

**İMERSOL AQUA VE TANALİTH-E İLE EMPRENYE
EDİLMİŞ ISIL İŞLEMLİ AĞAÇ MALZEMELERİN
YAPIŞMA VE YANMA DİRENÇLERİNİN
BELİRLENMESİ**

**2010
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ**

Serdar KAÇAMER

**İMERSOL AQUA VE TANALİTH-E İLE EMRENYE EDİLMİŞ ISIL
İŞLEMLİ AĞAÇ MALZEMELERİN YAPIŞMA VE YANMA
DİRENÇLERİNİN BELİRLENMESİ**

Serdar KAÇAMER

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında

Yüksek Lisans Tezi

Olarak Hazırlanmıştır

KARABÜK

Haziran 2010

Serdar KAÇAMER tarafından hazırlanan "İMERSOL AQUA VE TANALİTH-E İLE EMPRENYELİ, ISIL İŞLEMLİ AĞAÇ MALZEMENİN YAPIŞMA VE YANMA DİRENÇLERİNİN BELİRLENMESİ" başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ

Tez Danışmanı, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 30/ 06/ 2010

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ (KBÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Hamiyet ŞAHİN KOL (KBÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Metin KAYA (KBÜ)



01/07/2010

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Doç. Dr. Süleyman GÜNDÜZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Serdar KAÇAMER

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İMERSOL AQUA VE TANALİTH-E İLE EMPRENYE EDİLMİŞ ISIL İŞLEMLİ AĞAÇ MALZEMELERİN YAPIŞMA VE YANMA DİRENÇLERİNİN BELİRLENMESİ

Serdar KAÇAMER

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ

Haziran 2010, 56 sayfa

Bu çalışmada, emprenye edilmiş ısıll işlemli Doğu Kayını ve Uludağ Gökarnı odunlarının yapışma ve yanma dirençlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deney örnekleri, ASTM – D 1413 – 07 esaslarına göre 60 dakika süreyle 760 mm Hg⁻¹ ya eşdeğer ön vakum 60 dakika süreyle 4 atmosfer basıncında emprenye maddeleri ile işleme tabi tutulduktan sonra iki farklı sıcaklıkta (120°C, 170°C) 6 saat süreyle ısıll işleme tabi tutulmuştur. Deneylerde emprenyeli, ısıll işlemli ve hem emprenye hem ısıll işlemli örneklerin, BS EN 205 esaslarına göre yapışma ve ASTM E-69 esaslarına göre yanma dirençleri test edilmiştir.

Deney sonuçlarına göre, en yüksek retensiyon oranı (%1,53) Imersol AQUA ile emprenye edilen göknar odununda, hava kurusu yoğunluk Imersol AQUA ile

emprenye edilmiş kayın odununda ($0,672 \text{ g/cm}^3$), yapışma direnci kayın odunu kontrol örneklerinde ($12,42 \text{ N/mm}^2$) elde edilmiştir.

Yanma deneyinde en fazla ağırlık kaybı Tanalith-E ile emprenye edilen göknar odununda [(46,1 g), (%61,46)], O_2 miktarı en fazla Tanalith-E ile emprenyelenen kayın odununda (%20,44), CO miktarı en yüksek Tanalith-E uygulanan kayın odununda (2985 ppm), sıcaklık değeri en yüksek Tanalith-E ile emprenye edilip 120°C de ısıtılmış kayın odununda (471°C) elde edilmiştir.

Isıl işlemlenmiş ağaç malzeme, alevlenmeyi geciktirdiği ve yanmaya karşı direnç gösterdiği için yanma ihtimali bulunan yerlerde kullanılması önerilebilir.

Anahtar Sözcükler : Emprenye, ısıtılmış işlem, yapışma, yanma.

Bilim Kodu : 626.28.01

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DETERMINATION OF COMBUSTION AND BONDING STRENGTH OF WOOD MATERIALS PROCESSED HEAT TREATMENT AND IMPREGNATED WITH AQUA AND TANALITH-E SOLUTIONS

Serdar KACAMER

Karabuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Furniture and Decoration Education

Thesis Advisor:

Assoc. Prof. Dr. Ayhan OZCIFCI

Jun 2010, 56 pages

The aim of this study is to determine the combustion properties and bonding strength of Uludag fir and beech woods. The test samples were impregnated according to ASTM - D 1413 standards 60 minutes for 760 mm Hg⁻¹ or equivalent to 60 minutes with 4 atmospheres pressure impregnation and treated after two different temperatures (120°C, 170°C) 6 hours were subjected to heat treatment. Impregnated in the experiments, with heat treatment and thermal treatment as well as examples Impregnated, according to the principles of BS EN 205 and ASTM - D 69 adhesion are determined according to the principles of combustion resistance.

Test results, the highest retention rate (% 1,53) Immersol AQUA impregnated with the fir wood, air-dry density Immersol AQUA and Impregnated beech wood ($0,672 \text{ g/cm}^3$), bonding strength beech wood control samples ($12,42 \text{ N/mm}^2$) were obtained.

Combustion experiments, the highest weight loss Tanalith-F impregnated with the fir wood [(46.1 g), (% 61.46)], O_2 amount up Tanalith-E emprenyelenen beech wood (% 20.44), CO content The highest beech wood is applied Tanalith-E (2985 ppm), temperature-E with the highest Tanalith be impregnated beech wood was heat treated at 120°C at (471°C) were obtained.

Wood with heat treatment, flame retardant and fire resistant to the prospect that the next areas to be proposed.

Key Words : Ipmregnated, heat treatment, adhesion, combustion.

Science Code : 626.28.01

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren sayın hocam Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ' ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Deneysel çalışmalar sırasında yardımlarını esirgemeyen, Karabük Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi öğretim üyesi, çok kıymetli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Hamiyet ŞAHİN KOL'a, Yrd. Doç. Dr. Fatih YAPICI'ya, Yrd. Doç. Dr. Suat ALTUN'a, Arş. Gör. Cemal ÖZCAN'a, Zeliha ÖZBEY ÇALIOVA'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle hep yanımda olan aileme şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	II
ÖZET.....	IV
ABSTRACT.....	VI
TEŞEKKÜR.....	VIII
İÇİNDEKİLER	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XV
BÖLÜM 1.	1
GENEL BİLGİLER	1
1.1. GİRİŞ	1
1.2. ÇALIŞMANIN AMACI.....	3
1.2. LİTERATÜR ÖZETİ	4
BÖLÜM 2.	11
MATERYAL VE METOD	11
2.1. MATERYALLER	11
2.1.1. Ağaç Malzeme	11
2.1.1.1. Uludağ Göknaarı (<i>Abies bornmülleriana</i> Mattf.)	11
2.1.1.2. Doğu Kayını(<i>Fagus orientalis</i> L.).....	12
2.1.2. Emprenye Maddeleri	12
2.1.2.1. Imersol AQUA.....	12
2.1.2.2. Tanalith-E	13
2.1.3. Yapıştırıcı Maddeler	13
2.1.3.1. Desmodur VTKA Tutkalı	13
2.1.3.2. D3-D4 Tutkalı	14
2.2. METOD.....	14
2.2.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması	14

2.2.2. Emprenye İşlemi	15
2.2.3. Isıl İşlem	16
2.2.4. Retensiyon Miktarı Ve Oranları	17
2.2.5. Hava Kurusu Yoğunluk	18
2.2.6. Yapışma Direnci	18
2.2.7. Yanma Deneyi	20
2.2.8. Verilerin Değerlendirilmesi	22
BÖLÜM 3.	23
BULGULAR.....	23
3.1. EMPRENYE ÇÖZELTİLERİNİN ÖZELLİKLERİ	23
3.2. RETENSIYON ORANLARI	24
3.2.1. Gök nar Odununun Retensiyon Oranları	24
3.2.2. Kayın Odununun Retensiyon Oranları	24
3.3. YOĞUNLUKLAR	25
3.3.1. Hava Kurusu Yoğunluk	25
3.3.1.1. Gök nar odununun hava kururu yoğunlukları.....	26
3.3.1.2. Kayın odununun hava kururu yoğunlukları.....	26
3.4. YAPIŞMA DENEYLERİ.....	28
3.4.1. Gök nar Odununun Yapışma Direnci	28
3.4.2. Kayın Odununun Yapışma Direnci	31
3.5. YANMA DENEYLERİ	34
3.5.1. Ölçülen Ağırlık Kaybı Değerleri	34
3.5.1.1. Gök nar ve Kayın Odunu Ağırlık Kaybı Değerleri.....	34
3.5.2. Sıcaklık Değeri	36
3.5.2.1. Gök nar Odunu Ortalama Sıcaklık Değeri.....	36
3.5.2.2. Kayın Odunu Ortalama Sıcaklık Değeri	37
3.5.3. O ₂ Miktarı	39
3.5.3.1. Gök nar ve Kayın Odunu O ₂ Değeri	39
3.5.4. CO Miktarı.....	41
3.5.4.1. Gök nar ve Kayın Odunu CO Değeri	41

BÖLÜM 4.	44
BULGULARIN TARTIŞMASI.....	44
4.1. pH DEĞERLERİ.....	44
4.2. RETENSİYON MİKTARI.....	44
4.3. HAVA KURUSU YOĞUNLUK	45
4.4. YAPIŞMA DİRENCİ.....	46
4.5. YANMA DENEYİ.....	47
BÖLÜM 5.	49
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	49
KAYNAKLAR	51
ÖZGEÇMİŞ	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Lamine yöntemi ile oluşturulmuş toplu konutlar.....	3
Şekil 2.1. Emprenye düzeneği.....	15
Şekil 2.2. Üniversal test makinesinde yapışma direnci.....	19
Şekil 2.3. Yapışma direnci deneyi örnekleri	19
Şekil 2.4. Yanma deney standı.....	20
Şekil 2.5. Analiz Cihazı Testo T350 XL Ana Parçaları.....	21

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Isıl işlem sıcaklıkları ve işlem malzemeleri.....	16
Çizelge 3.1. Deney Örneklerinin Emprenyesinde Kullanılan Çözeltilerin Özellikleri.....	23
Çizelge 3.2. Gök nar Odunu Retensiyon Oranları	24
Çizelge 3.3. Kayın Odunu Retensiyon Oranları.....	25
Çizelge 3.4. Gök nar ve Kayın Odunu Yoğunluk Değerleri	25
Çizelge 3.5. Hava kurusu yoğunluk değerlerine ilişkin aritmetik ortalamalar	26
Çizelge 3.6. Hava kurusu yoğunluk değerlerine ilişkin aritmetik ortalamalar	27
Çizelge 3.7. Emprenye maddesi, ısıl işlem derecesi ve tutkal türlerinin Gök nar odununda yapışma direncine ortalama etkileri	28
Çizelge 3.8. Emprenye maddesi, ısıl işlem derecesi ve tutkal türlerinin Gök nar odununda yapışma direncine etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi..	29
Çizelge 3.9. Gök nar odununun yapışma direncine ilişkin Duncan testi sonuçları....	30
Çizelge 3.10. Emprenye maddesi, ısıl işlem derecesi ve tutkal türlerinin kayın odununda yapışma direncine ortalama etkileri	31
Çizelge 3.11. Emprenye maddesi, ısıl işlem derecesi ve tutkal türlerinin kayın odununda yapışma direncine etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi..	32
Çizelge 3.12. Kayın odununun yapışma direncine ilişkin Duncan testi sonuçları.....	33
Çizelge 3.13. Gök nar ve Kayın Odunu Ağırlık Kaybı Ortalama Değerleri.....	34
Çizelge 3.14. Gök nar ve Kayın odunlarının Ağırlık kaybına ilişkin Duncan testi sonuçları	35
Çizelge 3.15. Gök nar Odununda Sıcaklık Ortalama Değerleri	36
Çizelge 3.16. Kayın Odununda Sıcaklık Ortalama Değerleri	37
Çizelge 3.17. Gök nar ve Kayın odunlarının Sıcaklık Değerine ilişkin Duncan testi sonuçları	38
Çizelge 3.18. Gök nar ve Kayın Odununda %O ₂ Ortalama Değerleri	39
Çizelge 3.19. Gök nar ve Kayın odunlarının O ₂ miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları	40
Çizelge 3.20. Gök nar ve Kayın Odununda CO Miktarının Ortalama Değerleri.....	42

Çizelge 3.21. Göknar ve Kayın odunlarının CO miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları	43
Çizelge 3.22. Yanma deneyi sonuçlarına ilişkin çoklu varyans analizi.....	44

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

O ₂	: Oksijen
CO	: Karbon Monoksit
°C	: Santigrat Derece
(σ _E)	: Eğilme direnci
D ₁₂	: Hava Kurusu Yoğunluğu
F	: Kuvvet
A	: Alan
mm ²	: Milimetre kare
cm ³	: Santimetre küp
ppm	: Part per million

KISALTMALAR

ASTM	: American Society for Testing and Materials
EN	: Avrupa Normu
Dak	: Dakika
HKY	: Hava Kurusu Yoğunluk
TN	: Tanalith-E
IM	: Imersol AQUA
ISO	: International Organization for Standardization
TS	: Türk Standardı

BÖLÜM 1

GENEL BİLGİLER

1.1. GİRİŞ

Odunun içerdiği nem oranındaki değişim, anizotropik şişme ve daralmayla birlikte meydana gelen higroskopik değişimler birer sorun yaratmaktadır. Problem oluşturan boyutsal stabilizasyonun yanında, biyolojik saldırılar gibi nemle ilgili problemler de olabilmektedir. Nem içeriği, odunun direnci üzerinde önemli bir etkisi vardır. Çünkü mantar ve bakteriler yaşamlarını sürdürebilmek için suyun varlığına ihtiyaç duyarlar. Nem oranı %20'nin altında tutulduğunda mantar ya da bakterilerin yaşamaları için su miktarı yeterli olamamaktadır. Odun %20'nin altındaki nem içeriklerine kurutulduktan sonra gerçekleşen koruma hem çevreye dost hem de etkili bir yöntemdir. Fakat bu durum her zaman etkili olamamaktadır. Örneğin dış ortamlarda kurutulmuş odunu sudan uzak tutmak mümkün değildir. Bu yüzden mantar ve bakterilerden ahşap materyali korumak için emprenye çok sık kullanılan bir yoldur. Bu metotların dezavantajı ise toksik maddelerin kullanılmasıdır. Bu koruyucular ayrıca ağacın çalışmasını engelleyemez. Fakat kimyasal olarak odunu kararlı hale getirir. Odunun ısıtma işlemi tabii tutulması bilimsel olarak ilk defa Almanya'da 1930'lu yıllarda Stamm ve Hansen tarafında yapılmıştır. 1940'lı yıllarda Amerika'da White ve 1950'li yıllarda Almanya'da Bavendam, Rundel ve Buro bu konuda araştırmalar yapmışlardır. Kollman ve Schnoider 1960'lı yıllarda buldukları bilgileri yayınlamışlar ve bilimsel olarak daha fazla kişi tarafından tartışılmaya başlanmıştır (Mayes and Oksanen, 2002).

Isıl işlem süresince odun renginde farklılaşmalar görülür. Oluşan bu ürün farklı nem ortamlarında normal odundan daha fazla kararlıdır. Eğer yeterli sıcaklıklarda muamele edilirse ağaç malzemenin çürüme direnci ciddi oranlarda artmaktadır. (Mayes and Oksanen, 2002).

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. Bu tür dezavantajları yok etmek veya en aza indirmek için ağaç malzeme yüzeyi kaplanabilir veya emprenye edilebilir (Erten, 1988).

Ahşap malzemenin daha uzun ömürlü olması istenildiğinden, çoğu zaman koruyucu maddelerle kaplanarak veya emprenye edilerek uzun ömürlü olması sağlanır (Uysal, 2005).

Odun yanabilen bir maddedir. Bu bakımdan, odunun yanmaya karşı direncinin artırılması için, kimyasal maddelerle emprenye edilmiş olması, birçok kullanım yerinde zorunlu görülmektedir (Levan and Winandy, 1990).

Emprenye, ahşap malzemenin bünyesinde oluşan çürüme, yanma ve çalmasını 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 istenilmeyen sakıncalı özelliklerini iyileştirici metodlar geliştirilmiştir. Bu maksatla uygulanan teknik işlemlerin en önemlileri kurutma, emprenye ve üstyüzey işlemleridir. Kullanma yerindeki denge rutubeti miktarına uygun olarak fazla suyun atılması sonucu kurutulan ağaç malzemenin direnci, sertliği, çivi tutma kabiliyeti, boya tutma özelliği ile rendeleme, frezeleme, lamba, zıvana açma delik açma vb. işlerde daha düzgün yüzeyler elde edildiği gibi tutkallanma ve yapışma kabiliyeti artmaktadır (Uysal, 1997).

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 1.1). Bu binaların yapımı aşamasında kullanılan ağaç malzeme, yanmaya dirençli uzun ömürlü olacaktır (glulam.org, 2003).



Şekil 1.1. Lamine yöntemi ile oluşturulmuş toplu konutlar.

Bu çalışmada, ağaç malzemeyi fiziksel ve biyolojik etkilere karşı korumak amacı ile Tanalith-E (Tn), İmersol AQUA (İm) kimyasal maddeleri ile emprenye yapılmıştır.

1.2. ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmanın amacı ülkemizde yetişmekte olan ve günümüz endüstrisinde de çokça kullanılan göknar ve kayın odunlarına emprenye uygulandıktan sonra ısıtılma tabii tutulup yapışma ve yanma özelliklerinde meydana gelen değişimleri incelemektir. Bu amaçla; örnekler Tanalith-E ve İmersol AQUA maddeleri ile emprenye edilip 120 °C, 170 °C sıcaklıklarda 6 saat süreyle ısıtılma tabii tutularak yapışma ve yanma özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir.

1.3. LİTERATÜR ÖZETİ

Hızla artan ülke ve dünya nüfusuna bağlı olarak, ağaç malzeme tüketimi de artmaktadır. Ancak ağaç malzeme kullanımında, değişken atmosferik şartlar altında boyutlarında meydana gelen farklılıklar, çürüklük, böcek tahribatı, yangın, mekanik darbeler ve diğer zarar verici unsurlara karşı yeterli korumanın sağlanması gerekir (Hafızoğlu vd., 1994).

Odununda mikrobiyolojik bozunma, odun rutubetinin % 20'nin üstüne çıktığı durumda başlar. Ağaç malzemedeki meydana gelebilecek zararları önlemek ve kullanım ömrünü uzatmak için koruyucu kimyasal maddelerle muamele (emprenye) edilmesi ve ikincil bir işlem olarak iç ve dış koşullara göre korunması ve estetiğinin artırılması önem kazanmaktadır (Yalınkılıç, 1993).

Alevlenebilen maddeler, tutuşma sıcaklığına ulaştığında dışarıdan bir aleve gerek duymadan tutuşabilir. Yanabilen maddeler ise yabancı bir alevin içinde yanar, fakat alev söndüğü anda maddenin yanması son bulur. Bu tür maddeleri yanmaz hale getirmek mümkün değildir. Yanmayı önleyen ve/veya geciktiren emprenye maddeleri, ağaç malzemenin bozunma sıcaklığının altında bozularak selülozu hızla odun kömürüne veya suya dönüştürürler. Böylece daha yüksek sıcaklıkta oluşacak olan uçucu ve yanıcı maddeler oluşmadığı için odunun alevlenme özelliği azalmakta ve alevin savrulması çevreye yayılması önlenmektedir (Uysal, Özçifçi ve Yılmaz, 2002).

Benzer bir araştırmada iki farklı ağaç malzeme (sarıçam ve doğu kayını), iki farklı yöntem (uzun süreli batırma ve dolu hücre yöntemi) ve beş farklı kimyasal madde (potasyum nitrat (KNO_3), çinko sülfat ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$), boraks (Na_2O_2), sodyum sülfat (Na_2SO_4), bakır sülfat (CU_2SO_4)) kullanılmıştır. Kimyasal maddelerin emprenye öncesi ve sonrasında pH değerlerinde önemli bir değişim olmadığı bildirilmiştir. ASTM-E-69 standardına göre yapılan ateş borusu deneyleri sonucunda; CU_2SO_4 , $ZnSO_4$ ve Na_2SO_4 sarıçam ve kayında yanmaya dayanıklılık kazandırmıştır. Yöntem olarak da dolu hücre metodu ile yapılan işlemlerin daha etkili olduğunu belirtilmiştir (Uysal, 1997).

Bor bileşikleri ile emprenye edilmiş kayın ve sarıçam ağaçları kullanılarak yapılan yanma deneyleri sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel olarak analizi neticesinde, yanmayı geciktirici ve/veya önleyici emprenye maddesi olarak Boraks-Borik Asit karışımı ve iğne yapraklı ağaç olan sarıçam ağacı daha iyi sonuç verdiği bildirilmiştir (Uysal ve Kurt, 2005).

Borlu bileşiklerin sulu çözeltileri ile su itici maddeler kullanılarak emprenye edilen Douglas göknarı odununda bu maddelerin yanmayı önleyici etki gösterdiği, PEG 400'de çözüldürülen Bx+Ba çözeltilerinin yanmayı önleyici etki göstermedikleri belirtilmiştir (Yalınkılıç vd., 1997, Özçifçi, 2001).

İhlamur (*Tilia argentea*.) odunundan üretilen 3 katmanlı lamine ağaç malzeme (LVL) nin alev kaynaklı ve kendi kendine yanma özellikleri araştırılmıştır. Lamine ağaç malzemenin dış katmanlarında küçük yapraklı ihlamur (*Tilia argentea*) orta katmanlarında Uludağ göknarı (*Ağabeyes bornmülleriana Mattf.*) akdut (*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 (32,17g), CO (3754,12ppm) ve CO₂ (%6,76) miktarı orta katmanı meşe odununda, O₂ (19,53) orta katmanı akdut odununda, sıcaklık değeri orta katmanı Sarıçam ve göknar örneklerde, yanmamış parça ve kül miktarı 3 katmanlı ihlamur odununda (%20) elde edildiği bildirilmiştir (Uysal ve Özçifçi, 2000).

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 araştırılmış ve en fazla ağırlık kaybı PEG 400'de % 91, en düşük fosforik asitte % 9,2 olarak tespit edilmiştir (Baysal vd., 2004, Peker vd., 2004).

Bolu Orman Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen Uludağ göknarı ve sarıçam odununun fiziksel özellikleri üzerine ısı işlemi etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda; her iki ağaç türünde de ısı işlemde uygulanan sıcaklığa ve süreye bağlı

olarak tam kuru ve hava kurusu yoğunluğun azaldığı ve yine genişleme değerinin de azalması neticesinde ısı işlemin boyutsal stabilite üzerine olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir (Korkut ve Bektaş, 2008).

Ahşap malzemeye uygulanan emprenye maddeleri koruyuculuk özelliği sağlamasıyla birlikte yapıştırıcı maddeyle uyum sağlaması da yapışma için çok önemlidir. Basınç metodu ile emprenye edilmiş ağaç malzemenin tutkalın yapışma direncini azalttığı bilinmektedir. Emprenye çeşidi, emprenye retensiyon miktarı, emprenye maddesinin yüzey ile etkileşimi, ahşap malzemenin tutkallı birleştirmelerinde yapışma direncini büyük ölçüde etkilediği belirtilmiştir (Vick, 1993).

Emprenye maddeleri yapışma direncini azaltmaktadır. Bununla birlikte, uzun süreli batırma yöntemi ile emprenye edilmiş örneklerdeki yapışma direncinin düştüğü gözlemlenmiştir. Emprenye maddeleri, tutkal tabakası ve yüzey arasındaki bağları zayıflatarak yapışma direncini düşürmektedir. Aynı çalışmada daha yüksek yapışma direnci değerleri daha kısa süreli daldırma yöntemi ile emprenye edilmiş ağaç malzemelerin yapıştırılmasında gözlemlenmiştir. Çalışmada etkileşim olarak en yüksek yapışma direncini, kısa süreli daldırma yöntemi kullanılarak, Imersol Aqua ile emprenye edilmiş ve yüzeyi zımparalanmış, poliüretan tutkalı ile yapıştırılmış kayın ağacı örnekleri vermiştir (Örs vd., 2004).

Çinko klorür ve boraks ile emprenye edilen meşe ve kestane ağaç malzeme Desmodur-VTKA ve PVAc tutkalları ile lamine edilerek, yapışma ve yanma özellikleri incelenmiştir. Emprenye işleminin ağaç malzemenin yapışma direncini düşürücü etki yaptığı belirtilmiştir (Okçu, 2005).

Ağaç malzeme olarak kayın (*Fagus orientalis Lipsky*), sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ıhlamur (*Tilia perfifolia Ehrh.*) ve kestane (*Castanea sativa Mill.*) ağaçları, emprenye maddesi olarak da bor bileşenlerinden Borax, Borik Asit ve Borax-Borik Asit karışımı ile basınç vakum yöntemi kullanılarak emprenye edilmiş örneklerin, polimarin (Desmodur-VTKA), üre formaldehit, fenol formaldehit ve PVAc tutkalı ile yapıştırılmasında en iyi sonuç ıhlamur kontrol örneklerinin üre formaldehit tutkalı ile yapıştırılmasında, emprenye edilmiş ahşap elamanlarda ise en iyi yapışma direncini

borik asit ile emprenye edilmiş ve üre formaldehit tutkalı ile yapıştırılan sarıçam örnekleri vermiştir (Uysal ve Kurt, 2005).

Ladin (*Picea abies* L.), İskoç çamı (*Pinus sylvestris* L.) ve Radiata Çamı (*Pinus radiata* D.) odun örnekleri 165–185°C arasındaki sıcaklıklarda ısıtılma maruz bırakılmış ve değişimler incelenmiştir. Odunda rutubet varlığı, asetil gruplarının parçalanmasıyla asetik asit oluşumunda önemli bir rolü vardır. Ayrıca su karbonhidratların parçalanmasında kataliz görevi yaptığı belirlenmiştir. Karbonhidratların parçalanmaya başlamasıyla odunun lignin içeriğinde bir artış meydana gelir. Lignin artısındaki nedenlerinden birinin de karbonhidrat parçalanmasıyla paralel gerçekleşen kondenzasyon reaksiyonlarının katkısı olduğu belirlenmiştir. Bu oluşan polikondenzasyon lignin matriksinde çapraz bağlanma oluşumuna sebebiyet verir. UV analizleri bu reaksiyonların, diğer aromatik yapılar ve furfural ve/veya metil furfural arasında da gerçekleştiğini göstermiştir. Ayrıca örneklerdeki sorpsiyon değişimleri ligninde çapraz bağlanmadan dolayı düştüğü belirtilmiştir (Boonstra ve Tjeerdsma, 2006).

Yüksek sıcaklıklarda (150–280°C'lik bir bölgede) odun muamele edildikten sonra basidiomycetes, küflenme ve beyaz çürüklük mantarlarına maruz bırakılmış ve direnç özellikleri araştırılmıştır. Radiata çamının ısıtılma muamelesi *Coniophora puteana* ve *Poria placenta* gibi kahverengi çürüklüğe karşı dirençlerinde net bir gelişme olduğunu göstermiştir. Proses sıcaklığı ya da zamanının artması *C. Puteana* saldırılarına ve beyaz çürüklük mantarları *Coridus versicolor* karşı hayli sınırlı bir direnç göstermiştir. Muamele edilmiş sarıçam öz odunu ve huş odunu *C. Puteana*, *P. Placentaya* ve beyaz çürüklük mantarı *C.versicolona* karşı yüksek bir direnç gösterdikleri belirlenmiştir. Isıtılma muamele süresince *C. Putezma* saldırılarına karşı direncin geliştiği görülmüştür. Dirençteki olumlu gelişme özellikle beyaz çürüklük mantarı *C. versicolor* ve *stereum hirsutum* direncinde gözlenmiştir. Proses sıcaklığı ya da proses zamanının artması *C. versicolor* saldırılarına karşı direnç artışları sınırlı olmaktadır. Isıtılma işlem görmüş Sarı Çam ve Doğu Ladinin muamelesi boyunca hemiselüloz parçalanmasından dolayı yüzeylerde oluşabilecek mantar oluşumlarına hala şüpheyle bakılmaktadır. Çünkü Isıtılma işlem görmüş odun örneklerinin üzerinde mavi renklenme oluşumu gözlenmiştir (Boonstra vd., 2006).

Yüksek sıcaklıkta ve düşük sıcaklıklarda kayın odununda oluşan iç çatlaklar araştırılmıştır. Test sonuçlarına göre 50mm'den kalın örneklerde iç çatlamanın büyük boyutlarda olduğu gözlenmiştir. Bununda yüksek sıcaklıkta kurumada meydana gelen kuruma stresinden gerçekleştiği belirlenmiştir (Johansson, 2005).

Japon sedir ağaçlarının higroskopikliği üzerinde yüksek sıcaklıkta 120°C'de muamelenin etkisi araştırılmış ve 90°C'nin üzerindeki ısıtmalarda ağırlık kaybının meydana geldiği belirlenmiştir. Buharlamanın etkisi aynı ısıtma sıcaklıklarında kuru ısıtmadan daha büyük olduğu gözlenmiştir. Suda ekstraksiyondan sonra buharlanmış odun da suda çözünen parçalanmış kalıntılardan dolayı kütle kayıplarında artış görülmüştür. Isıtılan odunun kütlesi ağırlık kaybının artışıyla düştüğünü ve böyle bir ilişki sudaki ekstraksiyondan sonra daha da belirgin hale geldiği belirlenmiştir. Sonuçlar iç bölgelerdeki termal parçalanma dış kısımlardaki parçalanmalardan daha fazla olduğunu göstermiştir (Obataya vd., 2006).

Huş odununun ısıtma işlemi boyunca formik ve asetik asit oluşumu araştırılmıştır. Asit oluşumu (ağırlığına göre %7,2) ve renk değişimi 160–200°C arasındaki sıcaklıklar kullanılarak otoklavda belirlenmiştir. Asidik pH şartlarında ve ticari olarak ısıtma işlemi uygulanmış huş odunu ile laboratuvar şartlarında ısıtma işlemi uygulanmış huş odunun arasındaki ortalama molekül boyutu muamele edilmemiş huşa göre %42–53 düştüğü bulunmuştur (Sundqvist, 2004).

Isıtma işleminin yapışmayı nasıl etkilediğini belirlemek için ladin odunu panelleri ile PE (polietilen) yapıştırıcılar kullanılarak yapışma direnci ve ısıtma işleminin etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Örnekler hazırlandıktan sonra yapılan testlerde ısıtma işlemi sonucunda yüzeyde ki bağlanmayı sağlayan fonksiyonel grupların koptuğu ve bu yüzden kontak açısının arttığı belirlenmiştir. Bu sayede PE (polietilen) ve odun yüzeyi arasındaki bağlanma gücü ısıtma işlemi görmemiş ahşap materyale göre çok daha fazla olduğu yapılan mekanik testler sonucunda belirlenmiştir (Follrich vd., 2006).

Isıtma işlemi süresince meydana gelen farklı oluşumların odunun temel özellikleri üzerine selüloz, hemiselüloz ve lignin miktarlarındaki değişim ve farklılıklar, farklı şartlar altında oluşan degradasyon ürünleri araştırılmıştır. Doğal hemiselülozlardaki

değişimler, farklılaşan odun yapısında önemli bir rol oynadığı görülmüştür. Isıl işlem sonucunda kerestelerin öz odunun hacimlerinin, nem yüzdesi ve diğer özelliklerinin değiştiği belirlenmiştir (Hillis, 2004).

Kayın örnekleri kullanılarak, şişme özellikleri farklı tarama kalorimetresi (DSC) doğal ve ısıl işlem görmüş odunun LDN'si belirlenmiştir. Termal muameleyle yüksek sıcaklıkla odunun çalışmasındaki ve odunun direncinde meydana gelen düşümlere hemiselülozun parçalanmasının sebebiyet verdiği belirlenmiştir. Isıl işlem süresince meydana gelen hemiselüloz parçalanmaları ve ligninin kimyasal bozunması odunun sorpsiyon davranışında önemli değişimlerin olmasına sebebiyet verdiği belirlenmiştir (Repellin ve Guyonnet, 2005).

Termal olarak modifiye edilmiş ekaliptus odununun hava kurusu yoğunluğu, yüzey pürüzlüğü (ortalama pürüzlük) ve liflere paralel basınç direnci üzerinde ısıl işlemin etkisi araştırılmıştır. Yüzey pürüzlülüğü liflere dik yönde yapılmış ve ısıl işlem sıcaklığı ve muamele süresi arttıkça; yoğunluk, basınç direnci ve yüzey pürüzlülüğü değerlerinin düştüğünü göstermiştir (Unsal ve Ayrılmış, 2005).

Isıl muamele görmüş ekaliptus odununun renk, fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin üzerine etkileri belirlenmiştir. Isıl işlem uygulanmış ekaliptus örneklerine sertlik, şişme, fırın kurusu ağırlık ve örneklerin renk değişimi muamele edilmemiş örneklerle karşılaştırılarak test edildi. Sonuçlar ısıl işlem ile odun örneklerinin renkleri koyulaşırken, ısıl işlem sıcaklığına ve şartları artırıldıkça yoğunluk, şişme ve sertlikte düşme görüldüğü belirlenmiştir (Unsal vd., 2003).

Farklı atmosfer şartlarında odunun boyutsal kararlılığı ve lignoselülozik materyallerin rutubet absorpsiyonunun sınırlarını belirlemek için odun örnekleri yaklaşık olarak 180°C'den 250°C'ye ısıl işlem uygulanmıştır. Yüksek sıcaklıkta ısıl işlem gerçekleşirken rutubet absorpsiyonunun kinetiği muamelenin uygulanmasıyla hacmin azalmasıyla modifiye olan ahşap materyalin mekanik özelliklerde de ciddi oranlarda önemli bir düşüş gözlenmiştir (Vernois, 2000).

Isıl işlem süresince odun türünde meydana gelen direnç özelliklerindeki düşüş ısı işlem görmüş olan ahşap materyalin; ahşap yapılarda, yük kaldırma özelliği olan yapılarda ve direnç özelliği istenen uygulama yerlerinde kullanılmasını sınırlamaktadır. Fakat uygun ısı işlem metotları kullanılarak odunun direncindeki kayıplar en iyi şekilde engellenebilirse bazı kullanım yerleri olabilmektedir (Winandy, 1996).

Isıl işlem görmüş Kayın ve Doğu Ladini odunları atmosferik şartlarda 2,6 ve 10 saat 130°C, 150°C, 180°C, 200°C ısıtılmıştır. Sonuçlar fiziksel özelliklerden boyutsal stabilizasyonda ısı işlemin memnuniyet verici olduğunu göstermiştir. Mekanik ve teknolojik özelliklerinin değerleri genellikle maruz olduğu şartların ve sıcaklığın ağırlaştırılmasıyla bir düşüşe sebebiyet verdiği görülmüştür. Kimyasal özelliklerin, holoselülozların ısı işlem süresince en çok degrade (yüzeysel bozunma) olduğunu belirlemiştir (Yıldız, 2002).

Isıl işlemin yoğunluğu düşürücü etkisinin olduğu ve bu düşüşün kayın odununda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ısı işlem sıcaklığı arttıkça yoğunluktaki düşüşün de arttığı belirlenmiştir. Kayın odununda ağırlık kaybının göknar odununa göre daha fazla olduğu belirlenmiştir (Sefil, 2010).

BÖLÜM 2

MATERYAL VE METOD

2.1. MATERYALLER

2.1.1. Ağaç Malzeme

Çalışmada, ağaç işleri endüstrisinde yaygın olarak kullanılan iğne yapraklı ağaçlardan göknar ve yayvan yapraklı ağaçlardan Doğu kayını odunları seçilmiştir. Ağaç malzemelere ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

2.1.1.1. Uludağ Göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.)

Uludağ Göknarı, çoğunlukla 40 metreye değin boylanabilen birinci sınıf orman ağacı durumundadır. Piramidal gelişme gösterir, tepeden, tabana kadar çok sık dallıdır. Gövde kabuğu gridir. Alt dallar yanlara doğru yatay uzanır. Yan sürgünlerin ucundaki tomurcuklar reçinelidir. İğne yaprakları 2–3,5 cm boyunda, parlak koyu yeşil, uç kısımları hafif oyukludur. Yaprakların alt yüzündeki iki adet belirgin, gümüşü renkli stoma bandı, aynı zamanda yapraklarının üst yüzeyinde de görülür. Ortalama 15–16 cm boyunda ve 5 cm çapında kırmızı-kahverengi kozalakları vardır (Bozkurt, 1992).

Genel yayılış alanı Kızılıрмаğın denize döküldüğü yer ile Uludağ arasında kalan Batı Karadeniz Bölgesi ile Kocaeli havzasıdır (Bozkurt ve Erdin, 1989).

Doğal reçine kanalı yoktur. Fiziksel özellikleri; tam kuru yoğunluk 0,4 g/cm³, Hava kurusu yoğunluk 0,429g/cm³, Hacim ağırlık değeri 0,35 g/cm³, Radyal daralma % 4,3; Teğet daralma % 8,6; Hacmen daralma % 13 Mekaniksel özellikleri ise Basınç direnci 37 N/mm², Eğilme direnci 73 N/mm², Elastikiyet modülü 8300 N/mm²,

Çekme direnci 62 N/mm^2 , Makaslama direnci 5 N/mm^2 , Dinamik eğilme $0,26 \text{ kN/cm}$, Yarıлма direnci radyal $0,65 \text{ N/mm}^2$, Yarıлма direnci teget $0,64 \text{ N/mm}^2$, Brinell sertlik liflere paralel $19,5 \text{ N/mm}^2$, Brinell sertlik liflere dik $8,6 \text{ N/mm}^2$, İşlenme özeliği iyidir (Merev, 2003).

2.1.1.2. Doğu Kayını (*Fagus orientalis L.*)

Odunu doğal halde kırmızımsı beyaz, fırınlanmış halde tuğla kırmızısı renktedir. Genellikle 80–100 yaşlarında kırmızımsı kahve renkli ve içerisinde daha koyu şeritler bulunan ve kusur olarak kabul edilen yalancı öz odunu (kırmızı yürek) oluşur. Oluşan bu yalancı öz odunu, odunun doğal güzelliğini bozar ve emprenye edilemez, gevrek yapıdadır ve asitli koku yayar (Örs ve Keskin, 2001).

Tam kuru yoğunluğu (D_0) $0,68 \text{ g/cm}^3$, hava kurusu yoğunluğu (D_{12}) $0,72 \text{ g/cm}^3$ tür. E-modülü 15700 N/mm^2 , eğilme direnci (σ_E) 120 N/mm^2 , liflere paralel çekme direnci (σ_g) 132 N/mm^2 , liflere paralel basınç direnci (σ_B) 60 N/mm^2 dir (Bozkurt ve Erdin, 2000).

2.1.2. Emprenye Maddeleri

Ağaç malzeme çevre şartlarına göre kimyasal yada biyolojik etkenlere karşı korumak amacı ile emprenye işleme tabi tutulur. Bu çalışmada kullanılan emprenye maddeleri ve özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

2.1.2.1. Imersol AQUA

Organik çözücülü emprenye maddelerinden olup, hazır çözelti şeklinde piyasaya sunulmaktadır. Ağaç malzeme emprenye edildikten hemen sonra tutkallama ve iki günlük süre sonunda üst yüzey işlemleri yapılabilmektedir. Kolay emprenye edilebilen ağaç türlerinden üretilen pencere-kapı doğramaları, cephe kaplaması, saçak kemer, balkon kerestesi, parke, çatı vb sistemleri emprenyesinde ikinci derecede uygun ve etkili bir emprenye maddesidir (Anonim, 2000).

2.1.2.2. Tanalith-E

Borlu emprenye maddelerinden olan tanalithler, CB ve CCA tipi tuzlarda bulunan arseniğin yerine bor kullanımıyla elde edilmektedir. II. Dünya savaşına kadar yangına karşı kullanılan borlu bileşiklerin biyotik zararlılara etkilerinin belirlenmesiyle Wolman firması emprenye maddesi olarak patent almıştır. Borlu bileşikler su ile kolay yıkandığından toprakla temas eden veya çok nemli ortamlarda kullanılmamalıdır (Yalınkılıç, 1993).

2.1.3. Yapıştırıcı Maddeler

1930'lu yıllara kadar Ağaç işleri sanayi bitkisel ve hayvansal ürünlerden elde edilen yapıştırıcıları kullanıyordu. II. Dünya savaşından sonrası yapılan çalışmalar; yapıştırıcıların yeni türlerinin bulunmasına neden olmuştur. Böylece sentetik yapıştırıcıların üretimi arttırılmıştır (Selbo, 1975).

Sentetik yapıştırıcıların üretime katılması tabakalı ahşap malzemelerin geliştirilmesine önemli rol oynamıştır. Birleştirici olarak kullanılan vida, ağaç ve metal çivilerin yerine artık yapıştırıcı maddeler almıştır. Odun tutkalları genellikle sulu koloidal çözeltiler halindedir. Yapışma sırasında çözelti önce jelatine dönüşür. Daha sonra katılarak bir tabaka oluşturur. Yapıştırıcıların kurumması ve katı hale geçmesi çoğu fiziksel veya kimyasal reaksiyonla olur. Yapıştırıcıların bu değişimine katılma denir (Özen, 1978).

2.1.3.1. Desmodur VTKA tutkalı

Üretici firma tarafından, tek komponentli olarak belirtilen Desmodur-VTKA tutkalı mobilya endüstrisinde montaj kademelerinde oldukça fazla kullanılmaktadır. Tek komponentli, serbest çözücülü tutkaldır. Odun, metal, polyester, taş, çam, seramik, PVC ve diğer plastik malzemeleri yapıştırmada kullanılır. Uygulamada yüksek rutubetli yerlerde tavsiye edilir. 20⁰C ve %65 rutubette yapıştırma işlemi gerçekleştirilir. Üretici firmanın önerisine göre kullanılmalıdır (Üretici firma, 1999).

2.1.3.2. D3-D4 Tutkalı

Özel PVAc bazlı çift komponentli kullanıldığında yüksek dayanım gösterebilen bir tutkaldır. Çift ve tek komponentli olarak kullanılabilir. Çift komponentli olarak kullanıldığında D4 dayanıklı grubu, tek komponentli kullanıldığında ise D3 dayanıklı grubun şartlarına uyar. Her türlü ahşap parçaların yapıştırılmasında her türlü laminat ve kaplamaların ahşaba yapıştırılmasında kullanılır. Suya dayanıklı olduğu için su buharı ve rutubete dayanıklı pencere, doğrama kapı, harici kapı kasaları, merdiven ve ağaç mobilya üretiminde dekoratif kağıtların yüzeylere yapıştırılmasında ve yonga levhaların yapıştırılmasında kullanılır (Altınok, 2008).

2.2. METOT

2.2.1 Deney Örneklerinin Hazırlanması

Deney örneklerinin hazırlanmasında Uludağ göknarı ve Doğu kayını ağaçlarından seçilen örnekler, TS 345, TS 1476 standartlarına göre, ağacı temsil edecek şekilde budaksız, ardaksız, sağlam, düzgün lifli, diri odun kısmından, reçinesi ve büyüme kusuru bulunmayan parçalardan seçilerek hazırlanmıştır.

Lamine ağaç malzemenin hazırlanmasında, Uludağ göknarı ve Doğu kayını odunları kullanılmıştır. Büyüme kusuru ihtiva etmeyen parçalardan kesme yöntemi ile 4,5 mm kalınlığında papel kaplama elde edilmiştir. Kullanılan örnekler emprenye işlemine tabi tutulmuştur.

TS 3842 esaslarına göre taslak halinde hazırlanan 4,5 mm kalınlığındaki Uludağ göknarı ve Doğu kayını papel kaplamaları sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi % 65 ± 3 olan iklimlendirme dolabında % 12 rutubete ulaşmaya kadar bekletilmiştir. Kaplamalar her bir emprenye türü ve yapıştırıcı çeşidine göre sınıflandırılıp emprenye edildikten sonra Uludağ göknarı ve Doğu kayını olmak üzere 2 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.

2.2.2. Emprenye İşlemi

Emprenye işleminden önce örneklerin ağırlıkları 0,01 mm duyarlıklı analitik terazi ile tartıldıktan sonra 103 ± 2 °C sıcaklıktaki etüvde değişmez ağırlığa ulaşincaya kadar bekletilmiştir. Daha sonra örneklerin tam kuru ağırlıkları ± 0,01 gr duyarlıklı analitik terazi yardımıyla belirlenmiştir.

Emprenye için; örneklere ASTM – D 1413 – 07 esaslarına göre Şekil 2.1’de verilen emprenye düzeneğinde 60 dakika süreyle 760 mm Hg⁻¹ ya eşdeğer ön vakum yapılmıştır. İkinci aşamada 60 dakika süreyle 4 atmosfer basınç altında çözelti içerisinde bırakılmıştır. Üçüncü aşamada örneklere ASTM – D 1413 – 07 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.



Şekil 2.1. Emprenye düzeneği.

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.

2.2.3. Isıl İşlem

Deney örnekleri 103 ± 2 °C sıcaklıkta değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutma fırınında kurutulmuş; bu haldeki ağırlık ve boyutları 0.01 duyarlılıkta ölçülmüş ve tam kuru ağırlık değerleri tespit edilmiş. Daha sonra örnekler 20 °C sıcaklık ve %65 bağıl nem koşullarındaki klima dolabında %12 rutubete getirilmiştir.

Isıl işlem uygulaması her iki ağaç türü için; işlem görmemiş (kontrol) ahşap malzeme ve iki farklı emprenye uygulanmış ahşap malzeme, iki ayrı sıcaklık ve tek süre kombinasyonu (2x3x2) ile toplam 12 varyasyonda Çizelge 2.1’de özetlendiği şekilde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.1. Isıl işlem sıcaklıkları ve işlem malzemeleri.

Ağaç Türü	İşlem Türü	Sıcaklık (°C)	Sıcaklık (°C)	Süre (Saat)
Göknar	Kontrol	120°C	170°C	6
	Imersol AQUA			
	Tanalith-E			
Kayın	Kontrol	120°C	170°C	6
	Imersol AQUA			
	Tanalith-E			

Isıl işlem uygulaması, sıcaklığı ± 1 °C duyarlıkta kontrol edilebilen bir etüvde normal atmosfer ortamında gerçekleştirilmiştir. Örnekler daha sonra %12 rutubete getirilmek üzere klima odasına yerleştirilmiştir.

2.2.4. 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).

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

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

Bu eşitlikte;

G: Örnek tarafından absorbe edilen emprenye maddesi çözelti miktarı (g),

V= Örnek hacmi (m³),

C= Çözelti konsantrasyonu (%),

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

Moeö= Emprenye öncesi deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g), değerlerini ifade etmektedir.

2.2.5. Hava Kuru Yoğunluk

Örneklerin rutubetleri TS 2471, yoğunlukları TS 2472 esaslarına uyularak belirlenmiştir. Buna göre; deney örnekleri 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 3$ bağıl nem şartlarındaki kabinde değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletildikten sonra 0.01 g duyarlıklı analitik terazide tartılmıştır. Boyutları ± 0.01 mm duyarlıklı kumpas ile ölçülerek hacimleri stereometrik metot ile belirlendikten sonra hava kuru haldeki ağırlık (M₁₂) ve hacim (V₁₂) değerine göre hava kuru yoğunluk (δ_{12}):

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

Bu eşitlikte;

M_{12} = Örnek ağırlığı (g),

V_{12} = Örnek hacmi (cm^3), değerlerini ifade etmektedir.

2.2.6. Yapışma Direnci

Emprenye işlemi tamamlanan deney örnekleri 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 3 bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir. Daha sonra tutkal çeşidine göre yüzeylere yaklaşık 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 2 saat, D3-D4 tutkalı için 24 saat uygulanarak yapıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Örneklerin yapışma direnci BS EN 204 ve BS EN 205 standartlarında belirlenen esaslara göre belirlenmiştir. Buna göre; yapışma yüzeyine 3 mm/dk yükleme hızıyla kademeli çekme kuvveti uygulanarak tutkal hattından koparılmaya çalışılmıştır. Kopma anındaki maksimum kuvvet (F_{\max}) tespit edilerek yapışma direnci (σ_y);

$$\sigma_y = \frac{F_{\max}}{A} = N / \text{mm}^2 \quad (2.4)$$

Bu eşitlikte;

$A = a \times b$ = yapışma yüzey alanı (mm^2),

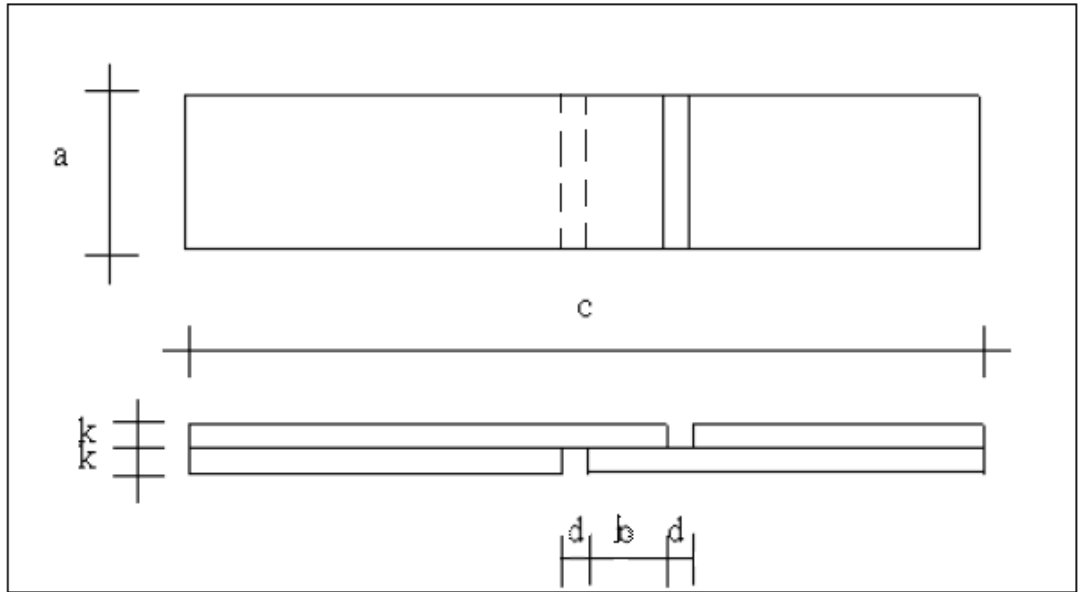
F_{\max} = uygulanan kuvveti (N/mm^2), değerlerini ifade etmektedir.

Üniversal test makinesinde yapışma direnci deney örneği Şekil 2.2'de görülmektedir.



Şekil 2.2. Üniversal test makinesinde yapışma direnci.

Örneklerin yapışma direnci BS EN 204 ve BS EN 205 standartlarında belirlenen esaslara göre Şekil 2.3 'de verilmiştir.



Şekil 2.3. Yapışma direnci deneyi örnekleri (BS EN-205).

Burada;

a = Papel kaplama genişliği (20 mm),

b = Yapışma yüzey uzunluğu (10 mm),

c = Örnek uzunluğu (150 mm),

d = Kesilmiş alan boşluğu (2-3 mm),

k = Papel kaplama kalınlığı (4,5 mm), değerlerini ifade etmektedir.

2.2.7. Yanma Deneyi

Ağaç malzeme türlerine göre geniş ölçülerdeki papel kaplamaların D3-D4 tutkalı 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 (18x7) toplam 126 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 standı Şekil 2.4’ de gösterilmiştir

Ateş borusunun üst tarafına baca gazı analiz cihazı Testo T350 XL probu yerleştirilerek malzemenin yakılmasıyla meydana gelecek sıcaklık değişiminin ve yanma ürünü olarak açığa çıkan gazların ölçümü yapıldı.



Şekil 2.4. Yanma deney standı (Esen, 2009).

Burada;

Baca Gazı Analizörünü (1),

Ateş Tüpünü (2),

Ateş Borusunu (3),

Ayak, İnce çelik telini (4),

Elektronik Teraziyi (5), anlamlarını ifade etmektedir.

Baca gazı analiz cihazı Testo T350 XL; Kontrol Ünitesi, Analiz Kutusu, Prob olmak üzere üç parçadan oluşmaktadır. Analiz Cihazı Testo T350 XL Şekil 2.5’de tanıtılmıştır.



Şekil 2.5. Baca Gazı Analiz Cihazı Testo T350 XL Ana Parçaları (Esen, 2009).

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

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 ölçülmüştür.

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 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 vd., 1979).

2.2.8. 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 ÇÖZELTİLERİNİN ÖZELLİKLERİ

Deney örneklerinin emprenyesinde kullanılan çözeltilerin pH ölçümleri sonucunda alınan sonuçlar çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deney Örneklerinin Emprenyesinde Kullanılan Çözeltilerin Özellikleri

Emprenye Maddesi	Sıcaklık (°C)	Viskozite (4mm/Din Cup/sn)	pH		Yoğunluk(g/ml)	
			E.Ö.	E.S.	E.Ö.	E.S.
Tanalith-E	20	9	9,18	8,53	1,020	1,020
Imersol A.		11	6,77	6,55	0,939	0,942

Çizelge 3.1. incelendiğinde emprenye öncesinde ve sonrasında ölçülen pH değerlerinde ve yoğunluklarında önemli bir değişme olmadığı görülmektedir. Emprenye çözeltilerinin pH değeri 7,00’in üzerinde (Bazik) Tanalith-E (Tn), pH değeri 7,00’in altında (Asidik) Imersol AQUA emprenyesinin olduğu belirlenmiştir. Emprenye öncesinde ve sonrasında çözelti yoğunlukları arasında önemli bir değişim olmamıştır. Bu durum her emprenyede taze çözelti ile çalışmaktan kaynaklanabilir.

3.2. RETENSİYON MİKTARI ve ORANLARI

3.2.1. Gökna Odununun Retensiyon Miktarı ve Oranları

Gökna odunundan hazırlanan deney örneklerinin vakum-basınç yöntemi ile değişik kimyasallarla empenye edilmesi sonucunda elde edilen retensiyon miktarı ve oranları çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Gökna Odunu Retensiyon Miktarı ve Oranları

Kimyasal Madde	Retensiyon (%)	Retensiyon (kg/m ³)
Tanalith-E	0,59	4,42
Imersol AQUA	1,53	11,4

Çizelge 3.2’ye göre, vakum-basınç yöntemi ile empenye edilen gökna odununda, retensiyon oranı %0,59 ile %1,53 arasındadır. En yüksek retensiyon oranı Imersol AQUA uygulanmış odun örneklerinde, en düşük retensiyon oranı Tanalith-E empenye maddesi uygulanmış odun örneklerinde elde edilmiştir. Bunun nedeninin empenye türlerinin viskozitesinin ve Asidik veya Bazik özelliğinden dolayı kaynaklandığı söylenebilir.

3.2.2. Kayın Odununun Retensiyon Miktarı ve Oranları

Kayın odunundan hazırlanan deney örneklerinin vakum-basınç yöntemi ile değişik kimyasallarla empenye edilmesi sonucunda elde edilen retensiyon miktarı ve oranları çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Kayın Odunu Retensiyon Miktarı ve Oranları

Kimyasal Madde	Retensiyon (%)	Retensiyon (kg/m ³)
Tanalith-E	1,13	10,73
Imersol AQUA	1,32	12,54

Çizelge 3.3'e göre, vakum-basınç yöntemi ile emrenye edilen kayın odununda, retensiyon oranları %1,13 ile %1,32 arasındadır. En yüksek retensiyon oranı Imersol AQUA uygulanmış odun örneklerinde, en düşük retensiyon oranı Tanalith-E emrenye maddesi uygulanan odun örneklerinde elde edilmiştir. Burada Imersol AQUA maddesinin viskozitesi yüksek olması nedeni ile odun örneklerinde retensiyon oranını arttırdığı söylenebilir.

En yüksek retensiyon miktarı Imersol AQUA uygulanan örneklerde (12,54 kg/m³), en düşük retensiyon miktarı Tanalith-E uygulanan odun örneklerinde (10,73 kg/m³) tespit edilmiştir.

3.3. YOĞUNLUKLAR

3.3.1. Gök nar ve Kayın Odunu Yoğunlukları

Deney örneklerinin tam kuru ve hava kuru (r_{12}) yoğunlukları ölçülerek çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Yoğunluk Değerleri

Ağaç Türü	Tam Kuru Yoğunluk g/cm ³	Hava Kuru Yoğunluk g/cm ³
Gök nar	0,39	0,43
Kayın	0,61	0,66

3.3.1.1. Gök nar Odunu Hava Kurusu Yoğunlukları (r_{12})

Kontrol, empenye edilmiş, empenye edildikten sonra ısı l işlem uygulanmış ve sadece ısı l işlem uygulanmış göknar odunu örnekleri iklimlendirme dolabında 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 3 bağı l nem şartlarındaki kabinde değişmez ağı rlı ğ a ulaşı ncaya kadar bekletildikten sonra hava kurusu (r_{12}) yoğunluklarına ait ortalama değerler Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Hava kurusu yoğunluk değerlerine ilişkin aritmetik ortalamalar.

Kimyasal Madde	Uygulanan İşlemler	H.K. Yoğunluk (g/cm ³)
Kontrol (Emprenyesiz)	Kontrol	0,430
Tanalith-E	Kontrol	0,435
	Isıl İşlem (120°C)	0,422
	Isıl İşlem (170°C)	0,416
Imersol AQUA	Kontrol	0,441
	Isıl İşlem (120°C)	0,426
	Isıl İşlem (170°C)	0,421
Kontrol (Emprenyesiz)	Isıl İşlem (120°C)	0,419
	Isıl İşlem (170°C)	0,413

Göknar odunu örnekleri içerisinde en yüksek hava kurusu yoğunluk Imersol AQUA ile empenyelenmiş örneklerde (0,441 g/cm³), en düşük 170°C de ısı l işleme maruz bırakılan kontrol örneklerinde (0,413 g/cm³) elde edilmiştir. Isıl işlemin sonucunda odun içerisinde bulunun uçucu maddelerin yüksek sıcaklığın etkisi ile odun örneklerinden ayrılması nedeni ile hava kurusu (r_{12}) yoğunluğun azaldığı düşünölmektedir.

3.3.1.2. Kayın odunu hava kurusu yoğunlukları (r_{12})

Kontrol, empenye edilmiş, empenye edildikten sonra ısı l işlem uygulanmış ve sadece ısı l işlem uygulanmış kayın odunu örnekleri iklimlendirme dolabında

20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 3 bağıl nem şartlarındaki kabinde değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletildikten sonra hava kurusu yoğunluklarına ait ortalama değerler Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Hava kurusu (r_{12}) yoğunluk değerlerine ilişkin aritmetik ortalamalar.

Kimyasal Madde	Uygulanan İşlemler	H.K. Yoğunluk (g/cm ³)
Kontrol (Emprenyesiz)	Kontrol	0,660
Tanalith-E	Kontrol	0,668
	Isıl İşlem (120 °C)	0,648
	Isıl İşlem (170 °C)	0,641
Imersol AQUA	Kontrol	0,672
	Isıl İşlem (120 °C)	0,651
	Isıl İşlem (170 °C)	0,643
Kontrol (Emprenyesiz)	Isıl İşlem (120 °C)	0,639
	Isıl İşlem (170 °C)	0,632

Buna göre en yüksek hava kurusu yoğunluk, Imersol AQUA ile emprenyelenmiş kontrol deneklerinde (0,672 g/cm³), en düşük 170°C de ısıl işlem uygulanan kayın odunu kontrol örneklerinde (0,632 g/cm³) elde edilmiştir. Imersol AQUA maddesinin retensiyon oranı daha yüksek ve viskozitesinin Tanalith-E emprenyesine oranla daha fazla olması, odun örneklerinde yoğunluğu artırıcı etkisinin daha fazla olduğu söylenebilir.

Isıl işlemin uygulamasının 120°C de odun örneklerinin hava kurusu yoğunluklarının kontrol örneklerine göre azalma gösterdiği, 170°C en çok azalmanın olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedenini, ısıl işlem sıcaklığının arttıkça odun içerisindeki lignin, hemiselüloz, ekstraktif maddelerin gaz hale dönüşerek ağaç malzemenin ayrılması nedeni ile oluştuğunu açıklayabiliriz.

3.4. YAPIŞMA DENEYLERİ

Emprenye maddesi, tutkal çeşidi, ısıl işlem dereceleri ve ağaç malzeme çeşidinin yapışma direncine etkileri tespit edilmiştir.

3.4.1. Gök nar Odununun Yapışma Direnci

Kontrol, Tanalith-E ve İmersol AQUA kimyasal maddeleri ile emprenye edilen, ısıl işlem uygulanan, önce emprenye uygulanıp daha sonra ısıl işlem uygulanan gök nar odunlarının D-VTKA ve D3-D4 tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ortalama değerler çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Emprenye maddesi, ısıl işlem derecesi ve tutkal türlerinin gök nar odununda yapışma direnci ortalama değerleri.

Tutkal Türü	Isıl İşlem	Emprenye Türü	Ortalama (N/mm ²)	Standart Sapma
D-VTKA	Kontrol	---	7,69	0,75
	---	Tanalith-E	4,93	0,46
	---	İmersol A.	5,90	0,71
	120°C	---	7,41	0,93
	170°C	---	5,87	2,06
	120°C	Tanalith-E	4,78	0,74
	170°C	Tanalith-E	4,31	0,46
	120°C	İmersol A.	4,61	0,38
	170°C	İmersol A.	4,28	1,54
D3-D4	Kontrol	---	7,26	1,23
	---	Tanalith-E	5,92	0,94
	---	İmersol A.	5,82	0,49
	120°C	---	6,51	0,12
	170°C	---	6,03	1,23
	120°C	Tanalith-E	5,57	1,02
	170°C	Tanalith-E	5,34	0,86
	120°C	İmersol A.	5,77	0,74
	170°C	İmersol A.	5,06	0,41

Yapışma direnci değeri en yüksek, (7,69 N/mm²) D-VTKA tutkalı ile yapıştırılan kontrol örneklerinde, en düşük (4,28 N/mm²) D-VTKA tutkalı ile yapıştırılmış İmersol AQUA ile emprenye edilen ve 170°C de ısıl işlem uygulanmış gök nar

odununda tespit edilmiştir. Burada örnekler incelendiğinde ısıtma işleminin ve empenye maddelerinin yapışmayı olumsuz yönde etkilediği gözlemlenmiştir. Imersol AQUA empenyesinin retensiyon oranı daha fazla olduğu böylece odun örneklerinin hücrelerinin olduğundan daha fazla yağlı bir hal almasıyla yapışmaya karşı odunun direncini azalttığı düşünülmektedir. Tanalith-E empenyesi Imersol AQUA empenyesine kıyasla yapışmayı daha az olumsuz etkilemesini retensiyon oranının düşük olması nedeni ile açıklayabiliriz.

Emprenye maddesi, ısıtma işlem derecesi ve tutkal türlerinin göknar odununda yapışma direncine etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Göknar odununun yapışma direnci etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
A	98,965	2	49,48	47,26	0,00
B	543,687	2	271,84	243,39	0,00
C	161,280	2	80,64	77,86	0,00
A*B	4,190	4	1,047	0,964	0,00
A*C	19,560	4	4,89	4,71	0,00
B*C	3,158	4	0,789	0,729	0,00
A*B*C	2,268	8	0,283	0,276	0,00
Hata	13,070	99	0,132		
Toplam	12133,022	113			
Düzeltilen Toplam	926,538	112			

A: Emprenye Türü (Tanalith-E, Imersol AQUA),
B: Isıtma İşlem Sıcaklığı (120°C, 170°C),
C: Tutkal Türü (D-VTKA, D3-D4)

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre empenye maddesi, ısıtma işlem derecesi tutkal türlerinin ve bunların karşılıklı etkileşiminin göknar odununda yapışma direnci üzerine etkisi $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.9’da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Gök nar odununun yapışma direncine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
D-VTKA – Kontrol	7,69	A
D-VTKA – 120°C	7,41	A
D3-D4 – Kontrol	7,26	A
D3-D4 - 120°C	6,51	A
D3-D4 – 170°C	6,03	B
D3-D4 – Tanalith-E	5,92	B
D-VTKA – Imersol AQUA	5,90	B
D-VTKA – 170°C	5,87	B
D3-D4 – Imersol AQUA	5,82	BC
D3-D4 – Tanalith-E – 120°C	5,57	BC
D3-D4 – Imersol AQUA – 120°C	5,77	BC
D-VTKA – Imersol AQUA – 120°C	5,61	BC
D3-D4 – Tanalith-E – 170°C	5,34	BC
D3-D4 – Imersol AQUA – 170°C	5,06	C
D-VTKA – Tanalith-E	4,93	C
D-VTKA – Tanalith-E – 120°C	4,48	C
D-VTKA – Tanalith-E – 170°C	4,31	D
D-VTKA – Imersol AQUA 170°C	4,28	D
LSD: ±0,58		

Yapışma direncine emprenye maddesi, ısı l işlem derecesi, tutkal türlerinin ve karşılıklı etkileşiminin göknar odunu grupları arasındaki farklılık için; aynı homojenlik grubuna ait olanlar için önemsiz, farklı homojenlik grubuna ait olanlar için önemli bulunmuştur. Örnekler incelendiğinde D-VTKA tutkalının genel itibarıyla daha verimli olduğu ve emprenye edildikten sonra ısı l işlem uygulanmış örneklerde yapışma direncinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebini ısı l işlem uygulanan odunun yüzey pürüzlülüğünün artması nedeniyle yapışma sırasında çapraz bağların açısının bozunması, hücre yapısında çatlakların oluşması, selüloz ve lignin yapısının bozunması yapışmayı olumsuz yönde etkilediği düşünülmektedir.

3.4.2. Kayın Odununun Yapışma Direnci

Kontrol, Tanalith-E ve İmersol AQUA kimyasal maddeleri ile emprenye edilen, ısı işlem uygulanan, önce emprenye uygulanıp daha sonra ısı işlem uygulanan kayın odunlarının D-VTKA ve D3-D4 tutkalları ile yapıştırılmasıyla elde edilen yapışma deneyi sonucuna ait ortalama değerler çizelge 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.10. Emprenye maddesi, ısı işlem derecesi ve tutkal türlerinin kayın odununda yapışma direncine ortalama etkileri.

Tutkal Türü	Isıl İşlem	Emprenye Türü	Ortalama (N/mm ²)	Standart Sapma
D-VTKA	Kontrol	---	12,42	0,91
	---	Tanalith-E	11,05	1,24
	---	İmersol A.	9,65	0,79
	120°C	---	9,27	0,57
	170°C	---	6,38	0,43
	120°C	Tanalith-E	10,54	0,72
	170°C	Tanalith-E	5,98	0,41
	120°C	İmersol A.	11,71	0,71
	170°C	İmersol A.	6,33	0,51
D3-D4	Kontrol	---	10,32	0,91
	---	Tanalith-E	9,41	1,03
	---	İmersol A.	6,75	0,71
	120°C	---	9,78	0,82
	170°C	---	8,35	0,53
	120°C	Tanalith-E	9,02	0,88
	170°C	Tanalith-E	6,23	0,41
	120°C	İmersol A.	8,45	1,05
	170°C	İmersol A.	5,88	0,51

Yapışma direnci, en yüksek (12,42 N/mm²) D-VTKA tutkalı ile yapıştırılan kontrol örneklerinde, en düşük (5,88 N/mm²) D3-D4 tutkalı ile yapıştırılmış İmersol AQUA ile emprenye edilen 170°C ısı işlem uygulanmış kayın odununda tespit edilmiştir.

Emprenye maddesi, ısı işlem derecesi ve tutkal türlerinin kayın odununda yapışma direncine etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Emprenye maddesi, ısıl işlem derecesi ve tutkal türlerinin kayın odununda yapışma direncine etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
A	124,213	2	62,106	59,186	0,00
B	763,658	2	381,829	373,658	0,00
C	192,370	2	96,185	95,046	0,00
A*B	6,230	4	1,557	1,539	0,00
A*C	25,826	4	6,456	6,216	0,00
B*C	4,147	4	1,036	0,983	0,00
A*B*C	3,453	8	0,431	0,422	0,00
Hata	18,215	116	0,161		
Toplam	17348,635	126			
Düzeltilen Toplam	1085,896	125			

A: Emprenye Türü (Tanalith-E, Imersol AQUA),
B: Isıl İşlem Sıcaklığı (120°C, 170°C),
C: Tutkal Türü (D-VTKA, D3-D4)

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre emprenye maddesi, ısıl işlem derecesi ve tutkal türlerinin ve bunların karşılıklı etkileşiminin göknar odununda yapışma direnci üzerine etkisi $P \leq 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.12'de verilmiştir.

Çizelge 3.12. Kayın odununun yapışma direncine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
D-VTKA – Kontrol	12,42	A
D-VTKA – Imersol AQUA -120°C	11,71	A
D-VTKA – Tanalith-E	11,05	A
D-VTKA – Tanalith-E – 120°C	10,54	A
D3-D4 – Kontrol	10,32	A
D3-D4 – 120°C	9,78	B
D-VTKA – Imersol AQUA	9,65	B
D3-D4 – Tanalith-E	9,41	B
D-VTKA – 120°C	9,27	B
D3-D4 – Tanalith-E – 120°C	9,02	B
D3-D4 – Imersol AQUA- 120°C	8,45	C
D3-DH – 170°C	8,35	C
D3-D4 – Imersol AQUA	6,75	D
D-VTKA – 170°C	6,38	D
D-VTKA – Imersol AQUA – 170°C	6,33	D
D3-D4 – Tanalith – 170°C	6,23	D
D-VTKA – Tanalith – 170°C	5,98	DE
D3-D4 – Imersol AQUA – 170°C	5,88	DE
LSD: ±2,93		

Yapışma direnci emprenye maddesi, ısı işlem derecesi, tutkal türlerinin ve karşılıklı etkileşiminin kayın odunu grupları arasındaki farklılık; aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur. Burada D3-D4 tutkalının yapışmada D-VTKA tutkalına göre odun örneklerinde daha az direnç göstermiştir. Emprenyenin yapışmayı olumsuz yönde etkilemesi, ayrıca emprenyeli odun örneklerine ısı işlem uygulanması örnek yüzeylerinde deformasyona neden olması ve bu nedenle de direncin düşmesine sebep olabilir.

3.5. YANMA DENEYLERİ

3.5.1. Ağırlık Kaybı Değerleri

3.5.1.1. Gök nar ve Kayın Odunu Ağırlık Kaybı Değerleri

Kontrol, Tanalith-E ve İmersol AQUA kimyasal maddeleri ile emprenye edilen, ısıl işlem uygulanan, önce emprenye uygulanıp daha sonra ısıl işlem uygulanan göknar ve kayın odunu örneklerinin yanma deneyi sonucunda elde edilen ağırlık kaybı ölçümlerine ait ortalama değerler çizelge 3.13’de verilmiştir.

Çizelge 3.13. Gök nar ve Kayın Odunu Örneklerinde Ağırlık Kaybı Ortalama Değerleri.

Kimyasal Maddeler	Isıl İşlem	Gök nar		Kayın	
		Ağırlık Kaybı (g)	Ağırlık Kaybı (%)	Ağırlık Kaybı (g)	Ağırlık Kaybı (%)
Kontrol (Emprenyesiz)	---	41,5	55,33	39,3	34,17
Tanalith-E	---	46,1	61,46	40,5	35,21
	120°C	45,2	60,26	36,8	32,00
	170°C	44,7	59,60	35,6	30,95
İmersol AQUA	---	42,2	56,26	39,8	34,60
	120°C	39,7	52,93	39,4	34,26
	170°C	42,5	56,66	36,6	31,82
Kontrol (Emprenyesiz)	120°C	38,8	51,73	34,4	29,91
	170°C	36,3	48,4	30,6	26,60
Gök nar odunu örneklerinin ilk ağırlıkları ortalama 75 g alınmıştır.					
Kayın odunu örneklerinin ilk ağırlıkları ortalama 115 g alınmıştır.					

Gök nar odunu yanma deneyi sonuçlarına göre; en fazla ağırlık kaybı Tanalith-E ile emprenye uygulanmış göknar odununda [(46,1 g), (%61,46)], en az ağırlık kaybı ise

170°C de ısıl işlem uygulanmış örneklerde [(36,3 g), (%48,40)] tespit edilmiştir. Kayın odunu yanma deneyi sonuçlarına göre; en fazla ağırlık kaybı Tanalith-E ile emprenye uygulanmış kayın odununda [(40,5 g), (%35,21)], en az ağırlık kaybı ise 170°C de ısıl işlem uygulanmış kayın örneklerinde [(30,6 g), (%26,60)] tespit edilmiştir.

Yanma sonucunda; emprenye maddelerinin ve ısıl işlem sıcaklıklarının ağırlık kaybına ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.14’de verilmiştir.

Çizelge 3.14. Gök nar ve Kayın odunlarının Ağırlık kaybına ilişkin Duncan testi sonuçları.

Etkileşimler	Ağırlık Kaybı (g)	Ağırlık Kaybı (%)	Homojenlik Grubu
Gök nar – Tanalith-E	46,1	61,46	A
Gök nar – Tanalith-E – 120°C	45,2	60,26	A
Gök nar – Tanalith-E – 170°C	44,7	59,60	AB
Gök nar – Imersol AQUA – 170°C	42,5	56,66	B
Gök nar – Imersol AQUA	42,2	56,26	B
Gök nar – Kontrol	41,5	55,33	B
Kayın – Tanalith-E	40,5	35,21	BC
Kayın - Imersol AQUA	39,8	34,60	C
Gök nar – Imersol AQUA – 120°C	39,7	52,93	C
Kayın – Imersol AQUA – 120°C	39,4	34,26	C
Kayın – Kontrol	39,3	34,17	C
Gök nar – 120°C	38,8	51,73	CD
Kayın – Tanalith-E – 120°C	36,8	32,00	D
Kayın – Imersol AQUA – 170°C	36,6	31,82	D
Gök nar – 170°C	36,3	48,40	D
Kayın – Tanalith-E – 170°C	35,6	30,95	D
Kayın – 120°C	34,4	29,91	E
Kayın – 170°C	30,6	26,60	F
LSD: ±2,4			

Yanma deneyi sonucunda: en fazla ağırlık kaybı (g) Tanalith-E ile emprenyeli gök nar odunu örneklerinde, en az 170°C de ısıl işlem uygulanan kayın örneklerinde elde edilmiştir. Bu durumda, emprenye maddelerindeki kimyasalların odunun daha fazla yanmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Gök nar ve kayın odunu örnekleri incelendiğinde, emprenye maddelerinin yanmaya eğilimli olduğu ve odun

örneklerinin daha fazla yanmasına sebebiyet verdiği gözlemlenmiştir. Isıl işlemin ise yanmaya karşı odun örneklerinin direncini arttırmada etkili olduğu tespit edilmiştir. Hatta ısıl işlem sıcaklık değerinin artması yanmaya karşı direnci arttırdığı tespit edilmiştir.

3.5.2. Sıcaklık Değeri

3.5.2.1. Gök nar Odunu Ortalama Sıcaklık Değeri

Kontrol, Tanalith-E ve İmersol AQUA kimyasal maddeleri ile emprenye edilen, ısıl işlem uygulanan, önce emprenye uygulanıp daha sonra ısıl işlem uygulanan gök nar odunu örneklerinin yanma deneyi sonucunda elde edilen sıcaklık ölçümlerine ait ortalama değerler çizelge 3.15’de verilmiştir.

Çizelge 3.15. Gök nar Odununda Ortalama Sıcaklık Değeri.

Kimyasal Maddeler	Isıl İşlem	Gök nar	
		Sıcaklık (°C)	
		En Düşük	En Yüksek
Kontrol (Emprenyesiz)	---	65	177
Tanalith-E	---	69	293
	120°C	94	298
	170°C	102	258
İmersol AQUA	---	65	274
	120°C	91	185
	170°C	108	233
Kontrol (Emprenyesiz)	120°C	78	168
	170°C	71	159

Yanma deneyi sonuçlarına göre; en yüksek sıcaklık Tanalith-E ile emprenyelenip 120°C de ısıl işlem uygulanmış gök nar örneklerinde (298°C), en düşük gök nar

kontrol örneklerinde (65°C) tespit edilmiştir. Tanalith-E maddesinin yanma esnasında sıcaklığı artırıcı etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

3.5.2.1. Kayın Odunu Ortalama Sıcaklık Değeri

Kontrol, Tanalith-E ve İmersol AQUA kimyasal maddeleri ile emprenye edilen, ısı işlem uygulanan, önce emprenye uygulanıp daha sonra ısı işlem uygulanan kayın odunlarının yanma deneyi sonucunda elde edilen sıcaklık ölçümlerine ait ortalama değerler çizelge 3.16'da verilmiştir.

Çizelge 3.16. Kayın Odununda Ortalama Sıcaklık Değerleri.

Kimyasal Maddeler	Isıl İşlem	Kayın	
		Sıcaklık (°C)	
		En Düşük	En Yüksek
Kontrol (Emprenyesiz)	---	128	414
Tanalith-E	---	102	449
	120°C	132	471
	170°C	118	380
İmersol AQUA	---	122	411
	120°C	128	393
	170°C	107	419
Kontrol (Emprenyesiz)	120°C	83	216
	170°C	98	188

Yanma deneyi sonuçlarına göre; en yüksek sıcaklık Tanalith-E ile emprenyelenip 120°C de ısı işlem uygulanmış kayın odunu örneklerinde (471°C), en düşük 120°C de ısı işlem gören emprenyesiz kayın odunu (83°C) örneklerinde tespit edilmiştir. Emprenyesiz ve ısı işlem uygulanmış odun örneklerinin ısı işlem esnasında içerisinde bulunun bazı maddelerin gaz olarak ayrılması yanma esnasında sıcaklığın artmamasına neden olduğu düşünülebilir.

Yanma sonucunda; emprenye maddelerinin ve ısıtma işlem sıcaklıklarının sıcaklık değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.17’de verilmiştir.

Çizelge 3.17. Gökmar ve Kayın odunlarının Sıcaklık Değerine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Etkileşimler	En Yüksek Sıcaklık (°C)	Homojenlik Grubu
Kayın – Tanalith-E – 120°C	471	A
Kayın – Tanalith-E	449	A
Kayın – İmersol AQUA – 170°C	419	A
Kayın – Kontrol	414	A
Kayın – İmersol AQUA	411	AB
Kayın – İmersol AQUA – 120°C	393	B
Kayın – Tanalith-E – 170°C	380	B
Gökmar – Tanalith-E – 120°C	298	C
Gökmar – Tanalith-E	293	C
Gökmar – İmersol AQUA	274	C
Gökmar – Tanalith-E – 170°C	258	CD
Gökmar – İmersol AQUA – 170°C	233	D
Kayın – 120°C	216	D
Kayın – 170°C	188	D
Gökmar – İmersol AQUA – 120°C	185	D
Gökmar – Kontrol	177	DE
Gökmar – 120°C	168	E
Gökmar – 170°C	159	E
LSD: ±74		

Yanma deneyi sonucunda: en yüksek sıcaklık Tanalith-E ile emprenyeli 120°C de ısıtma işlem uygulanmış kayın odunu örneklerinde (538°C), en düşük 120°C de ısıtma işlem uygulanan gökmar örneklerinde (200°C) elde edilmiştir. Bu durum, emprenye türlerinin kimyasallarının odunun yanmada açığa çıkardığı sıcaklığın yükselmesinde etkili olduğu söylenebilir.

3.5.3. O₂ Miktarı

3.5.3.1. Gök nar ve Kayın Odunu O₂ Değerleri

Kontrol, Tanalith-E ve Imersol AQUA kimyasal maddeleri ile emprenye edilen, ısı l işlem uygulanan, önce emprenye uygulanıp daha sonra ısı l işlem uygulanan göknar ve kayın odunu örneklerinden yanma deneyi sonucunda elde edilen O₂ ölçümlerine ait ortalama değerler çizelge 3.18’de verilmiştir.

Çizelge 3.18. Gök nar ve Kayın Odunu Örneklerinde %O₂ Ortalama Değerleri.

Kimyasal Maddeler	Isıl İşlem	Gök nar	Kayın
		O ₂ (%)	O ₂ (%)
Kontrol (Emprenyesiz)	---	14,89	14,41
Tanalith-E	---	19,42	20,44
	120°C	17,84	19,67
	170°C	17,96	18,80
Imersol AQUA	---	14,85	20,02
	120°C	17,33	18,35
	170°C	17,36	18,07
Kontrol (Emprenyesiz)	120°C	14,69	12,64
	170°C	13,37	12,62

Gök nar odunu örneklerinde O₂ değeri en düşük 170°C de ısı l işlem görmüş örneklerde (%13,37), en yüksek Tanalith-E uygulanan göknar odunu örneklerinde (%19,42) tespit edilmiştir. Bu durum; 170°C de ısı l işlem görmüş odunda az yanma olduğunu, Tanalith-E ile emprenyelenen odunda daha fazla yanma olduğunu göstermektedir.

Kayın odunu örneklerinde O₂ değeri en düşük 170°C de ısı l işlem uygulanmış odunda (%12,62), en yüksek Tanalith-E uygulanan kayın odununda (%20,44) tespit

edilmiştir. Bu durum; 170°C de ısıl işlem görmüş odunda az yanma olduğunu, Tanalith-E uygulanan odunda daha fazla yanma olduğunu göstermektedir.

Emprenye maddesi ve ısıl işlem sıcaklıklarına göre açığa çıkan O₂ miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.19’da verilmiştir.

Çizelge 3.19. Gök nar ve Kayın odunlarının O₂ miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları.

Etkileşimler	O ₂ (%)	Homojenlik Grubu
Kayın – Tanalith-E	20,44	A
Kayın – Imersol AQUA	20,02	A
Kayın – Tanalith-E – 120°C	19,67	B
Gök nar – Tanalith-E	19,42	C
Kayın – Tanalith-E – 170°C	18,80	C
Kayın – Imersol AQUA – 120°C	18,35	C
Kayın – Imersol AQUA – 170°C	18,07	C
Gök nar – Tanalith-E – 170°C	17,96	D
Gök nar – Tanalith-E – 120°C	17,84	D
Gök nar – Imersol AQUA – 170°C	17,36	D
Gök nar – Imersol AQUA – 120°C	17,33	DE
Gök nar – Kontrol	14,89	E
Gök nar – Imersol AQUA	14,85	E
Gök nar – 120°C	14,69	E
Kayın – Kontrol	14,41	F
Gök nar – 170°C	13,37	F
Kayın – 120°C	12,64	G
Kayın – 170°C	12,62	G
LSD: ±1,04		

Yanma deneyi sonucunda: en az O₂ miktarı 170°C de ısıl işlem uygulanmış kayın odunu örneklerinde (%12,62), en fazla Tanalith-E ile emprenye edilen kayın odunu örneklerinde (%20,44) elde edilmiştir. Bu durum, O₂ miktarı fazla olan odun gurupları (emprenyeli) yanmaya daha fazla eğimli, O₂ miktarı az olan odunlarda daha az yanma oluştuğunu göstermektedir.

3.5.4. CO Miktarı

3.5.4.1. Gök nar ve Kayın Odunu CO Değerleri

İşlem uygulanmayan (kontrol), Tanalith-E ve Imersol AQUA kimyasal maddeleri ile emprenye edilen, ısıtım işlem uygulanan, önce emprenye uygulanıp daha sonra ısıtım işlem uygulanan göknar ve kayın odunu örneklerinde yanma deneyi sonucunda elde edilen CO miktarına ait ortalama değerler çizelge 3.20’de verilmiştir.

Çizelge 3.20. Gök nar ve Kayın Odununda CO Miktarının Ortalama Değerleri.

Kimyasal Maddeler	Isıtım İşlem	Gök nar	Kayın
		CO(ppm)	CO(ppm)
Kontrol (Emprenyesiz)	---	1084	2422
Tanalith-E	---	1219	2985
	120°C	1670	1121
	170°C	979	1262
Imersol AQUA	---	1390	1640
	120°C	1294	1381
	170°C	959	1880
Kontrol (Emprenyesiz)	120°C	907	1033
	170°C	884	1006

Gök nar odunu örneklerinde CO değeri en az 170°C ısıtım işlem uygulanmış örneklerde (884 ppm), en fazla Tanalith-E ile emprenyelenmiş 120°C’de ısıtım işlem gören örneklerde (1670 ppm) tespit edilmiştir. Bu durum; Tanalith-E ile emprenyelenip 120°C ısıtım işlem uygulanan göknar odununun daha fazla yandığını, 170°C ısıtım işlem uygulanan örneklerde ise en az yanmanın gerçekleştiğini göstermektedir.

Kayın odunu örneklerinde CO değeri en az 170°C ısıtım işlem uygulanmış örneklerde (1006 ppm), en fazla Tanalith-E uygulanmış örneklerde (2985 ppm) tespit edilmiştir.

Bu durum; Tanalith-E uygulanan kayın odununda yanmanın daha fazla olduğunu, 170°C ısıtma işlemi uygulanan örneklerde ise en az yanmanın gerçekleştiğini göstermektedir. Tanalith-E maddesinin yanmayı artırıcı etki gösterdiği söylenebilir. Yanma esnasında CO miktarının fazla olduğu emprenye uygulanmış göknar ve kayın odunlarında gözlemlenmiştir.

Emprenye maddesi ve ısıtma işlem sıcaklıklarına göre açığa çıkan CO miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.21’de verilmiştir.

Çizelge 3.21. Göknar ve Kayın odunlarının CO miktarına ilişkin Duncan testi sonuçları (ppm).

Etkileşimler	CO (ppm)	Homojenlik Grubu
Kayın – Tanalith-E	2985	A
Kayın – Kontrol	2422	A
Kayın – Imersol AQUA – 170°C	1880	B
Göknar – Tanalith-E – 120°C	1670	B
Kayın – Imersol AQUA	1640	B
Göknar – Imersol AQUA	1390	C
Kayın – Imersol AQUA – 120°C	1381	C
Göknar – Imersol AQUA – 120°C	1294	C
Kayın – Tanalith-E – 170°C	1262	D
Göknar – Tanalith-E	1219	D
Kayın – Tanalith-E – 120°C	1121	D
Göknar – Kontrol	1084	E
Kayın – 120°C	1033	E
Kayın – 170°C	1006	F
Göknar – Tanalith-E – 170°C	979	F
Göknar – Imersol AQUA – 170°C	959	G
Göknar – 120°C	907	H
Göknar – 170°C	884	I

LSD: ±67

Yanma deneyi sonucunda: en fazla CO miktarı Tanalith-E ile emprenye edilen kayın odunu örneklerinde (2985 ppm), en az ise 170°C de ısıtma işlemi uygulanmış göknar odunu örneklerinde (884 ppm) elde edilmiştir. Bu durum, yanma esnasında CO miktarının fazla açığa çıkan odunlarda yanmanın daha fazla olduğunu, CO miktarının az olduğu odunlarda yanmanın daha düşük olduğunu söylenebilir.

Çizelge 3.22. Yanma deneyi sonuçlarına ilişkin çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
A	30913344,268	1	30913344,268	19,654	0,00
B	60335546,658	2	30167773,329	53,986	0,00
C	46956794,789	1	46956794,789	31,358	0,00
D	130913344,351	3	43637781,450	298,372	0,01
A*B	20048128,029	2	10024064,014	11,611	0,00
A*C	2680660,782	1	2680660,782	14,406	0,00
A*D	2195590,153	3	731863,384	21,331	0,04
B*C	10467201,508	2	5233600,754	8,109	0,03
B*D	3177724,691	6	529620,781	2,144	0,00
D*C	283221,782	3	94407,260	13,892	0,00
A*B*C	39232398,256	2	19616199,128	12,755	0,00
A*B*D	45402884,364	6	7567147,394	13,157	0,00
B*C*D	21668583,697	6	3611430,616	2,404	0,00
A*C*D	5667897,489	3	1889299,163	6,528	0,00
A*B*C*D	50932543,523	6	8488757,253	11,369	0,00
Hata	2884120912,688	5154	559588,846		
Toplam	5862563067,318	5680			
Düzeltilen Toplam	5437698680,673	5679			

A: Ağaç Türü, B: Isıl İşlem Sıcaklığı, C: Emprenye Türü D: Yanma Değerleri (Ağırlık Kaybı, Sıcaklık, O₂, CO)

Çoklu varyans analizi sonucuna göre; ağaç malzeme türü, emprenye maddesi ve ısı işlem sıcaklığının yanmaya etkisi istatistik olarak önemli çıkmıştır. Buna göre etkileşimler $P \leq 0,05$ çıkmıştır.

BÖLÜM 4

BULGULARIN TARTIŞMASI

4.1. pH DEĞERLERİ

Emprenye çözeltilerin pH değerleri emprenye işlemi öncesinde ve sonrasında ölçülmüştür. Emprenye pH değerleri 8,53 (Bazik) Tanalith-E kimyasal maddeleri, İmersol AQUA ise 6,55 (Asidik) olarak belirlenmiştir. pH değerlerinde emprenye öncesi ve sonrasında önemli bir değişim olmadığı gözlenmiştir. Örs'ün yapmış olduğu çalışmada benzer bir sonuç bulunmuş ve bu durumun her seferinde taze çözelti ile çalışmaktan kaynaklandığını bildirmiştir (Örs, 2001).

4.2. RETENSİYON MİKTARLARI

Vakum-basınç yöntemi ile emprenye işlemi sonunda, emprenye maddelerinin ağaç malzemedeki retensiyon oranı belirlenmiştir. En yüksek retensiyon oranı (% 1,53) İmersol AQUA ile emprenye yapılan göknar odununda, en düşük (% 0,59) Tanalith-E ile emprenye edilen göknar odununda tespit edilmiştir. Bu durumun emprenye maddesinin viskozitesinden ve Asidik veya Bazik özelliğinden dolayı kaynaklandığı söylenebilir.

4.3. HAVA KURUSU YOĞUNLUK

Isıl işlemin odunda ağırlık kaybına neden olduğu belirlenmiştir. Kayın odununda ağırlık kaybının göknar odununa göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Örs'e göre odunların yoğunluğundaki farklılığın başlıca sebebi birim hacimlerindeki hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranlarının farklı oluşudur (Örs, 2001).

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin hava kuruşu yoğunluk değerlerinin farklılık göstermesi, ağaç malzemelerin anatomik yapısına bağlı olarak hava boşluğu oranı (porozite), yıllık halka genişliği ve emprenye maddesi çeşidinden kaynaklanmış olabilir.

Kayın odunu örneklerine Imersol AQUA ile emprenye edilmesi sonucunda en yüksek hava kuruşu yoğunluğu tespit edilirken, göknar odunu örneklerinden 170°C'de ısıtım işlem uygulanan örneklerde en düşük hava kuruşu yoğunluk elde edilmiştir. Buna göre odun örneklerinin retensiyon oranı hava kuruşu yoğunlukları üzerinde etkisinin olduğu, uygulanan vakum-basınç yöntemi ve çözeltinin yoğunluğunun yüksek olması yoğunluklarda artmaya sebep olabileceği, ya da ısıtım işlem uygulanan örneklerde katı maddelerin gaza dönüşerek buharlaşması ve bazı gazların uçucu olması yoğunlukta düşürücü etkisi olduğu söylenebilir.

Literatürde, Sarıçam ve Doğu kayını odunlarının çeşitli emprenye maddeleri ile işlem görmesi sonucu yoğunluklarında artış olduğu bildirilmektedir (Örs, Atar ve Peker, 1999).

Isıtım işlem görmüş Sarıçam ve Doğu ladinin muamelesi boyunca hemiselüloz parçalanması olmuştur (Boonstra et al., 2006). Isıtım işlemde uygulanan sıcaklığa ve süreye bağlı olarak tam kuru ve hava kuruşu yoğunluğun azaldığı ve yine genişleme değerinin de azalması neticesinde ısıtım işlemin boyutsal stabilite üzerine olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir (Korkut ve Bektaş, 2008).

4.4. YAPIŞMA DİRENCİ

Göknar ve Kayın odunu örnekleri arasında en yüksek yapışma direnci kayın kontrol örneklerinde (12,42 N/mm₂) elde edilmiştir. Bunun nedenini; kayında elde edilen yüksek yapışma değeri, dağınık küçük traheli olan yapısının spesifik adezyonu arttırıcı bir etki yapmasından kaynaklanabileceği bildirilmektedir (Sönmez ve Budakçı, 2001).

Emprenye çözeltilerinin yağlı yapıya sahip oluşu yapışmayı azalttığı şeklinde yorumlanabilir. Retensiyon önemine bağlı olarak yüzeyde tutulan yağlı emprenye maddesi yapışmayı olumsuz etkileyebilir.

Kontrol örneklerinde en iyi yapışma direncini D-VTKA tutkalı vermiştir. Yapışmaya olumsuz etki gösteren Imersol AQUA, sonra Tanalith-E şeklinde sıralanmıştır. Bunun nedeni emprenye maddelerinin kimyasallarının ve yoğunluklarının farklı olmasından kaynaklanabilir. Emprenye çeşidi, emprenye retensiyon miktarı, emprenye maddesinin yüzey ile etkileşimi, ahşap malzemenin tutkallı birleştirmelerinde yapışma direncini büyük ölçüde etkilediği belirtilmiştir (Vick, 1993).

Isıl işlemde ise 120°C'nin 170°C ye göre yapışmada daha verimli olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklık arttıkça yüzey deformasyonu da artacağından yapışmayı olumsuz etkileyebileceği söylenebilir. Yüksek sıcaklıkta ve düşük sıcaklıklarda kayın odununda oluşan iç çatlaklar araştırılmıştır. Bununda yüksek sıcaklıkta kurumada meydana gelen kuruma stresinden gerçekleştiği belirlenmiştir (Johansson, 2005). Bu çalışmada bulunan sonuçlar literatürle paralellik göstermektedir. Çeşitli ağaç türleri ve tutkallar kullanarak borlu bileşiklerin yapışma direncini etkilemediği ancak asidik emprenye maddelerinin yapışma direncini azalttığını belirtmektedir (Özçifçi, 2008). Borlu bileşiklerle emprenye edilmiş *Pinus brutia Ten.* ve *Ulmus campestris L.* odunlarında fenol formaldehit ve melamin formaldehit tutkallarını kullanarak yapışma direnci deneylerini gerçekleştirmiş ve yapışma direncinin düştüğünü belirtmiştir (Özçifçi, 2006). *Quercus petraea L.* ve *Castanea sativa Mill.* odunlarını boraks ve çinko klorürle emprenye etmişler ve DVTKA ile yapıştırmışlardır ve

sonuçta bu emprenye maddelerinin yapışma direnci üzerinde olumsuz etkiye sahip olduklarını belirtmişlerdir. Emprenye maddelerinin yapışma direncini azalttığını ve bunun nedeninin emprenye maddelerinin tutkal tabakası ve yüzey arasındaki bağları zayıflatmasından kaynaklandığını belirtilmişlerdir (Özçifçi ve Okçu, 2008).

4.5. YANMA DENEYİ

Gökmar ve kayın odunu Tanalith-E ile emprenye edilen örneklerde hızlı yanma olmuştur. Isıl işlem uygulanan örneklere göre Tanalith-E ile emprenye edilen odun örneklerinde yanma daha hızlı olmuştur. En fazla ağırlık kayıpları gökmar [(46,1 g), (%61,46)], ve kayın [(40,5 g), (%35,21)] odununun Tanalith-E ile emprenye edilen örneklerinde tespit edilmiştir. Bunun nedeni, emprenye maddelerinin kimyasal özelliklerinden dolayı odun örneklerinin daha fazla yanmasını sağladığı söylenebilir.

Yanma esnasında en düşük CO miktarı Tanalith-E ile emprenyeli (pH 8,53) ağaç malzemelerde daha sonra Imersol AQUA ile emprenyelenmiş (pH 6,55) örneklerde, en yüksek 170°C de ısıl işlem uygulanmış ağaç malzemeler çıkarmıştır. Bu durumda ısıl işlemli örneklerin yanmaya karşı dirençli olması nedeniyle deney süresince tam yanma gerçekleşmediğinden ortama daha çok CO gazı salgılanmıştır. CO Değişimi (ppm) Alev kaynaklı ve kendi kendine yanma aşamalarında T-CBC ile işlem gören natürel örneklerde en fazla CO miktarı belirlenmiştir. T-CBC çözeltisi yanmanın ilk aşamasında geçici bir süre geciktirici etki göstermesine rağmen, alev kaynağının devam etmesi nedeniyle yanmaya karşı direnci azalmıştır (Özçifçi, 2004)

O₂ miktarı en düşük 170°C de ısıl işlem uygulanmış örneklerinde, en yüksek emprenyeli örneklerde tespit edilmiştir. O₂ gazının yanma aşamasında yüksek ölçülmesi yanmanın devam ettiğini göstermektedir.

Ağaç malzeme de ısıl işlem yanmaya karşı olumlu sonuç vermiştir. Özellikle 170°C de ısıl işlem gören odunlar yanmaya karşı en yüksek direnci göstermiştir. Buna göre ısıl işlem süresi ve sıcaklığı artarsa yanma direncide artabilir. Isıl işlem görmüş odunun kimyasal ve fiziksel özellikleri kalıcı bir şekilde değişir. Özelliklerdeki değişim tamamen hemiselülozun termik degradasyonundan dolayı meydana

gelmektedir (Viitanen et al., 1994). Odunun termal bozunması 100°C sınırından itibaren başlamaktadır. Yapısal hasar, odun bileşenlerinin tamamen dönüşmesi ve gaz fazındaki degradasyon ürünlerinin açığa çıkması gibi oluşumlar söz konusu olmaktadır (Fengel and Wegener, 1989).

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, emprenye edildikten sonra ısıtıl işlem uygulanan Doğu kayını ve Uludağ göknarı odunlarının yapışma ve yanma özellikleri incelenmiştir. Bu iki ağaç türü: 2 farklı sıcaklıkta (120°C, 170°C), 2 farklı emprenye türü ile (Tanalith-E, Imersol AQUA), 2 farklı tutkal (D-VTKA, D3-D4) ile işleme tabi tutulmuştur. Sadece ısıtıl işlem görmüş, sadece emprenye edilmiş, emprenye edildikten sonra ısıtıl işlem uygulanan odunlar ve kontrol grupları karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Tanalith-E ve Imersol AQUA emprenye maddelerini böcek, mantar gibi zararlılara karşı ağaç malzemenin korumasına karşın, yapışmada olumsuz sonuçlar vermesi nedeniyle yüksek dayanım gereken yapıştırma birleştirmelerinde kullanılmaması önerilebilir.
2. Isıtıl işlemin sıcaklık arttıkça yapışmaya karşı direnci azalttığı tespit edilmiş, bu nedenle yüksek dayanım gereken yapıştırmalı birleştirmelerde ısıtıl işlemlili odunların yük kaldırma veya yüke maruz kalacak yerlerde kullanılmaması önerilebilir. Yapıştırmada kullanılan D-VTKA tutkalı D3-D4 tutkalına oranla daha verimli bir yapıştırma sağladığı için D-VTKA tutkalı önerilebilir.
3. Isıtıl işlem ağaç malzemedede ağırlık kaybına neden olurken yoğunluğun azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle deniz araçları, hafif malzemelerin kullanıldığı dekorasyon, dış cephe kaplamalarında kullanılabilir. Hatta yoğunluğu hafif olan ağaç malzemeler tekrar ısıtıl işlem görerek yoğunluğunu biraz daha azalması ile daha hafif malzeme elde edilebileceği önerilebilir.

4. Isıl işlem uygulanmış odun örneklerde tutuşmayı geciktirici özellik tespit edilmiş ve bu nedenle; yangın çıkması halinde, yangını geciktirici bir etkisi olduğu söylenebilir. Yanmaya maruz kalacak bölümlerde; haddanelerde, mutfakta, kimyasal üretim yapan tesisler gibi yerlerde ısı işlem uygulanmış ağaç malzeme kullanılması önerilebilir.

Bundan sonraki yapılacak akademik çalışmalarda, farklı tutkal maddeleri ile farklı emprenye metotlarının uygulanması önerilebilir. Yapıştırıcı birleştirmeler yerine vidalama ve demonte birleştirme malzemeleri kullanılarak yeni dayanımlar elde edilip karşılaştırılabilir. Uygulanabilecek bu metotlardan sonra kullanılan emprenye çeşitleri günümüz teknolojisinde üretilen yanma direnci yüksek emprenye yada vernik ile alakalı yeni çalışmalar önerilebilir.

KAYNAKLAR

Anonim., “Imersol-Aqua Brochure”, Datasheet, Hickson’s Timber Impregnation Co.(GB) Ltd.,Into the 21st, *West Yorkshire*, 22-36 (2000).

Altınok, M., "Tutkallar ve tutkallama teknikleri", Yüksek Lisans Ders Notları”, *Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü*, 8-13 (2008),

İnternet: Akira. K., Shinpei. M., Shigeo. U., Youichi. S., “Process for removing nitrogen oxides from combustion flue gas”, <http://www.freepatentsonline.com/4141959.html>, (1979).

ASTM E69-02., “*Standart Test Method for Combustible Properties of Treated Wood by the Fire-Tube Apparatus*”, (2007).

ASTM D 1413-07e1., “Standart test method of testng wood preservatives by laboratory soilblock cultures”, *Annual Book of ASTM Standards*, West Conshohocken, ASTM Standards, USA, 452-460 (2007).

Baysal, E., Şimşek, H., Toker, H., Çolak, M., Yiğitbaşı, O.N., “Borlu bileşiklerle muamele edilmiş ağaç malzemede higroskopisite seviyelerinin belirlenmesi”, *III. Uluslar arası Bor Sempozyumu*, Ankara, 45-51 (2006).

Baysal, E., Peker, H., Çolak, M., “Borlu bileşikler ve su itici maddelerin cennet ağacı odununun fiziksel özellikleri üzerine etkileri”, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20 (2): 55-65 (2004).

Boonstra, M. J. and Tjeerdsma, B., “*Chemical analysis of heat treated softwoods, Holz als Roh- und Werkstoff*”, 64 (3): 204–211 (2006).

Boonstra, M. J., Van, A. J, Kegel, E. and Stevens, M., “Optimisation of a twostage heat treatment process: durability aspects”, Wood Sci Tech., Department of Applied Sciences, *University of Quebec at Chicoutimi*, Chicoutimi, Canada, 1123-1129 (2006).

Bozkurt, Y. A., “Odun Anatomisi”, *İÜ Orm. Fak. Yay*, İstanbul, 415-424, 3652-3661 (1992).

Bozkurt, Y., ve Erdin, N., “Ticarette Önemli Yabancı Ağaçlar”, *İÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları*, 12 (2): 46-49 (1989).

Bozkurt, Y., Erdin, N., “Odun Anatomisi”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, İstanbul, 73-75 (2000).

BS EN 204., “Non-structural adhesives for joining of wood and derived timber products”, *British Standards*, England, (1991).

BS EN 205., “Test methods for wood adhesives for non-structural applications-determination of tensile shear strength of lap joints”, *British Standards*, England, (1991).

Erten, P., “Ahşap malzemenin korunmasında yararlanılan baslıca teknikler”, *Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları*, Ankara, 338 (1): 127-130 (1988).

Esen, R., “Emprenye yapılmış ağaç malzeme üzerine uygulanan üst yüzey işlemlerinin yanma direncine etkilerinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Karabük Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi*, Karabük, 41-51 (2009).

Fengel, D. and Wegener, G., “Wood: Chemistry, Ultrastructure”, *Reactions. Walter De*, 33 (9): 333–335 (1989).

Follrich, J., Uller, U. M. and Gindl, W., “Effects of thermal modification on the adhesion between spruce wood (*Picea abies* Karst.) and a thermoplastic polymer”, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 64 (1): 373–376 (2006).

Hafizoğlu, H., Yalınkılıç, M. K., Yıldız, Ü.C., Baysal, E., Demirci, Z., Peker, H., “Türkiye bor kaynaklarının odun koruma (Emprenye) endüstrisinde değerlendirilme imkanları”, *TÜBİTAK Projesi*, TOAG-875 No’lu Proje, 377-378 (1994).

Hillis, W. E., “High temperature and chemical effects on wood stability”, *Wood Science and Technology*, 18 (4): 281–293 (2004).

Johansson, D., “Strenght and colour response of solid wood to heat treatment”, Graduate Thesis, *Luleå University of Technology*, Department of Skelleftea Campus, Division of Wood Technology, Sweden, 93 (5): 1402-1757 (2005).

Levan, S. L., Winandy, J. E., “Effects of fire retardant treatments on wood strength”, *Wood and Fire Science*, 113-131 (1990).

Mayes, D., and Oksanen, O., *ThermoWood Handbook*, Finnforest, Finland, 684-689 (2002).

Merev, N., “Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı”, Ders Kitabı, *KTÜ Orm. Fak. Yayınları*, KTÜ Basım Evi, Trabzon, 32: 75-79 (2003).

Obataya, E., Shibutani, S., Hanata, K. and Doi, S., “Effects of high temperature kiln drying on the practical performances of Japanese cedar wood (*Cryptomeria japonica*) I: changes in hygroscopicity due to heating”, *J Wood Sci*, 52 (1): 33–38, (2006).

Okçu, O., “Emprenye edilmiş lamine ağaç malzemelerin yapışma ve yanma özellikleri”, Bilim Uzmanlığı Tezi, *Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Karabük, 39-47 (2005).

Örs, Y., Atar, M., ve Peker, H., “Bazı emprenye maddelerinin sarıçam ve doğu kayını odunlarının yoğunluklarına etkileri”, *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, Ankara, 23 (5): 1169-1179 (1999).

Örs, Y., Keskin H., “Ağaç Malzeme Bilgisi”, *Atlas Yayın Dağıtım*, İstanbul, 101-161 (2001).

Örs, Y., Atar, M., Keskin, H., “Bonding strength of some adhesives in wood materials impregnated with Imersol-Aqua”, *International Journal of Adhesion & Adhesives*, 24 (1): 287–294 (2004).

Özçifçi, A., “Emprenye edilmiş lamine ağaç malzemelerin teknolojik özellikleri”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 89-96 (2001).

Özçifçi, A., “Impacts of impregnation with boron compounds on the bonding strength of wood materials”, *Construction and Building Materials*, 22 (1): 541–545 (2008).

Özçifçi, A., “Effects of boron compounds on the bonding strength of phenol formaldehyde and melamine-formaldehyde adhesives to impregnated wood materials”, *J. Adhesion Sci. Technol.*, 20 (10): 1147–1153 (2006).

Özçifçi, A., ve Okçu, O., “The Influence of the Impregnating Chemicals on the Bonding Strength of Impregnated Wood Materials”, *Journal of Applied Polymer Science*, 107 (1): 2871–2876 (2008).

Özen, R., “Prüfung von sekkens - fensterleim typ 2002 bir termoplastik çerçeve tutkalının (Sikkens Tip 2001) yapıştırma direncine ilişkin araştırmalar”, *İ.Ü Orman Fakültesi Yayınları*, 27 (2): 180-198 (1977).

Peker, H., Tan, H., Baysal, E., “Bazı emprenye maddelerinin ladin odununun yanma özelliklerine etkisi”, *F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16 (1): 163-175 (2004).

Repellin, V. and Guyonnet, R., “Evaluation of heat-treated wood swelling by differential scanning calorimetry in relation to chemical composition”, *Holzforschung*, 59 (1): 28–34, (2005).

Sefil, Y., “ Thermowood yöntemiyle ısıl işlem uygulanmış göknar ve kayın odunlarının fiziksel ve mekanik özellikleri”, *Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük, 103-104 (2010).

Selbo, M. L., “Adhesive Bonding of Wood”, Dep. Agr. *Technical Bulletin*, Washington, 1512 (1): 1–3, 60-61, (1975).

Sheard, L., “Ahşap malzemenin korunması: geçerli uygulama ve araştırmalar”, *Milli Produktivite Merkezi Yayınları*, 338: 24–30 Ankara, (1988).

Sönmez, A., Budakçı, M., “Tahta koruyucunun dış cephe verniklerinin yapışma direncine etkisi”, *G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Ankara, 14 (2): 305-314 (2001).

Sundqvist, B., “Colour stability of capillary phase heat-treated wood exposed to UVlight, In: Proceedings of the Fourth International Conference on the development of Wood Science”, *Wood Technology and Forestry (ICWSF)*, Missenden Abbey, UK, 77-83 (2004).

TS EN 310: “Ahşap esaslı levhalarda eğilme dayanımı ve eğilme elastiklik modülünün tayini”, *TSE Standardı*, Ankara, (1999).

TS EN 326: “Ahşap esaslı levhalardan numune alınması ve deney parçalarının hazırlanması”, *TSE Standardı*, Ankara, (1999).

TS 345: “Ahşap emprenye maddeleri etkilerinin muayene metotları”, *TSE Standardı*, Ankara, (1974).

TS 3842: “Yapıştırılmış lamine ahşap yapı elemanları”, *TSE Standardı*, Ankara, (1983).

TS 2471: “Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini”, *I. Baskı, TSE Standardı*, Ankara, Kasım (1976).

TS 2472: “Fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığı”, *I. Baskı, TSE Standardı*, Ankara, Kasım, (1976).

TS 2474: “Odunun statik eğilme dayanımının tayini”, *TSE Standardı*, Ankara, 25 (1976).

TS 2595: “Odunun liflere paralel doğrultuda basınç dayanımının tayini”, *TSE Standardı*, Ankara, (1977).

TS 3891: “Yapıştırıcılar – polivinilasetat emülsiyonu”, *TSE Standardı*, Ankara, (1983).

TS 5724: “Ahşap koruma – suda çözünen emprenye maddelerinde ve emprenye edilmiş ahşapta bor, bakır, krom ve arsenik miktarı tayini - volumetrik metot”, *TS Standardı*, Ankara, (1988).

Unsal, O. and Ayrilmis, N., “Variations in compression strength and surface roughness of heat-treated Turkish river red gum (*Eucalyptus camaldulensis*) wood”, *J Wood Sci*, 51 (1): 405–409 (2005).

Unsal, O, Korkut, S. and Atik, A., “The effect of heat treatment on some properties and colour in eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) Wood”, *Maderas Ciencia y tecnologia*, 5 (2): 145–152 (2003).

Uysal, B., “Çeşitli kimyasal maddelerin ağaç malzemenin yanmaya dayanıklılığı üzerine etkileri”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 76-79 (1997).

Uysal, B., “Ağaç Malzeme”, Ders Notları, **Z.K.Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi**, Karabük, 3-4 (2005).

Uysal, B., Özçifci, A., “İhlamur (*Morus alba* L.) odunundan PVAc tutkalı ile üretilen lamine ağaç malzemenin yanma özellikleri”, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, Ankara, 13 (4): 1023-1035 (2000).

Uysal, B., Özçifçi, A., Yılmaz S., “Farklı ağaç türlerinin yanma özellikleri”, **Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi**, Elazığ, 14 (1): 79-87 (2002).

Uysal, B., Kurt, Ş., “Borlu bileşiklerle emprenye edilmiş kayın ve sarıçam ağaçlarının yanma özellikleri”, **I. Ulusal Bor Çalıştayı Bildiriler Kitabı**, 33-41 (2005).

Vernois, M., “Heat treatment of wood in France – state of the art, in: review on heat treatments of wood”, Rapp A. O. **Proceedings of Special Seminar held in Antibes: Environmental optimisation of wood protection**, Forestry and Forest Products Information and Documentation, Hamburg, Germany, 1358-1360 (2000).

Vick, CB., “Christiansen AW. cure of phenol-formaldehyde adhesive in the presence of CCA-treated wood by differential scanning calorimetry”, **Wood and Fiber Science**; 25 (1): 77–86 (1993).

Viitanen, H., Jämsä, S., Paajanen, L., Nurmi, A. and Viitaniemi, P., “The effect of heat treatment on the properties of spruce, A preliminary report”, **IRG/WP 94-40032 Annual**, Indonesia, 3-4 (1994).

Yalınkılıç, M, K., “Malzemenin yanma, higroskoisite ve boyutsal stabilite özelliklerinde çeşitli emprenye maddelerinin neden olduğu değişiklikler ve bu maddelerin odundan yıkanabilirlikleri”, Doçentlik Tezi, **KTÜ Orman Fak**, Trabzon, 91-92 (1993).

Yalınkılıç, M.K., Baysal, E., Demirci, Z., “Çeşitli emprenye maddelerinin duglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) odununun yanma özellikleri üzerine Etkileri”, **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, Denizli, 256-257 (1997).

Yıldız, S., “Physical, mechanical, technological and chemical properties of *Fagus orientalis* and *Picea orientalis* wood treated by heat, PhD Thesis”, **Blacksea Technical University**, Turkey, Trabzon, 245-246 (2002).

Winandy, J. E., “Effects of treatment, incising, and drying on mechanical properties of timber”, **Wood and Fiber Science**, 27 (2): 254-255 (1996).

ÖZGEÇMİŞ

Serdar KAÇAMER 1986 yılında Gümüşhane’de doğdu; ilk ve orta öğrenimini Kocaeli’de tamamladı. İzmit Mimar Sinan Lisesi Fen Bilimleri bölümünden mezun oldu. 2004 yılında Karabük Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği Bölümü’nde öğrenimine başlayıp 2008 yılında iyi derece ile mezun oldu. 2008 yılında Karabük Üniversitesi Mobilya ve Dekorasyon Anabilim dalında Yüksek Lisans’a başladı ve Haziran 2010’da öğrenimini tamamladı.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Karabük Üniversitesi
Fen Bilimler Enstitüsü
Balıklarkayası Mevkii / KARABÜK

Tel : (506) 460 2085

E-posta : serdar_kajamer@hotmail.com