarda farklı kalınlık ve renkte ağaç malzeme kullanılabildiğinden daha estetik malzeme elde edilebilmektedir (Keskin, 2001).

Lamine ürünün direnci, en-boy birleştirmelerde ve yapıştırmada kullanılan tutkalın kalitesine ve teknik özelliklerine, laminasyon işleminde kullanılan odunun yapısına, yüzey pürüzlülüğüne, pres basıncına ve presleme süresine bağlıdır. Farklı ağaç türlerinin aynı anda preslenmesi halinde pres basıncı yumuşak oduna göre belirlenir. Pres basınçlarının

yumuşak ağaçlarda 0,6-1 N/mm², sert ağaçlarda ise 0,2-1,6 N/mm² arasında olmamalıdır (Dilik, 1997).

Ağaç malzemenin tutkallamaya hazırlanması ve tutkallanması, son ürün üzerinde ek bir işçilik maliyeti gerektirmektedir. Yüksek dayanımlı tutkalların maliyetinin yüksek olması ek bir maliyet gerektirmektedir. Laminasyon imalatının yapılacağı fabrikada binanın özel planda yapılması, özel ekipmanlar gerektirmesi ve kaliteli elemana olan ihtiyaç ürün maliyetinin artmasına neden olmaktadır. Büyük boyutlu kavisli taşıyıcı elemanların nakliyesinde genellikle güçlüklerle karşılaşmaktadır (Keskin, 2001).

Masif ağaç malzemeye göre, estetik, ekonomik ve teknolojik özellikleri bakımından daha üstün olan lamine ağaç malzemelerin LVL (*Laminated Veneer Lumber*) mobilya üretiminde özellikle dolap, masa, sandalye, raf ve döşemeli mobilyaların mukavemet gerektiren iskelet elemanlarında tercih edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Eckelman, 1993).

Toros sediri (*Cedrus libani* A.Rich.) sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve sapsız meşe (*Quercus petrea* L.) odunlarından dört katmanlı olarak hazırlanan lamine elemanların teknolojik özelliklerinin türlerini temsil eden masif ağaç malzemelere göre daha üstün oldukları belirlenmiştir (Keskin, 2001).

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

Yapılarda kullanılan kiriş şeklindeki kalın ağaç malzemenin yüzeyleri ateşe maruz kaldığında, kömürleşme meydana gelmektedir. Kömürleşmiş kısımlar izolasyon maddesi gibi davranarak yanmanın ağaç malzemenin iç kısımlara nüfusunu önlemekte ve yangın ile meydana gelen tahribatın derecesi azalmaktadır. Yangın esnasında bu şekildeki ağaç malzeme aynı koşullara maruz kalmış çelik malzemedan daha az zarar gördüğü bildirilmektedir (White, 1988).

Odunun kendi kendine yanabilmesi için sıcaklığın 275 °C'ye çıkarılması gerekmektedir. Bu bakımdan ağaç malzemenin yanmaya karşı direncinin artırılması için kimyasal

maddelerle emprenye edilmesi birçok kullanım yerinde zorunlu görülmüştür (Le Van and Winandy, 1990).

Odun yanabilen bir madde olmasından dolayı yüksek sıcaklıklarda ve küçük boyutlu ahşap malzemelerde yeterli koruma sağlanamamaktadır. Yangın korumanın yeterli düzeye getirilmesi ancak yanma direncini artırıcı etkin bir kimyasal koruyucu işlemle mümkündür. Bu maksatla amonyum fosfatlar, amonyum sülfat, boraks ve çinko klorür gibi inorganik tuzlar kullanılması gerektiği bildirilmektedir (Williams and Mauldin 1986;Youngguist, 1992).

Yangına karşı koruyucu ile işlem görmemiş lamine masif ağaç malzemenin ateşten etkilenmesi 1,3 mm/dak derinliktedir. Emprenye edilmiş lamine elemanlarda ise ateşten etkilenme 0,5 mm/dak'ya düşmektedir. Emprenye maddesi olarak yangına ve böceklerle karşı sudan etkilenmeyen inorganik tuzlar ve çözücü esaslı organikler (amonyum sülfat, di-amonyum fosfat, alüminyum klorür, alüminyum sülfat, çinko borat, boraks, klorid vb.) kullanılmaktadır (Hoyle and Woeste, 1989).

Duglas (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Frankco) odunu borlu bileşikler ve PEG-400'lü gruplarla emprenye edilmek suretiyle yanma özellikleri incelenmiş, polietilenglikollü grupların olumsuz etkilerine rağmen borlu bileşiklerin daha etkili sonuçlar verdiği tespit edildiği bildirilmiştir (Yalınkılıç ve Örs, 1996).

Güney çamı ve Amerikan sığla ağaçlarında ağacı korumaya yönelik bir araştırmada emprenye maddesi olarak % 45 boraks ile % 3.1 bakır hidroksit aktif içeriklerini kapsayan AWDA E 10 ile uyumlu ağaç koruma testi gerçekleştirilmiştir. Sonuçta bakır hidroksite göre toprakla irtibat noktalarında mantarlaşmaya karşı boraks aktif karışımları olumlu sonuç gösterdiği bildirilmiştir (Abbott and West, 2003).

Odun esaslı levhaların yanma dayanımı araştırılmıştır. Deneyde, fırça ile sürme ve daldırma yöntemleri, potasyum karbonat ($2K_2CO_3 \cdot 3H_2O$), boraks ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) ve wolmanit- CB maddeleri ile Kontrplak, OSB, MDF levhaları kullanılmıştır. Yanma deneyleri, DIN-4102 Part:1 standardı B1 Yanma sınıfına göre hazırlanmış deney düzeneklerinde yapılmıştır. Sonuç olarak diğer emprenye maddelerine göre boraks ile işlem gören örnekler yanmaya daha geç başlamıştır. Wolmanit-CB maddesine göre yanma

ve alev yayma boraks emprenye maddesi ile işlem gören örneklerde daha az olduğu bildirilmiştir (Aslan ve Özkaya, 2004).

Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye işleminin ağaç malzeme ağırlığında meydana getirdiği değişiklikler araştırılmıştır. Bu maksatla, sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) odunlarından hazırlanan deney örnekleri polietilen glikol (PEG-400), amonyum sülfat (AS), diamonyum fosfat (DAP), vacsol (V) ve su itici maddelerden stiren, metilmetakrilat, izosiyanat ile ve ASTM-D 1413-76 esaslarına uyularak emprenye edilmiştir. Sonuç olarak; emprenye işleminden sonra ölçülen hava kurusu haldeki en yüksek yoğunluk kayın odununda stiren ve metilmetakrilatın tek başına kullanımında, sarıçam odununda su itici maddelerin tek başına ve ikincil işlem olarak kullanımında gerçekleşmiştir. Tam kuru haldeki en yüksek yoğunluk ise, kayın odununda borik asit+boraks+stiren ve izosiyanat, sarıçam odununda PEG-400+borik asit+boraks ve izosiyanat ile elde edilmiştir (Örs vd., 1999).

Odunun biyotik ve abiyotik zararlılara karşı korunması amacıyla kullanıma yapılan bir çalışmada çeşitli emprenye maddelerinin duglas odunun yanma özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Sonuçta, borlu bileşiklerin sulu çözeltilerinin önemli derecede yanmayı önleyici etki (YÖE) gösterdiği tespit edilmiştir (Yalınkılıç vd., 1998).

Ağaç malzeme ve kompozit malzemeleri yangından korumak için en yaygın kullanılan; borik asit, amonyum fosfat ve borax, amonyum sülfat ve klorid, çinko klorid ve borat, fosforik asit, dicyanodiamide, sodyum borat olduğu tespit edilmiştir (Malony, 1977; Kozlowski, ve ark., 1995).

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, (*Tillia perfifolia* Ehrh.) ak dut (*Morus alba* L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* spp.) ve Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) odunları kullanılmış, örnekler PVAc tutkalı ile yapıştırılmış, 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 edildiği bildirilmiştir (Özen vd., 2001).

İç ve dış ortamda odunun canlı ve cansız zararlı etkenlere karşı korunması amacıyla kullanılan bazı emprenye maddelerinin Ladin (*Picea orientalis* Link) odununun yanma özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Emprenye maddesi olarak özellikle ağaç malzemenin yanmasında ve mikroorganizmalara karşı etkili olan Tanalith CBC, Borax, Borik asit, Borikasit +Borax karışımı, Vacsol WR, Polietilenglikol 400 ve Stiren kullanılmıştır. Sonuç olarak ladin odununda tuzların vakum metodu uygulanarak emprenye edildiğinde yanmayı geciktirici etkisinin arttığı belirlenmiş ve en yüksek % retensiyon stiren+metilmetakrilat'da % 48.0, en düşük Fosforik asitte % 7.8, en yüksek yanma sıcaklığı Stiren'de 667 °C, en düşük Monoamonyum fosfat'ta 100 °C, en fazla ağırlık kaybı PEG 400'de % 91, en düşük Fosforik asit'te %9.2 tespit edildiği bildirilmiştir (Peker vd., 2004).

Küçük yapraklı ıhlamur (*Tilia argentea*.) odunundan üretilen 3 katmanlı lamine ağaç malzeme (LAM) nin alev kaynaklı ve kendi kendine yanma özellikleri araştırılmıştır. Lamine ağaç malzemenin dış katmanlarında küçük yapraklı ıhlamur (*Tilia argentea*) orta katmanlarında Uludağ göknarı (*abies bornmülleriana mattf.*) ak dut (*Morus alba L.*), sapsız meşe (*Quercus petraea spp.*) ve sarıçam (*pinus sylvestris L.*) odunları kullanılmıştır. PVAc tutkalı ile yapıştırılarak üretilen LAM örneklerin ASTM – E 69 standartlarında belirlenen esaslara göre alev kaynaklı ve kendi kendine yanma değerleri belirlenmiştir. Sonuç olarak en fazla; kütle kaybı (32,17 g), CO (3754,12 ppm) ve CO₂ (% 6,76) miktarı orta katmanlı meşe odununda, O₂ (19,53) orta katmanlı ak dut odununda, sıcaklık değeri orta katmanlı Sarıçam ve göknar örneklerde, yanmamış parça ve kül miktarı 3 katmanlı ıhlamur odununda (%20) elde edildiği bildirilmiştir (Uysal ve Özçifçi, 2000).

Bitkisel sepi maddelerinden kızıl çam kabuğu, palamut meşesi, sumak yaprağı ve mazi meşesi meyvesinin tozlarının sulu çözeltileri ile muamele edilen kızıl çam odunu deney örnekleri, ikincil olarak bor bileşikleriyle muamele edildikten sonra , alev kaynaklı, alev kaynaksız (kendi kendine yanma) ve kor hali yanma aşamalarını içeren yanma deneylerine tabi tutulmuştur. Sonuç olarak; alev kaynaklı yanma aşamasında borik asit ve boraks karışımı ile muamele edilen örneklerde 323 °C, alev kaynaksız yanma aşamasında palamut meşesi tozu ve (borik asit ve boraks) karışımı ile muamele edilen örneklerde 404 °C ve kor hali yanma aşamasında sumak yaprağı tozu ve (borik asit ve boraks) ile muamele edilen

örneklerde 107 °C ile en düşük sıcaklık dereceleri elde edilmiştir. Yanma sonucu en düşük kütle kaybı; borik asit ve boraks karışımı ile muamele edilen örneklerde oluşmuştur (%63.4). Bununla birlikte borlu bileşikler, bireysel olarak kullanımlarında ve bitkisel sepi maddeleri üzerine ikincil olarak uygulanmaları durumunda, yanma ile ilgili tüm parametreleri olumlu yönde iyileştirmiştir (Baysal vd., 2003).

Ağaç malzemedeki yanmayı engelleyici veya geciktirici bir madde olarak borik asit ve boraks karışımı (7:3; ağırlık: ağırlık) ve çeşitli doğal sepi maddeleri ile işlem görmüş sarıçam odununun yanma özellikleri incelenmiştir. Yanma deneyleri, alev kaynaklı kendi kendine yanma ve kor hali yanma aşamalarında, ASTM 160-50 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Yanma testine göre, sıcaklık ölçümleri, yıkılma süresi, ışık yoğunluğu ve örneklerin kütle kaybı oranları belirlenmiştir. Sonuçlara göre; doğal sepi maddeleri incelenen yanma parametreleri üzerinde olumsuz etkide bulunmuştur. Doğal sepi maddeleri ile muamele edilen sarıçam odunun yanma özellikleri kontrole benzer yada kötü düzeyde gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, doğal sepi maddeleri ile muamele edilen sarıçam odunun yanma ile ilgili bazı özelliklerinde istatistiksel anlamda önemli düzeyde iyileşme sağlandığı bildirilmiştir (Baysal, 2003a).

Sarı çam odunu örnekleri sodyum perborat, Sodyum tetra borat, İmersol (1-WR 2000) ve Tanalith–CBC (T – CBC) maddeleri ile daldırma metoduna göre emprenye edildikten sonra D – VTKA tutkalı kullanılarak üretilen 3 katmanlı LAM ASTM-E 69 standardında belirlenen esaslara uyularak yanma özellikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak en fazla; kütle kaybı (60.83 g) I- WR 2000 ile işlem gören lamine örneklerde, CO miktarı (6340.85) T–CBC ile işlem gören masif malzemedeki, CO₂ miktarı (%7.48), O₂ 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; örneklerin yanma deneyinde sodyum tetra borat ve sodyum perborat yanmayı azaltıcı emprenye maddesi olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir (Özen vd., 2000).

Odunun biyotik ve abiyotik zararlılara karşı korunması amacıyla kullanılan çeşitli emprenye maddelerinin kızılğış odununda yanma özelliklerine etkileri araştırılmış ve borlu bileşiklerin kızılğış odununda yanmayı önemli ölçüde azalttığı, tespit edilmiştir. Tuzların (Borik asit ve Borax) özellikle dış ortam tesirinde yıkanmasını önlemek

maksadıyla Stiren, Metilmetakrilat ve Stiren + Metilmetakrilat karışımı ikinci işlem olarak uygulandığını bildirmiştir (Uysal, 1998).

Odununda yanma direnci; odun cinsi, kömürleşme derecesi ve odunun özgül kütlesi gibi özelliklerine bağlı olarak değişmekte ve bazı işlemler ile kömürleşme derecesi üzerinde de önemli etkileri bulunmaktadır (Ellis vd., 1984).

Sarıçam ve Doğu kayını odunlarından hazırlanan deney örnekleri soydun sülfat, sodyum tetra borat, bakır sülfat, potasyum nitrat, çinko sülfat ile daldırma ve basınç uygulanan yöntemlerle emprenye edilmiş, daldırma metoduyla emprenye edilen örneklerin yanma özellikleri basınçlı yöntemle emprenye edilenlerden daha düşük çıkmıştır (Örs vd., 1999). Odun hammaddesinin iç ve dış ortamda korunmasına yönelik olarak (biyotik, abiyotik zararlılar, yangın vb) kullanılan çeşitli emprenye ve üst yüzey işlem maddelerinin odunun yanma özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmış, bu maksatla sarıçam (*Pinus sylvestris* lipsky.) ve kestane (*Castanea sativa* Mill.) odunlarından hazırlanan deney örnekleri, Tanalith – CBC, su itici çözeltiler (water repellent = WR) + sentetik vernik ve WR + poliüretan vernik ile ASTM-D 1413-76 esaslarına göre emprenye edildikten sonra üst yüzey işleminde sentetik ve poliüretan vernikler uygulanmıştır. Tanalith – CBC ile emprenye edildikten sonra vernikleme her iki odun türünde de ilk anda yanmayı geciktirici etki sağlamış buna karşılık kestane de %20, sarıçam da %13 ağırlık kaybı olmuştur. Emprenye işlemlerinden sonra uygulanan vernikler örneklerin yanma özelliklerini etkilememiştir. Tanalith – CBC ile emprenye edilen örneklerde yanma sonucu dağılma meydana gelmediğini bildirilmişlerdir (Örs vd., 1999b).

Bu çalışmada; Kestane ve meşe odunundan elde edilen 2,25 mm, 3 mm ve 4.5 mm kalınlığındaki papel kaplamalar, boraks ve çinko klorür maddeleri ile ASTM D 1413-76 esaslarına göre emprenye edilerek PVAc ve D-VTKA tutkalları ile yapıştırıldıktan sonra elde edilen 2, 3 ve 4 katmanlı lamine ağaç malzemelerin yoğunlukları, yapışma direnci ve yanma değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2

MALZEME VE YÖNTEM

2.1 AĞAÇ MALZEME

2.1.1 Sapsız Meşe (*Quercus petrea L.*)

Sapsız meşe (Akmeşe); Radyal kesit’de parlak pulcuklar (aynalı kesiş) veya şeritler halinde öz ışınları vardır. Kalın öz ışınları arasındaki açıklık oldukça fazladır. Tam kuru yoğunluk $0,54 \text{ g/cm}^3$ ve hacim yoğunluk değeri $0,57 \text{ g/cm}^3$ tür (Örs ve Keskin, 2001). Öz ışınların en belirgin görüldüğü ağaç türü meşedir. Öz ışınların teget kesitdeki görünüşü koyu renkli çizgiler halindedir. İlkbahar odununda 4-5 sıra iri ve yuvarlak hücre vardır. Sonbahar dokusunda hücreler küçülür ve sıklaşır. Yıl halkaları belirgindir. Havanın ve nemin bozucu etkilerine karşı dayanım göstermektedir. Bünyesindeki bol tanen yüzünden, en iyi boyanabilen ağaç meşedir. Meşe odunu; kapı, pencere, merdiven, yer döşemelerinde, parke yapımında ve kaplama olarak kullanılır (Bozkurt, 1982).

2.1.2 Kestane (*Castanea sativa Mill.*)

İlkbahar dokusundaki hücreler açıkça görülebilecek iriliktir. Sonbahar dokusundaki hücreler çıplak gözle görülmeyecek kadar küçüktür. Öz ışınları çok incedir ve çıplak gözle görünmez. Sert, sık yapılı ve esnektir. Diri odunu dardır. Tam kuru yoğunluk $0,48 \text{ g/cm}^3$ ve hacim yoğunluk değeri $0,47 \text{ g/cm}^3$ tür (Örs ve Keskin, 2001). Uzun lif yapısından dolayı kolay bükülür. Az çalışır. Kolay işlenir. Çivi, vida ve tutkalla iyi bağlantı kurar doğramacılıkta, köprü ve iskele ayaklarında, mobilya üretiminde masif ve kaplama olarak değerlendirilir. Özellikle bükme mobilyalarında aranan bir ağaçtır (Bozkurt ve Erdin, 1997b).

2.2 EMPRENYE MADDELERİ

Deney örneklerinin emprenyesinde boraks ve çinko klorür kullanılmıştır. Emprenye maddeleri Raftel Kimya San. A.Ş.' den temin edilmiştir.

2.2.1 Boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

Boraks, taze haldeki kerestenin difüzyon metodu ile emprenyesinde kullanılan bir maddedir. Kereste kalınlığı ile ilgili olarak % 5-15 konsantrasyon tavsiye edilir. Boraks ve sodyum pentaklorfenat kerestenin mavi renk almasını ve küf mantarları teşekkülünü önler. Bu maddeler yongaların depo edilmesi halinde de koruyucu olabilmektedirler (Bozkurt vd., 1988). Ayrıca borlu bileşiklerin polietilen glikol'ü (PEG) çözeltileri, sulu çözeltilerine göre diğer emprenye maddelerine oranla tüm yıkanma süreleri itibarıyla daha olumlu yönde daralmayı engelleyici etki göstermişlerdir (Baysal, 2003b).

2.2.2 Çinko Klorür (ZnCl_2)

Çinko klorür, mantar ve bakterilere zehir etkisi yaptığından ağaç ve ağaç kompozitlerinin emprenyesinde kullanılabilen bir maddedir. Çinko klorür katı maddesi su içerisinde kolay çözünebilmektedir. Ağaç malzeme içerisine vakum-basınç yöntemiyle nüfuz ettirilmesi mümkündür.

2.3 YAPIŞTIRICILAR

Deney örneklerinin yapıştırılmasında kullanılan Polivinilasetat (PVAc) ve Dermodur-VTKA tutkalları Polisan'dan temin edilmiştir.

2.3.1 Desmodur- VTKA

Desmodur- VTKA suya ve neme karşı dayanıklı, çözücü içermeyen tek kompenatlı poliüretan esaslı bir yapıştırıcı olup, tahta, metal, poliester, taş, seramik, PVC ve diğer plastik yüzeylerde kullanılmaktadır. Deniz araçlarında, binaların dış cephe, metal ve tahta kısımlarının montaj ve onarımlarında tercih edilmektedir. Evlerin banyo ve mutfaklarında, buharlı ortamlarda çalışan atölye ve fabrikalarda güvenle kullanılmaktadır. Yoğunluğu 20

°C’ de $1,11 \pm 0,02 \text{ gr/cm}^3$, vizkositesi 25 °C’de 3300-4000 cps olup 20 °C sıcaklık ve % 65 bağıl nemle 30 dakikada sertleşmektedir. Ambalaj viskozitesinde yüzeylerden emiciliği yüksek olana sürülmesi ve kurumuş satırların hafifçe nemlendirilmesi önerilmektedir (Polisan, 1996).

2.3.2 Polivinilasetat (PVAc)

PVAc tutkalı, soğuk olarak uygulanabilmesi, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz oluşu ve işlenişi sırasında kesici aletleri yıpratmaması gibi avantajlı özellikleri yanında mekanik direnci sınırlı olup, uygulandıktan sonra sıcaklık arttıkça yumuşamakta ve 70°C den itibaren bağlantı maddesi görevini gerektiği gibi yapamamaktadır. Birleştirilecek yüzeylerden yalnız birinin tutkallanması ve ağaç türü ile birleşme yüzeyinin durumuna göre 200 gr/m² tutkal kullanılması iyi bir birleşme için yeterli olmaktadır (Örs, 1987).

PVAc tutkalı TS 3891’ de belirtilen esaslara 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 20 dk, 80 °C’ de 2 dk olarak verilmekte ve presleme ortamında soğuyuncaya kadar dinlendirilmesi önerilmektedir (Örs vd., 2000).

2.4 DENEY ÖRNEKLERİNİN HAZIRLANMASI

2.4.1 Lamine Yöntemi

Lamine ağaç malzemenin hazırlanmasında, meşe ve kestane odunları kullanılmıştır. Büyüme kusuru ihtiva etmeyen parçalardan kesme yöntemi ile 4,5 mm, 3 mm ve 2,25 mm kalınlığında papel kaplama elde edilmiştir. Kullanılan örnekler emprenye işlemine tabi tutulmuştur.

Emprenye işleminden önce tüm örneklerin ağırlıkları 0,01 mm duyarlıklı analitik terazide tartıldıktan sonra $103 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki etüvde değişmez ağırlığa ulaşuncaya kadar bekletilmiştir.

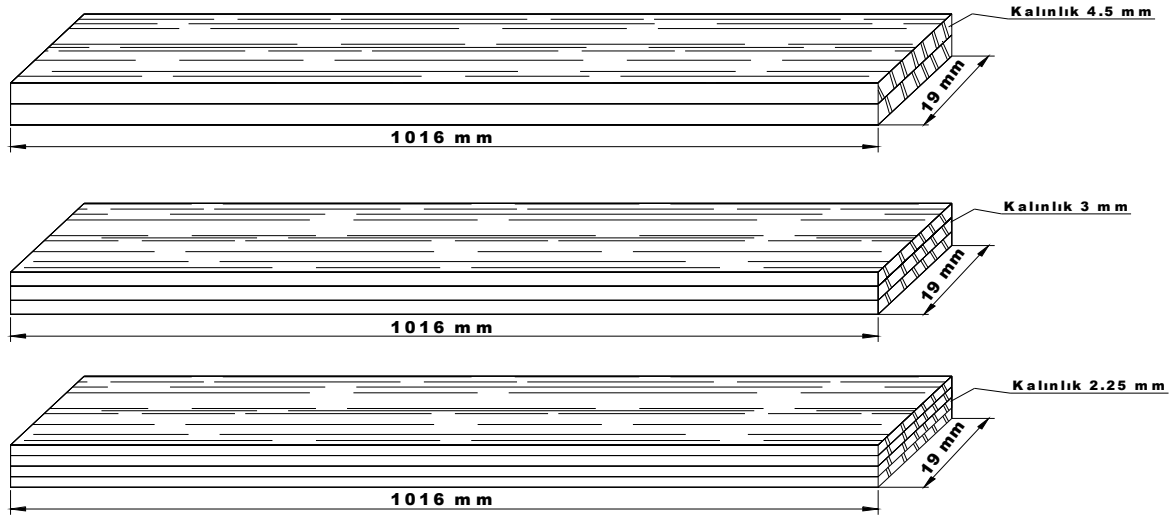
TS 386 esaslarına göre taslak halinde hazırlanan 2,25 mm, 3 mm ve 4,5 mm kalınlığındaki meşe ve kestane papel kaplamaları sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi % 65 ± 3 olan iklimlendirme dolabında % 12 rutubete ulaşınca kadar bekletilmiştir. Kaplamalar her bir emprenye türü ve yapıştırıcı çeşidine göre sınıflandırılıp emprenye edildikten sonra meşe ve kestane olmak üzere 2, 3 ve 4 katmanlı lamine malzeme yanma özellikleri için ve yüzeylerine 200g/m^2 hesabıyla yapışma yüzeylerine $2,5\text{ kg/cm}^2$ lik basınç altında geniş yüzeyler halinde sıcak pres de 20 ± 2 °C ‘ de yapıştırılmış ve ASTM E-69 standartlarında verilen 9 x 19 x 1016 mm ölçülerde kesilmiştir.

2.4.2 Emprenye

Emprenye için; örneklere ASTM – D 1413 – 76 esaslarına göre 60 dakika süreyle 760 mm Hg ⁻¹ ya eşdeğer ön vakum yapılmıştır. İkinci aşamada 60 dakika süreyle 2 atmosfer basınç altında çözelti içerisinde bırakılmıştır. Üçüncü aşamada örneklere ASTM – D 1413 – 76 esaslarına göre 60 dakika süreyle 760 mm Hg ⁻¹ ye eşdeğer vakum uygulanarak malzeme içerisinde veya yüzeyinde kalan emprenye maddeleri geri alınmıştır. Her aşamada örneklerin ağırlıkları ölçülmüştür.

Emprenye edilen örnekler çözücünün buharlaşması için, hava dolaşımı sağlanan bir ortamda 15-20 gün bekletildikten sonra, 103 ± 2 ° C sıcaklıktaki etüvde tam kuru hale getirilip, içerisinde kalsiyum klorür bulunan desikatörde soğutulduktan sonra ağırlıkları tartılarak belirlenmiştir.

Her iki ağaç malzeme türünden elde edilen deney örnekleri Şekil 2.1’de verilmiştir



Şekil 2.1 Deney örnekleri.

2.4.3 Emprenye Çözeltilerinin Hazırlanması

Emprenye maddelerinin hazırlanmasında damıtık su kullanılmış ve karışımlar ağırlık esasına göre % olarak hazırlanmıştır.

Boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$): % 10'luk kuru boraks damıtık su içerisinde çözündürülerek oda sıcaklığında karıştırılmıştır.

Çinko klorür (ZnCl_2): % 10'luk kuru çinko klorür damıtık su içerisinde çözündürülerek oda sıcaklığında karıştırılmıştır.

Hazırlanan çözeltilerin emprenye öncesi ve sonrası pH ve yoğunlukları (g/ml) belirlenmiştir.

Deneyde kullanılan emprenye maddelerinin çözelti konsantrasyonları Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Emprenye maddelerinin çözelti konsantrasyonu.

Deney No	Emrenye Maddeleri	Çözelti Konsantrasyonu (%)	Çözücü Madde
1	Kontrol	-	-
2	Boraks	% 10	Ds
3	Çinko klorür	% 10	Ds

Ds: damıtık su

2.4.4 Retensiyon Miktarı Ve Oranları

Emprenye maddesi tutunma (retensiyon) miktarı (R - Kg/m³) ve % retensiyon oranları (R - %) örnekler emprenye öncesi ve sonrası tam kuru hale getirildikten sonra; aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (TS 5724, 1988).

$$R = \frac{G.C}{V} . 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad (2.1)$$

$$R(\%) = \frac{Moes - Moeö}{Moeö} . 100 \quad (2.2)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada;

$$G = T_2 - T_1$$

T₁= Emprenye öncesi deney örneğinin ağırlığı (g)

T₂= Emprenye sonrası deney örneğinin ağırlığı (g)

V= Örnek hacmi (%)

C= Çözelti konsantrasyonu (%)

Moes= Emprenye sonrası deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g)

Moeö= Emprenye öncesi deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g)

2.4.5 Yoğunluklar

2.4.5.1 Hava Kuru Yoğunluk

Örneklerin rutubetleri TS 2471, yoğunlukları TS 2472 esaslarına uyularak belirlenmiştir. Buna göre; deney örnekleri 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 3 bağıl nem şartlarındaki kabinde

değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletildikten sonra 0.01 g duyarlıklı analitik terazide tartılmış, boyutları ± 0.01 mm duyarlıklı kumpas ile ölçülerek hacimleri stereometrik metot ile belirlendikten sonra hava kurusu haldeki ağırlık (M_{12}) ve hacim (V_{12}) değerine göre hava kurusu yoğunluk (δ_{12}):

$$\delta_{12} = M_{12} / V_{12} \text{ g/cm}^3 \quad (2.3)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada;

M_{12} = Örnek ağırlığı (g)

V_{12} = Örnek hacmi (cm^3)

2.4.5.2 Tam Kuru Yoğunluk

Lamine edilmiş ağaç malzemelerin tam kuru yoğunluk değerlerini belirlemek için hava kurusu haldeki örneklerden yararlanılmıştır. Bu maksatla TS 2472 esaslarına uyulmuştur. Buna göre hava kurusu haldeki örnekler 103 ± 2 °C sıcaklıktaki havalandırılabilen etüvde değişmez ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuştur. Soğutulan örnekler daha sonra 0.01 g duyarlıklı analitik terazide tartılmış boyutları ± 0.01 mm duyarlıklı kumpas ile ölçülerek hacimleri stereo metrik metot ile belirlendikten sonra tam kuru yoğunluklar (δ_o); tam kuru ağırlık (M_o) ve hacim (V_o) değerlerine göre;

$$\delta_o = M_o / V_o \text{ g/cm}^3 \quad (2.4)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

2.4.5.3 Hacim Yoğunluk Değeri

Örnekler ASTM-D 1413-76 standardı esaslarına göre emprenye edildikten sonra emprenye kazanından çıkarılıp yüzeyleri kuru bez ile temizlenerek doygun haldeki hacmi (V_d) ± 0.01 mm duyarlıklı kumpas ile ölçülerek boyutları stereometrik metot ile belirlendikten sonra 103 ± 2 °C sıcaklıktaki havalandırılabilen etüvde değişmez ağırlığa ulaşınca kadar kurutulup tam kuru haldeki ağırlığı (M_o) yardımı ile hacim yoğunluk değeri (Y);

$$Y = \frac{Mo}{Vd} \text{ g/ cm}^3 \quad (2.5)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

2.4.6 Yapışma Direnci

Emprenye işlemi tamamlanan deney örnekleri 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 3$ bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiştir. Daha sonra tutkal çeşidine göre yüzeylere 200 g/m^2 hesabıyla tutkal sürülmüştür. Papel kaplamalar presleme konumunda yerleştirildikten sonra pres basıncı 2.5 kg/cm^2 , pres sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bekleme süresi D-VTKA tutkalı için 10-15 dakika PVAc tutkalı için 2 saat uygulanarak yapıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Örneklerin yapışma direnci BS EN 204 ve BS EN 205 standartlarında belirlenen esaslara göre belirlenmiştir. Buna göre; yapışma yüzeyine 2 mm/dk yükleme hızıyla kademeli çekme kuvveti uygulanarak tutkal hattından koparılmaya çalışılmıştır. Kopma anındaki maksimum kuvvet (Fmax) tespit edilerek yapışma direnci (σ_y);

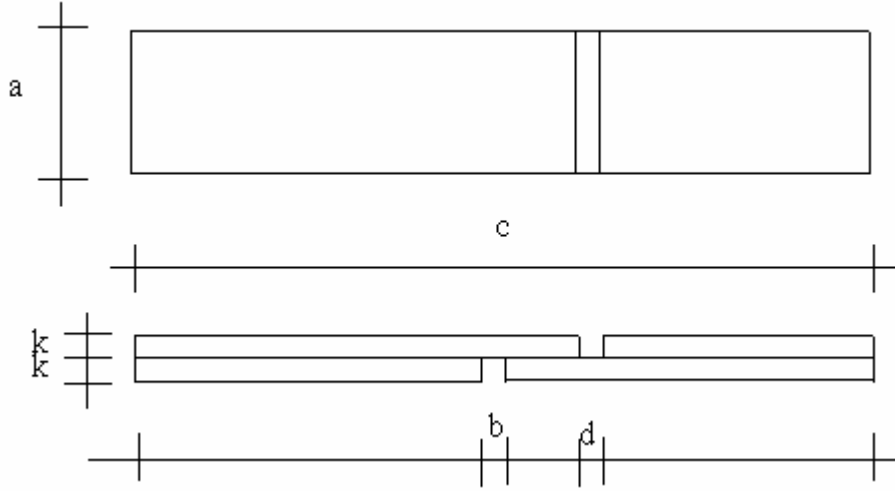
$$\sigma_y = \frac{F \text{ max}}{A} = \frac{F \text{ max}}{axb} \text{ N/mm}^2 \quad (2.6)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada;

axb = yapışma yüzey alanı (mm^2)

Örneklerin yapışma direnci BS EN 204 ve BS EN 205 standartlarında belirlenen esaslara göre Şekil 2.2 'de verilmiştir.



- a = Papel kaplama genişliği (20 mm)
b = Yapışma yüzey uzunluğu (10 mm)
c = Örnek uzunluğu (150mm)
d = Kesilmiş alan boşluğu (2-3 mm)
k = Papel kaplama kalınlığı (2,6 mm)

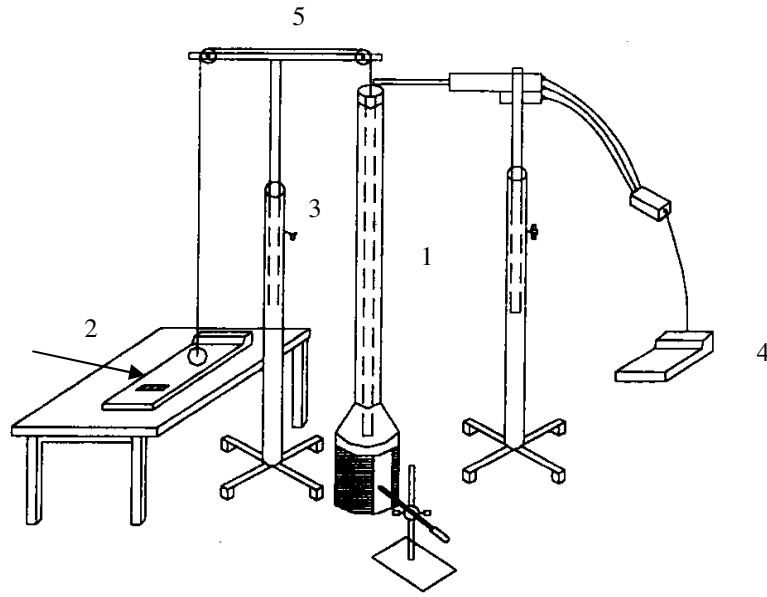
Şekil 2.2 Yapışma direnci deneyi örnekleri (BS EN-205).

2.4.7 Yanma Deneyi

Ağaç malzeme türlerine göre geniş ölçülerdeki papel kaplamaların PVAc ve D – VTKA tutkalları kullanılarak 19 mm kalınlıklarında levhalar elde edilmiştir. Bu levhalardan yanma deneyi örnekleri ASTM-E 69 standardı esaslarına göre 19x9x1016 mm uzunlukta kesilerek deney anına kadar 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 3 bağıl nem şartlarında bekletilmiştir. Her bir ağaç türü ve tutkal çeşidi, emprenye maddesi ve katman kalınlığına göre 7’şer adet olmak üzere (24x7) toplam 168 adet deney örneği hazırlanmıştır. Deneyin ilk 4 dakikası alev kaynaklı yanma olarak gerçekleştirilmiştir. Daha sonra alev kaynağı ateş borusundan uzaklaştırılarak 6 dakika kendi kendine yanma deneyi gerçekleştirilmiştir. Yanma sonucu açığa çıkan kimyasal gazlar ve ağırlık kaybı her 30 sn’de ölçülerek kaydedilmiştir. Deney sonunda yanmamış parça ve kül miktarı toplanarak tartılmıştır. Yanma deney düzeneği Şekil 2.3’ de gösterilmiştir.

Deney düzeneği:

1. Ateş Borusu
2. Elektronik terazi
3. Ayak
4. Baca gazı Analizörü
5. İnce Çelik Tel



Şekil 2.3 Yanma deney düzeneği.

Alev kaynaksız yanma deneyinde aşağıdaki ölçümler yapılmıştır.:

Ağırlık kaybı; deneyin başlamasından itibaren her 30 saniyede 0,001 hassasiyette ölçüm yapabilen analitik terazi yardımı ile yanmada meydana gelen ağırlık değişimi ölçölmüştür.

O₂; yanmanın ilk aşamasından itibaren 30 saniye aralıkla yanma bacasında oluşan toplam yanma gazı içerisinde açığa çıkan O₂ miktarı % olarak baca gazı analizörü yardımı ile ölçölmüştür.

CO; yanmanın ilk aşamasından itibaren 30 saniye aralıkla yanma bacasında oluşan toplam yanma gazı içerisinde açığa çıkan CO miktarı ppm (parts per million) olarak baca gazı analizörü yardımı ile ölçölmüştür.

SO_x; yanmanın ilk aşamasından ilk aşamasından itibaren 30 saniye aralıkla yanma bacasında oluşan toplam yanma gazı içerisinde açığa çıkan SO_x miktarı ppm (parts per milion) olarak baca gazı analizörü yardımı ile ölçülmüştür.

NO_x; yanmanın ilk aşamasından ilk aşamasından itibaren 30 saniye aralıkla yanma bacasında oluşan toplam yanma gazı içerisinde açığa çıkan NO_x miktarı ppm (parts per milion) olarak baca gazı analizörü yardımı ile ölçülmüştür.

Sıcaklık; yanmanın ilk aşamasından itibaren 30 saniye aralıkla yanma bacasının üstünde oluşan sıcaklık değişimi termo – kapıl ile kaydedilmiştir.

Yanmamış parça ve kül miktarı; deney sonunda ateş borusunda asılı olarak kalan yanmamış parçalar ile deney standında biriken kül miktarı analitik terazi yardımı ile ölçülmüştür.

Yanma deneyinde; ağırlık kaybı, O₂, CO, sıcaklık ve yanmamış parça ve kül miktarı ölçümleri yapılmıştır. SO_x ve NO_x gazlarının ölçümleri yapılamamıştır. Bunun nedeni ise yapılan deneyde en yüksek ortalama sıcaklık derecesi 398,5 °C yukarı çıkmamasıdır. . SO_x ve NO_x gazlarının 600 ila 1000 °C’ de ayrıştığı bildirilmektedir (Akira, ve ark., 1979).

2.4.8 Verilerin Değerlendirilmesi

Ağaç türü, tutkal çeşidi, emprenye maddeleri ve katman sayısının, lamine ağaç malzemenin rutubeti, yoğunluğu, yapışma direnci ve yanma değerleri üzerine etkilerini belirlemek için çoklu varyans analizi kullanılmıştır. Gruplar arası farklılığın önemli çıkması halinde her bir faktöre kendi içinde Duncan testi (homojenlik grubu) uygulanmıştır.

BÖLÜM 3

BULGULAR

3.1 EMPRENYE MADDELERİ

Deney örneklerinde kullanılan emprenye maddelerine ait özellikler Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Emprenye maddelerinin özellikleri.

Emprenye maddeleri	Viskozite (20 °C) 4mm/Din Cup/sn	Çözücü madde	Çözelti Konsant. (%)	Sıcaklık (°C)	pH		Yoğunluk(g/ml)	
					E.Ö	E.S	E.Ö	E.S
Boraks	8	Damıtık su	10	20	9,0	9,0	1.060	1,065
Çinko Klorür	8	Damıtık su	10	20	6.0	6.0	1,070	1,075

EÖ: Emprenye öncesi ES: Emprenye sonrası

Çözeltilerin emprenye öncesinde ve sonrasında ölçülen pH değerlerinde ve yoğunluklarında sonucu etkileyecek bir değişme olmamıştır. Bu duruma her emprenye maddesi için taze çözelti ile işlem yapılması sebep gösterilebilir.

3.1.1 Retensiyon (Tutunma) Miktarı Ve Oran Değerleri

Emprenye maddelerinin retensiyon miktarları ve retensiyon oranları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Emprenye maddelerinin lamine kalınlıklarına göre retensiyon miktarları ve oranları

Ağaç	Emprenye	Katman Kalın. (mm)	Değer	Ortalama (gr)	Standart sapma	Numu. Sayısı	Retensiyon Ort. (kg/m ³)	Retensiyon Ort. (%)
Kestane	Çinko Klorür	4,5	1	64,7600	1,2031	10	12,86	17,20
			2	75,9000	1,0982	10		
			3	124,7800	3,0923	10		
			Toplam	88,4800	26,5134	30		
		3	1	50,4400	1,0212	10	13,43	15,42
			2	58,2200	1,2340	10		
			3	100,8900	3,4567	10		
			Toplam	70,1833	22,3830	30		
		2,25	1	29,6600	1,2034	10	15,74	23,06
			2	36,5000	1,2543	10		
			3	60,1200	3,3203	10		
			Toplam	42,0933	13,2721	30		
	Boraks	4,5	1	64,7600	1,2543	10	10,5	14,11
			2	73,9000	1,2345	10		
			3	117,8000	3,2341	10		
			Toplam	85,4867	23,5474	30		
		3	1	50,4400	1,2342	10	14,60	16,77
			2	58,9000	1,2345	10		
			3	90,7700	3,453	10		
			Toplam	66,7033	17,6615	30		
		2,25	1	29,6600	1,2345	10	13,21	19,49
			2	35,4000	1,2345	10		
			3	62,7700	3,4532	10		
			Toplam	42,6100	14,6936	30		
Meşe	Çinko Klorür	4,5	1	181,1200	1,5673	10	10,48	5,03
			2	190,2300	1,6785	10		
			3	220,3400	3,8976	10		
			Toplam	197,2300	17,0456	30		
		3	1	106,6000	1,9087	10	12,08	6,5
			2	113,8900	1,9876	10		
			3	142,0000	3,0087	10		
			Toplam	120,8300	15,5233	30		
		2,25	1	91,3300	1,9876	10	11,44	5,4
			2	96,3000	1,4576	10		
			3	132,9000	3,8797	10		
			Toplam	106,8433	18,8531	30		
	Boraks	4,5	1	181,1200	1,8965	10	7,41	3,5
			2	187,5600	1,9654	10		
			3	211,8900	3,8965	10		
			Toplam	193,5233	13,4772	30		
		3	1	106,6000	1,9087	10	10,3	5,6
			2	112,6600	2,0786	10		
			3	140,8900	3,0786	10		
			Toplam	120,0500	15,1978	30		
		2,25	1	91,3300	1,0866	10	8,21	3,9
			2	94,9000	1,2419	10		
			3	130,3600	2,0120	10		
			Toplam	105,5300	17,9237	30		

Değer 1: Emprenye öncesi tam kuru ağırlık (gr)

Değer 2: Emprenye sonrası tam kuru ağırlık (gr)

Değer 3: Emprenye sonrası tam yaş ağırlık (gr)

Emprenye işleminden önce tüm örnekler 103 ± 2 °C sıcaklıktaki etüvde değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiş ve 0,01 mm duyarlılıklı analitik terazide tartılarak tam kuru ağırlıkları bulunmuştur. Emprenye işlemine tabi tutulan örnekler doygun halde ağırlıkları 0,01 mm duyarlılıklı analitik terazide tartılmış tam yaş ağırlıkları bulunmuş ve emprenye işleminden sonra tüm örneklerin ağırlıkları 0,01 mm duyarlılıklı analitik terazide tartıldıktan sonra 103 ± 2 °C sıcaklıktaki etüvde değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiş emprenye sonrası tam kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Retensiyon miktarına, ağaç malzeme türü, katman kalınlığı ve emprenye maddelerinin etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3 Ağaç malzeme türü, emprenye maddeleri ve lamine katmanlarına göre retensiyona ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P değeri
A	502768,506	1	502768,506	33490336,354	0,000
B	345,548	1	345,548	23017,591	0,000
C	282738,447	2	141369,224	9416864,396	0,000
D	112673,558	2	56336,779	3752696,640	0,000
A * B	6,136E-02	1	6,136E-02	4,087	0,044
A * C	53061,752	2	26530,876	1767270,529	0,000
B * C	131,994	2	65,997	4396,184	0,000
A * B * C	83,547	2	41,773	2782,601	0,000
A * D	991,581	2	495,791	33025,535	0,000
B * D	305,236	2	152,618	10166,168	0,000
A * B * D	7,486	2	3,743	249,330	0,000
C * D	986,732	4	246,683	16432,016	0,000
A * C * D	3052,919	4	763,230	50840,145	0,000
B * C * D	203,900	4	50,975	3395,541	0,000
A * B * C * D	188,016	4	47,004	3131,025	0,000
Hata	4,864	324	1,501E-02		
Toplam	4798837,293	360			
Düzeltilen Toplam	957544,150	359			

Faktör A: Ağaç malzeme türü (Kestane, Meşe)
Faktör B: Emprenye maddesi (Çinko klorür, Baraks)
Faktör C: Katman kalınlığı
Faktör D: Değer

Ağaç malzeme türü, emprenye maddeleri ve katman kalınlıkları retensiyona etkileri istatistiksel anlamda anlamlı çıkmıştır. Farkların gruplar arasında önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4 Retensiyona ilişkin duncan testi sonuçları (g).

Değer	Numune sayısı	Sonuç (g)
1	120	87,3
2	120	94,6
3	120	127,9

Faktör 1: Emprenye öncesi tam kuru ağırlık (g)

Faktör 2: Emprenye sonrası tam yaş ağırlık (g)

Faktör 3: Emprenye sonrası tam kuru ağırlık (g)

Emprenye edilmek üzere her iki ağaç malzeme türünden elde edilen papel kaplamalar 103 ± 2 °C sıcaklıktaki havalandırılabilen etüvde değişmez ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuş daha sonra içinde kalsiyum klorür bulunan desikatörde soğutulmuş 0.01 g duyarlıklı analitik terazide tartılmıştır. Örneklerin ortalama 87,3 g gelmiştir. Emprenye edildikten sonra doygun haldeki papel kaplamalar ortalama ağırlığı 127,9 g olup, tekrar 103 ± 2 °C sıcaklıktaki havalandırılabilen etüvde değişmez ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuş içinde kalsiyum klorür bulunan desikatörde soğutulmuş 0.01 g duyarlıklı analitik terazide tartılmış ve ortalama ağırlığı 94,6 g elde edilmiştir.

Retensiyon miktarının iki ağaç malzeme arasındaki karşılaştırması Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5 İki ağaç malzeme arasındaki retensiyon miktarının karşılaştırması.

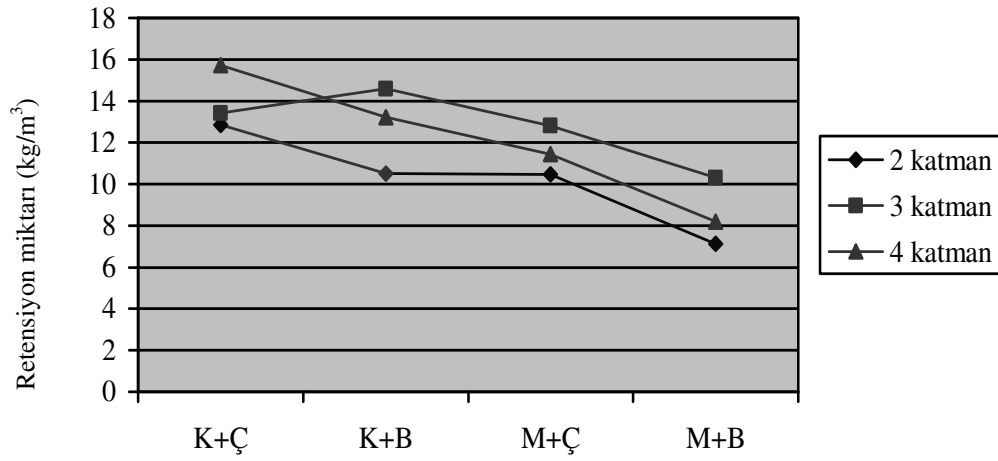
Ağaç türü	Emprenye çeşidi	Katman kalın. (mm)	Retensiyon miktarı (kg/m ³)	
			$\bar{X}$	H.G.
Kestane	Çinko klorür	4,5	12,86	D
		3	13,43	C
		2,25	15,74	A
	Boraks	4,5	10,5	F
		3	14,60	B
		2,25	13,21	C
Meşe	Çinko klorür	4,5	10,48	F
		3	12,08	D
		2,25	11,44	E
	Boraks	4,5	7,41	H
		3	10,3	F
		2,25	8,21	G

$\bar{X}$: Ortalama

H.G: Homojenlik Grubu

Retensiyon miktarı: en yüksek değeri kestane odununda çinko klorür’le işlem gören örneklerde elde edilmiştir. Bunun nedeni çinko klorür emprenye maddesinin

yoğunluğunun boraks'a göre daha fazla olması söylenebilir. Ağaç malzeme ve emprenye maddelerine göre retensiyon miktarına ilişkin grafikler Şekil 3.1'de verilmiştir



K+Ç: Kestane+Çinko klorür
K+B: Kestane+Boraks
M+Ç: Kestane+Çinko klorür
M+B: Kestane+Boraks

Şekil 3.1 Ağaç malzeme türü ve emprenye maddesi retensiyon miktarları karşılaştırması.

Retensiyon oranlarının iki ağaç malzeme arasındaki karşılaştırma Çizelge 3.6'da verilmiştir.

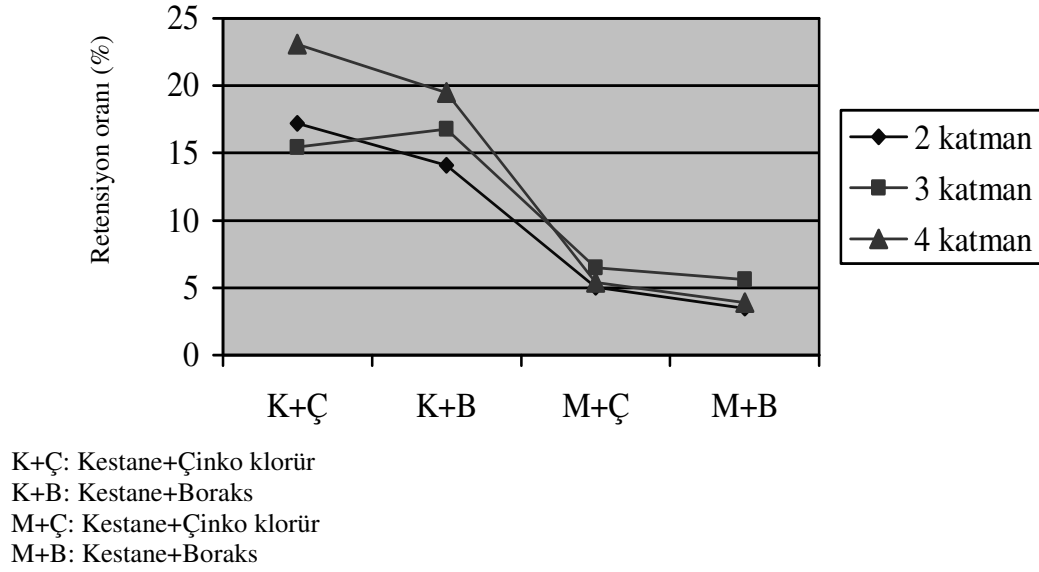
Çizelge 3.6 İki ağaç malzeme arasında ki retensiyon oranlarının karşılaştırılması.

Ağaç türü	Emprenye çeşidi	Katman kalınlığı (mm)	Retensiyon oranı (%)	
			$\bar{X}$	H.G.
Kestane	Çinko klorür	4,5	17,20	D
		3	15,42	C
		2,25	23,06	A
	Boraks	4,5	14,11	F
		3	16,77	B
		2,25	19,49	C
Meşe	Çinko klorür	4,5	5,03	F
		3	6,5	D
		2,25	5,4	E
	Boraks	4,5	3,5	H
		3	5,6	F
		2,25	3,9	G

$\bar{X}$: Ortalama

H.G: Homojenlik Grubu

Retensiyon oranı: kestane lamineleri meşe lamineye göre daha iyi sonuç vermiştir. Bunun nedeni, kestanenin meşeye göre daha düşük yoğunluğa sahip olması diri odununun dar kesitli olması nedeniyle yüzeyde tutunma oranı artmış olabilir. Ağaç malzeme ve emprenye maddelerine göre retensiyon oranına ilişkin grafikler Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2 Ağaç malzeme ve emprenye maddesi retensiyon oranları karşılaştırması.

3.2 YOĞUNLUKLAR

3.2.1 Hava Kuru Yoğunluk Değerleri

Emprenye edilmiş ağaç malzeme ve işlemsiz (kontrol) lamine ağaç malzemelerin hava kuru yoğunluklarına ait ortalama değerler Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7 Hava kuruşu yoğunluk değerleri (g/cm³).

Ağaç türü	Emprenye	Katman kalınlığı (mm)		Y (g/cm ³)		
				$\bar{X}$	Artış (%)	H.G.
Kestane	Çinko klorür	Kontrol		0,69	-	-
		4,5	PVAc	0,81	17,4	C
			D-VTKA	0,80	16,4	C
		3	PVAc	0,82	18,8	B
			D-VTKA	0,82	18,8	B
		2,25	PVAc	0,84	21,7	A
	D-VTKA		0,83	20,2	A	
	Boraks	4,5	PVAc	0,70	1,4	I
			D-VTKA	0,70	1,4	I
		3	PVAc	0,73	5,8	F
			D-VTKA	0,73	5,8	F
		2,25	PVAc	0,72	4,3	G
D-VTKA			0,72	4,3	G	
Meşe	Çinko klorür	Kontrol		0,95	-	-
		4,5	PVAc	1,01	6,3	E
			D-VTKA	1,01	6,3	E
		3	PVAc	1,04	9,4	D
			D-VTKA	1,03	8,4	D
		2,25	PVAc	1,03	8,4	D
	D-VTKA		1,02	7,3	E	
	Boraks	4,5	PVAc	0,98	3,1	H
			D-VTKA	0,97	2,1	H
		3	PVAc	1,01	6,3	E
			D-VTKA	1,01	6,3	E
		2,25	PVAc	0,99	4,2	G
D-VTKA			0,99	4,2	G	

$\bar{X}$: Ortalama H.G: Homojenlik grubu

Emprenye edilmiş lamine ağaç malzemelerde hava kuruşu yoğunluklar (%) artış olarak; Kestane ve meşe odununda en fazla çinko klorür ile işlem gören örneklerde elde edilmiştir. Her iki tutkal türü ağaçta yoğunlu aynı oranda etkilemiştir. En yüksek hava kuruşu yoğunluk çinko klorür ile işlem gören üç katmanlı kestane laminelerinde, en düşük ise boraks ile işlem gören iki katmanlı kestane laminelerinde elde edilmiştir. Burada yoğunluğa etki eden faktör, çinko klorürün yüksek yoğunluğa sahip olması gösterilebilir.

3.2.2 Tam Kuru Yoğunluk Değerleri

Emprenye edilmiş lamine ağaç malzeme ve işlemsiz (kontrol) lamine ağaç malzemelerin tam kuru yoğunluklarına ait değerler Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Tam kuru yoğunluk değerleri (g/cm³).

Ağaç türü	Emprenye	Katman k (mm)		Y (g/cm ³)		
				$\bar{X}$	Artış (%)	H.G.
Kestane	Çinko klorür	Kontrol		0,65	-	
		4,5	PVAc	0,77	18,4	D
			D-VTKA	0,77	18,4	D
		3	PVAc	0,78	20	C
			D-VTKA	0,78	20	C
		2,25	PVAc	0,80	23	A
			D-VTKA	0,80	23	A
	Boraks	4,5	PVAc	0,75	15,3	F
			D-VTKA	0,75	15,3	F
		3	PVAc	0,79	21,5	B
			D-VTKA	0,79	21,5	B
		2,25	PVAc	0,76	16,9	E
			D-VTKA	0,76	16,9	E
Meşe	Çinko klorür	Kontrol		0,90	-	
		4,5	PVAc	0,96	6,6	I
			D-VTKA	0,96	6,6	I
		3	PVAc	0,98	8,8	G
			D-VTKA	0,98	8,8	G
		2,25	PVAc	0,97	7,7	H
			D-VTKA	0,97	7,7	H
	Boraks	4,5	PVAc	0,93	3,3	L
			D-VTKA	0,93	3,3	L
		3	PVAc	0,96	6,6	I
			D-VTKA	0,96	6,6	I
		2,25	PVAc	0,94	4,4	K
			D-VTKA	0,94	4,4	K

$\bar{X}$: Ortalama

H.G: Homojenlik grubu

Emprenye edilmiş lamine ağaç malzemelerin tam kuru yoğunluk değerleri (%) artışı, en yüksek kestane ağacından elde edilen çinko klorür ile işlem gören dört katmanlı lamine örneklerde elde edilmiştir. En düşük ise meşe odunundan elde edilen boraks ile işlem gören örneklerde elde edilmiştir.

3.2.3 Hacim Yoğunluk Değeri

Emprenye edilmiş papel kaplamaların ortalama hacim yoğunluk değerleri Çizelge 3.9’da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Hacim yoğunluk değerleri (g/cm³).

Ağaç türü	Emprenye	Katman kalınlığı (mm)		Y (g/cm ³)		
				$\bar{X}$	Artış (%)	H.G.
Kestane	Çinko klorür	Kontrol		0,65	-	
		4,5	D-VTKA	0,77	18,4	D
		3	D-VTKA	0,78	20	C
		2,25	PVAc	0,80	23	A
	Boraks	4,5	D-VTKA	0,75	15,3	E
		3	PVAc	0,79	21,5	B
		2,25	PVAc	0,76	16,9	F
Meşe	Çinko klorür	Kontrol		0,90	-	
		4,5	PVAc	0,96	6,6	I
		3	PVAc	0,98	8,8	G
		2,25	PVAc	0,97	7,7	H
	Boraks	4,5	PVAc	0,93	3,3	L
		3	PVAc	0,96	6,6	I
		2,25	PVAc	0,94	4,4	K

$\bar{X}$: Ortalama

H.G: Homojenlik grubu

Hacim yoğunluk değeri (%) artışı, en yüksek çinko klorür ile işlem gören 2.25 mm kalınlığındaki kestane lamineler, en düşük boraks ile işlem gören 4,5 mm kalınlığındaki meşe örneklerde elde edilmiştir.

3.3 YAPIŞMA DİRENCİ DEĞERLERİ

Emprenye maddesi, tutkal çeşidi ve ağaç malzeme türünün yapışma direncine etkileri Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.10 Emprenye maddesi, tutkal çeşidinin ve ağaç malzeme türünün yapışma direncine etkileri (N/mm²).

Ağaç	Tutkal	Emprenye	Ortalama (N/mm ²)	Standart Sapma	N	% Azalma
Meşe	PVAc	Kontrol	14,2590	0,5515	10	-
		Çinko klorür	10,7990	0,3024	10	24,26
		Boraks	10,6280	0,3306	10	24,82
	D-VTKA	Kontrol	10,0560	0,3001	10	-
		Çinko klorür	6,2700	3,162	10	37,61
		Boraks	6,4800	0,2166	10	35,52
Kestane	PVAc	Kontrol	15,4700	0,3398	10	-
		Çinko klorür	14,0220	0,6521	10	9,50
		Boraks	13,0020	0,6697	10	15,96
	D-VTKA	Kontrol	9,9170	0,4291	10	-
		Çinko klorür	8,5980	0,2040	10	13,33
		Boraks	8,6380	0,1970	10	12,92

Yapışma direncine, ağaç malzeme türü, tutkal çeşidi ve emprenye maddelerinin etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi Çizelge 3.11’de verilmiştir.

Çizelge 3.11 Ağaç malzeme türü, tutkal çeşidi, ve emprenye maddesine göre yapışma direncine etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
A	103,695	1	103,695	656,081	0,000
B	663,687	1	663,687	4199,168	0,000
C	184,280	2	92,140	582,972	0,000
A * B	5,047	1	5,047	31,933	0,000
A * C	27,560	2	13,780	87,185	0,000
B * C	3,052	2	1,526	9,656	0,000
A * B * C	1,628	2	0,814	5,151	0,007
Hata	17,070	108	0,158		
Toplam	14689,022	120			
Düzeltilen Toplam	1006,019	119			

Faktör A: Ağaç türü (Meşe, Kestane)

Faktör B: Tutkal (PVAc, D-VTKA)

Faktör C: Emprenye Maddesi (Boraks, Çinko klorür)

Ağaç malzeme türü, tutkal çeşidi ve emprenye maddelerinin yapışma direncine etkileri istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır. Farklılıkların gruplar arasında önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.12’de verilmiştir.

Çizelge 3.12 Yapışma direncine ilişkin Duncan testi sonuçları (N/mm²).

Ağaç malzeme türü, Tutkal çeşidi ve Emprenye maddesi	Ortalama (N/mm ²)	H.G	% Azalma
Kestane – PVAc – Kontrol	15,4700	A	-
Meşe – PVAc – Kontrol	14,2590	B	-
Kestane – PVAc - Çinko klorür	14,0220	B	9,50
Kestane – PVAc – Boraks	13,0020	C	15,96
Meşe - PVAc - Çinko klorür	10,7990	D	24,26
Meşe – PVAc – Boraks	10,6280	D	24,82
Meşe - D-VTKA – Kontrol	10,0560	D	-
Kestane - D-VTKA – Kontrol	9,9170	DE	-
Kestane - D-VTKA – Boraks	8,6380	E	12,92
Kestane - D-VTKA - Çinko klorür	8,5980	E	13,33
Meşe - D-VTKA – Boraks	6,4800	F	35,52
Meşe - D-VTKA - Çinko klorür	6,2700	F	37,61

H.G: Homojenlik Grubu

Yapışma deneyi sonucunda: en fazla yapışma direnci PVAc tutkalı ile yapıştırılan kestane odunu örneklerde, en az çinko klorür ile işlem gören ve PVAc tutkalı ile yapıştırılan meşe odunu örneklerde elde edilmiştir. Buna göre çinko klorür yapışmayı azaltıcı etki

göstermiştir. Bunun nedeni emprenye maddesinin odunun, trahe (hücre) boşluklarında kalması ve yapışmayı olumsuz etkilemesi olabilir.

3.3.1 Yapışma Direnci İkili Karşılaştırma Sonuçları

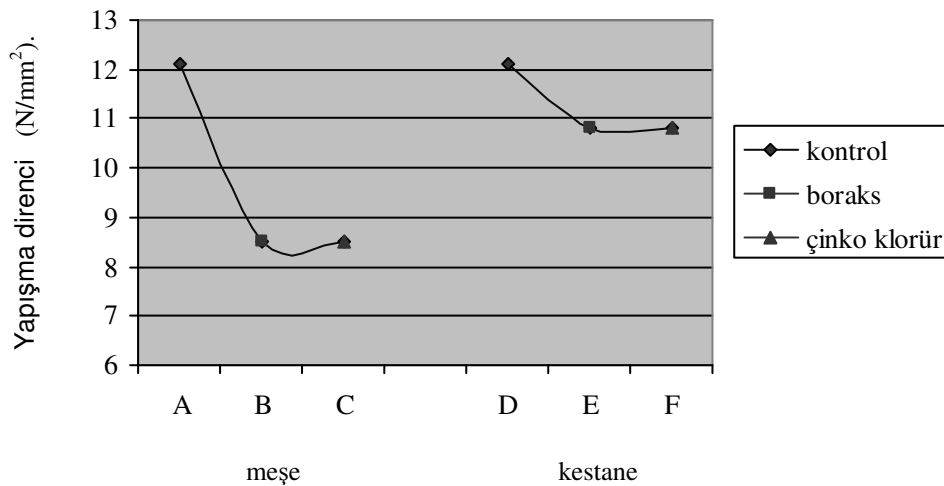
Yapıştırma direnci ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.13 ve 3.14’de verilmiştir.

Çizelge 3.13 Ağaç malzeme türü ve emprenye maddesine göre ortalama yapışma dirençleri (N/mm²).

	Sapsız meşe (N/mm ²)	H.G	Azalma (%)	Kestane (N/mm ²)	H.G	Azalma (%)
Kontrol	12,1		-	12,6		-
Borax	8,5	A	29,7	10,8	B	14,2
Çinko klorür	8,5	A	29,7	11,3	C	10,3

Ağaç malzeme türüne göre yapışma direnci; sapsız meşe ve kestane ağacından üretilen kontrol örnekleri yaklaşık dirençleri göstermişlerdir. Emprenyeli laminelerde ise en yüksek değeri çinko klorür ile işlem gören kestane örnekleri vermiştir.

Yapışma direnci sonuçları; ağaç malzeme ve emprenye maddelerine göre Şekil 3.3’de verilmiştir.



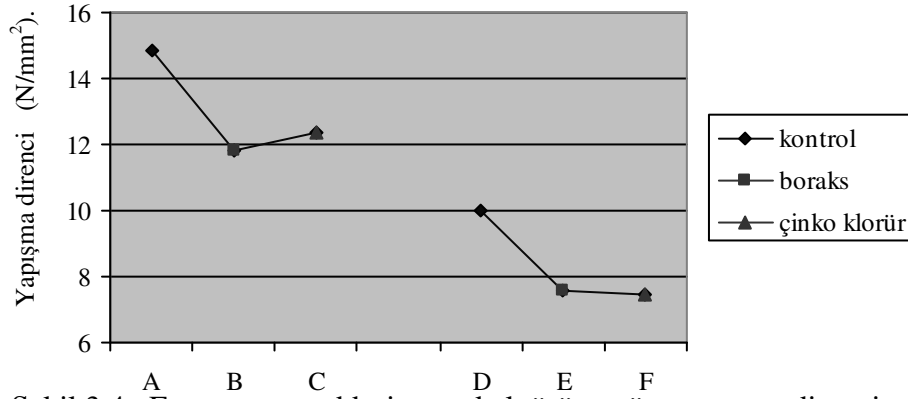
Şekil 3.3 Emprenye maddesi ve ağaç malzemeye göre yapışma direnci.

Çizelge 3.14 Tutkal çeşidi ve emprenye maddesine göre ortalama yapışma dirençleri (N/mm²).

	PVAc (N/mm ²)	H.G	Azalma (%)	D-VTKA (N/mm ²)	H.G	Azalma (%)
Kontrol	14,86	A	-	9,98	D	-
Borax	11,81	C	20,5	7,55	E	24,3
Çinko klorür	12,39	B	16,6	7,43	F	25,5

Tutkal çeşidine göre en yüksek yapışma direnci; PVAc tutkalı ile yapıştırılan kontrol örneklerinde, en az çinko klorür ile işlem gören ve D- VTKA tutkal ile yapıştırılan örneklerde elde edilmiştir. Buna göre çinko klorür yapışma direncini olumsuz yönde etkilediği söylenebilir.

Yapışma direnci sonuçları; ağaç malzeme, tutkal çeşidi ve emprenye maddelerine göre Şekil 3.4’de verilmiştir.



Şekil 3.4. Emprenye maddesi ve tutkal türüne göre yapışma direnci.

3.4 YANMA DENEYİ SONUÇLARI

Yanma deneyinin başlamasından itibaren 30 saniye aralıklarla yapılan ölçümlere ait ortalama değerler (ağırlık kaybı, O₂, CO ve sıcaklık) Çizelge 3.15’de verilmiştir.

Çizelge 3.15 Yanma sonucu açığa çıkan gazlar ve ağırlık kaybı değerleri.

Tutkal Çeşidi	Emprenye maddesi	Katman (mm)	Meşe				Kestane			
			Ağırlık kaybı (g)	O ₂ (%)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)	Ağırlık kaybı (g)	O ₂ (%)	CO (ppm)	Sıcaklık (°C)
-	Kontrol	-	32,4	16,2	1430,5	393,2	36,3	16,3	1330,0	344,1
	Boraks	-	5,5	18,0	133,6	95,4	6,7	18,8	100,9	95,4
	Çinko klorür	-	6,7	18,0	311,1	149,8	9,4	18,3	418,1	134,3
PVAc	-	Kontrol	35,2	16,7	1132,4	224,2	43,1	16,3	1010,1	313,6
	Boraks	2	4,3	19,3	121,6	95,4	8,6	18,6	614,9	169,5
		3	10,3	18,5	983,3	224,9	6,5	19,8	333,1	122,7
		4	3,78	20,0	86,7	82,5	10,5	19,2	271,7	173,8
	Çinko klorür	2	19,8	17,3	2539,6	256,8	9,365	19,2	614,2	169,5
		3	8,5	18,4	2834,7	205,6	10,1	19,2	681,2	193,1
		4	4,5	20,1	115,1	62,9	7,8	19,6	178,7	78,0
	-	Kontrol	30,6	16,1	2711,5	398,5	40,0	17,3	2190,9	262,8
D-VTKA	Boraks	2	10,2	17,7	955,6	309,3	10,0	19,3	294,9	145,3
		3	10,2	19,3	958,6	322,3	15,1	18,2	1144,0	235,7
		4	1,5	20,0	229,7	99,2	9,4	18,4	234,7	178,7
	Çinko klorür	2	3,1	20,0	10,3	89,2	6,9	19,9	455,5	101,6
		3	12,7	17,3	2188,8	300,2	13,9	17,3	2482,9	291,5
		4	3,5	19,7	212,4	89,8	7,0	18,0	634,1	161,6

Yanma sonuçlarına göre; ağaç malzeme türü, katman sayısı, tutkal çeşidi ve emprenye maddelerinin yanma değerlerine etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi Çizelge 3.16’da verilmiştir.

Çizelge 3.16 Yanma sonuçlarına ilişkin çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kareler	F Değeri	P Değeri
A	12900698,459	1	12900698,459	22,484	0,000
B	67558035,216	2	33779017,608	58,871	0,000
C	40751643,598	2	20375821,799	35,511	0,000
D	6978627,216	1	6978627,216	12,162	0,000
E	639262248,061	3	213087416,020	371,372	0,000
A * B	16767538,812	2	8383769,406	14,611	0,000
A * C	18827152,834	2	9413576,417	16,406	0,000
B * C	53547201,508	4	13386800,377	23,331	0,000
A * B * C	33864420,785	4	8466105,196	14,755	0,000
A * D	5800390,027	1	5800390,027	10,109	0,001
B * D	3608174,222	2	1804087,111	3,144	0,043
A * B * D	17394276,520	2	8697138,260	15,157	0,000
C * D	712891,716	2	356445,858	0,621	0,537
A * C * D	3906672,742	2	1953336,371	3,404	0,033
B * C * D	17276945,234	4	4319236,308	7,528	0,000
A * B * C * D	54414608,849	4	13603652,212	23,709	0,000
A * E	27355805,866	3	9118601,955	15,892	0,000
B * E	142431140,139	6	23738523,357	41,372	0,000
A * B * E	44305551,601	6	7384258,600	12,869	0,000
C * E	98528727,840	6	16421454,640	28,620	0,000
A * C * E	45129069,934	6	7521511,656	13,109	0,000
B * C * E	124010240,397	12	10334186,700	18,011	0,000
A * B * C * E	92052402,089	12	7671033,507	13,369	0,000
D * E	18273212,904	3	6091070,968	10,616	0,000
A * D * E	17844687,051	3	5948229,017	10,367	0,000
B * D * E	9735083,423	6	1622513,904	2,828	0,009
A * B * D * E	45690313,536	6	7615052,256	13,272	0,000
C * D * E	1567866,532	6	261311,089	0,455	0,842
A * C * D * E	7525515,219	6	1254252,537	2,186	0,041
B * C * D * E	38458921,153	12	3204910,096	5,586	0,000
A * B * C * D * E	144052633,142	12	12004386,095	20,921	0,000
Hata	3484022635,533	6072	573785,019		
Toplam	6532541067,212	6240			
Düzeltilen Toplam	5917681280,747	6239			

Faktör A: Tutkal çeşidi (PVAc, D-VTKA)

Faktör B: Emprenye Maddesi (Boraks, Çinko klorür)

Faktör C: Katman (2 katman, 3 katman, 4 Katman)

Faktör D: Ağaç malzeme (Meşe, Kestane)

Faktör E. Yanma değerleri (ağırlık kaybı, O₂, CO, Sıcaklık)

Yanma deneyi sonuçlarına uygulanan çoklu varyans analizi sonucunda ağaç malzeme türü, tutkal çeşidi, emprenye maddesi ve katman kalınlığının yanma aşamasında etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Varyans analizi sonucuna göre, faktör C*D ve C*D*E etkileşimleri $\geq 0,05$ çıkmıştır. Buna göre, ağaç, katman kalınlığı ve emprenye maddesi arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Diğer faktörler arasında % 95 güven aralığında

önemli bir fark bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları ayrı ayrı Çizelgelerle verilmiştir.

3.4.1 Ağırlık Kaybı

3.4.1.1 Masif Ağaç Malzemeye Göre Ağırlık Kaybı Değerleri

Ağaç malzeme ve emprenye maddesine göre ağırlık kaybı ikili karşılaştırması Çizelge 3.17’de verilmiştir.

Çizelge 3.17 Masif ağaç malzeme ve emprenye maddesine göre ağırlık kaybı sonuçları.

Emprenye maddesi	Meşe	Kestane
	Ağırlık kaybı (g)	Ağırlık kaybı (g)
Kontrol	38,4	46,3
Boraks	12,5	11,2
Çinko klorür	16,7	15,4

Yanma deneyi sonuçlarına göre; en fazla ağırlık kaybı kestane odunu kontrol örneğinde, en az boraks ile işlem gören kestane odunu örneklerde elde edilmiştir.

3.4.1.2 Katman Sayısı, Tutkalı Çeşidi Ve Emprenye Maddesine Göre Ağırlık Kaybı Değerleri

Katman sayısı, tutkalı çeşidi ve emprenye maddesine göre ağırlık kaybı ikili karşılaştırması Çizelge 3.18’de verilmiştir.

Çizelge 3.18 Tutkal çeşidi, emprenye maddesi ve katman sayısına göre ağırlık kaybı sonuçları

Tutkal	Emprenye Maddesi	Katman Sayısı	Meşe	Kestane
			Ağırlık kaybı (g)	Ağırlık kaybı (g)
PVAc	Boraks	Kontrol	35,2	43,1
		2	11,3	10,6
		3	9,3	8,5
		4	4,7	3,2
	Çinko klorür	2	16,8	11,3
		3	11,5	10,1
		4	7,5	6,5
D-VTKA	Boraks	Kontrol	30,6	40,0
		2	10,2	10,0
		3	8,2	6,6
		4	3,7	2,5
	Çinko klorür	2	12,1	10,9
		3	10,7	9,9
		4	6,5	5,5

Yanma deneyi sonuçlarına göre; en fazla ağırlık kaybı PVAc tutkalı ile yapıştırılan kestane kontrol örneğinde, en az ise Boraks emprenye maddesi ile işlem gören D-VTKA Tutkalı ile yapıştırılan 4 katmanlı kestane örneklerde elde edilmiştir. Buna göre katman sayısı arttıkça ağırlık kaybı azalmıştır.

Yanma sonucunda; ağaç malzeme türü, lamine katman sayısı, emprenye maddesi ve tutkal çeşidinin ağırlık kaybına ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.19’de verilmiştir.

Çizelge 3.19 Ağırlık kaybına ilişkin Duncan testi sonuçları (g).

Ağaç malzeme tüt, Katman sayısı, Emprenye maddesi ve Tutkal çeşidi	Ağırlık kaybı (g)	H.G
Kestane lamine - PVAc – Kontrol	43,1	A
Kestane lamine - D-VTKA - Kontrol	40,0	A
Meşe lamine - PVAc – Kontrol	35,2	B
Meşe lamine - D-VTKA - Kontrol	30,6	B
2 kat meşe lamine -PVAc - çinko klorür	16,8	C
2 kat meşe lamine - D-VTKA - Çinko klorür	12,1	E
3 kat meşe lamine – PVAc – Çinko klorür	11,5	F
2 kat meşe lamine – PVAc - Boraks	11,3	F
2 kat kestane lamine -PVAc - çinko klorür	11,3	F
2 kat kestane lamine - D-VTKA - Çinko klorür	10,9	G
3 kat meşe lamine - D-VTKA – Çinko klorür	10,7	G
2 kat Kestane lamine – PVAc - Boraks	10,6	G
2 kat meşe lamine - D-VTKA - Boraks	10,2	G
3 kat kestane lamine – PVAc – Çinko klorür	10,1	G
2 kat kestane lamine - D-VTKA - Boraks	10,0	G
3 kat kestane lamine - D-VTKA – Çinko klorür	9,9	H
3 kat meşe lamine - PVAc-Boraks	9,3	H
3 kat kestane lamine - PVAc-Boraks	8,5	I
3 kat meşe lamine - D-VTKA - Boraks	8,2	I
4 kat meşe lamine - D-VTKA Çinko klorür	7,5	K
3 kat kestane lamine - D-VTKA - Boraks	6,6	L
4 kat meşe lamine - D-VTKA – Çinko klorür	6,5	L
4 kat kestane lamine – PVAc- Çinko klorür	6,5	L
4 kat kestane lamine - D-VTKA – Çinko klorür	5,5	M
4 kat meşe lamine - PVAc – Boraks	4,7	N
4 kat meşe lamine - D-VTKA Boraks	3,7	O
4 kat kestane lamine - PVAc – Boraks	3,2	O
4 kat kestane lamine - D-VTKA Boraks	2,5	P

Yanma deneyi sonucunda: en fazla ağırlık kaybı(g) kestane kontrol örneklerde, en az boraks ile işlem gören ve D-VTKA tutkalı ile yapıştırılan 4 katmanlı kestane örneklerde elde edilmiştir. Buna göre boraks ve katman sayısının artması lamine ağaç malzemenin yanma direncini artırdığı söylenebilir.

3.4.2 O₂ Miktarı

3.4.2.1 Ağaç Malzemeye Göre O₂ Miktarı

Masif ağaç malzemeye ve emprenye maddesine göre O₂ miktarı ikili karşılaştırması Çizelge 3.20’de verilmiştir.

Çizelge 3.20 Ağaç malzeme ve emprenye maddesine göre O₂ değerleri.

Emprenye maddesi	Meşe	Kestane
	O ₂ (%)	O ₂ (%)
Kontrol	16,2	16,3
Boraks	18,5	18,9
Çinko klorür	18,0	18,3

O₂ değeri masif kontrol örneklerinde % 16,2' ye kadar düşmüştür. Bu durum kontrol örneklerinde daha çok yanma olduğu, emprenyeli örneklerde ise daha az yanma olduğunu göstermektedir. Buna göre emprenye maddeleri yanmayı azaltmış olabilir.

3.4.2.2 Katman Sayısı, Tutkal Çeşidi Ve Emprenye Maddesine Göre O₂ Miktarı

Lamine katman sayısı, tutkalı çeşidi ve emprenye maddesine göre O₂ miktarı ikili karşılaştırması Çizelge 3.21'de verilmiştir.

Çizelge 3.21 Katman sayısı, tutkalı çeşidi ve emprenye maddesine göre O₂ miktarı ikili karşılaştırması.

Tutkal	Emprenye Maddesi	Katman Sayısı	Meşe	Kestane
			O ₂ (%)	O ₂ (%)
PVAc	Boraks	Kontrol	16,7	16,3
		2	17,3	18,6
		3	18,5	19,0
		4	19,9	20,2
	Çinko klorür	2	17,3	18,1
		3	18,4	18,5
		4	19,1	19,6
D-VTKA	Boraks	Kontrol	16,1	17,3
		2	17,7	18,1
		3	19,3	18,2
		4	20,0	20,4
	Çinko klorür	2	16,8	16,9
		3	17,3	17,3
		4	19,1	19,8

En fazla O₂ miktarı boraks ile işlem gören 4 katmanlı D-VTKA tutkalı ile yapıştırılan kestane örneklerde, en az kontrol örneklerde elde edilmiştir. Buna göre; 4 katmanlı lamine örneklerde her iki emprenye maddesi de yanmayı önleyici etki göstermiştir.

Ağaç malzeme türü, katman sayısı, emprenye maddesi ve tutkal çeşidine göre açığa çıkan O₂ miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.22'de verilmiştir.

Çizelge 3.22 O₂ miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları (%).

Ağaç türü, Katman sayısı, Emprenye maddesi ve Tutkal çeşidi	O ₂ (%)	H.G
4 kat kestane lamine - D-VTKA Boraks	20,4	A
4 kat kestane lamine - PVAc – Boraks	20,2	A
4 kat meşe lamine - D-VTKA Boraks	20,0	A
4 kat meşe lamine - PVAc – Boraks	19,9	B
4 kat kestane lamine - D-VTKA – Çinko klorür	19,8	B
4 kat kestane lamine – PVAc- Çinko klorür	19,6	B
3 kat meşe lamine - D-VTKA – Boraks	19,3	B
4 kat meşe lamine – PVAc- Çinko klorür	19,1	B
4 kat meşe lamine - D-VTKA – Çinko klorür	19,1	B
3 kat kestane lamine - PVAc-Boraks	19,0	B
2 kat kestane lamine -PVAc - Çinko klorür	18,6	C
2 kat Kestane lamine – PVAc – Boraks	18,6	C
3 kat kestane lamine – PVAc – Çinko klorür	18,5	C
3 kat meşe lamine - PVAc-Boraks	18,5	C
3 kat meşe lamine – PVAc – Çinko klorür	18,4	C
3 kat kestane lamine - D-VTKA - Boraks	18,2	C
2 kat kestane lamine - D-VTKA - Boraks	18,1	C
2 kat meşe lamine - D-VTKA – Boraks	17,7	D
2 kat meşe lamine – PVAc – Boraks	17,3	D
2 kat meşe lamine -PVAc - çinko klorür	17,3	D
3 kat meşe lamine - D-VTKA – Çinko klorür	17,3	D
Kestane lamine - D-VTKA – Kontrol	17,3	D
3 kat kestane lamine - D-VTKA – Çinko klorür	17,3	D
2 kat kestane lamine - D-VTKA – Çinko klorür	16,9	E
2 kat meşe lamine - D-VTKA - Çinko klorür	16,8	E
Meşe lamine - PVAc – Kontrol	16,7	E
Kestane lamine - PVAc – Kontrol	16,3	E
Meşe lamine - D-VTKA – Kontrol	16,1	E

Yanma sonucunda: en fazla O₂ miktarı boraks ile işlem gören ve D-VTKA tutkalı ile yapıştırılan 4 katmanlı kestane lamine örneklerde, en az D-VTKA tutkalı ile yapıştırılan meşe kontrol örneklerde elde edilmiştir. Buna göre lamine oluşturmada uygulanan katman sayısı arttıkça yanma azaldığından yanma ortamında bulunan (O₂) miktarında çok fazla azalma olmamıştır.

3.4.3 CO Miktarı

3.4.3.1 Ağaç Malzemeye Göre CO Miktarı

Masif ağaç malzeme ve emprenye maddesine göre CO miktarı ikili karşılaştırması Çizelge 3.23’de verilmiştir.

Çizelge 3.23 Masif ağaç malzeme ve emprenye maddesine göre açığa çıkan ortalama CO miktarı.

Emprenye maddesi	Meşe	Kestane
	CO(ppm)	CO(ppm)
Kontrol	1430,5	1330,0
Boraks	133,6	100,9
Çinko klorür	311,1	418,1

CO miktarı en fazla, meşe kontrol örneğinde, en az boraks ile işlem gören kestane örneklerde elde edilmiştir. Buna göre masif ağaç malzemeye göre en fazla yanma emprenyesiz meşe kontrol örneğinde, en az boraks ile işlem gören kestane örneklerde meydana gelmiştir.

3.4.3.2 Katman Sayısı, Tutkalı Çeşidi Ve Emprenye Maddesine Göre Açığa Çıkan Ortalama CO Miktarı

Katman sayısı, tutkalı çeşidi ve emprenye maddesine göre ortalama CO miktarı ikili karşılaştırması Çizelge 3.24’de verilmiştir.

Çizelge 3.24 Lamine katman sayısı, tutkalı çeşidi ve emprenye maddesine göre ortalama CO miktarı.

Tutkal	Emprenye Maddesi	Katman Sayısı	Meşe	Kestane
			CO(ppm)	CO(ppm)
PVAc	Boraks	Kontrol	121,6	10,3
		2	521,6	894,9
		3	1033,1	1634,1
		4	2135,9	2271,7
	Çinko klorür	2	378,7	381,2
		3	710,1	844,0
		4	1115,1	1190,9
D-VTKA	Boraks	Kontrol	153,6	86,7
		2	418,1	455,5
		3	1188,8	1214,9
		4	2132,4	2834,7
	Çinko klorür	2	355,6	271,7
		3	928,6	982,9
		4	1330,0	1482,9

CO miktarı en fazla D-VTKA tutkalı ile yapıştırılan ve boraks ile işlem gören 4 katmanlı kestane lamine örneğinde, en az PVAc tutkalı ile yapıştırılan kestane lamine kontrol örneklerde elde edilmiştir.

Ağaç malzeme türü, lamine katman sayısı, emprenye maddesi ve tutkal çeşidine göre açığa çıkan CO miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.25’de verilmiştir.

Çizelge 3.25 CO miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları (ppm).

Ağaç malzeme tüt, Katman sayısı, Emprenye maddesi ve Tutkal çeşidi	Ağırlık kaybı (g)	H.G
4 kat kestane lam - D-VTKA Boraks	2834,7	A
4 kat kestane lamine - PVAc – Boraks	2271,5	B
4 kat meşe lamine - PVAc – Boraks	2135,9	B
4 kat meşe lamine - D-VTKA Boraks	2132,4	B
3 kat kestane lamine - PVAc-Boraks	1634,1	C
4 kat kestane lamine - D-VTKA – Çinko klorür	1482,9	C
4 kat meşe lamine - D-VTKA – Çinko klorür	1330,0	C
3 kat kestane lamine - D-VTKA - Boraks	1214,9	C
4 kat kestane lamine – PVAc- Çinko klorür	1190,9	D
3 kat meşe lamine - D-VTKA – Boraks	1188,8	D
4 kat meşe lamine – PVAc - Çinko klorür	1115,1	D
3 kat meşe lamine - PVAc-Boraks	1033,1	D
3 kat meşe lamine - D-VTKA – Çinko klorür	983,3	E
3 kat kestane lamine - D-VTKA – Çinko klorür	982,9	E
2 kat Kestane lamine – PVAc – Boraks	894,9	F
3 kat kestane lamine – PVAc – Çinko klorür	844,0	F
2 kat kestane lamine -PVAc - çinko klorür	844,0	F
3 kat meşe lamine – PVAc – Çinko klorür	710,1	G
2 kat meşe lamine – PVAc – Boraks	521,6	I
2 kat kestane lamine - D-VTKA - Boraks	455,5	K
2 kat meşe lamine - D-VTKA – Boraks	418,1	K
2 kat meşe lamine -PVAc - çinko klorür	378,7	L
2 kat meşe lamine - D-VTKA - Çinko klorür	355,6	L
2 kat kestane lamine - D-VTKA – Çinko klorür	271,7	M
Meşe lamine - D-VTKA – Kontrol	153,6	N
Meşe lamine - PVAc – Kontrol	121,6	N
Kestane lamine - D-VTKA – Kontrol	86,7	O
Kestane lamine - PVAc – Kontrol	10,3	P

En fazla CO miktarı D-VTKA tutkalı ile yapıştırılan ve boraks ile işlem gören 4 katmanlı kestane lamine örneklerde, en az PVAc tutkalı ile yapıştırılan kestane lamine kontrol örneklerinde elde edilmiştir. Buna göre 4 katmanlı laminelerde tam yanma gerçekleşmediği için bol miktarda CO gazı açığa çıkmıştır.

3.4.4 Sıcaklık Değeri

3.4.4.1 Masif Ağaç Malzemeye Ortalama Göre Sıcaklık Değeri

Masif ağaç malzeme ve emprenye maddesine göre ortalama sıcaklık değeri ikili karşılaştırması Çizelge 3.26’de verilmiştir.

Çizelge 3.26 Masif ağaç malzeme ve emprenye maddesine göre ortalama sıcaklık değerine ilişkin ikili karşılaştırma.

Emprenye maddesi	Meşe	Kestane
	Sıcaklık (°C)	Sıcaklık (°C)
Kontrol	393,2	344,1
Boraks	95,4	95
Çinko klorür	149,8	134,3

Sıcaklık değeri en fazla meşe kontrol örneğinde, en az boraks emprenye maddesi ile işlem gören kestane örneklerde elde edilmiştir.

3.4.4.2 Katman Sayısı, Tutkalı Çeşidi Ve Emprenye Maddesine Göre Ortalama Sıcaklık Değeri

Lamine katman sayısı, tutkalı çeşidi ve emprenye maddesine göre ortalama sıcaklık değeri ikili karşılaştırması Çizelge 3.27’de verilmiştir.

Çizelge 3.27 Katman sayısı, tutkalı çeşidi ve emprenye maddesine göre sıcaklık değeri ikili karşılaştırma.

Tutkal	Emprenye Maddesi	Katman Sayısı	Meşe	Kestane
			Sıcaklık (°C)	Sıcaklık (°C)
PVAc	Boraks	Kontrol	324,2	313,6
		2	195,4	169,5
		3	124,9	122,7
		4	82,5	73,8
	Çinko klorür	2	256,8	169,5
		3	205,6	193,1
		4	162,9	148,0
D-VTKA	Boraks	Kontrol	398,5	262,8
		2	209,3	145,3
		3	122,3	135,7
		4	99,2	78,7
	Çinko klorür	2	289,2	201,6
		3	200,2	191,5
		4	189,8	161,6

Sıcaklık değeri en yüksek meşe kontrol örneğinde, en az boraks ile işlem gören kestane örneklerde elde edilmiştir. Yanma sonucunda; ağaç malzeme türü, lamine katman sayısı, emprenye maddesi ve tutkal çeşidine göre sıcaklık değerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.28’de verilmiştir.

Çizelge 3.28 Sıcaklığa ilişkin Duncan testi sonuçları (°C).

Ağaç türü, Katman sayısı, Emprenye maddesi ve Tutkal çeşidi	Sıcaklık (°C)	H.G
Meşe lamine - D-VTKA – Kontrol	398,5	A
Meşe lamine – PVAc – Kontrol	324,2	B
Kestane lamine - PVAc – Kontrol	313,6	B
2 kat meşe lamine - D-VTKA - Çinko klorür	289,2	C
Kestane lamine - D-VTKA – Kontrol	262,8	C
2 kat meşe lamine –PVAc - çinko klorür	256,8	C
2 kat meşe lamine - D-VTKA – Boraks	209,3	C
3 kat meşe lamine – PVAc – Çinko klorür	205,6	C
2 kat kestane lamine - D-VTKA - Çinko klorür	201,6	C
3 kat kestane lamine - D-VTKA – Çinko klorür	201,5	C
3 kat meşe lamine - D-VTKA – Çinko klorür	200,2	C
2 kat meşe lamine – PVAc – Boraks	195,4	D
3 kat kestane lamine – PVAc – Çinko klorür	193,1	D
4 kat meşe lamine - D-VTKA – Çinko klorür	189,8	D
2 kat Kestane lamine – PVAc – Boraks	169,5	D
2 kat kestane lamine -PVAc - çinko klorür	169,5	D
4 kat meşe lamine – PVAc- Çinko klorür	162,9	D
4 kat kestane lamine - D-VTKA – Çinko klorür	161,6	D
4 kat kestane lamine – PVAc- Çinko klorür	148,0	D
2 kat kestane lamine - D-VTKA – Boraks	145,3	D
3 kat kestane lamine - D-VTKA – Boraks	135,7	D
3 kat meşe lamine – PVAc-Boraks	124,9	D
3 kat kestane lamine - PVAc-Boraks	122,7	D
3 kat meşe lamine - D-VTKA – Boraks	122,3	D
4 kat meşe lamine - D-VTKA Boraks	99,2	E
4 kat meşe lamine – PVAc – Boraks	82,5	E
4 kat kestane lamine - D-VTKA Boraks	78,7	E
4 kat kestane lamine - PVAc – Boraks	73,8	E

Sıcaklık değeri en fazla meşe kontrol örneklerinde, en az boraks ile işlem gören ve PVAc tutkalı ile yapıştırılan 4 katmanlı kestane laminelerde elde edilmiştir. Bu durumda, kontrol örnekleri emprenyesiz olduğu için daha fazla yanma göstermiştir. Emprenye maddeleri ile katman sayılarının artışı yanmayı azaltmıştır.

3.4.5 Yanmamış Parça Ve Kül Miktarı

Masif ağaç malzeme ve emprenye maddesine göre ortalama yanmamış parça ve kül miktarı Çizelge 3.29’de verilmiştir.

Çizelge 3.29 Masif ağaç malzeme ve emprenye maddesine göre ortalama yanmamış parça ve kül miktarına ilişkin ikili karşılaştırma sonuçları.

Emprenye maddesi	Yanmamış parça ve kül miktarı					
	Meşe			Kestane		
	İlk ağırlık (g)	Son ağırlık (g)	% Yanma miktarı	İlk ağırlık (g)	Son ağırlık (g)	% Yanma miktarı
Kontrol	165,5	40,4	75,58	105,3	20,7	80,57
Boraks	170,4	80,5	52,75	110,6	60,1	51,08
Çinko klorür	168,9	70,3	58,37	107,0	50,4	52,89

Yanmamış parça ve kül miktarı (%) artışı en fazla kestane kontrol örneğinde, en az boraks ile işlem gören kestane örneklerde elde edilmiştir. Genel olarak boraks emprenye maddesinin yanmayı azalttığı şeklinde yorumlanabilir.

3.4.4.1 Katman Sayısı, Tutkalı Çeşidi Ve Emprenye Maddesine Göre Yanmamış Parça Ve Kül Miktarı Ortalama Değerleri

Lamine katman sayısı, tutkalı çeşidi ve emprenye maddesine göre yanmamış parça ve kül miktarı ikili karşılaştırması Çizelge 3.30’de verilmiştir.

Çizelge 3.30 Lamine katman sayısı, tutkalı çeşidi ve emprenye maddesine göre yanmamış parça ve kül miktarı ikili karşılaştırma sonuçları.

Tutkal	Emprenye Maddesi	Katman Sayısı	Yanmamış parça ve kül miktarı					
			Meşe			Kestane		
			İlk ağırlık (g)	Son ağırlık (g)	% Yanma miktarı	İlk ağırlık (g)	Son ağırlık (g)	% Yanma miktarı
PVAc	-	Kontrol	145,7	45,0	69,11	103,0	25,9	74,85
	Boraks	2	165,7	80,0	51,71	121,3	61,2	49,54
		3	161,1	100,8	36,05	116,4	80,6	30,75
		4	175,8	126,4	28,01	110,1	85,1	22,70
	Çinko klorür	2	170,3	69,2	59,34	115,7	61,2	47,10
		3	175,2	65,0	52,89	118,7	70,7	40,43
		4	160,5	89,4	44,38	130,0	89,2	31,38
D-VTKA	-	Kontrol	140,7	25,3	82,46	97,5	19,1	80,41
	Boraks	2	149,8	89,6	56,20	110,9	66,9	39,67
		3	145,7	95,8	34,2	104,6	75,6	27,72
		4	146,4	90,5	28,15	110,8	90,7	18,14
	Çinko klorür	2	145,9	70,3	51,81	103,4	65,3	56,84
		3	142,1	70,8	48,17	100,9	75,5	45,17
		4	164,2	75,2	40,20	104,2	61,7	40,78

Yanma deneyi sonucunda lamine katman sayısına göre ortalama yanmamış parça ve kül miktarı (%) en fazla meşe lamine kontrol örneğinde, en az boraks ile işlem gören ve D-VTKA tutkalı ile yapıştırılan 4 katmanlı kestane örneklerde elde edilmiştir.

Yanma sonucunda; ağaç malzeme türü, lamine katman sayısı, emprenye maddesi ve tutkal çeşidine yanmamış parça ve kül miktarı etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.31’de verilmiştir.

Çizelge 3.31 Yanmamış parça ve kül miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları (%)

Ağaç malzeme türü, Katman sayısı, Emprenye maddesi ve Tutkal çeşidi	Yanma miktarı (%)	H.G
Meşe lam – D-VTKA – kontrol	82,4	A
Kestane lamine – D-VTKA - kontrol	80,4	A
Kestane lamine – PVAc – kontrol	74,8	B
Meşe lamine – PVAc – kontrol	69,1	C
2 kat meşe lamine – PVAc – çinko klorür	59,3	D
2 kat kestane lamine – D-VTKA – çinko klorür	56,8	D
2 kat meşe lamine – D-VTKA - boraks	56,2	D
3 kat meşe lamine – PVAc – çinko klorür	52,8	D
2 kat meşe lamine – D-VTKA – çinko klorür	51,8	D
2 kat meşe lamine – PVAc - boraks	51,7	D
2 kat kestane lamine – PVAc - boraks	49,5	E
3 kat meşe lamine – D-VTKA– çinko klorür	48,1	E
2 kat kestane lamine – PVAc – çinko klorür	47,1	E
3 kat kestane lamine – D-VTKA– çinko klorür	45,1	E
4 kat meşe lamine – PVAc – çinko klorür	44,3	E
4 kat kestane lamine – D-VTKA– çinko klorür	40,7	E
3 kat kestane lamine – PVAc – çinko klorür	40,4	E
4 kat meşe lamine – D-VTKA– çinko klorür	40,2	E
2 kat kestane lamine – D-VTKA - boraks	39,6	F
3 kat meşe lamine – PVAc – boraks	36,0	F
3 kat meşe lamine – D-VTKA – boraks	34,2	F
4 kat kestane lamine – PVAc – çinko klorür	31,3	F
3 kat kestane lamine – PVAc – boraks	30,7	F
4 kat meşe lamine – D-VTKA – boraks	28,1	G
4 kat meşe lamine – PVAc – boraks	28,0	G
3 kat kestane lamine – D-VTKA – boraks	27,7	G
4 kat kestane lamine – PVAc – boraks	22,7	G
4 kat kestane lamine – D-VTKA – boraks	18,1	H

Yanma deneyi sonucunda en fazla yanmamış parça ve kül miktarı; meşe odunu kontrol örneklerde, en az D- VTKA tutkalı ile yapıştırılan kestane odunu lamine örneklerde elde edilmiştir. Buna göre kestane odunu lamineleri meşe odunu laminelerine göre yanmaya karşı daha fazla direnç göstermiştir. Ayrıca lamine katman sayısının artmasıyla yanma direncini artırmıştır.

3.5 SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çözeltilerin emprenye öncesi ve sonrasında ölçülen pH değerleri ve yoğunluklarında önemli bir değişme olmamıştır. Buna her emprenye maddesi için taze çözelti ile çalışılması sebep gösterilebilir. Emprenye maddelerinden boraks'ın E.Ö ve E.S pH' ı 9,0 bazik, çinko klorür'ün E.Ö ve E.S pH' ı 6,0 asidik ve yoğunlukları ise boraks'da E.Ö 1.060 g/cm³, E.S 1.65 g/cm³, çinko klorür'ün E.Ö 1.070 g/cm³, S.E 1.075 g/cm³ ölçülmüştür.

Retensiyon miktarı ve retensiyon oranı: emprenye maddelerinden çinko klorür çözeltisinin en yüksek değeri vermesi yoğunluğunun yüksek olmasından kaynaklanabilir. Ağaç türü ve Lamine katman kalınlığı bakımından kestane lamine örneklerde yüksek retensiyon elde edilmesi kestane meşeye göre yoğunluğunun düşük olması ve diri odunun dar kesitli olması, her iki ağaç türünün yıl halkası büyük traheli olmasına rağmen kestane traheli çaplarının daha geniş olması sebep olabilir(Bozkurt 1982) ve (Bozkurt ve Erdin 1997b). Bu da emprenye maddesinin tutunma oranını artırmış olabilir.

En yüksek yoğunluk, çinko klorür çözeltisi ile elde edilmiştir. Bunun nedeni; uygulanan Vak-Vak yöntemi ve çözeltinin yoğunluğunun yüksek olması, yoğunluklarda artmaya sebep olabilir.

En yüksek yapışma direnci, kontrol örneklerinde elde edilmiştir. Bunun sebebi, emprenye çözeltilerinin kristal yapıya sahip oluşu yapışmayı azalttığı şeklinde yorumlanabilir. Emprenye maddeleri ile işlem gören kontrol örneklerinde en iyi sonucu PVAc tutkalı vermiştir. Literatürde, Doğu kayını, sarıçam ve sapsız meşe odunları PVAc, Desmodur-VTKA ve Klebit 303 tutkalları ile yapıştırılarak elde edilen 3, 5 ve 7 katmanlı lamine örneklerinde en iyi sonucu PVAc tutkalı verdiği bildirilmiştir (Altınok ve Döngel 1999). Desmodur-VTKA tutkalı ile yapıştırılan örneklerin yapışma direncinin düşük çıkması emprenye çözeltilerindeki tuzlar olumsuz etki yapmış olabilir.

Yanma deneyi sonucu en fazla ağırlık kaybı, kestane odunu kontrol örneklerinde, en az boraks ile işlem gören ve D-VTKA tutkalı ile yapıştırılan 4 katmanlı kestane lamine örneklerinde elde edilmiştir. Katman sayısının fazla oluşu yanmayı engellemiş olabilir. En az O₂ miktarı D-VTKA tutkalı ile yapıştırılan meşe lamine kontrol örneklerinde, en fazla D-VTKA tutkalı ile yapıştırılan ve boraks ile işlem görmüş 4 katmanlı kestane lamine

örneklerinde tespit edilmiştir. Yanma olmadığı için O₂ miktarında azalma olmamıştır. CO miktarı en fazla D-VTKA tutkalı ile yapıştırılmış ve boraks ile işlem gören 4 katmanlı kestane lamine örneklerinde, en az PVAc tutkalı ile yapıştırılan kestane lamine kontrol örneklerde tespit edilmiştir. Yanma olmaması durumunda daha çok CO miktarı açığa çıkmaktadır. Yanma sonucu sıcaklık değerine ilişkin en yüksek değer D-VTKA tutkalı ile yapıştırılmış meşe lamine kontrol örneklerinde, en düşük boraks ile işlem gören ve PVAc tutkalı ile yapıştırılan 4 katmanlı kestane lamine örneklerinde belirlenmiştir. Meşe odunu anatomik yapısı ve ekstraktif maddeler içerdiği için sıcaklık bir miktar artmış olabilir.

Yanmamış parça ve kül miktarı en fazla meşe odunu kontrol örneklerde, en az boraks ile işlem gören ve D-VTKA tutkalı ile yapıştırılan 4 katmanlı kestane lamine örneklerde elde edilmiştir. Litaretürde, odunun kendi kendine yanabilmesi için sıcaklığın 275°C' ye çıkarılması gerektiği bildirilmektedir. Bu bakımdan ağaç malzemenin yanmaya karşı direncinin artırılması için kimyasal maddelerle emprenye edilmesi birçok kullanım yerinde zorunlu görülmüştür (Le Van and Winandy, 1990). Bir başka çalışmada, ağaç malzeme ve kompozit malzemeleri yangından korumak için en yaygın kullanılan; borik asit, amonyum fosfat ve boraks, amonyum sülfat ve klorid, çinko klorid ve borat, fosforik asit, dicyanodiamide, sodyum borat olduğu tespit edilmiştir (Malony, 1977; Kozlowski, ve ark.).

Yanma deneyi sunucunda her iki ağaç malzemedan üretilen lamine kontrol örneklerinin kısa sürede yandığı gözlenmiştir. Boraks ve çinko klorür emprenye maddelerinin yanmayı geciktirdiği sıcaklık derecesini düşürdüğü gözlemlenmiştir. Kullanılan emprenye maddelerinde sıralama da öncelikle boraks önerilebilir. Ağaç malzeme olarak kestane lamineleri emprenyeleme ve yanmaya karşı olumlu sonuç vermiştir. Buna neden olarak kestane odunun lümen boşluğu çapının fazla olması retensiyon miktarının meşeye göre yüksek olmasına neden olabilir.

Yanmaya maruz kalacak yerlerde lamine ağaç malzeme kullanılması durumunda kestane odunundan üretilen papel kaplamaların özellikle boraks veya çinko klorür ile emprenye edildikten sonra PVAc tutkalı ile yapıştırılarak uygulanırsa malzemenin kullanım ömrünün artacağı söylenebilir.

Bundan sonraki yapılacak akademik çalışmalarda lamine üretiminde kullanılan tutkallar içerisine belirli oranlarda yanmayı önleyici emprenye maddeleri karıştırılarak yanma testinin denenmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Abbott, W., West, M.** (2003) Efficacy of Copper Borax Preservative Against Wood Decay, *Forest Products Laboratory*, Madison, WI 53705, pp. 63-64, US.
- Akira. K., Shinpei. M., Shigeo. U., Youichi. S.** (1979) Process for Removing Nitrogen Oxides from Combustion Flue Gas, <http://www.freepatentsonline.com/4141959.html>
- Altınok, M., Döngel N.** (1999) Laminasyonda Ağaç Türü ve Katman Sayısının Eğilme Direncine Etkileri, *ZKÜ Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Teknoloji Dergisi*, Sayı 1-2, s. 225-235, Karabük.
- Aslan, S., Özkaya, K.** (2004) Farklı Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilmiş Ahşap Esaslı Levhaların Yanma Mukavemetinin Araştırılması, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, Sayı: 2, ISSN: 1302-7085, s. 122-140, Isparta
- ASTM-D 1413-76.** (1976) Standart Test Method of Testng Wood Preservatives By Laboratory Soilblock Cultures, Annual Book of ASTM Standards, pp. 452-460. West Conshohocken, Pa, *ASTM Standards*, USA.
- ASTM-E 69.** (1975) Standart Test Method for Combustible of Treated Wood by the Fire Apparatus.
- Baysal, E.** (2003a) Borlu Bileşikler Ve Doğal Sepi Maddeleriyle Emprenye Edilen Sarıçam Odununun Yanma Özellikleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19 (1-2), s. 59-69, Kayseri.
- Baysal, E.** (2003b) Bazı Borlu Bileşikler Ve Su itici Maddelerle Muamele Edilen Adi Douglas (Pseudotsuga Menziesii (Mirb.) Franco) Odununda Daralma Miktarları, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19 (1-2), s.70-80, Kayseri.
- Baysal, E., Yalınkılıç, M.K., Çolak, M., Göktaş, O.** (2003) Bitkisel Sepi Maddeleri ve Borlu Bileşikler ile Muamele Edilen Kızılcām (Pinus brutiaTen.) Odununun Yanma Özellikleri, *Türk J Agric For*, 27, s. 245-252 Tübitak-Ankara.
- Bozkurt, Y.** (1982) *Ağaç Teknolojisi*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No 289, s. 128-135 İstanbul.
- Bozkurt, Y., Erdin, N.** (1997) *Ağaç Teknolojisi*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No:3998, s. 237-345 İstanbul.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Bozkurt, Y., Kantay, R., Erdin, N.** (1988) *Ağaç Malzemenin Korunması ve Önemi*, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, No: 338, s. 13-23 Ankara.
- BS EN 204.** (1991) Non-structural Adhesives For joining of Wood and Derived Timber Products, *British Standards*, England.
- BS EN 205.** (1991) Test Methods For Wood Adhesives For Non-structural Applications-Determination of Tensile Shear Strength of Lap Joints, *British Standards*, England.
- Dilik, T.** (1997) Lamine Ağaç Malzemeden Pencere Profili Üretimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Eckelman, C.A.** (1993) Potential Uses of Laminated Veneer Lumber in Furniture, Department of Forestry and Natural Resources", *Purdue University, Forest Products Society*, J. Vol. 43, pp.19-24, West Lafayette, USA.
- Ellis, W.O., Rowell, R.M.** (1984) Reaction of İsociyanates With Southern Pine Wood To Improve Dimensional Stability and Dercay Resistance, *Wood and Fiber*, Vol.16, (3), pp. 346-349.
- Erten, P.** (1988) *Ahşap Malzemenin Korunmasında Yararlanılan Başlıca Teknikler*, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, No 338, s. 127-130 Ankara.
- Erengözgin, Ç.** (2003) Bir ülke nasıl yenilenir?, Parke dergisi, *Marka yayınları*, Yıl: 3 Sayı: 16, İstanbul.
- Gapu, W., L.** (1989) Influence of Variability on Stresses in Tapered-curved Laminated Timber Beams of Constant Depth, *Forest Products Journal*, pp. 39-42, US.
- Hoyle, R. J., Woeste, F. E.** (1989) *Wood Technology in the Design of Structure*, Iowa State University Pres, IA, pp.394, USA.
- Keskin, H.** (2001a) Lamine Masif Ağaç Malzemelerin Teknolojik Özellikleri ve Ağaç İşleri Endüstrisinde Kullanım Özellikleri, Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kozlowski, R., et. al.,** (1995) Light-weight, Environmentally friendly, Fire reterdant composite, Board for panalling and construction, *Inorganic Bonded Wood and Fiber Composite Materials*, pp. 6-11 USA.
- Le Van, S. L., Winandy, J.E.** (1990) Effects of Fire Retardant Treatments on Wood Strentgh: A Rewiev, *Wood and Fiber Science*, Vol. 22, (1), pp. 113-131.
- Malony, TM.** (1977) *Modern Particlebord and Dry-process Fiberboard Manufacturing*. San Fancisco, Miller Greeman Publishs, pp. 13-15 USA.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Örs, Y., Atar, M., Peker, H.** (1999) Bazı Emprenye Maddelerinin Sarıçam ve Doğu Kayını Odunlarının Yoğunluklarına Etkileri, *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 23 Ek Sayı 5, s. 1169-1179, Tübitak, Ankara.
- Örs, Y., Sönmez, A., Uysal, B.** (1999a) Çeşitli Kimyasal Maddelerin Ağaç Malzemenin Yanmaya Dayanıklılığı Üzerine Etkileri, *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, Cilt: 23, Ek sayı 2, s. 389-394, Ankara.
- Örs, Y., Atar, M., Peker, H.** (1999b) Çeşitli Emprenye ve Üst Yüzey İşlem Maddelerinin Sarıçam ve Kestane Odununun Yanma Özelliklerine Etkileri, *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 23, s. 541-546, Tübitak, Ankara.
- Örs, Y.** (1987) Kama Dişli Birleşmeli Masif Ağaç Malzemedeki Mekanik Özellikler, Yardımcı Ders Kitabı, K.T.Ü. Orman Fakültesi, s. 29-34, Trabzon.
- Örs, Y., Atar, M., Özçifci, A.** (2000) Bonding Strength of Poly(vinyl acetate) Based Adhesives in some Wood Materials Treated with impregnation, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 76, (9), pp. 1472-1479, USA.
- Örs, Y., Keskin, H.** (2001) Ağaç Malzeme Teknolojisi, Nobel Yayın Dağıtım, s. 64-65, Ankara.
- Özçifci, A.** (2001) Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemenin Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özen, R., Özçifci, A., Uysal, B.** (2000) Emprenyeli Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Odunundan Üretilen Lamine Ağaç Malzemelerin Yanma Özellikleri, P.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt. 7, (1), s. 131-138 Denizli.
- Özen, R., Özçifci, A., Uysal, B.** (2001) PVAc Tutkalı Kullanılarak Yapıştırılmış Lamine Ahşap Yapı Elamanlarının Yanma Özellikleri, Z.K.Ü KTEF, *Teknoloji Dergisi*, sayı 1-2, s. 139-148, Karabük.
- Peker, H., Tan, H. ve Baysal, E.** (2004) Bazı Emprenye Maddelerinin (*Picea orientalis* Link.) Odununun Yanma Özelliklerine Etkileri, F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt. 16(1), s. 163-175, Elazığ.
- Polisan Üretici Firma.** (1996) Kimya San. ve Tic.A.Ş Dilovası-İZMİT
- Sheard, L.** (1988) Ahşap Malzemenin Korunması: Geçerli Uygulama Ve Araştırmalar, Milli Produktivite Merkezi Yayınları, No: 338, s. 24-30 Ankara.
- Stevens, W. C. and Turner, N.** (1974) *Wood Bending Handbook*, pp. 90-110, London-England.
- TS, 11878,** (1995) Ahşap Mobilya- koltuk lamine Ahşaptan İmal Edilmiş, T.S.E., Ankara.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- TS EN, 386.** (1999) Yapıştırılmış lamine Ahşap – Performans ve Askeri İmalat Şartları. *TSE*, Ankara.
- TS 2471.** (1976) Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Rutubet Miktarı Tayini, *TSE*, Ankara.
- TS 2472.** (1976) Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Birim Hacim Ağırlığı, *TSE Standardı*, Ankara.
- TS 5724.** (1988) Ahşap Koruma – Suda Çözünen Emprenye Maddelerinde ve Emprenye Edilmiş Ahşapta Bor, Bakır, Krom ve Arsenik Miktarı Tayini-Volumetrik Metot, *TS Standardı*.
- Uysal, B., Özçifci, A.** (2000) Rengi Açılan Dogu Kayını Odununun (*Fagus orientalis* Lipsky) Alev Kaynaksız Yanma Özellikleri, *Z.K.Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Teknoloji Dergisi*, Yıl:3, Sayı:1, s. 119-126, Karabük.
- Uysal, B., Özçifci, A.** (2000) İhlamur (*Morus alba* L.) Odunundan PVAc Tutkalı ile Üretilen Lamine Ağaç Malzemenin Yanma Özellikleri, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt. 13, No: 4, s. 1023-1035, Ankara.
- Uysal, B.** (1998) Çeşitli Su İtici ve Yangın Geciktirici Kimyasal Maddelerin Kızılâğaç Odununun Yanma Özellikleri, *Z.K.Ü KTEF Teknoloji Dergisi*, Yıl 1, Sayı 2, s. 81-89, Karabük.
- Yalınkılıç, M.K., Örs, Y.** (1996) Duglas Göknarı [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco] Odunun Anatomik ve Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilme Özellikleri, *Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, Cilt. 21, s. 433-444, Ankara.
- Yalınkılıç, M.K., Demirci, Z. ve Baysal, E.** (1998) Çeşitli Emprenye Maddelerinin Duglas (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco) Odununun Yanma Özellikleri Üzerine Etkileri, Pamukkale Üniversitesi, *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt. 4, Sayı: 1-2, s. 613-624, Denizli.
- Youngquist, J.A.** (1992) Mechanical and Physical Properties of Air-Formed Wood-Fiber / Polymer Fiber Composites, *Forest Product Journal*, Vol. 42, (6), pp. 42-48.
- White, R.H.** (1988) Analytical Methods for Determining Fire Resistance of Timber Members the SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, *Wood Science and Technology*, Vol. 8, pp. 133-142.
- Williams, L.H., Mauldin, J.K.** (1986) Integrated Protection Against Lyctid Beetle Infestations, III Implementing Boron Treatment of Virola Lumber in Brazil, *Foest Products Journal*, Vol. 36, pp. 11-28.

ÖZGEÇMİŞ

Oktay OKCU 1972' de Çorum'da doğdu; İlk orta ve lise öğrenimini aynı şehirde tamamladı; 1990 yılında KTÜ Hopa Meslek Yüksek Okulu Ağaç işleri Bölümünü' ne girdi; 1992'de mezun oldu; 1993 yılında D.P.Ü Simav Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği Bölümüne başladı; 1997'de mezun olarak MEB' na bağlı Akdağmadeni Meslek Lisesi Mobilya ve Dekorasyon Öğretmeni olarak göreve başladı; 2002 yılında Z.K.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Anabilim Dalı' nda yüksek lisans programına başladı.

ADRES BİLGİLERİ

Adres: Yeşiltepe mah. Huzur Aprt. C Blok No.
Akdağmadeni/YOZGAT

Tel: (0354 314 25 90)

E-Posta: oktayokcu19@hotmail.com