

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ÇEŞİTLİ EMPRENYE MADDELERİNİN WENGE ODUNUNUN
BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özlem AYDIN

Artvin-2015

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ÇEŞİTLİ EMPRENYE MADDELERİNİN WENGE ODUNUNUN
BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özlem AYDIN

**Danışman
Doç. Dr. Hüseyin PEKER**

Artvin-2015

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇEŞİTLİ EMPRENYE MADDELERİNİN WENGE ODUNUNUN
BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Özlem AYDIN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 15/05/2015

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 01/06/2015

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hüseyin PEKER

Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr.Selahattin BARDAK

Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr.Hüseyin TAN

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, AÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından .../.../2015 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../2015 tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../2015

Doç. Dr. Turan SÖNMEZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

"Çeşitli Emprenye Maddelerinin Wenge Odununun Bazı Teknolojik Özelliklerine Etkileri " isimli bu çalışmada ithal bir odun türü olan wenge odununun Barit ve bor türleriyle çeşitli konsantrasyonları hazırlanmak suretiyle emprenye edilebilme özelliği araştırılmış ve toplam retensiyon olmak üzere bazı fiziksel-mekanik özelliklerden hareketle özellikle dış mekanlarda kullanım alanlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Özellikle yapılan çalışmalar ışığında ülkemiz kaynaklarından biri olan Barit maddesinin emprenye maddesi olarak kullanımı denenmiş ve bu maddenin odun türü üzerinde etkinliği tespit edilmeye çalışılmıştır.

Konu seçiminden çalışmanın sonuçlandırılmasına kadar bütün aşamalarda yakın ilgi ve desteğini gördüğüm ve bu konu hakkında bana çalışma imkânı sunan Sayın Hocam Doç. Dr. Hüseyin PEKER'e teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek Lisans tezi çalışmaları süresince yardımlarını, fikir ve düşüncelerini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Selahattin BARDAK' a, Yrd. Doç. Dr. Hüseyin TAN'a, ve çalışmalar boyunca çok büyük desteğini gördüğüm tüm laboratuvar arkadaşlarıma ayrı ayrı teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Son olarak, emeklerini hiçbir zaman ödeyemeyeceğim fedakâr anne ve babama minnet duygularımı ifade etmek isterim.

Özlem AYDIN

Artvin – 2015

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	IV
SUMMARY	V
TABLolar DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Literatür Özeti	3
1.2.1. Wenge Odununun Özellikleri	9
1.2.1.1. Makroskopik Özellikleri	9
1.2.1.2. Mikroskopik Özellikleri.....	10
1.2.1.3. Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri	10
1.2.1.4.. Kullanım Alanları	10
2. MATERYAL VE YÖNTEM	12
2.1. Materyal	12
2.1.1. Ağaç Malzeme	12
2.1.2. Kimyasal Maddeler	12
2.1.2.1. Bor Türevleri.....	12
2.1.2.2. Borik Asit	14
2.1.2.3. Boraks	15
2.1.2.4. Barit.....	16
2.1.2.5. Polivinil Asetat (PVAc) Tutkalı.....	18
2.2. Yöntem.....	19
2.2.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması	19
2.2.2. Emprenye Çözeltisi Hazırlama	19
2.2.3. Emprenye İşlemi	20
2.2.4. Retensiyon Miktarları ve Oranları	20

2.2.5.	Fiziksel Özellikler.....	21
2.2.5.1.	Hava Kuruğu Özgöl Ağırlık.....	21
2.2.5.2.	Tam Kuru Özgöl Ağırlık.....	22
2.2.5.3.	Hacimsel Daralma ve Hacimsel Genişleme Özellikleri.....	22
2.2.5.4.	Su Alma Oranı	23
2.2.6.	Mekanik Özellikler	23
2.2.6.1.	Eğilme Direnci	24
2.2.6.2.	Eğilmede Elastiklik Modülü	25
2.2.6.3.	Liflere Paralel Basınç Direnci.....	25
2.2.6.4.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci	26
2.2.6.5.	Yapışma Direnci	27
2.2.7.	Verilerin Değerlendirilmesi	27
3.	BULGULAR VE TARTIŞMA.....	28
3.1.	Emprenye Çözeltisi Özellikleri.....	28
3.2.	Toplam Retensiyon ve % Retensiyon Değeri	28
3.3.	Fiziksel Özelliklere İlişkin Bulgular	31
3.3.1.	Hava Kuruğu ve Tam Kuru Özgöl Ağırlık.....	31
3.3.2.	Hacimsel Daralma, Hacimsel Genişleme ve Su Alma Oranı Değerleri	33
3.4.	Mekanik Özelliklere İlişkin Bulgular	36
3.4.1.	Eğilme Direnci ve Elastiklik Modülü	36
3.4.2.	Liflere Paralel Basınç Direnci.....	38
3.4.3.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci	40
3.4.4.	Yapışma Direnci	42
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	44
	KAYNAKLAR	50
	ÖZGEÇMİŞ.....	56

ÖZET

Bu çalışmada, Wenge (*Millettia burentii*) odunu barit ve borlu bileşiklerden hazırlanan üç farklı (%1,%3,%5) çözelti konsantrasyonuyla ASTM 1413-76 standartına göre emprenye işlemleri gerçekleştirilmiş ve bazı fiziksel-mekanik özelliklerde meydana gelen değişimler araştırılmıştır. Toplam retensiyon, % retensiyon, tam-hava kurusu özgül ağırlık değeri, boyutsal stabilite değerleri, eğilme direnci, eğilmede elastiklik modülü, basınç direnci, yapışma direnci deneyleri TS ve ASTM standartlarına göre gerçekleştirilmiştir.

Deney sonuçlarına göre; en yüksek toplam retensiyon değeri %5 Bx' ta ($62,8 \text{ Kg/m}^3$), en yüksek % retensiyon %5 Barit+Bx'ta (%4,98), en yüksek hava kurusu özgül ağırlık değeri %3 Barit+Ba'te ($0,84 \text{ g/cm}^3$), tam kuru özgül ağırlık değeri %3 Barit (Ba+Bx)'te ($0,82 \text{ g/cm}^3$), en yüksek su alma değeri % 1 Barit'te (%27,72), en yüksek daralma oranı %1 Barit (Ba+Bx)'ta (% 10,24), en yüksek genişleme oranı % 1 Barit+Bx'ta (% 12,49) gerçekleşirken; mekanik özelliklerde en yüksek eğilme direnci değeri %5 Barit (Ba+Bx)'te (186 N/mm^2), eğilmede elastiklik modülü değeri %5 Barit (Ba+Bx)'te (20033 N/mm^2), basınç direnci %1 Barit+Bx'ta ($88,96 \text{ N/mm}^2$), en yüksek dinamik eğilme direnci %5 Bx'ta ($1,26 \text{ Kpm/cm}^2$), yapışma direnci %1 Barit (Ba+Bx)'ta ($31,77 \text{ N/mm}^2$), gerçekleşmiştir.

Anahtar Kelimeler : Wenge odunu,emprenye, barit, borlu bileşikler, retensiyon.

SUMMARY

EFFECTS OF VARIOUS PRESERVATIVES ON SOME PROPERTIES OF TECHNOLOGICAL OF WENGE WOOD

In this study, Wenge wood was impregnated in three different (1%, 3%, 5%) of solution concentration prepared from barite and boron compounds according to ASTM 1413-76 standard and investigated changes that occur in certain physical-mechanical properties. Total retention, retention%, fully-air-dried specific gravity value, dimensional stability, bending strength, modulus of elasticity in bending, compressive strength, bonding strength tests were carried out according to TSE and ASTM standards.

According to the test results; It was found that the highest total value retention is 5% BX ($62,8 \text{ Kg/m}^3$), the highest % retention is 5% Barite+BX'ta (%4,98), the highest air dry specific gravity value is 3% barite + Ba (0.84 g / cm^3), fully dry specific gravity value is 3% Barite (Ba + Bx)(0.82 g / cm^3), the highest intake values is 1% Barite (% 27.7255), the highest shrinkage value is 1% Barite (Ba + Bx) (% 10.2405), the highest expansion rate is 1% barite + Bx (% 12,49). In terms of mechanical properties, it was found that the highest bending strength value is 5% Barite (Ba + Bx) (186 N / mm^2), the highest bending modulus of elasticity is 5% Barite (Ba + Bx)($20\ 033 \text{ N / mm}^2$), the highest compressive strength is 1% Barite + Bx(88.96 N / mm^2), the highest dynamic bending strength is 5% Bx (1.26 Kpm/ cm^2), the highest adhesion resistance is 1% Barite (Ba + Bx) (31.77 N / mm^2).

Keywords: Wenge wood, impregnation, barite, boron compounds, retention.

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Bor Elementinin Fiziksel Özellikleri.....	13
Tablo 2. Boraks'ın Kimyasal Özellikleri.....	16
Tablo 3. Barit Maddesi Üretiminde Önemli Ülkeler	17
Tablo 4. Çözelti Özellikleri.....	28
Tablo 5. Toplam Retensiyon, % Retensiyon ve Duncan Testi Sonuçları.....	29
Tablo 6. Hava Kurusu-Tam Kuru Özgöl Ağırlık Değerleri ve Duncan Testi Sonuçları.....	31
Tablo 7. Su Alma, Çekme, Şişme Oranları (%).....	34
Tablo 8. Eğilme Direnci-Elastiklik Modülü ve Duncan Testi Sonuçları (N/mm ²)..	37
Tablo 9. Basınç Direnci ve Duncan Testi Sonuçları (N/mm ²).....	39
Tablo 10. Dinamik (Şok) Eğilme Direnci ve Duncan Testi Sonuçları (kpm/cm ²)	41
Tablo 11. Yapışma Direnci ve Duncan Testi Sonuçları (N/mm ²).....	42

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Wenge Ağacı ve Odun Tomrukları	10
Şekil 2. Wenge Odununun Kullanım Alanları	11
Şekil 3. Deney Örneklerinin Hazırlandığı Ağaç Malzemeler	12
Şekil 4. Doğada Bulunan Barit Maddesi Çeşitleri	17
Şekil 5. Emprenye Deney Düzeneği	20
Şekil 6. Daralma ve Genişleme Örneklerinin Şekil ve Boyutları	22
Şekil 7. Liflere Dik Eğilme Direnci Deney Düzeneği	24
Şekil 8. Basınç Direnci Deney Düzeneği	26
Şekil 9. Şok Direnci Deney Örneklerinin Şekli ve Boyutları	26
Şekil 10. Yapışma Direnci Deneyi.....	27
Şekil 11. Toplam Retensiyon Değişimi ve Retensiyon Yüzdesi.	30
Şekil 12. Hava Kuru Özgül Ağırlık Değişimi (g/cm^3)	33
Şekil 13. Tam Kuru Özgül Ağırlık Değişimi (g/cm^3).....	33
Şekil 14. Su Alma, Hacimsel Daralma, Hacimsel Genişleme Oranı Değerleri (%) ..	36
Şekil 15. Eğilme Direnci ve Elastiklik Modülü Değerleri (N/mm^2)	38
Şekil 16. Basınç Direnci Değişimi (N/mm^2).....	40
Şekil 17. Dinamik Eğilme Direnci Değişimi (kpm/cm^2)	42
Şekil 18. Yapışma Direnci Değişimi (N/mm^2)	43

KISALTMALAR DİZİNİ

ACQ	Amonyaklı Bakır Quat
AFB	Amonyum Tetrafluoroborat
APB	Amonyum Pentaborat Oktahidrat
A	Yapışma Yüzey Alanı
A _o	Örneğin Tam Kuru Ağırlığı (g)
A _s	Suda Bekletilen Örneğin Ağırlığı (g)
Ba	Borik Asit
Bx	Boraks
BaO	Baryum Oksit
BaSO ₄	Baryum Sülfat
BVA	Basit Varyans Analizi
B ₂ O ₃	Bor Oksit
C	Çözelti Konsantrasyonu (%)
CCA	Bakır/Krom/Arsenik
CaCl ₂	Kalsiyum Klorür
CaO ₃	Kalsiyum Oksit
CaSO ₄	Kalsiyum Sülfat
°C	Santigrat Derece
cm	Santimetre
cm ²	Santimetre Kare
dk	Dakika
DIN	Deutsch Institut Norm
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
DS	Destile Su
D ₁₂	Hava Kuru Yoğunluk (g/cm ³)
D ₀	Tam Kuru Yoğunluk (g/cm ³)
E	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
EN	Avrupa Normu
EÖ	Emprenye Öncesi
ES	Emprenye Sonrası
FF	Fenol-Formaldehit
F _{max}	Kopma Anındaki Maksimum Kuvvet

f	Eğilme Miktarı (mm)
G	Ağırlık
gr	Gram
h	Örnek Yüksekliği
H ₃ BO ₃	Borik Asit
HG	Homojen Gruplar
H ₂ O	Su
H ₂ SO ₄	Sülfirik Asit
ISO	İzosiyanat
K	Konsantrasyon
kcal	Kilokalori
Kg	Kilogram
kj	Kilojoule
kp	Kilopascal
kpm	Kilomegapascal
L _s	Dayanak Noktaları Arasındaki Açıklık (mm)
MDF	Orta Yoğunlukta Lif Levha
MMA	Metilmetakrilat
MF	Melamin-Formaldehit
MUF	Melamin-Üre-Formaldehit
m ²	Metrekare
mm	Milimetre
mm ²	Milimetre Kare
m ³	Metre Küp
ml	Mililitre
N	Newton
Na ₂ B ₄ O ₇	Sodyum Tetra Borat
Ort	Ortalama
P _{max}	Kırılma Anındaki Kuvvet (N)
ΔP	Elastik Bölgedeki Kuvvet (N)
PEG	Polietilen Glikol
PUR	Poliüretan
Pu-Ma	Poliüretan Marine

Pu-Mon	Poliüretanmontaj
PVAc	Polivinilasetat
R	Retensiyon Miktarı (Kg/m ³)
R (%)	Retensiyon (tutunma) Oranı
SA	Su Alma (Absorpsiyon) Oranı
SFB	Sodyum Tetrafluoroborat
SİM	Su İtici Madde
SO ₃	Kükürt Trioksit
St	Stiren
TS	Türk Standardı
T ₁	Emprenye Öncesi Deney Örneğinin Ağırlığı
T ₂	Emprenye Sonrası Deney Örneğinin Ağırlığı
ÜF	Üre Formaldehit
V	Örnek Hacmi (%)
W ₁₂	Hava Kuru Ağırlık (g)
V ₁₂	Hava Kuru Hacim (cm ³)
W	İş Miktarı (kpm)
W ₀	Tam Kuru Ağırlık (g)
V ₀	Tam Kuru Hacim (cm ³)
VTKA	Vinyl Tree Ketonol Acetate
α _l	Boyuna Yöndeki Genişleme Yüzdesi
α _r	Radyal Yöndeki Genişleme Yüzdesi
α _t	Teğet Yöndeki Genişleme Yüzdesi
α _v	Hacim Genişleme Yüzdesi
β _l	Boyuna Yöndeki Daralma Yüzdesi
β _r	Radyal Yöndeki Daralma Yüzdesi
β _t	Teğet Yöndeki Daralma Yüzdesi
β _v	Hacimsel Daralma Yüzdesi
δ _b	Basınç Direnci (N/mm ²)
δ _e	Eğilme Direnci (N/mm ²)
δ _y	Yapışma Direnci (N/mm ²)

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ağaç işleri endüstrisinin temel hammaddesi olan ağaç malzeme günümüzde azalan doğal kaynaklar arasında yer almaktadır. Ancak uygun kullanımı ve korunması halinde artan odun hammaddesi ihtiyacını karşılayabilir düzeydedir. Odun hammaddesi gerek masif gerekse çeşitli levha ve kompozit ürünlere dönüştürülerek çok çeşitli alanlarda kullanılmakta, farklı kesitlerdeki tekstürü dekorasyonda diğer malzemelere göre daha ön plana çıkmasını sağlamaktadır. Ağaç malzemenin higroskopik madde olması nedeniyle, kullanım yerindeki havanın sıcaklık ve bağıl nemine uygun bir denge rutubetine ulaşmak için çevresindeki hava ile rutubet alış verişinde bulunmakta, bu alış veriş lif doygunluk noktası altında meydana geldiği takdirde boyutları ve hacmini değiştirmekte, yanabilmekte, biyotik ve abiyotik etkenlerle tahrip edilebilmektedir (Örs ve Keskin, 2008).

Ahşabın olumsuz şartlara karşı dayanıklılığını arttırabilmek ve hammadde kaynaklarının tükenmesini önlemek için emprenye işlemi; dünyanın geleceği düşünüldüğünde ekolojik ve ekonomik açıdan en uygun alternatiflerden biri olarak görülmektedir (Can, 2011).

Emprenye işlemi ağaç malzemenin bünyesinde oluşan çürüme, yanma ve boyutsal çalışmasını önlemek amacıyla belli standart ve normlara göre özel tesislerde değişik kimyasal maddelerin ağaç malzemeye nüfuz ettirilmesidir. Emprenye işlemi sonucunda ağaç malzemenin ömrü 7-8 kat daha artmaktadır (Batan, 2009).

Emprenyeli ağaç malzemelerin; mantar ve böceklere karşı dayanıklı olması, kurulum işlemlerinin kolay olması, yerinde bakım ve onarım masraflarının diğer alternatif ürünlere oranla daha düşük olması, ekonomik olması gibi nedenlerden dolayı ağaç malzemeler çeşitli odun koruyucu kimyasal maddelerle emprenye edilmektedir (Dizman, 2004).

Kimyasal faktörlerin meydana getirmiş olduğu tahribat, korozyon, renk değişimi ve bozulma gibi olumsuz etkiler karşısında odunun dirençli olamadığı bilinmektedir. Bundan dolayıdır ki ağaç malzemeyi kullanılacağı yerde en uzun dayanma süresini sağlamak ve en ekonomik bir biçimde kullanılmasını sağlayabilmek için emprenye edilme zorunluluğu bulunmaktadır. Günümüzde kimyasal önlemlerle yani, zararlı organizmalar için zehirli etki yapan emprenye maddeleri kullanılarak, ağaç malzemenin hizmet ömrü uzatılmaktadır (Bozkurt ve ark., 2000).

Kullanım yerinde, emprenye maddelerinin biyotik ve abiyotik faktörlere karşı kendilerinden beklenen performans özelliklerini sağlayabilmeleri, söz konusu emprenye maddelerinin ağaç malzeme içerisinde belli tutunma oranlarının sağlanması ile mümkün görülmektedir. Emprenye maddelerinin odun içinde tutunmaları, odunun mikroskobik özellikleri yanında, kullanılan emprenye maddesi, çözücü tipi ve kullanılan emprenye yöntemine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir (Baysal ve ark., 2004).

Emprenye işleminin amacı; ağaç malzemeyi çeşitli kullanım yerlerinde biyotik ve abiyotik zararlılara karşı en ekonomik yoldan uygun emprenye maddeleri ve yöntemleriyle koruyarak en uzun kullanım ömrünü sağlamaktır. Bazı emprenye maddeleri iç ve dış ortam şartlarında kullanım imkanına sahiptir. Maden ocakları, demiryolu traversleri, direkler, çeşitli alet, araç ve gereçlerde kullanılmaktadır (Özpak, 2006).

Genel olarak kullanılan emprenye maddeleri yağlı karakterdeki emprenye maddeleri, organik çözücülü emprenye maddeleri ve suda çözünen emprenye maddeleri olmak üzere 3'e ayrılır. Odunun korunmasında çoğunlukla suda çözünen emprenye maddeleri tercih edilmekte olup tel direği, piknik masası, otoyol korkulukları, çatı malzemeleri, ambalaj kapları, balkon ve teraslarda kullanılan ağaç malzemeler, park bahçe düzenlemeleri peyzaj kerestesi gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Aytaşkın, 2009).

Yağlı karakterdeki emprenye maddelerinden en yaygını ise kreozot olup çoğunlukla demiryolu traverslerinin emprenyesinde kullanılmaktadır. Yağlı emprenye maddelerini, dış duvar kaplaması, çit gibi ince ahşap malzemede yüzeysel yöntemlerle de uygulamak mümkündür. Organik esaslı emprenye maddeleri ise dış

kapıların, prefabrik yapı elemanlarının ve pencere doğramalarının emprenyesinde yaygın olarak tercih edilmektedir (Temiz, 2004).

Ağaç malzeme, fiziksel ve mekanik özelliklerinin yüksek, işlenmesinin kolay olması, maliyet bakımından ekonomik ve ısı iletkenliğinin düşük olması gibi nedenlerden dolayı bina konstrüksiyonlarında tercih edilen bir yapı malzemesidir. Ancak ağaç malzemenin biyotik ve abiyotik faktörlere karşı korunması gerekmektedir. Borlu bileşikler bina konstrüksiyonlarında kullanılan birçok ağaç malzeme için en uygun koruyucu kimyasal maddelerdendir. Bu bileşikler, gerek binalarda kullanılan kompozit malzemelerin emprenyesinde ve gerekse ana taşıyıcı kolon ve dikmelerin korunmasında önemli olup, uzun yıllar koruma temin edebilmektedir. Bunun yanında, özellikle termit tehlikesinin yüksek olduğu ülkelerde toprağın veya zemin malzemesinin emprenye edilmesinde de katkı malzemesi olarak etkin şekilde kullanılmaktadır (Kartal ve Imamura, 2004).

Borlu bileşikler, biyolojik zararlılara karşı yüksek etkinlikleri, suyla çözünerek kolayca uygulanabilmeleri, oduna difüzyon yetenekleri, ucuz ve temini kolay olması, memelilere karşı ihmal edilebilecek derecede düşük zehirlilik etkileri ve yanmaya karşı ahşabın direncini önemli ölçüde arttırmaları nedeniyle güncellik kazanmıştır (Şimşek ve ark., 2009).

Çalışmada özellikle mobilya endüstrisinde çok değerli olan wenge odununun ithal olmasına karşın iç ortam mobilya endüstrisinde kullanımının yanında dış ortam mobilya endüstrisinde de (park, bahçe, kent mobilyaları vb) kullanılabilme alanının belirlenmesi, aynı zamanda ülkemiz kaynaklarından biri olan barit maddesinin ilk defa bu odun türünde emprenye edilebilme özelliğinin belirlenmesi ve bor bileşikleriyle de ilişkiye getirilmek suretiyle de kullanım özelliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

1.2. Literatür Özeti

Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.), doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) odunlarını sanayi atığı bor yağı ile emprenye ederek, retensiyon miktarı ve yoğunluklarını belirlemeye çalışmışlar; en yüksek retensiyon miktarı ve oranını basınç yöntemiyle emprenye ettikleri sarıçam odunu

örneklerinde, en yüksek yoğunlukları ise basınç yöntemiyle emprenye etmiş oldukları kayın odunu örneklerinde elde etmişlerdir (Özçiftçi ve ark., 2009).

Sarıçam ve doğu kayını odunlarını amonyum tetrafluoroborat (AFB), sodyum tetrafluoroborat (SFB) ve amonyum pentaborat oktahidrat (APB) borlu bileşikler ile emprenye etmişler; emprenye işleminden sonra örneklerin tam kuru yoğunluk değerini tespit etmişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, borlu bileşiklerle emprenye edilen deney örneklerinin tam kuru yoğunluk değerleri emprenyesiz kontrol örneğine göre daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir (Yılmaz ve ark., 2009).

Doğu kayını ve Uludağ göknarı odunlarını Imersol Aqua, Tanalith-E ile emprenye etmiştir. Emprenye etmiş olduğu deney örneklerinin retensiyon oranını ve hava kuru haldeki yoğunluklarını belirlemeye çalışmıştır. Deney sonuçlarına göre, en yüksek retensiyon oranını (%1,53) Imersol Aqua ile emprenye etmiş olduğu göknar odununda, en yüksek hava kuru yoğunluk değerini Imersol Aqua ile emprenye ettiği kayın odununda ($0,672 \text{ g/cm}^3$) elde etmiştir (Kaçamer, 2010).

Çam, kayın ve sapelli ağaçlarından elde etmiş olduğu deney örneklerini boraks, borik asit, tanalith-e ve imersol aqua ile emprenye işlemlerine maruz bıraktıktan sonra; örneklerin tam kuru yoğunlukları, hava kuru yoğunlukları, emprenye retensiyon oranlarını belirlemiştir. Sonuç olarak; en yüksek tam kuru yoğunluk değerini ($0,66 \text{ g/cm}^3$), hava kuru yoğunluk değerini ($0,72 \text{ g/cm}^3$) ile kayın ağacında, en yüksek emprenye retensiyon oranını (6,83) borik asit ile emprenye etmiş olduğu sapelli ağaç malzemedede tespit etmiştir (Esen, 2009).

Cennet ağacı odununu çeşitli borlu bileşikler ve monomer su itici maddeler (SİM)'le muamele ederek yoğunluk ve su alma gibi bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Çalışmada borlu bileşiklerden, borik asit, boraks ve borik asit+boraks karışımı; monomer su itici maddelerden metilmetakrilat (MMA), Stiren (St), stiren + metilmetakrilat ve izosiyanat (ISO) kullanmıştır. Deney sonuçlarına göre; en yüksek özgül ağırlık değerini ISO ile muamele etmiş olduğu deney örneklerinde elde etmiştir (0.80 gr/cm^3). Çalışmada kullanılan monomer maddeler, örneklerin su alma oranında önemli derecede azalma sağlarken; borlu bileşikler üzerine uygulanan monomer muamelesi de benzer etkiyi göstermiştir (Baysal, 2004).

Sarıçam (*Pinus slyvestris* L.), batı karadeniz göknarı (*Abies bormülleriana* M.), kızılağaç (*Alnus glutinosa*) ve titrek kavak (*Populus tremula* L.) odun örneklerini metil metakrilat (MMA) ile muamele ederek odun örneklerine ait özgül kütle, su alma oranı, ve boyuna yönde hacimsel daralma–genişleme değerlerini incelemiştir. Özgül kütle en yüksek sarıçam ve kızılağaç'ta tespit etmiştir. Su alma oranı ise göknar ve kavak'ta yüksek bulunurken, uzun süreli uygulamalar daha etkin olmuştur. Boyuna yönde hacimsel daralma-genişleme en yüksek kızılağaç'ta belirlenmiştir (Kılıç ve ark., 2002).

Doğu ladini (*Picea orientalis* L.) deney örneklerini fenol formaldehit ve melamin üre formaldehit tutkallarıyla beraber işleme tabi tutarak 5 ve 7 tabakalı kontrplak levhaları hazırlamıştır. Deney sonuçlarına göre; eğilme direnci en yüksek fenol formaldehit tutkalı ile işlem görmüş 5 tabakalı ladin odununda gerçekleşirken; elastikiyet modülünde ise en yüksek değer 7 tabakalı kontrplak levhalarında fenol formaldehit tutkalı ile işlem görmüş ladin odununda gerçekleşmiştir (Tan, 2014).

Bağ budama artıklarını yongalamış, hazırlanan yongaları borlu bileşiklerin %1 ve %4' lük çözeltileriyle emprenye etmiştir; üre formaldehit tutkalı ile basınçlı pres altında üç tabakalı yonga levha (56x56x2 cm) haline getirmiştir. Elde edilen yonga levhaların mekaniksel (eğilme direnci, elastikiyet modülü) özelliklerini belirlemiştir. Elde edilen test sonuçlarına göre; borlu bileşiklerle emprenye işlemi ve genel olarak çözeltili konsantrasyonun artması deney örneklerinin eğilme direncinde, eğilmede elastikiyet modülünde azalmalara neden olmuştur (Çakır, 2012).

Sarıçam odununun mekanik özellikleri üzerine, bazı emprenye maddelerinin etkisini araştırmıştır. %2.8'lik Wolmanit CX-8 ve %2'lik Tanalith E-3491 ile emprenye etmiş olduğu örneklerde kontrol örneklerine göre elastikiyet modülünün arttığını fakat diğer kimyasallarla emprenye etmiş olduğu örneklerde değişmediğini ya da azaldığını tespit etmiştir. % 2.8'lik Wolmanith CX-8 ve % 7'lik ACQ-1900 ile emprenye ettiği örneklerin eğilme dirençlerinin arttığını, diğer kimyasallarla emprenye etmiş olduğu örneklerin eğilme dirençlerinin ise değişmediğini, ya da azaldığını tespit etmiştir (Yıldız, 2003).

Doğu Kayını (*Fagus Orientalis* L.) odununu %2,5' luk boraks ve borik asit çözeltisi ile emprenye ettikten sonra deney örneklerinin eğilmede elastikiyet modülünü,

eğilme direncindeki değişimlerini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda, eğilme direnci değerlerinin düştüğünü ve boraksla empenye edilmiş deney örneklerinin eğilme direncindeki düşüşün daha fazla olduğunu belirlemiştir. Empenye edilmemiş deney örneklerinin elastikiyet modülü değerlerinin empenyelilerden daha düşük olduğunu tespit etmiştir (Çıtak, 2012).

Kızılçam, karaçam ve kavak odunu örneklerini jeotermal sahasında bulunan HB₁, HB₂, HB₃ kaynakları ile empenye etmiştir. Empenye etmiş olduğu deney örneklerinin eğilme direnci, eğilmede elastikiyet ve liflere paralel basınç direnci testlerini yapmıştır. Sonuç olarak eğilme direncini azaltması bakımından en olumsuz etkiyi yapan kaynak HB₁, eğilmede elastikiyeti azaltması bakımından en olumsuz etkiyi yapan kaynak HB₂, liflere paralel basınç direncini azaltması bakımından en olumsuz etkiyi yapan HB₂ kaynağı olmuştur (Karademir, 2012).

Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.), kara ceviz (*Junglans nigra* Lipsky), kara kavak (*Populus nigra* Lipsky), dişbudak (*Fraxinus exelsior* Lipsky) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) odunlarından hazırladığı deney örneklerini Tanalith-E ile empenye etmiştir. Empenye etmiş olduğu deney örneklerini; eğilme direnci TS 2474, eğilmede elastiklik modülü TS 2478 ve basınç direnci TS 2595 standardı esaslarına göre test etmiştir. Sonuç olarak, bu maddeyle empenye ettiği ağaç malzemelerin basınç direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü değerlerini en yüksek doğu kayını ve dişbudak'ta, en düşük değerleri ise kara kavak odununda elde etmiştir (Dağlıoğlu, 2010).

Kızılçam (*Pinus Brutia* Ten.) ve Doğu kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky.) örneklerini boraks (BX), borik asit (BA) ve sodyum perborat ile empenye etmiştir. Deney sonuçlarına göre; çözelti konsantrasyon miktarı arttıkça her iki ağaç türünde de, eğilme direnci, elastiklik modülü ve basınç dirençlerinde ortalama %20-%40 oranında azalma tespit etmiştir (Toker, 2007).

Kayın kaplama levhalarını boraks ve borik asit ile empenye etmiş, üre formaldehit tutkalı ile yapıştırarak lamine etmiştir. Lamine edilmiş ağaç malzemelerin liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü özelliklerindeki değişmelerini incelemiştir. Sonuç olarak kaplamaların empenye edilmiş olması deneme levhalarının mekanik özelliklerini olumlu etkilemiştir (Çolakoğlu, 2003).

Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), kızılçam (*Pinus brutia Ten*), sedir (*Cedrus Libani*) örneklerini Tanalith-E ile emprenye etmiştir. Hazırlanan örneklere liflere paralel basınç direnci deneyini uygulamıştır. Sonuç olarak en yüksek basınç direncini; malzeme türü bakımından kızılçamda (5350,5 N), tutkal çeşidi bakımından VTKA tutkalında (5003 N), işlem çeşidi bakımından işlem görmüş örneklerde vakumlu emprenyeden önce tutkallamada (4918,333 N), malzeme-tutkal-işlem çeşidi üçlü etkileşiminde kızılçam– VTKA tutkalı – emprenyeden önce tutkallanmış örneklerde (5745 N) elde etmiştir (Çoban, 2011).

Kavak (*Populus nigra*), kestane (*Castanea sativa*) ve ıhlamur (*Tilia gümüşi*) odunlarını boraks, borik asit, boraks + borik asit, sodyum silikat, di amonyum fosfat, amonyum sülfat, çinko klorür maddeleri ile emprenye ederek; deney örneklerini basınç direnci, eğilme direnci ve elastikiyet modülü testlerine tabi tutmuştur. Emprenye maddelerinin mekanik özellikleri etkilediğini, eğilme direnci ve elastikiyet modülünü azalttığını, basınç direncinin ise ağaç türlerine göre farklılık gösterdiğini belirlemiştir (Aytaşkın, 2009).

Sarıçam odununu amonyaklı bakır quat (ACQ) ile emprenye ederek, mekanik özelliklerden; eğilme direnci, liflere paralel basınç direncini araştırmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; ACQ kimyasalı kullanılarak yapılan emprenye işleminde, odunun mekanik özelliklerinde meydana gelen değişimler istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur (Bal, 2006).

Sarıçam (*Pinus sylvestris L*) ve Rus çamı (*Pinus sibirica*) odunları Klebit 303 tutkalı kullanılarak yapıştırılmıştır. Gerçek boyutlarda hazırlanan dört katmanlı numunelere DIN 52185 esaslarına göre basınç direnci deneyi, altı katmanlı numunelere DIN 52186 esaslarına göre eğilme direnci deneyi uygulanmıştır. Denemeler sonunda, en yüksek eğilme ve basınç direnci sarıçamda elde edilmiştir (Altınok ve ark., 2002).

Doğu ladini (*Picea orientalis L.*) ve doğu kayını (*Fagus orientalis L.*) odun örneklerini silikon bazlı Dow Corning (R) 1-6184, Dow Corning (R) Z-6341 Silan, Dow Corning (R) 2-9034 EU Emülsiyon, Dow Corning (R) IE 6683 ve Dow Corning (R) Z70 maddeleri ile emprenye etmiştir, emprenye sonrasında şok direncinde meydana gelen değişimleri araştırmıştır. Sonuç olarak emprenye edilen örneklerin şok direncinde azalmalar olduğunu gözlemlemiştir (Kılıç, 2012).

Kızılağaç odunlarını CCA(Bakır/Krom/Arsenik) ile emprenye etmişlerdir; dinamik eğilme direncini TS 2474 standartında öngörülen şekilde belirlemişlerdir. Elde edilen bulgulara göre sıcaklık ve konsantrasyon artışı ile dinamik eğilme dirençlerinde genel bir artış söz konusu olmaktadır (Gezer ve ark., 2004).

Maun (*Swietenia sp.*) ve limba (*Terminalia superba*) odunlarını poliüretanmontaj (Pu-Mon), poliüretan marine (Pu-Ma) ve polivinil asetat (PVAc-MA35) tutkalları ile yapıştırmışlar, TS EN 205 esaslarına göre yapışma direncini belirlemişlerdir. Deney sonuçlarına göre, en yüksek yapışma direncini Pu-Ma (14.35 N/mm^2) ve PVAc-MA35 (13.74 N/mm^2) ile yapıştırılmış maun örneklerinde, en düşük yapışma direncini ise Pu-Mon (4.48 N/mm^2) ile yapıştırılmış limba örneklerinde tespit etmişlerdir (Bayraktar ve ark., 2014).

Meşe (*Quercus petraea L.*) ağaç malzemenen elde ettikleri deney örneklerini poliüretan (PUR), fenol-formaldehit (FF), melamin-üre-formaldehit (MUF) ve melamin-formaldehit (MF) tutkallarını kullanarak yapışma direncini belirlemişlerdir. En yüksek yapışma direncini melamin formaldehit tutkalı ile yapıştırılan meşe ağaç malzemedede belirlemişlerdir. En düşük yapışma direncini ise meşe ağaç malzemenin poliüretan tutkalı ile yapıştırılan örneklerinden elde etmişlerdir (Esen ve ark., 2012).

Kestane odunundan hazırlamış olduğu deney örneklerini polivinilasetat (PVAc), üre-formaldehit (UF), Poliüretan(PU), tutkalları ve PVAc + %5 Boraks, UF+ %5 Boraks karışımlarıyla elde ettiği tutkallarla yapıştırmıştır. Hazırlamış olduğu örneklerle yapışma direnci deneyini uygulamıştır. Sonuç olarak; en yüksek yapışma direncini Üre-formaldehit tutkalı ile yapıştırmış olduğu örneklerde 8.59 N/mm^2 , en düşük yapışma direncini ise % 5 oranında modifiye ettiği poliüretan tutkalı ile yapıştırmış olduğu örneklerde 2.50 N/mm^2 olarak elde etmiştir (Özalp, 2009).

Karaçam ve karaağaç odunlarını di amonyum fosfat ve Tanalith-C 3310 ile emprenye ettikten sonra, fenol formaldehit ve melamin formaldehit tutkallarıyla yapıştırarak, yapışma dirençlerini araştırmıştır. Yapılan çalışma sonucunda en yüksek yapışma direncini 11.09 N/mm^2 ile melamin formaldehit ile yapıştırılmış karaağaç kontrol örneklerinde elde etmiş ve emprenye edilen örneklerin hepsinde yapışma direncinin düştüğünü belirlemiştir (Özçiftçi, 2006).

Sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*) ve Doğu kayını (*Fagus Orientalis L.*) ile MDF, suntalam ve yonga levhadan hazırlanan deney örneklerini PVAc, Desmodur-VTKA, Kleiberit 569 tutkalları ile yapıştırılmıştır. Hazırlanmış olduğu deney örneklerinin yapışma direncini belirlemeye çalışmıştır. Sonuç olarak; en yüksek yapışma performansını, ağaç malzeme çeşidi bakımından kayın odununda (13,51 N/mm²), levha türü bakımından MDF (3,29 N/mm²), tutkal çeşidi bakımından Kleiberit 569 tutkalında (7,13 N/mm²) ve malzeme türü + tutkal çeşid bakımından Kleiberit 569 tutkalı ile yapıştırılmış kayın odununda (14,34 N/mm²) tespit etmiştir (Yılmaz,2006).

Kayın (*Fagus orientalis Lipsky*), Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*),Ihlamur (*Tilia perfifolia Ehrh.*) ve Kestane (*Castanea sativa Mill.*) ağaçlarını boraks, borik asit ve boraks-borik asit karışımı ile empenye etmişler ve örnekleri üre formaldehit, fenol formaldehit ve PVAc tutkalı ile yapıştırmışlardır. En iyi sonuç ihlamur kontrol örneklerinin üre formaldehit tutkalı ile yapıştırılmasında, empenye edilmiş ahşap elemanlarda ise en iyi yapışma direncini borik asit ile empenye edilmiş ve üre formaldehit tutkalı ile yapıştırılan sarıçam örnekleri vermiştir (Uysal ve ark.,2005).

1.2.1. Wenge Odununun Özellikleri

1.2.1.1. Makroskopik Özellikleri

Yetiştigi yörelerde küçük ve orta büyüklükte bir ağaç olup, en fazla 60-100 cm çapa, 20 metre boya ulaşmaktadır. Silindirik, fakat nadiren düzgün olan gövdesi çok dallı olup, kullanılabilir gövde uzunluğu 8-12 metre arasındadır. Diri odunu 3-6 cm genişliğindedir. Özodunun genel görünüşü koyu kahverengidir.

Yakından incelendiğinde odunun, düz biçilmiş kereste ve soyulmuş kaplama levhalardan ayırteci dekoratif görünüş oluşturan, koyu renkli ardışık tabakalar içerdiği görülür. Odunu sert ve ağırdır. Oldukça kaba tekstürlü ve genellikle düz liflidir (Göker, 1987).



Şekil 1. Wenge Ağacı ve Odun Tomrukları (URL-1)

1.2.1.2. Mikroskopik Özellikleri

Az sayıda, çok kaba, oval traheler enine kesitte çıplak gözle görülebilir. Genellikle tek tek ve dağınık düzenlidir. İçinde koyu ve açık renkli depo maddeleri içerir. Boyuna paranzim depo hücreleri yüzeyin % 50'sini kapsar ve çok geniş sürekli açık renkli şeritler oluşturur. Özışınları çok dar olduğundan; zor tanınır. Kat kat yapısı vardır. Bu katlı yapı teğet kesitte ince enine desenler oluşturur. Ayrıca düzgün lifli odunu kaba ve de iki renkli strüktür gösterir. Çok hafif ama çok sert bir malzemedir.

1.2.1.3. Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri

Makinelerle oldukça iyi işlenebilen, kesilebilen bir ağaç türüdür. Yapıştırılması güç ama iyi cilalanabilir. Tutkalanması oldukça zordur, zımparalanması güzeldir.

Fiziksel Özellikleri: Tam kuru özgül ağırlığı: $0,75 \text{ gr/cm}^3$, Hava kurusu özgül ağırlığı: $0,80 \text{ gr/cm}^3$, Radyal yönde daralma: % 4,5-5,8, Teğet yönde daralma: % 8,6-9,5, Hacim daralması: % 13,3-14,3, Taze haldeki ağırlığı: 1200 kg/m^3

Mekaniksel Özellikleri: Basınç direnci: $700-850 \text{ kp/cm}^2$, Eğilme direnci: $1250-1800 \text{ kp/cm}^2$, Elastikiyet modülü: $168000-180000 \text{ kp/cm}^2$, Şok direnci: $0,86-1,50 \text{ kpm/cm}^2$ wenge kuvvetli, çok elastik ve şok'a karşı yüksek dirençli olması ile ün yapmıştır.

1.2.1.4. Kullanım Alanları

Odunu kaplama ve masif olarak mobilya ve iç dekorasyonda tercih edilir. Ayrıca dolap yapımı, merdiven, parke, gemi ve vagonlarda duvar paneli olarak, fırça sapı, dekoratif eşyaların ve kayak yapımında kullanılmaktadır.

Gitar, bağlama teknesinin ve klavyesinin yapımında kullanılır. Bıçak sapı dışında üst yüzey kaplamalarında, parke, mobilya, lambri, oymacılık, tornacılık ve özellikle tesbih yapımında kullanılır.

Ağırlığından dolayı, kontrplak üretimi için uygun değildir. Afrika topraklarında mistik güçleri olduğuna inanılan bu ağaç, yüzyıllar boyunca Afrika yerlileri tarafından, kutsal saydıkları törenlerde kullandıkları maske ve heykellerin yapımında kullanmışlardır (URL-2).



Şekil 2. Wenge Odununun Kullanım Alanları (URL-3)

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Ağaç Malzeme

Çalışma kapsamında yurtdışından ithal edilmiş Wenge tomrukları kullanılmış ve bunlar latalar halinde kesilmiştir. Bunlar, radyal yönde kesilerek diri odun örnekleri (3x3x1.5cm) hazırlanmıştır (Mutlu, 2013).



Şekil 3. Deney Örneklerinin Hazırlandığı Ağaç Malzemeler (URL-4)

2.1.2. Kimyasal Maddeler

Araştırmada emprenye maddesi olarak barit, borik asit, boraks ve konsantrasyonları; yapıştırıcı madde olarak polivinil asetat tutkalı kullanılmıştır. Bu kimyasal maddelerin genel özellikleri şunlardır:

2.1.2.1. Bor Türevleri

Bor, ametal (metal olmayan) sınıfında B harfi ile gösterilen bir kimyasal elementtir. Aslında metal ile ametal arasındaki bir sınırdadır. Bor ilk defa 1808 yılında Gay-Lussac, Louis Jacques Thenard ve Sir Davy tarafından bor oksidin potasyum ile ısıtılmasıyla elde edilmiştir. Daha saf bor, ancak bromit veya klorit formlarının tantalum flamenti vasıtasıyla hidrojen ile reaksiyona sokulmasıyla elde edilmektedir. Bor ismi borun tuzu olan boraks'dan türetilmiştir. Bor mineralleri, içeriğinde değişik oranlarda bor oksit (B_2O_3) içeren mineraller olup, dünyada bor

elementi kapsayan yüzlerce mineral bulunmasına rağmen ticari öneme sahip olanları çok azdır (Demir, 2006).

Bor elementinin kimyasal özellikleri morfolojisine ve tane büyüklüğüne bağlıdır. Çok küçük boyutlardaki amorf bor kolaylıkla ve bazen şiddetli olarak reaksiyona girmesine rağmen bor kristali kolay reaksiyona girmez. Bor elementi yüksek sıcaklıkta sülfürik asitle reaksiyona girerek borik asit oluşturur (Arslan, 2007). Bor elementinin fiziksel özellikleri kısaca Tablo 1.'de verilmektedir.

Tablo 1. Bor Elementinin Fiziksel Özellikleri (Demir, 2006).

Özellik	Değeri
Atom Ağırlığı :	10.811 ± 0.005 g / mol
Kaynama Noktası :	2500°C
Yoğunluğu :	2.34g / cm ³
Oksidasyon Sayısı :	3
Elektronegatifliği :	2.0
İyonlaşma Enerjisi :	191 kcal / g atom
Sertliği :	9.3 Mohs
Kristal Yapısı :	Hexagonal

Ayrıca bor, 2.34 gr/cm³ özgül ağırlıklı ve 2300 °C de eriyen bir elementtir. Doğada saf halde bulunmaz, ancak oksijenle birleşerek bor tuzları (boratlar) silikatlar halinde bulunur (Toker, 2007). Borik asit, Boraks, Sodyum perborat, Magnezyum borat, Amonyum borat, Di amonyum oktaborat, Trietil borat, Amonyum pentaborat, Çinkoborat, Amonyum fluoborat, Di sodyum oktaborat, Bakır metaborat. Borlu bileşiklerin odun koruma endüstrisinde tercih edilmelerinin nedenleri şöyle özetlenebilir (Hafizoğlu ve ark., 1994).

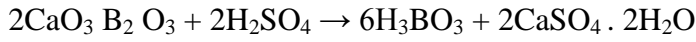
1. Yangın gibi, ağaç malzemenin yüksek sıcaklıkla karşı karşıya kaldığı durumlarda, dış tabakalardaki suyu süratle dışarı vererek hızla kömürleşirmesi, böylece kömürleşen dış tabakadan içeriye ısının iletilmesini önleyerek yavaş yanmayı temin etmesi ve yangında acil müdahaleye zaman kazandırarak can ve mal kaybının azaltılması,
2. Mantar ve böceklerle karşı yüksek koruyuculuk etkisi,
3. Özellikle taze haldeki keresteye süratle ve derinlemesine nüfuzu ve böylece emprenyede pahalı tekniklere ihtiyaç duyulmaması,
4. Ülkemizde, ucuza bolca bulunabilme imkanı,

5. Arsenikli, florlu veya çevreye yayılma imkânı bulunan asidik ve bazik zehirli bileşikleri içermemesi nedeniyle çevre dostu olması,
6. Suda veya yüksek rutubetli ortamlarda çözünübilirliği nedeniyle daha önceden koruyucu işlem görmüş veya görmemiş ahşap konstrüksiyonlarda tuz çubukları şeklinde ahşap üzerinde açılan deliklere yerleştirilmesi ve buralarda su veya rutubet etkisi ile çözünerek malzemeye yayılması yoluyla tahribata engel olması vb.

Bor madeninin 1 tonu 1 000 dolar kadardır (URL-5). Türkiye’de bilinen bor yatakları özellikle Kırka/Eskişehir, Bigadiç/Balıkesir, Kestel/Bursa ve Emet/Kütahya’da bulunmaktadır (DPT, 2000).

2.1.2.2. Borik Asit

Borik asit, kolemanit cevherinden elde edilmektedir. Kolemanit, kalsinasyon fırınına verilmeden önce çeneli ve çekiçli kırıcılarla kırılarak ufalanır. Kalsinasyon fırınında billur suyun bir kısmı depolanır ve pnömatik konveyörle işletmeye sevk edilir. Reaktörler içinde kolemanit, ana çözücü ve sülfürik asitle muamele edilir.



reaksiyon denklemine göre çözelti içinde meydana gelen borik asit içerdiği gibis çamurundan tasfiye edilmek üzere filtre edilir ve berrak çözelti kristalizatörlere sevk edilir. Kristalleşen borik asit çözeltisinden santrifüj edilerek ayrılırken, çözelti yeniden reaksiyona sokulmak üzere depolanır (Hafizoğlu ve ark., 1994).

B₂O₃.3H₂O kimyasal formülüne sahip borik asit düşük sıcaklıklarda eriyebilen ve bileşimdeki diğer oksitleri etkileyerek eritebilen bir oksittir. Tek başına suda ve asitlerde kolay çözünür. (Ağaoğlu, 2006).

Borik asit doğada mineral halinde bulunabilir. Fakat daha çok çözeltilerde bulunur. Küçük öz biçimli, beyaz ve yağlı parlak görünümlü kristaller şeklinde, doğal olarak amonyum tuzları ve kükürtle birlikte volkan bacalarında ve sıcak su kaynakları etrafında bulunur (Kavak, 2004).

Borik asit (H₃BO₃), molekül ağırlığı 61,83 g/mol, B₂O₃ içeriği % 56,3, ergime

noktası 121°C, özgül ağırlığı 1,44, oluşum ısısı -1089 kJ/mol, çözünme ısısı 22,2 kJ/mol olan kristal yapılu bir maddedir. Oda sıcaklığında sudaki çözünürlüğü az olmasına rağmen, sıcaklık yükseldikçe çözünürlüğü de önemli ölçüde artmaktadır. Bu nedenle sanayide borik asidi kristallendirmek için genellikle doymuş çözeltiyi 3380°C'den 40°C'ye soğutmak yeterli olmaktadır.

Bor minerallerinden geniş ölçüde üretilen borik asit başlıca; seramik sanayi, yanmaz kumaşlarda, deri üretiminde, elektroliz banyolarında, çelik sertleştirmede, kozmetik, ilaç sanayi, meyvecilik, konservecilik, optik camların yapımında, temizlik sektörü, gübre sanayinde ve emprenye endüstrisinde kullanılmakta olup kullanım alanları çok çeşitlidir (URL-6).

2.1.2.3. Boraks

Boraks, tinkal cevherinden üretilmektedir. Tinkal konsantresi bir paletli besleyici ve elevatörle reaktöre beslenir. Burada ana çözeltisi içinde sıcaklıkta çözünme işlemi tamamlanır. Çözeltinin içerdiği kil, tinkerde floküle edici bir madde ile çöktükten sonra berrak kısım tekrar filtreden geçirilir ve kristallendirilmek üzere kristalizatöre gönderilir. Kristal boraks, ana çözeltisinden santrifüj edilerek ayrılır. Ana çözelti tekrar reaksiyona sokulmak üzere depolanırken, rutubetli kristaller bir nakil bandına dökülerek kurutmaya sevk edilir. Kimyasal formülü $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ şeklinde olup beyaz toz halinde suda çözünebilir formda bulunur (URL-7).

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

Çalışmada kullanılan Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne ait işletmelerde üretilen boraksın kimyasal özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Boraks'ın Kimyasal Özellikleri (URL-8)

Kimyasal İçerikleri ve Özellikleri (Tipik)	
Safılık	99.90% min
B ₂ O ₃	47.76% min
Kimyasal Özellikler	
Kristal	291,35 gr/mol
Molekül Ağırlığı	1,815 gr/cm ³
Özgül Ağırlık	0,980 gr/cm ³
Yığın Yoğunluğu	+1 mm 6 % max
Tane Boyutu	-0,06 mm % 2 Max

Boraks; erime noktası 741 °C, kaynama noktası 1575°C, 20 °C'de özgül ağırlığı 1,71 g/cm³, dökme yoğunluğu granül halinde iken 0,835 g/cm³, toz 0,882 g/cm³, kristal halinde iken 1,010 g/cm³ olarak üç halde farklılık göstermiştir.

Boraks'ın detarjan, sabun, temizlik malzemesi, lehimcilik, kalaycılık, kozmetik imali, fotoğrafçılık, borosilikat cam malzemeler, yalıtım cam pamuğu, porselen ve emaye sanayi, gübre, yangın söndürücü, çimento ve deri endüstrisi, elektrik izolatörleri üretimi, tekstil boya, insektisitler, empenye endüstrisi, yapıştırıcı üretimi gibi çok çeşitli kullanım yerleri sayılabilir (Toker, 2007).

2.1.2.4. Barit

Baryum sülfattan oluşan bir mineraldir. Barit genellikle beyaz renklidir, fakat sarı, esmer, pembe, açık yeşil, açık mavi, gri ve siyah renkli olanlarına rastlanmaktadır. Baryumun ana kaynağıdır. Mat, bazen yarı saydam olan barit camsı veya reçine parlaklığına sahiptir.

Kokusuz, tatsız ve renksiz ortorombik kristal veya beyaz şekilsiz bir tozdur. Su, asit, alkali veya organik çözücülerde çözünmez; kararlı yapıya sahiptir. Erime noktası 1580 °C , bağıl moleküler kütlesi 233.39, sertliği 2,5-3,5 olup, özgül, ağırlığı 4,3-4,6 gr/cm³ arasında değişir. Kimyasal bileşimi BaSO₄ şeklinde olup, % 65,70 BaO, % 34,30 SO₃ içerir. Baryum oranı ise % 58,8 dir (URL-9).



Şekil 4. Doğada Bulunan Barit Maddesi Çeşitleri (URL-10)

Tablo 3. Barit Maddesi Üretiminde Önemli Ülkeler (URL-11)

Ülkeler	Rezerv (ton)			
	1996	1997	1998	1999
ABD	434	600	476.000	60.000.000
Çin	2.800	2.500	3.000.000	150.000.000
Hindistan	600	650	430.000	32.000.000
Türkiye	130	150	130.000	20.000.000
Bulgaristan	100	120	10.000	20.000.000

Dünya'da şu anda tanımlanmış ve bilinen barit rezerv miktarının 550 milyon ton olduğu, ancak tüm dünya rezervinin ise 2 milyar ton olduğu tahmin edilmektedir. 1997'de dünya barit üretimi 6,826 milyon ton, 1999'da ise 5,660 milyon ton olmuştur. Tablodan hareketle ülkemizdeki barit rezervi 20 milyon tondur. Ayrıca ülkemizde barit madeninin 1 tonu 150-200 dolar arasında değişiklik göstermektedir.

Baritin yoğunluğunun yüksek olması, aşındırıcılığının düşük olması, yüksek basınç ve ısıya karşı stabil olması, manyetik özelliğinin olmaması, çeşitli kaynaklardan kolay ve ucuz maliyetle elde edilebilmesi sondaj sektöründe yaygın olarak tüketimini sağlamaktadır. Öğütülmüş baritin sentetik kauçukla karıştırılması ve asfalt ilavesiyle, havaalanı pistleri ve yüksek standartlı yol kaplamaları yapılır. Baryumun X-ışınlarını zararsız hale getirme özelliğinden dolayı röntgen çekimlerinde, nötronları engelleme özelliğinden dolayı atom reaktörlerinde kullanılır (URL-12).

Barit katkı maddesi olarak kâğıt, tual, yer muşambası, lastik ve ebonit sanayiinde kullanılmaktadır. Cam endüstrisinde parlaklığı arttırmak, mercek ve TV tüpleri üretiminde, plastik sanayiinde plastiğe matlık verebilmek, tarım ilaçları üretiminde de inert madde olarak, barit kullanılmaktadır. (URL-13).

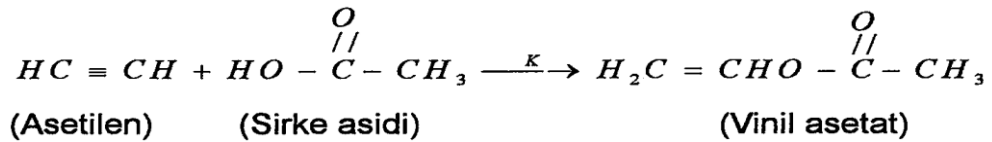
Türkiye’de barit cevheri Antalya, Kahramanmaraş, Muş, Eskişehir’de bulunur. Başlıca barit işleme tesislerimiz: Antalya, Eskişehir, İzmir, İzmit, Elazığ’dadır (URL-14).

Barit (BaSO₄) maddesi üstün özellikleri, çevre ve insan sağlığına zararsız bir yapıda olması, suda belli konsantrasyonlarda çözünmesi, ses ve radyasyona karşı yalıtımda kullanılabilmesi, yangın etkilerine karşı olumluluğu, hava etkilerine (UV ışınlarına) dayanımlılığı ve birçok alanda kullanılan emprenye maddeleri dikkate alındığında ahşapta uzun süreli koruyuculuk sağlayabilmesi, ülkemizde bolca bulunması bakımından emprenye maddesi olarak tercih edilmiştir. Ayrıca barit maddesinin ekonomiklik bakımından başta bor vb olmak üzere diğer emprenye maddelerine göre kıyaslandığında alternatif bir ürün olduğu görülmektedir (Peker ve ark., 2014).

2.1.2.5. Polivinil Asetat (PVAc) Tutkalı

PVAc tutkalı bir polimerizasyon tutkalı olup yapışma niteliği daha ziyade fizikseldir. Uygulamada beyaz tutkal olarak isimlendirilen emülsiyon durumundaki polivinilasetatın ana maddesi vinilasetattır. Vinil asetol monomerinin katalizör yardımıyla polimerizasyonu sonucu elde edilen berrak bir sıvıdır. Vinil asetat ise asetilen ve sirke asidinden katalitik olarak elde edilmektedir (Dilik, 1997).

Vinil asetatın polimerizasyonu için polivinil alkol, hidroksi etil selüloz gibi maddelerle disperzleştirilmek üzere suyla karıştırılır. Polimerizasyon, Sodyum veya Potasyum persülfat yardımıyla istenen düzeyde durdurulabilmektedir.



PVAc tutkalının soğuk olarak uygulanması, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz oluşu, odunu boyamaması ve işlenmesi sırasında aletleri yıpratmaması gibi özellikleri yanında mekanik direnci sınırlı olup, sıcaklık yükseldikçe yumuşamakta ve 70°C' den sonra bağlayıcı görevi yapamamaktadır. Suya karşı dayanıklılığını arttırmak için bir miktar etilen glikol katılmaktadır (Yılmaz, 2006).

Kullanılan tutkalın özellikleri üretici firma tarafından yoğunluk $1,1 \text{ g/cm}^3$, vizkozitesi 160–200 cps, PH = 5,00, kül miktarı % 3, jelleşme zamanı 6-10 dakika, tebeşirleşme noktası $+50^\circ\text{C}$, donma direnci -300°C , sertleştirici oranı %5, kullanım miktarı 180-200 g/m^2 , uygulama şekli fırça ya da silindirli sürme makinesi, depolama süresi ~12 ay, presleme süresi; 20°C 'de 15 dakika, 50°C 'de 5 dakika, 80°C 'de 2 dakika olarak verilmiştir (Dizel ve ark., 2010).

2.2. Yöntem

2.2.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Örneklerin hazırlanmasında kullanılan ağaç malzemelerin düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, tül teşekkülü ve büyüme kusurları bulunmayan, renk ve yoğunluk farkı olmayan, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış diri odun kısımlarından TS 2470'e göre hazırlanmıştır.

Hava kurusu haldeki ağaç malzemelerden, liflere dik eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü için TS 2474 standartlarına uygun ve $20 \times 20 \times 300 \pm 1 \text{ mm}$ ölçülerinde, liflere paralel basınç direnci deneyi için TS 2595 esaslarına göre ve $20 \times 20 \times 30 \pm 1 \text{ mm}$ boyutlarında, dinamik eğilme (şok) direncini belirlemek için TS 2477 standartlarında $20 \times 20 \times 300 \pm 1 \text{ mm}$ ölçülerinde deney örnekleri hazırlanmıştır.

2.2.2. Emprenye Çözeltileri Hazırlama

Çözeltiler % 1, % 3, % 5 konsantrasyonunda hazırlanmış olup; barit, borikasit, boraksın toz halinde kullanılması çözünme işlemini kısmen de olsa kolaylaştırmıştır. Çözeltiler destile su ile hazırlanmış, gerek tek başına ve gerekse karışım halinde hazırlık aşamalarında kademeli sıcaklık uygulaması gerçekleştirilmiştir. Barit ve diğer emprenye maddelerinin ergime noktalarının farklı olmasından dolayı sıcaklık $150-500^\circ\text{C}$ kadar uygulanmış ve emprenye aşamasında da ısının $150-200^\circ\text{C}$ olmasına özen gösterilmiştir. Tuzlar da % 100 çözünme olması her zaman mümkün olmamakla beraber kullanılan madde tipine bağlı olarak değişim gösterdiği yapılan birçok çalışmada bildirilmiştir. İkili karışımlarda (ağırlık: ağırlık) esasına göre çözeltiler hazırlanmıştır.

2.2.3. Emprenye İşlemi

Emprenye işleminden önce tüm örneklerin ağırlıkları 0,01mm duyarlıklı analitik terazi ile tartıldıktan sonra 103 ± 2 °C sıcaklıktaki etüvde değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir. Daha sonra içerisinde CaCl_2 bulunan desikatörde soğutulmuş tam kuru ağırlıkları $\pm 0,01$ gr duyarlıklı analitik terazi yardımıyla belirlenmiştir.

Emprenye işlemi için örnekler önce 30 dakika 635 mmHg'lik basınçla ön vakuma, daha sonra da 30 dakika süreyle daldırma yöntemine tabi tutulmuşlardır. Ağaç malzemenin emprenye maddesini daha kolay bir şekilde alabilmesi için ön vakum yapılarak odunsu hücreler içindeki hava dışarı alınmaktadır.



Şekil 5. Emprenye Deney Düzenegi (Baysal ve ark., 2003)

Emprenye edilen örnekler tartılarak retensiyon miktarları hesaplanmıştır. Tartımı yapılan deney örneklerindeki çözücünün buharlaşması için, hava dolaşımı olan bir ortamda değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar 103 ± 2 °C sıcaklıktaki etüvde bekletilmiştir. Emprenye edilmiş ve tam kuru haldeki örnekler, içerisinde CaCl_2 bulunan desikatörde soğutulduktan sonra $\pm 0,01$ gr duyarlı analitik terazide tartılarak yüzde retensiyon oranı belirlenmiştir.

2.2.4. Retensiyon Miktarları ve Oranları

Emprenye maddesi tutunma (retensiyon) miktarları (R : Kg/m^3) ve % retensiyon oranları (R : %) örnekler emprenye öncesi ve sonrası tam kuru hale getirildikten sonra, aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

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

$$R(\%) = \frac{\text{Moes} - \text{Moeö}}{\text{Moeö}} \times 100 \text{ eşitliğinden hesaplanmıştır (Örs ve ark., 2004).}$$

$$G = T_2 - T_1$$

T_1 = Emprenye öncesi deney örneğinin ağırlığı (g)

T_2 = Emprenye sonrası deney örneğinin ağırlığı (g)

V = Örnek hacmi (%), C = Çözelti konsantrasyonu (%)

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

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

2.2.5. Fiziksel Özellikler

Ağaç malzemenin fiziksel özelliklerinden; hava kuru özgül ağırlık, tam kuru özgül ağırlık ve boyutsal stabilite deneyleri yapılmıştır.

2.2.5.1. Hava Kuru Özgül Ağırlık

Hazırlanan örnekler 20 ± 2 °C sıcaklık ve bağıl nemin $\% 65 \pm 5$ olduğu bir ortamda değişmez ağırlığa gelinceye kadar klimatize edilmiş ve böylece hava kuru olan $\% 12$ rutubet derecesine getirilmiştir.

Örneklerin yaklaşık olarak $\% 12$ rutubet derecesine ulaşmaları sağlandıktan sonra, radyal, teğet ve boyuna yönlerdeki uzunlukları 0,001 mm hassasiyetle ölçülmüş ve numunelerin hacimleri tespit edilmiştir. Daha sonra 0,01 gr duyarlılıkta ölçüm yapabilen hassas bir terazi de her bir örneğin ağırlıkları belirlenmiştir. Hava kuru yoğunluklar aşağıdaki formülle bulunmuştur (Özçiftçi,2001).

$$D_{12} = W_{12}/V_{12} \text{ Formülde;}$$

D_{12} : Hava kuru yoğunluk (g/cm³)

W_{12} : Hava kuru ağırlık (g)

V_{12} : Hava kuru hacim (cm³)

2.2.5.2. Tam Kuru Özgül Ağırlık

Hava kurusu ölçümleri yapılan örnekler, kurutma dolabına konmuş ve kurutma dolabı sıcaklığı kademeli olarak $103 \pm 2^\circ\text{C}$ ye çıkartılmıştır. Değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulan örnekler desikatörde soğutulduktan sonra boyutları ve ağırlıkları tespit edilerek formüle göre tam kuru yoğunlukları hesaplanmıştır (Büyüksarı, 2006).

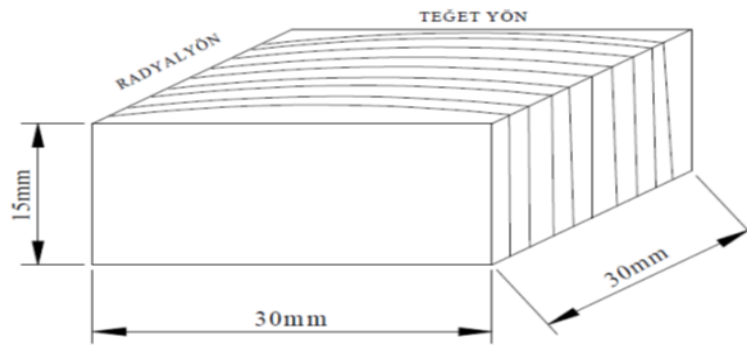
$$D_0 = W_0 / V_0 \text{ g/cm}^3$$

Formülde;
 D_0 : Tam kuru yoğunluk (g/cm^3)
 W_0 : Tam kuru ağırlık (g)
 V_0 : Tam kuru hacim (cm^3)

2.2.5.3. Hacimsel Daralma ve Hacimsel Genişleme Özellikleri

Ağaç malzeme lif doygunluğu noktasının altındaki rutubet derecelerinde bünyesine su alma ve bünyesinden su verme suretiyle genişleme ve daralma özelliği gösterir. Bu iki özelliğe odunun çalışması adı verilmektedir. Radyal ve teğet yönlerdeki çalışma örnekleri $30 \times 30 \times 15$ mm boyutlarında yıllık halkaların teğet yönde olduğu örneklerden seçilmiştir (Bektaş, 1997).

Daralma miktarını belirlemek için hava kurusu haldeki örnekler, $20 \pm 5^\circ\text{C}$ sıcaklıkta damıtık su içerisine batırılarak bekletilmiştir. Daha sonra örnekler sudan çıkarılmış ve kurutma dolabına yerleştirilmiştir. Kurutma dolabında $103 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta tam kuru hale getirilen örnekler, desikatörde soğutulduktan sonra tam kuru haldeki boyutları $0,001$ mm duyarlılıkta ölçülmüştür.



Şekil 6. Daralma ve Genişleme Örneklerinin Şekil ve Boyutları (Bektaş, 1997)

Boyuna, radyal ve teğet yöndeki daralma yüzdeleri için ($\beta_l, \beta_r, \beta_t$) ayrı ayrı değerler olarak hesaplanmış, hacimsel daralma yüzdesi (β_v) ise bu daralma yüzdelerinin toplamından elde edilmiştir.

$$\beta_v = \beta_l + \beta_r + \beta_t$$

Genişleme yüzdelerinin belirlenmesi için örnekler önce kurutma fırınlarına konulmuş ve 103 ± 2 °C sıcaklıkta tam kuru hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Desikatörde soğutulan örneklerin tam kuru boyutları ölçülmüştür. Daha sonra, örnekler tam doygun hale gelinceye kadar daha önce açıklandığı gibi su içerisinde bekletilmiştir.

Boyuna, radyal ve teğet yöndeki genişleme yüzdeleri için ($\alpha_l, \alpha_r, \alpha_t$) ayrı ayrı değerler olarak hesaplanmış, hacimsel genişleme yüzdesi (α_v) ise genişleme yüzdelerinin toplamından elde edilmiştir (Büyüksarı, 2006).

$$\alpha_v = \alpha_r + \alpha_t + \alpha_l$$

2.2.5.4. Su Alma Oranı

Absorbe edilen su miktarı bakımından, emprenyeli örnekler ile kontrol örneklerini karşılaştırmak amacıyla; örnekler oda şartlarında destile (saf) su içinde 6, 24, 48 ve 72 saat bekletilmiştir. Her bir suda bekletme periyodunun sonunda örnekler, sudan çıkarılmış, kâğıtla kurulanmış ve hemen tartılmıştır. Böylece, her bir örneğin aldığı su miktarı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Rowell 1985; Schchneider, 1980).

$$SA = [(A_s - A_0)/A_0] \times 100 \quad \text{formülüne göre;}$$

SA: Su alma (absorpsiyon) oranı (%),

A_s : Suda bekletilen örneğin ağırlığı (g),

A_0 : Örneğin tam kuru ağırlığı (g)'dir.

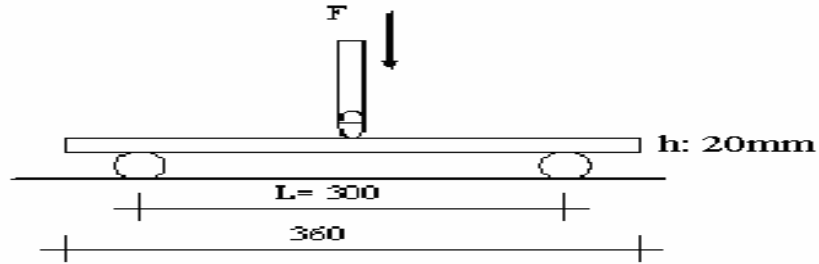
2.2.6. Mekanik Özellikler

Mekanik özellikler, ağaç malzemede gerilme, deformasyon ve kırılmalara yol açan mekanik cinsten dış kuvvet ile yüklemelere, odunun karşı koyma derecesini ve durumunu ortaya koymaktadır (Bozkurt ve Göker, 1987).

Mekanik özellikler olarak liflere paralel basınç, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, dinamik eğilme (şok) ile yapışma direnci belirlenmiştir.

2.2.6.1. Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyleri TS 2474/1976 esaslarına uygun olarak yapılmıştır. Örnekler 20x20x360 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Örnekler zımparalanmış; iklimlendirme dolabında 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında bekletilerek rutubetlerinin yaklaşık $\%12$ olması sağlanmıştır. Klimatize işleminden sonra, örneklerin enine kesit boyutları (eni radyal yönde, kalınlığı teğet yönde) uzunluk ekseninin ortasından $\pm 0,01$ mm duyarlıkta ölçülmüştür. Örnekler makineye dayanak noktaları arasındaki açıklık, kalınlığın 15 katı ($2 \times 15 = 30$) olacak şekilde yerleştirilmiş yük deney örneklerinin radyal yüzüne yıllık halkalara teğet yönde ve deney örneğinin tam orta kısmından uygulanmıştır.



Şekil 7. Liflere Dik Eğilme Direnci Deney Düzeneği (Özçiftçi, 2001).

Deney hızı, örnekler makinede $1,5 \pm 0,5$ dakikada kırılacak şekilde ayarlanmış, kırılma anındaki kuvvet (P_{max}) ± 1 kp duyarlıkta ölçülerek eğilme direnci aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Çıtak, 2012).

$\delta_e = (3 \times P_{max} \times L_s) / (2 \times b \times h^2)$ formülünde;

δ_e : Eğilme direnci (N/mm^2)

P_{max} : Kırılma anındaki kuvvet (N)

L_s : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

b: Örnek genişliği (mm)

h: Örnek kalınlığı (mm)

2.2.6.2. Eğilmede Elastiklik Modülü

Eğilmede elastiklik modülünün belirlenmesinde eğilme direnci örneklerinden yararlanılmış ve deneyler TS 2478/1978 esaslarına göre yürütülmüştür.

Eğilmede elastiklik modülünün belirlenmesi için eğilme direnci deneyleri yapılırken her ağaçtan en az bir ve böylece her gruptan en az üç örnekte kırılma yükü değeri belirlendikten sonra, ortalama değer dikkate alınarak bu değer 3'e bölünmüş ve bu yüke kadar elastik deformasyon bölgesi kabul edilmiştir.

Bu bölgede uygulanan kuvvete karşılık gelen eğilme (deformasyon) miktarı makine üzerinde yer alan dijital bir aparat yardımı ile 0,01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Elastik bölgede uygulanan yüklere karşılık meydana gelen eğilmelerden yararlanılarak aşağıdaki formül yardımı ile elastikiyet modülü hesaplanmıştır.

$E = (\Delta P \times L_s^3) / (4 \times f \times b \times h^3)$ formülüne göre;

E: Elastikiyet modülü (N/mm²)

ΔP : Elastik bölgedeki kuvvet (N)

L_s : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

b: Örnek genişliği (mm)

h: Örnek yüksekliği (mm)

f: Eğilme miktarı (mm)

2.2.6.3. Liflere Paralel Basınç Direnci

Liflere paralel basınç direnci denemeleri TS 2595/1977'ye göre yürütülmüştür. 20x20x30 mm boyutlarında kusursuz örnekler hazırlanmıştır. Bu hazırlanan örnekler iklimlendirme dolabında 20 °C ± 2 sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem şartlarında bekletilerek rutubetlerinin yaklaşık %12 olması sağlanmıştır.

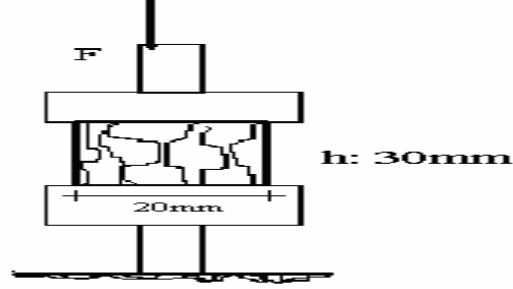
İklimlendirme işleminden sonra, örneklerin enine kesit boyutları uzunluk ekseninin ortasından ± 0,01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Deney hızı, örnekler makinede 1,5-2 dakikada kırılacak şekilde ayarlanmış, kırılma anındaki kuvvet (P_{max}) 0,01 duyarlılıkta ölçülmüştür. Liflere paralel basınç direnci aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$\delta_b = P_{\max}/a \times b$ Formülde;

δ_b : Liflere paralel basınç direnci (N/mm²)

a,b: Örnek enine kesit boyutları (mm)

P_{\max} : Kırılma anındaki kuvvet (N)



Şekil 8. Basınç Direnci Deney Düzenegi (Özçiftçi, 2001).

2.2.6.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

Deneyleyler TS 2477/1976 esaslarına göre yürütülmüştür. Deney örnekleri 20x20x300 mm boyutlarında hazırlandıktan sonra iklimlendirme dolabında 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında bekletilerek rutubetlerinin yaklaşık $\%12$ olması sağlanmıştır. İklimlendirme işleminden sonra, örneklerin radyal yönü genişlik, teğet yönü de kalınlık alınmak suretiyle boyutları örneğin ortasından $\pm 0,01$ mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Şok dirençleri aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

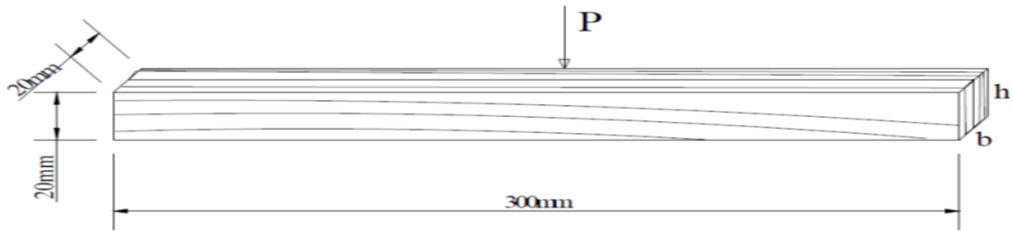
$\delta_s = W/(b \times h)$ formülünde;

δ_s : Şok direnci (kpm/cm²)

W: Örnek kırıldığında elde edilen iş miktarı (kpm)

b: Örnek genişliği (cm)

h: Örnek yüksekliği (cm)



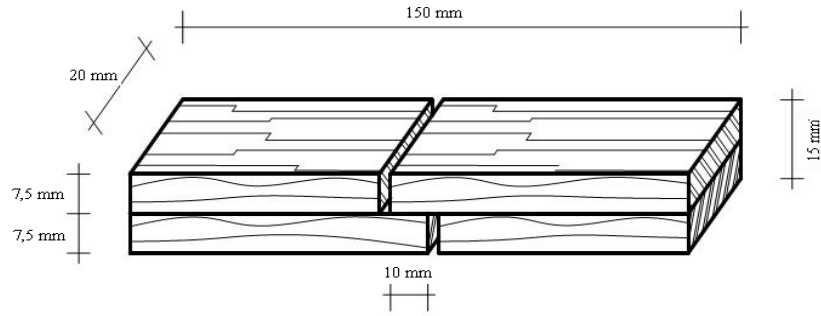
Şekil 9. Şok Direnci Deney Örneklerinin Şekli ve Boyutları (Bal, 2006).

2.2.6.5. Yapışma Direnci

TS EN 205 standartlarında belirlenen esaslara göre parça kalınlığı 5 mm olacak şekilde, 10x20x150 mm ebatlarında net ölçülerde hazırlanmıştır.

Tutkal türü, sıcaklık, bekletme süresi, kesit, sevk hızı, tekerrür ve ağaç türüne göre her grubu temsil edecek şekilde örnek hazırlanmıştır. Deney örneklerinin yapışma yüzeyine 5 mm/dk yükleme hızıyla kademeli çekme kuvveti uygulanarak Üniwersal test cihazı ile tutkal hattından koparılmaya çalışılmıştır. Tutkal olarak polivinil asetat tutkalı kullanılmış, üretici firma kriterlerine uyulmuştur. Kopma anındaki maksimum kuvvet (F_{max}) tespit edilerek yapışma direnci (σ_y); $A = a \times b =$ yapışma yüzey alanı (mm^2) dir. Yapışma direnci aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (Özcan, 2011).

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



Şekil 10. Yapışma Direnci Deneyi (Özalp, 2009).

2.2.7. Verilerin Değerlendirilmesi

Ağaç malzemenin bazı teknolojik özelliklerinin istatistiksel analizinde SPSS 15.0 for Windows programı kullanılmıştır. Emprenye maddeleri ve emprenye edilmiş ağaç malzemelerin bazı teknolojik özellikleri arasındaki farkın belirlenmesi amacıyla Basit varyans Analizi (BVA) yapılmış; gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesi için ($\alpha = 0.05$) güven düzeyinde Duncan testi uygulanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Emprenye Çözeltisi Özellikleri

Emprenyede kullanılan çözelti özelliklerine ilişkin bulgular Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Çözelti Özellikleri

Grup No	Çözelti (%)	Emprenye Maddesi	Çözücü Madde	Sıcaklık (°C)	pH		Yoğunluk (g/ml)	
					EÖ	ES	EÖ	ES
I	% 1	Barit	DS	22 °C	6,86	9,16	0,952	0,952
	% 3		DS	22 °C	6,42	7,19	0,979	0,979
	% 5		DS	22 °C	5,51	7,97	1,037	1,037
II	% 1	Barit+BA	DS	22 °C	7,53	3,09	1,001	1,001
	% 3		DS	22 °C	5,23	7,11	0,947	0,947
	% 5		DS	22 °C	5,02	7,24	0,945	0,945
III	% 1	Barit+BX	DS	22 °C	5,97	7,24	0,945	0,945
	% 3		DS	22 °C	7,22	7,7	0,95	0,95
	% 5		DS	22 °C	6,88	7,81	0,936	0,936
IV	% 1	BA	DS	22 °C	6,01	6,66	0,962	0,962
	% 3		DS	22 °C	7,87	8,4	0,972	0,972
	% 5		DS	22 °C	7,81	6,8	0,996	0,996
V	% 1	BX	DS	22 °C	6,89	7,36	0,949	0,949
	% 3		DS	22 °C	7,25	7,53	0,947	0,947
	% 5		DS	22 °C	7,62	7,39	0,988	0,988
VI	% 1	Barit (Ba+Bx)	DS	22 °C	7,73	7,92	0,952	0,952
	% 3		DS	22 °C	7,71	7,8	0,937	0,937
	% 5		DS	22 °C	6,42	6,9	0,951	0,951

DS:Destile su EÖ: Emprenye öncesi ES: Emprenye sonrası

Çözeltilerin emprenye öncesi ve sonrası ölçülen pH ve yoğunluk değerlerinde önemli bir değişme olmamıştır. Bu durum her emprenye varyasyonunda taze çözeltiyle çalışmaktan kaynaklanmıştır. pH değerinin asidik yapıya yakın olması odunda hidroliz olayını düşündürmektedir.

3.2. Toplam Retensiyon ve % Retensiyon Değeri

Toplam retensiyon, % retensiyona ilişkin Duncan-Basit Varyans Analizi (BVA) testi sonuçları Tablo 5'de, bunlara ilişkin grafikler Şekil 11'de verilmiştir. BVA ve Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek toplam retensiyon değeri %5 BX' ta (62,8 Kg/m³), en düşük %1 BA'te (5,76 Kg/m³) en yüksek % retensiyon değeri %5

Barit+Bx'ta (%4,98), en düşük %1 BA'te (%0,36) gerçekleşmiştir. Çözelti konsantrasyonu arttıkça toplam retensiyon miktarının arttığı belirlenmiştir.

Bu durum odunun anatomik yapısı, rutubet, özgül ağırlık, hacim yoğunluk değeri, permabilite, porozito gibi değişik etkenlerden kaynaklanabilir. Özellikle emprenye işleminde kullanılan barit maddesinin bütüne yakın sıcaklık ile çözündürülmüş olmasının da retensiyon miktarını arttırdığı söylenilebilir.

Tablo 5. Toplam Retensiyon, % Retensiyon ve Duncan Testi Sonuçları

Grup No	Çözelti K. (%)	Emprenye Maddesi	Toplam Retensiyon (Kg/m ³)	HG	BVA An.	Retensiyon (%)	HG	BVA An.
I	% 1	Barit	14,53	N	p<0.05:0.037	0,69	K	p<0.05:0.048
	% 3		28,81	G		1,2	F	
	% 5		50,1	B		1,74	D	
II	% 1	Barit+BA	28,48	H	p<0.05:0.037	0,72	J	p<0.05:0.048
	% 3		32,8	E		2,1	BC	
	% 5		27,95	I		2,21	BC	
III	% 1	Barit+BX	8,55	O	p<0.05:0.037	0,81	I	p<0.05:0.048
	% 3		27,2	J		1,08	GH	
	% 5		45,25	C		4,98	A	
IV	% 1	BA	5,76	R	F Değeri:114.89	0,36	M	F Değeri:2195.50
	% 3		19,6	L		0,84	I	
	% 5		29,3	F		1,37	E	
V	% 1	BX	8,17	Ö	F Değeri:114.89	0,45	L	F Değeri:2195.50
	% 3		33,15	D		0,74	J	
	% 5		62,8	A		1,1	G	
VI	% 1	Barit (Ba+Bx)	7,6	P	F Değeri:114.89	0,87	I	F Değeri:2195.50
	% 3		15,9	M		1,07	GH	
	% 5		26,48	K		2,36	B	

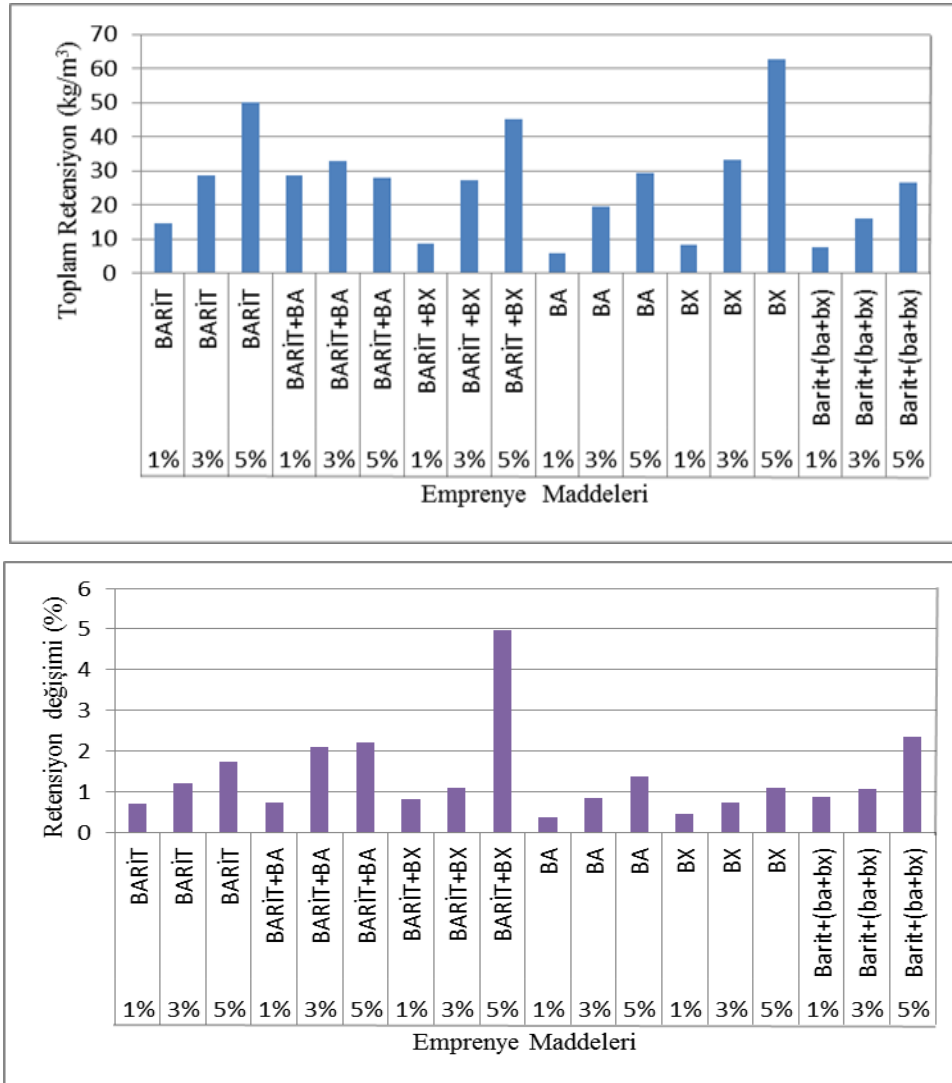
HG: Homojen gruplar (p<0.05 yanılma olasılığı) **K:**Konsantrasyon

Batan ve ark., (2009) retensiyon miktarını en fazla sarıçamda (19,39 kg/m³- % 21,81), en az meşede (8,742 kg/m³ - % 9,15) tespit etmişler; en yüksek değerlerin sarıçam örneklerinde elde edilmesinin iğne yapraklı ağaçların boyuna yönde sıvı akışını sağlayan geçit çiftlerinin açık olması ve böylece fazla emprenye maddesi depo etmesinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Dağlıoğlu (2010), en yüksek retensiyon miktarını doğu kayını'nda (138,357 kg/m³), en düşük retensiyon miktarını sarıçam'da (70,391 kg/m³) elde etmiştir. Doğu kayını odununda retensiyon miktarının yüksek çıkmasının nedeni permabilite (geçirgenlik) oranının yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir.

Süzer Ertürk (2011) dişbudak yapraklı üvez odunu'nda en yüksek retensiyon miktarını Vacsol-Azure'de (151.044 kg/m^3),en düşük retensiyon miktarını borik asit'te (64.887 kg/m^3) elde etmiştir.

Vacsol Azure ile emprenye edilmiş örneklerde retensiyon miktarının yüksek çıkmasının nedeni emprenye maddeleri arasındaki konsantrasyon farkından ve bu maddenin emprenye edilebilme kabiliyetinin yüksek olmasından kaynaklanabilir.



Şekil 11. Toplam Retensiyon Değişimi ve Retensiyon Yüzdesi

3.3. Fiziksel Özelliklere İlişkin Bulgular

3.3.1. Hava Kuru ve Tam Kuru Özgül Ağırlık

Hava kuru-tam kuru özgül ağırlık değerlerine ilişkin Duncan-Basit Varyans Analizi (BVA) testi sonuçları Tablo 6'da, bunlara ilişkin grafikler Şekil 12 ve Şekil 13'de verilmiştir.

Tablo 6. Hava Kuru-Tam Kuru Özgül Ağırlık Değerleri ve Duncan Testi Sonuçları

Grup No	Çözelti K. (%)	Emprenye Maddesi	HAVA KURUSU (% 12)	HG	BVA An.	TAM KURU (% 0)	HG	BVA An.		
-	KONTROL	-	0,76	E		0,73	E			
I	% 1	Barit	0,82	BC	p<0,05:0,000***	0,79	C	p<0,05:0,049		
	% 3		0,83	AB		0,81	AB			
	% 5		0,83	AB		0,8	BC			
II	% 1	Barit+BA	0,83	AB		0,79	C			
	% 3		0,84	A		0,78	C			
	% 5		0,83	AB		0,79	C			
III	% 1	Barit+BX	0,83	AB		F Değeri: 10,52	0,81		AB	F Değeri: 13,28
	% 3		0,81	CD			0,8		BC	
	% 5		0,83	AB			0,81		AB	
IV	% 1	BA	0,84	A			0,82		A	
	% 3		0,84	A	0,82		A			
	% 5		0,82	BC	0,8		BC			
V	% 1	BX	0,82	BC	0,77		D			
	% 3		0,82	BC	0,81		AB			
	% 5		0,8	D	0,79		C			
VI	% 1	Barit (Ba+Bx)	0,81	CD	0,79		C			
	% 3		0,84	A	0,82	A				
	% 5		0,82	BC	0,81	AB				

HG: Homojen gruplar (p<0,05 yanılma olasılığı) K:Konsantrasyon An:Analiz

Basit varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek hava kuru özgül ağırlık değeri %3 Barit+Ba'te (0,84 g/cm³), en düşük %5 Bx'ta (0,8 g/cm³); en yüksek tam kuru özgül ağırlık değeri %3 Barit (Ba+Bx)'te (0,82 g/cm³), en düşük %1 Bx'ta (0,77 g/cm³) gerçekleşmiştir. Kontrol örneğine oranla gerek hava ve gerekse tam kuru özgül ağırlık değerlerinde artış gözlemlenmiş olup; istatistiksel anlamda önemli farklılık belirlenmiştir. Bu durumun nedeninin hücre çeperi kalınlığı, hücre lümeni çapı, ilkbahar-yaz odunu katılım oranları ve kimyasal bileşenlerden kaynaklandığı söylenilebilir.

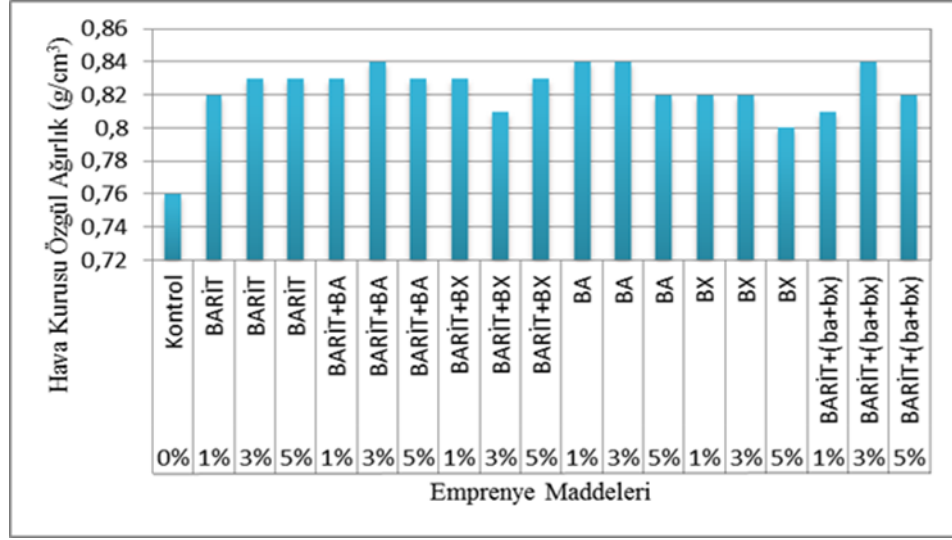
Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin tam kuru ve hava kuru yoğunluk değerlerinin artış göstermesi, ağaç malzemelerin anatomik yapısına bağlı olarak hava boşluğu oranı (porozite), yıllık halka genişliği ve emprenye maddesi çeşidinden kaynaklanmış olabilir.

Şimşek ve ark. (2009) sarıçam ve doğu kayını odun örneklerini amonyum tetrafluoroborat (AFB), sodyum tetrafluoroborat (SFB) ve borlu bileşiklerle emprenye etmişler; deney örneklerinin tam kuru yoğunluk değerlerinde belli düzeyde artışlar kaydetmiştir. Bunun nedeni çözelti konsantrasyonunun artmasından kaynaklanmıştır.

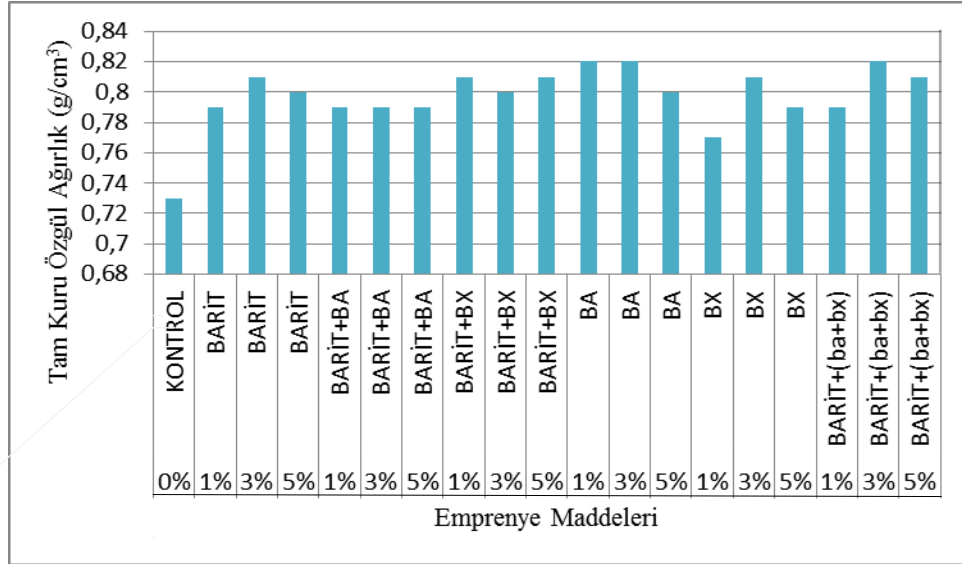
Toker, (2007) tarafından yapılan çalışmada emprenyeli örneklerin tam kuru ve hava kuru yoğunluk değerleri kontrol örneklerine oranla daha yüksek değerler vermiştir. Bu durum çalışmada kullanılan emprenye maddelerinin tuz özellikli olması nedeniyle malzemenin yoğunluğunu arttırdığı şeklinde yorumlanabilir.

Kaçamer (2010) en yüksek hava kuru yoğunluğu, Imersol Aqua ile emprenye ettiği kontrol örneklerinde ($0,672 \text{ g/cm}^3$), en düşük $170 \text{ }^\circ\text{C}$ de ısıtılarak uygulanan kayın odunu kontrol örneklerinde ($0,632 \text{ g/cm}^3$) elde etmiştir. Imersol Aqua maddesinin retensiyon oranının daha yüksek ve viskozitesinin Tanalith-E emprenyesine oranla daha fazla olması, odun örneklerinde yoğunluğu artırıcı etki yapmıştır.

Esen (2009,) çam, kayın ve sapelli ağaçlarından elde ettiği deney örneklerini boraks, borik asit, tanalith-e ve imersol aqua ile emprenye işlemlerine maruz bıraktıktan sonra; örneklerin tam kuru yoğunluklarını, hava kuru yoğunluklarını belirlemiştir. Sonuç olarak; en yüksek tam kuru yoğunluk ($0,66 \text{ g/cm}^3$), hava kuru yoğunluk ($0,72 \text{ g/cm}^3$) değerini kayın ağacında tespit etmiştir.



Şekil 12. Hava Kuru Özgül Ağırlık Değişimi (g/cm³)



Şekil 13. Tam Kuru Özgül Ağırlık Değişimi (g/cm³)

3.3.2. Hacimsel Daralma, Hacimsel Genişleme ve Su Alma Oranı Değerleri

Su alma oranı, hacimsel daralma ve genişleme değerlerine ilişkin Duncan-Basit varyans analizi testi sonuçları Tablo 7’de, bunlara ait grafikler Şekil 14’de verilmiştir. Tablo incelendiğinde; en yüksek su alma oranı 72 saatte %1 Barit’te (% 27,72), en düşük su alma oranı 6 saatte %1 Barit+Ba’te (% 14,35) gerçekleşmiş olup; istatistiksel anlamda önemli farklılık göstermemiştir.

En yüksek hacimsel daralma (çekme değeri 72 saatte %1 Barit(Ba+Bx)'ta (% 10,24), en düşük hacimsel daralma değeri 6 saatte %1 Barit+Ba'te (% 2,56) gerçekleşmiş olup; istatistiksel anlamda önemli farklılık göstermemiştir.

En yüksek hacimsel genişleme (şişme) değeri 24 saatte %1 Barit+Bx'ta (% 12,49), en düşük hacimsel genişleme değeri 72 saatte %1 Barit'te (% 2,80) gerçekleşmiş olup; istatistiksel anlamda önemli farklılık belirlenmiştir. Borik asit ile emprenye edilmiş örneklerin su alma oranı değerleri boraks ile emprenye edilmiş örneklere kıyasla daha az seviyededir. Bunun nedeni borik asit ve boraksın farklı kimyasal yapılara sahip olmalarıdır. Hacimsel daralma ve genişleme yüzdeleri üzerine doğrudan etkili olan faktör yoğunluktur. Yoğunluk arttıkça hacimsel daralma ve genişleme yüzdeleri de artmaktadır. Çünkü bu durumda odunun su tutabilen iç yüzeyi artmakta ve bünyesine daha fazla su bağlanabilmektedir.

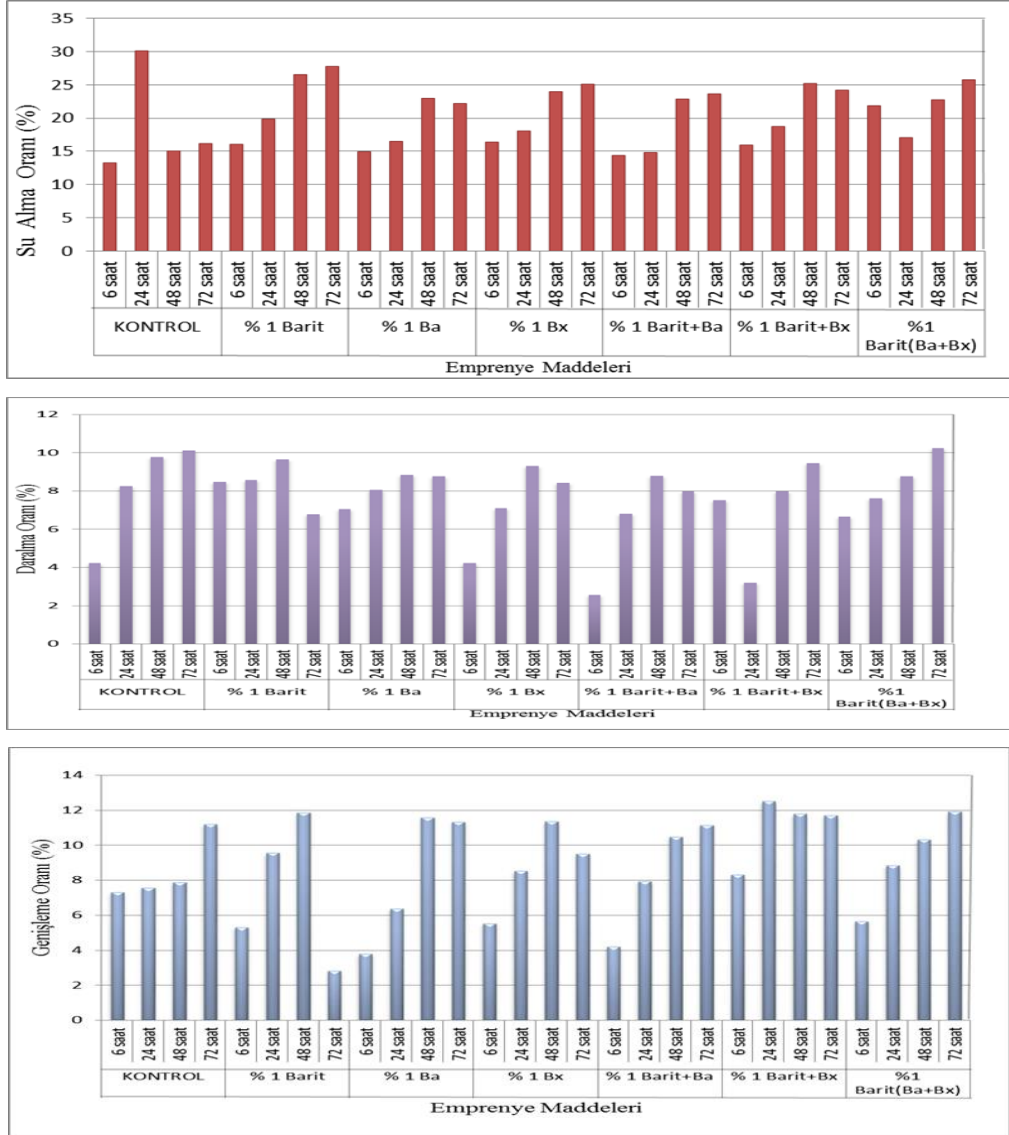
Tablo 7. Su Alma, Çekme, Şişme Oranları (%)

Grup No	Emprenye Maddesi	Su Alma Oranı (%)			Daralma (%)		Genişleme (%)	
		SÜRE	Ort	HG	Ort	HG	Ort	HG
-	KONTROL	6 saat	13,23	H	4,22	F	7,3	D
		24 saat	30,13	B	8,25	C	7,55	D
		48 saat	15,1	G	9,78	B	7,86	D
		72 saat	16,12	F	10,12	A	11,18	B
I	% 1 Barit	6 saat	16,06	F	8,46	C	5,29	E
		24 saat	19,80	E	8,55	C	9,55	C
		48 saat	26,56	C	9,65	B	11,84	B
		72 saat	27,72	A	6,78	E	2,80	G
II	% 1 Ba	6 saat	14,99	G	7,04	D	3,78	F
		24 saat	16,54	F	8,05	C	6,37	E
		48 saat	22,93	E	8,84	C	11,56	B
		72 saat	22,22	E	8,77	C	11,32	B
III	% 1 Bx	6 saat	16,40	F	4,22	F	5,51	E
		24 saat	18,05	F	7,09	D	8,50	C
		48 saat	24,03	D	9,29	B	11,32	B
		72 saat	25,13	D	8,42	C	9,48	C
IV	% 1 Barit+Ba	6 saat	14,35	G	2,56	H	4,19	F
		24 saat	14,78	G	6,79	E	7,92	D
		48 saat	22,86	E	8,78	C	10,47	C
		72 saat	23,69	D	7,98	D	11,13	B
V	% 1 Barit+Bx	6 saat	15,89	G	7,51	D	8,30	C
		24 saat	18,73	F	3,20	G	12,49	A
		48 saat	25,19	D	7,98	D	11,77	B
		72 saat	24,20	D	9,44	B	11,70	B
VI	% 1 Barit (Ba+Bx)	6 saat	21,88	E	6,65	E	5,64	E
		24 saat	17,05	F	7,60	D	8,82	C
		48 saat	22,77	E	8,75	C	10,30	C
		72 saat	25,76	D	10,24	A	11,89	B

Hafizoğlu ve ark. (2002), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), batı karadeniz göknarı (*Abies bormülleriana* M.), kızılğaç (*Alnus glutinosa*) ve titrek kavak (*Populus tremula* L.) odun örneklerini metil metakrilat (MMA) ile muamele etmişler; odun örneklerine ait su alma oranı ve boyuna yönde hacimsel daralma–genişleme değerlerini incelemişlerdir. Su alma oranı göknar ve kavak'ta yüksek, sarıçam ve kızılğaç'ta düşük bulunmuştur. Hacimsel daralma-genişleme en yüksek kızılğaç'ta belirlenmiştir. Odun hücrelerinin boşluk miktarının fazla olmasına rağmen molekül yapısının büyük olması nedeniyle MMA göknar ve kavak içerisine tam olarak nüfuz edememiştir. Odun hücrelerinin boşluk miktarının fazla olmasına rağmen molekül yapısının büyük olması nedeniyle MMA göknar ve kavak içerisine tam olarak nüfuz edememiştir. Bu boşluklar su alma oranı sırasında daha küçük bir molekül yapısına sahip su tarafından doldurulmuştur. Bu da göknar'da su alma oranı değerinin neden yüksek çıktığının bir ifadesidir.

Var, (2001), kayın (*Fagus orientalis* L.Cavr.), kızılğaç (*Alnus glutinosa* Geartn.), ladin (*Picea orientalis* L.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarından hazırlanan örnekleri emprenye çözeltisine (%3 parafin vaks/%10 bezir yağı/%87 white spirit) 1/3, 3 ve 24 saat daldırarak emprenye etmiştir. Sonra test ve kontrol örneklerini, destile su içinde 1/4,1,4,16 ve 24 saat bekletmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; emprenye süresinin uzamasıyla parafin vaks/bezir yağı karışımının, ahşap malzemenin su alımını azalttığını göstermektedir. Bu durum, suda bekletme süresi uzadıkça, parafin vaks/bezir yağı karışımının ahşap malzemedeki su almayı önleyici(su itici) etkisinin azaldığını ortaya koymaktadır. Bu ise, bu karışımın, hücre lümenlerine dolmuş ve hücre çeperlerine tutunmuş olmasından kaynaklanabilir.

(Kardaş, 2014) kızılçam ve karaçam ağaç türlerinden hazırlanan örnekleri jeotermal kaynaklarla uzun süreli daldırma yöntemi uygulayarak emprenye etmiştir. Emprenye işlemi sonunda örnekler üzerinde hacimsel şişme, hacimsel çekme testleri yapmıştır. Test sonuçlarına göre jeotermal akışkanlar ağaç malzemenin hacimsel şişme ve hacimsel çekme değerlerini azaltmıştır.



Şekil 14. Su Alma, Hacimsel Daralma, Hacimsel Genişleme Oranı Değerleri (%)

3.4. Mekanik Özelliklere İlişkin Bulgular

3.4.1. Eğilme Direnci ve Elastiklik Modülü

Eğilme direnci, elastiklik modülü değerleri ilişkin Duncan-Basit Varyans Analizi (BVA) testi sonuçları Tablo 8’de, bunlara ilişkin grafikler Şekil 15’de verilmiştir.

Basit varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek eğilme direnci %5 Barit (Ba+Bx)’te (186 N/mm^2), en düşük %1 Bx’ta (135 N/mm^2); en yüksek elastiklik modülü değeri %5 Barit (Ba+Bx)’te (20033 N/mm^2), en düşük %5 Barit’ta (13066 N/mm^2) gerçekleşmiştir. Kontrol örneğine oranla eğilme direnci ve elastiklik

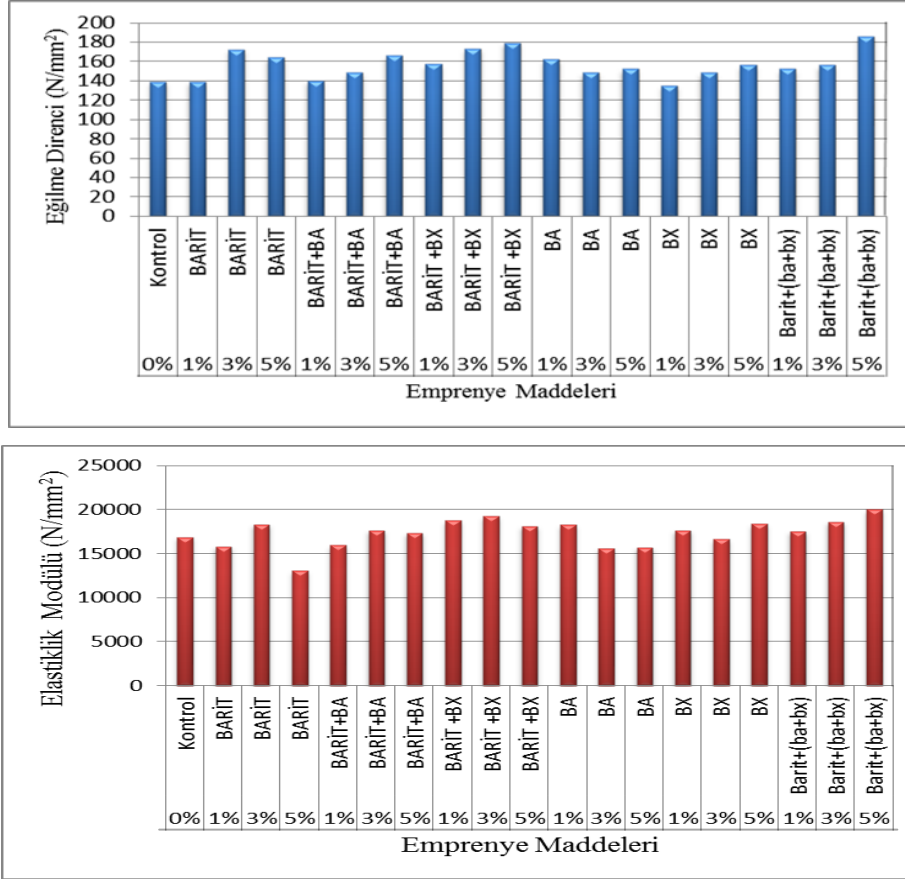
modülünde artış belirlenmiştir. Bu durumun odunun anatomik yapısı ile çözelti konsantrasyonundan kaynaklandığı söylenilebilir. (Mutlu, 2013) sarıçam, doğu kayını ve sapsız meşe odunundan hazırlanmış olduğu deney örneklerinde eğilme direncini en fazla kayında (102,7 N/mm²), en az sarıçamda (86,72 N/mm²), eğilmede elastikiyet modülünü; en fazla kayında (10350 N/mm²), en az sarıçamda (9501 N/mm²) bulmuştur. Kayın odununda eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmesinin nedeni kayın odununun yoğunluğunun yüksek olması ve dağınık küçük trahe yapısına sahip olmasından kaynaklanabilir.

Tablo 8. Eğilme Direnci-Elastiklik Modülü ve Duncan Testi Sonuçları (N/mm²)

Grup No	Çözelti K. (%)	Emprenye Maddesi	EĞİLME DİRENCİ	HG	BVA An.	ELASTİKLİK MODÜLÜ	HG	BVA An.
-	KONTROL	-	138,73	k		16849	L	
I	% 1	Barit	139	jk	p<0.05:0.038	15800	O	p<0.05:0.057
	% 3		172	c		18333	F	
	% 5		164	e		13066	S	
II	% 1	Barit+BA	140	j	p<0.05:0.038	15966	N	p<0.05:0.057
	% 3		148	ı		17656	IJ	
	% 5		166	g		17335	K	
III	% 1	Barit+BX	157	c	p<0.05:0.038	18768	C	p<0.05:0.057
	% 3		173	b		19231	B	
	% 5		179	f		18139	FGH	
IV	% 1	BA	162	ı	F Değeri:617.73	18265	FG	F Değeri:2547.19
	% 3		148	h		15600	R	
	% 5		152	L		15700	P	
V	% 1	BX	135	ı	F Değeri:617.73	17637	I	F Değeri:2547.19
	% 3		148	g		16650	LM	
	% 5		156	g		18366	E	
VI	% 1	Barit (Ba+Bx)	152	h	F Değeri:617.73	17560	IJ	F Değeri:2547.19
	% 3		156	g		18631	CD	
	% 5		186	a		20033	A	

HG: Homojen gruplar (p<0.05 yanılma olasılığı) K:Konsantrasyon An: Analiz

Çakır (2012) bağ budama artıklarını yongalamış, hazırlanan yongaları borlu bileşiklerin % 1 ve % 4'lük çözeltileriyle emprenye etmiş; üre formaldehit tutkalı ile basınç altında presleyerek yongalevha haline getirmiştir. Elde edilen yonga levhaların borlu bileşiklerle emprenyesi eğilme direncinde ve eğilmede elastikiyet modülünde azalmalara neden olmuştur. Yonga levha tiplerinde eğilme direnci verilerinin düşük çıkmasının sebebi bağ çubuğu yongaları arasında iç yapışmanın sağlanamaması olabilir. Elastikiyet modülü değerlerinin düşük çıkmasının sebebi yonga- tutkal karışımının homojen yapılmaması, iç yapışmanın sağlanamaması olabilir.



Şekil 15. Eğilme Direnci ve Elastiklik Modülü Değerleri (N/mm²)

3.4.2. Liflere Paralel Basınç Direnci

Basınç direncine ilişkin Duncan-Basit Varyans Analizi (BVA) testi sonuçları Tablo 9'da, bunlara ilişkin grafik Şekil 16'da verilmiştir. Basit varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek basınç direnci %1 Barit+Bx'ta (88,96 N/mm²), en düşük basınç direnci %5 Barit (Ba+Bx)'ta (77,65 N/mm²) belirlenmiştir.

Emprenye maddeleri basınç direncini azaltıcı etki göstermemiştir. Kontrol örneğine oranla basınç direncinde artış belirlenmiştir. Bu durum odununun hücre çeperinin kalın olması, trahe sayısının fazla oluşu, lümen boşluğunun dar ve malzeme yoğunluğunun yüksek olması ve emprenye maddelerinin bazik özellik göstermesinden kaynaklanabilir. Can (2011) ladin (*Picea orientalis*) ve çam (*Pinus silvestris*) odunu örneklerini %4 konsantrasyonda borik asit (BA) ve boraks (BX) ile emprenye ettikten sonra liflere paralel basınç direnci değerlerini incelemiştir. Liflere paralel basınç direnci değerlerinde; borik asit ile emprenye edilmiş ladin ve çam odunu örneklerinde %30 oranında bir azalma, boraks ile emprenye edilmiş ladin

odunu örneklerinde %7 oranında azalma, çam odunu örneklerinde %9 oranında artış gözlemlenmiştir. Liflere paralel basınç direncinin düşmesi odun ana bileşenlerinden olan hemiselülozun degradesyonu ile de açıklanabilir.

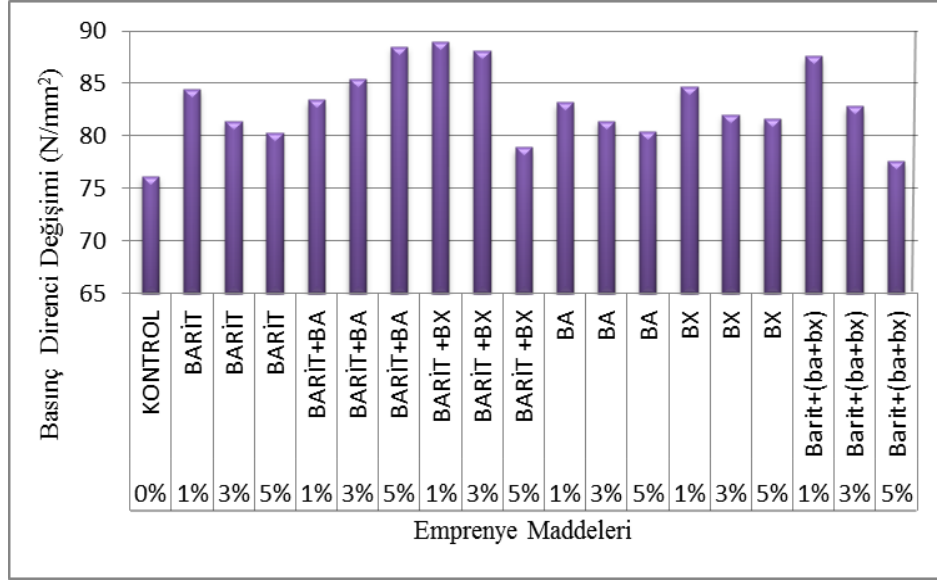
Tablo 9. Basınç Direnci ve Duncan Testi Sonuçları (N/mm²)

Grup No	Çözelti K. (%)	Emprenye Maddesi	BASINÇ DİRENCİ	HG	BVA Analizi
-	KONTROL	-	76,18	R	
I	% 1	Barit	84,49	G	p<0.05:0.048
	% 3		81,45	M	
	% 5		80,3	O	
II	% 1	Barit+BA	83,44	H	
	% 3		85,48	E	
	% 5		88,54	B	
III	% 1	Barit+BX	88,96	A	
	% 3		88,11	C	
	% 5		78,94	Ö	
IV	% 1	BA	83,23	I	F Değeri:3966.21
	% 3		81,44	M	
	% 5		80,47	N	
V	% 1	BX	84,67	F	
	% 3		82,07	K	
	% 5		81,61	L	
VI	% 1	Barit (Ba+Bx)	87,62	D	
	% 3		82,83	J	
	% 5		77,65	P	

HG: Homojen gruplar ($p<0.05$ yanılma olasılığı) **K:**Konsantrasyon

Toker (2007) kızılçam (*Pinus Brutia Ten.*) ve doğu kayını (*Fagus Orientalis Lipsky.*) örneklerini borlu bileşiklerle emprenye etmiş; ağaç malzemelere liflere paralel basınç direnci deneyini uygulamıştır. Doğu kayını örneklerinin liflere paralel basınç direnci değerlerinin, kızılçam deney örneklerine oranla daha yüksek düzeyde olduğunu tespit etmiştir. Buna kayın odununun yoğunluğunun yüksek olması ve dağınık küçük trahe yapısına sahip olması sebep olabilir.

Dağlıoğlu (2010) doğu kayını (*Fagus orientalis Lipsky*), sapsız meşe (*Quercus petraea Liebl.*), kara ceviz (*Junglans nigra Lipsky*), kara kavak (*Populus nigra Lipsky*) odunlarından hazırlanan deney örneklerini Tanalith-E ile emprenye ederek; ağaç malzemelerin liflere paralel basınç dirençlerini belirlemeye çalışmıştır. Emprenye edilmiş kavak odununda ise basınç direnci değeri kontrol örneklerine göre ortalama %8,173 oranında daha düşük çıkmıştır. Bunun nedeni emprenye maddesinin kavak odunu lifleri arasındaki kohezyon kuvvetini zayıflatmasından kaynaklanabilir.



Şekil 16. Basınç Direnci Değişimi (N/mm²)

3.4.3. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

Dinamik eğilme direncine ilişkin Duncan-Basit Varyans Analizi (BVA) testi sonuçları sonuçları Tablo 10'da, bunlara ilişkin grafik Şekil 17' de verilmiştir. Basit varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek dinamik eğilme direnci %5 Bx'ta (1,26 Kpm/cm²), en düşük %1 Bx'ta (0,7 Kpm/cm²) belirlenmiştir. Kontrol örneğine oranla dinamik eğilme (şok) direncinde artış gözlenmiştir. Bu durum yoğunluk, rutubet, sıcaklık, lif yönü ile hücre çeperinin anatomik ve kimyasal yapısından kaynaklanabilir.

(Gezer ve ark., 2004) kızılgağaç odunlarını CCA(Bakır/Krom/Arsenik) ile emprenye etmişlerdir; sıcaklık ve konsantrasyon artışı ile dinamik eğilme dirençlerinde genel bir artışın olduğunu belirlemişlerdir.

Özçiftçi, (2009) uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.), doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) odunlarını sanayi atığı bor yağı ile emprenye etmiş; deney örneklerine şok direnci testi uygulamıştır. Dinamik eğilme (şok) direncini en yüksek kayın odununda (0,85 kpm/cm²), en düşük göknar odununda (0,21 kpm/cm²) elde etmiştir. Buna sebep emprenye maddesinin ağaç malzemeye derinlemesine nüfuz etmesi gösterilebilir.

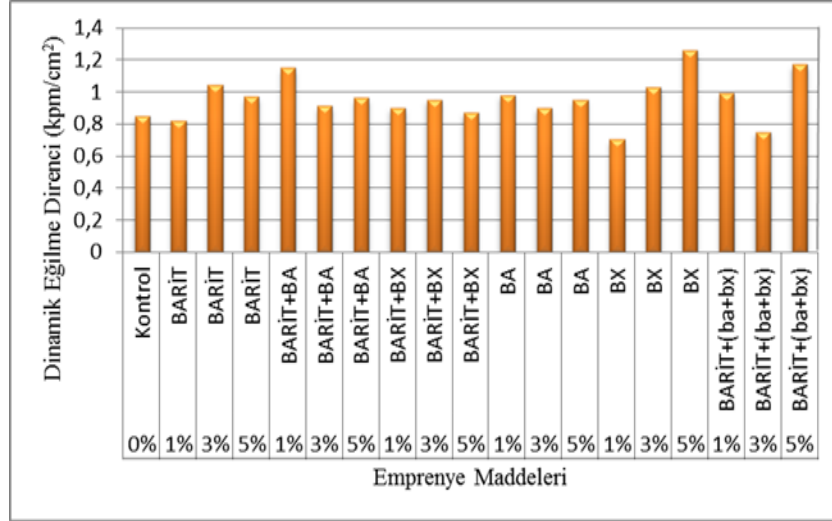
Tablo 10. Dinamik (Şok) Eğilme Direnci ve Duncan Testi Sonuçları (Kpm/cm²)

Grup No	Çözelti K. (%)	Emprenye Maddesi	DİNAMİK EĞİLME DİRENCİ	HG	BVA Analizi
-	KONTROL	-	0,85	K	
I	% 1	Barit	0,82	L	p<0.05:0.049
	% 3		1,04	D	
	% 5		0,97	FG	
II	% 1	Barit+BA	1,15	C	
	% 3		0,91	I	
	% 5		0,96	GH	
III	% 1	Barit+BX	0,9	I	
	% 3		0,95	H	
	% 5		0,87	J	
IV	% 1	BA	0,98	EF	F Değeri:573.12
	% 3		0,9	I	
	% 5		0,95	H	
V	% 1	BX	0,7	N	
	% 3		1,03	D	
	% 5		1,26	A	
VI	% 1	Barit (Ba+Bx)	0,99	E	
	% 3		0,75	M	
	% 5		1,17	B	

HG: Homojen gruplar (**p<0.05** yanılma olasılığı) **K:**Konsantrasyon

Kaymakçı ve ark. (2012), Toros sedirinin (*Cedrus Libani*A.Richard) genç odun ve olgun odununda şok direnci değerlerini belirlemeye çalışmışlardır. Genç odunda şok direncini 75.8 kpm/cm², olgun odunda şok direncini 59.2 kpm/cm² bulmuşlardır.

Kılıç (2012), doğu ladini (*Picea orientalis* L.) ve doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odun örneklerini silikon bazlı Dow Corning (R) 1-6184, Dow Corning (R) Z-6341 Silan, Dow Corning (R) 2-9034 EU Emülsiyon, Dow Corning (R) IE 6683 ve Dow Corning (R) Z70 maddeleri ile emprenye etmiş; emprenye edilen örneklerin şok direncinde azalmalar olduğunu gözlemlemiştir.



Şekil 17. Dinamik Eğilme Direnci Değişimi (kpm/cm²)

3.4.4.Yapışma Direnci

Yapışma direnci ve Duncan-Basit Varyans Analizi (BVA) testi sonuçları Tablo 11’de, bunlara ilişkin grafik Şekil 18’de verilmiştir. Basit varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına göre en yüksek yapışma direnci %1 Barit (Ba+Bx)’ta (31,77 N/mm²), en düşük %5 Barit+Bx’ta (8,11 N/mm²) belirlenmiştir.

Tablo 11. Yapışma Direnci ve Duncan Testi Sonuçları (N/mm²)

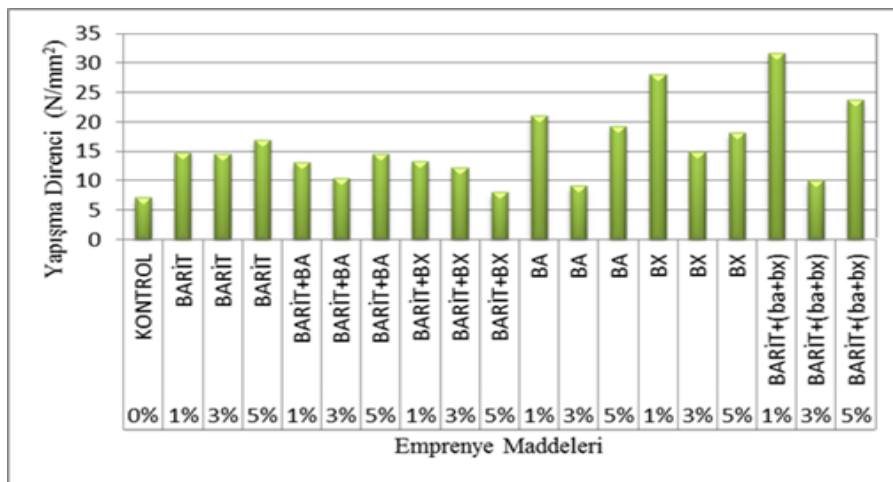
Grup No	Çözültü K. (%)	Emprenye Maddesi	YAPIŞMA DİRENCİ	HG	BVA Analizi	
-	KONTROL	-	7,13	S		
I	% 1	Barit	14,85	HI	p<0.05:0.000	
	% 3		14,54	HIJ		
	% 5		17,02	F		
II	% 1	Barit+BA	13,07	KL		
	% 3		10,49	N		
	% 5		14,59	HIJ		
III	% 1	Barit+BX	13,27	K		
	% 3		12,32	M		
	% 5		8,11	R		
IV	% 1	BA	21,14	D		F Değeri:103.78
	% 3		9,14	P		
	% 5		19,25	E		
V	% 1	BX	28,15	B		
	% 3		14,99	H		
	% 5		18,17	E		
VI	% 1	Barit (Ba+Bx)	31,77	A		
	% 3		10,13	NO		
	% 5		23,82	C		

HG: Homojen gruplar (p<0.05 yanılma olasılığı) K:Konsantrasyon

Kontrol örneğine oranla yapışma direncinde bir miktar artış gözlenmiştir. Bu duruma odunun yapısı, yüzey düzgünlüğü ve yapısı, permeabilitesi, pres basıncı, pres süresi, kullanılan tutkalın: viskozitesi, kimyasal özellikte olması, ph oranı, molekül ağırlığı, dağılması, katı madde miktarı ve uygulama şekli neden olmuştur.

Okçu ve ark. (2008), meşe ve kestane odunlarını boraks ve çinko klorürle empenye etmişler ve DVTKA ile yapıştırmışlardır ve sonuçta bu empenye maddelerinin yapışma direnci üzerinde olumsuz etkiye sahip olduklarını belirtmişlerdir. Empenye maddelerinin yapışma direncini azalttığını ve bunun nedeninin empenye maddelerinin tutkal tabakası ve yüzey arasındaki bağları zayıflatmasından kaynaklandığını belirtilmiştir.

Kaçamer (2010), doğu kayını odununu Tanalith-E maddesi ile, uludağ göknarı odununu da Imersol-Aqua maddesi ile empenye etmiş; bu odunları D-VTKA tutkalı ile yapıştırarak yapışma direncini belirlemeye çalışmıştır. Deney sonuçlarına göre, en yüksek yapışma direncini D-VTKA tutkalı ile yapıştırılmış Tanalith-E ile empenye edilen kayın odununda ($7,69 \text{ N/mm}^2$), en düşük yapışma direncini D-VTKA tutkalı ile yapıştırılmış Imersol-Aqua ile empenye edilen göknar odununda ($4,28 \text{ N/mm}^2$) elde etmiştir. Bu durum Imersol Aqua empenye maddesinin yağlı bir yapıya sahip olmasından ve kayın odununun dağınık küçük traheli olan yapısından kaynaklanabilir.



Şekil 18. Yapışma Direnci Değişimi (N/mm^2)

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çözeltilerin empenye öncesi ve sonrasında ölçülen pH değerleri ve yoğunluklarında önemli bir değişme olmamıştır. Bu durum her empenye varyasyonunda taze çözeltiyle çalışmaktan kaynaklanabilir. Kullanılan empenye maddelerinden borik asit, boraks, barit ve konsantrasyonlarının asidik yapıya yakın olması odundaki polisakkaritleri olumsuz etkilediğini ve hidroliz olasılığını güçlendirdiğini bildirmektedir (Özçifçi, 2001). Buna rağmen fiziksel ve mekanik özelliklerde olumsuzluk gözlenmemiştir.

Retensiyon ve % retensiyon literatür çalışmaları kıyaslandığında olumluluk ve paralellik göstermiştir. Toplam retensiyon değeri: I. grup empenye maddesinde en yüksek %5 Barit'te ($50,1 \text{ kg/m}^3$), en düşük %1 Barit'te ($14,53 \text{ kg/m}^3$) gerçekleşmiştir. II. grup empenye maddesinde en yüksek %3 Barit+Ba'te ($32,8 \text{ kg/m}^3$), en düşük %5 Barit+Ba'te ($27,95 \text{ kg/m}^3$) gerçekleşmiştir. III. grup empenye maddesinde en yüksek %5 Barit+Bx'ta ($45,25 \text{ kg/m}^3$), en düşük %1 Barit+Bx'ta ($8,55 \text{ kg/m}^3$) gerçekleşmiştir. IV. grup empenye maddesinde en yüksek %5 Ba'te ($29,3 \text{ kg/m}^3$), en düşük %1 Ba'te ($5,76 \text{ kg/m}^3$) gerçekleşmiştir. V. grup empenye maddesinde en yüksek %5 Bx'ta ($62,8 \text{ kg/m}^3$), en düşük %1 Bx'ta ($8,17 \text{ kg/m}^3$) gerçekleşmiştir. VI. grup empenye maddesinde en yüksek %5 Barit (Ba+Bx)'te ($26,48 \text{ kg/m}^3$), en düşük %1 Barit (Ba+Bx)'te ($7,6 \text{ kg/m}^3$) gerçekleşmiştir.

% Retensiyon değeri: I. grup empenye maddesinde en yüksek %5 Barit'te (% 1,74), en düşük %1 Barit'te (% 0,69) gerçekleşmiştir. II. grup empenye maddesinde en yüksek %5 Barit+Ba'te (% 2,21), en düşük %1 Barit+Ba'te (% 0,72) gerçekleşmiştir. III. grup empenye maddesinde en yüksek %5 Barit+Bx'ta (% 4,98), en düşük %1 Barit+Bx'ta (% 0,81) gerçekleşmiştir. IV. grup empenye maddesinde en yüksek %5 Ba'te (% 1,37), en düşük %1 Ba'te (% 0,36) gerçekleşmiştir. V. grup empenye maddesinde en yüksek %5 Bx'ta (% 1,1), en düşük %1 Bx'ta (% 0,45) gerçekleşmiştir. VI. grup empenye maddesinde en yüksek %5 Barit (Ba+Bx)'te (% 2,36), en düşük %1 Barit (Ba+Bx)'te (% 0,87) gerçekleşmiştir.

Hava kuru özgül ağırlık değeri: I. grup empenye maddesinde en yüksek %5 Barit'te ($0,83 \text{ g/cm}^3$), en düşük %1 Barit'te ($0,82 \text{ g/cm}^3$) gerçekleşmiştir. II. grup

emprenye maddesinde en yüksek % 3 Barit+Ba'te (0,84 g/cm³), en düşük %1 Barit+Ba'te (0,83 g/cm³) gerçekleşmiştir. III. grup emprenye maddesinde en yüksek %1 Barit+Bx'ta (0,83 g/cm³), en düşük %3 Barit+Bx'ta (0,81 g/cm³) gerçekleşmiştir. IV. grup emprenye maddesinde en yüksek %3 Ba'te (0,84 g/cm³), en düşük %5 Ba'te (0,82 g/cm³) gerçekleşmiştir. V. grup emprenye maddesinde en yüksek %3 Bx'ta (0,82 g/cm³), en düşük %5 Bx'ta (0,8 g/cm³) gerçekleşmiştir. VI. grup emprenye maddesinde en yüksek %3 Barit (Ba+Bx)'te (0,84 g/cm³), en düşük %1 Barit (Ba+Bx)'te (0,81 g/cm³) gerçekleşmiştir.

Tam kuru özgül ağırlık değeri: I. grup emprenye maddesinde en yüksek %3 Barit'te (0,81 g/cm³), en düşük %1 Barit'te (0,79 g/cm³) gerçekleşmiştir. II. grup emprenye maddesinde en yüksek %5 Barit+Ba'te(0,79 g/cm³), en düşük %3 Barit+Ba'te (0,78 g/cm³) gerçekleşmiştir. III. grup emprenye maddesinde en yüksek %1 Barit+Bx'ta (0,81 g/cm³), en düşük %3 Barit+Bx'ta (0,8 g/cm³) gerçekleşmiştir. IV. grup emprenye maddesinde en yüksek %3 Ba'te (0,82 g/cm³), en düşük %5 Ba'te (0,8 g/cm³) gerçekleşmiştir. V. grup emprenye maddesinde en yüksek %3 Bx'ta (0,81 g/cm³), en düşük %1 Bx'ta (0,77 g/cm³) gerçekleşmiştir. VI. grup emprenye maddesinde en yüksek %3 Barit (Ba+Bx)'te (0,82 g/cm³), en düşük %1 Barit (Ba+Bx)'te (0,79 g/cm³) gerçekleşmiştir.

Su alma değeri: I. grup emprenye maddesinde en yüksek 72 saat ile %1 Barit'te (% 27,72), en düşük 6 saat ile %1 Barit'te (% 16,06) gerçekleşmiştir. II. grup emprenye maddesinde en yüksek 48 saat ile %1 Ba'te (% 22,93), en düşük 6 saat ile %1 Ba'te (% 14,99) gerçekleşmiştir. III. grup emprenye maddesinde en yüksek 72 saat ile %1 Bx'ta (% 25,13), en düşük 6 saat ile %1 Bx'ta (% 16,40) gerçekleşmiştir. IV. grup emprenye maddesinde en yüksek 72 saat ile %1 Barit+Ba'te (% 23,69), en düşük 6 saat ile %1 Barit+Ba'te (% 14,35) gerçekleşmiştir. V. grup emprenye maddesinde en yüksek 48 saat ile %1 Barit+Bx'ta (% 25,19), en düşük 6 saat ile %1 Barit+Bx'ta (% 15,89) gerçekleşmiştir. VI. grup emprenye maddesinde en yüksek 72 saat ile %1 Barit (Ba+Bx)'te (% 25,76), en düşük 24 saat ile %1 Barit (Ba+Bx)'te (% 17,05) gerçekleşmiştir.

Hacimsel daralma değeri: I. grup emprenye maddesinde en yüksek 48 saat ile %1 Barit'te (% 9,65), en düşük 72 saat ile %1 Barit'te (% 6,78) gerçekleşmiştir.

II. grup empenye maddesinde en yüksek 48 saat ile % 1 Ba'te (% 8,84), en düşük 6 saat ile %1 Ba'te (%7,04) gerçekleşmiştir. III. grup empenye maddesinde en yüksek 48 saat ile % 1 Bx'ta (%9,29), en düşük 6 saat ile %1 Bx'ta (% 4,22) gerçekleşmiştir. IV. grup empenye maddesinde en yüksek 48 saat ile % 1 Barit+Ba'te (% 8,78), en düşük 6 saat ile %1 Barit+Ba'te (% 2,56) gerçekleşmiştir. V. grup empenye maddesinde en yüksek 72 saat ile %1 Barit+Bx'ta (% 9,44), en düşük 24 saat ile %1 Barit+Bx'ta (% 3,20) gerçekleşmiştir. VI. grup empenye maddesinde en yüksek 72 saat ile %1 Barit (Ba+Bx)'te (% 10,24), en düşük 6 saat ile %1 Barit (Ba+Bx)'te (% 6,65) gerçekleşmiştir.

Hacimsel genişleme değeri: I. grup empenye maddesinde en yüksek 48 saat ile %1 Barit'te (% 11,84), en düşük 6 saat ile %1 Barit'te (% 5,29) gerçekleşmiştir. II. grup empenye maddesinde en yüksek 48 saat ile %1 Ba'te (% 11,32), en düşük 6 saat ile %1 Ba'te (% 3,78) gerçekleşmiştir. III. grup empenye maddesinde en yüksek 48 saat ile %1 Bx'ta (% 11,32), en düşük 6 saat ile %1 Bx'ta (% 5,51) gerçekleşmiştir. IV. grup empenye maddesinde en yüksek 72 saat ile %1 Barit+Ba'te (% 11,13), en düşük 6 saat ile %1 Barit+Ba'te (% 4,19) gerçekleşmiştir. V. grup empenye maddesinde en yüksek 24 saat ile %1 Barit+Bx'ta (% 12,49), en düşük 6 saat ile %1 Barit+Bx'ta (% 8,30) gerçekleşmiştir. VI. grup empenye maddesinde en yüksek 72 saat ile %1 Barit (Ba+Bx)'te (% 11,89), en düşük 6 saat ile %1 Barit (Ba+Bx)'te (% 5,64) gerçekleşmiştir.

Eğilme direnci değeri: I. grup empenye maddesinde en yüksek % 3 Barit'te (172 N/mm²), en düşük % 1 Barit'te (139 N/mm²) gerçekleşmiştir. II. grup empenye maddesinde en yüksek % 5 Barit+Ba'te (166 N/mm²), en düşük % 1 Barit+Ba'te (140 N/mm²) gerçekleşmiştir. III. grup empenye maddesinde en yüksek % 5 Barit+Bx'ta (179 N/mm²), en düşük % 1 Barit+Bx'ta (157 N/mm²) gerçekleşmiştir. IV. grup empenye maddesinde en yüksek % 1 Ba'te (162 N/mm²), en düşük % 3 Ba'te (148 N/mm²) gerçekleşmiştir. V. grup empenye maddesinde en yüksek % 5 Bx'te (156 N/mm²), en düşük % 1 Bx'te (135 N/mm²) gerçekleşmiştir. VI. grup empenye maddesinde en yüksek %5 Barit (Ba+Bx)'te (186 N/mm²), en düşük % 1 Barit (Ba+Bx)'te (152 N/mm²) gerçekleşmiştir.

Elastiklik modülü değeri: I. grup empenye maddesinde en yüksek % 3 Barit'te (18333 N/mm²), en düşük % 5 Barit'te (13066 N/mm²) gerçekleşmiştir. II. grup empenye maddesinde en yüksek % 3 Barit+Ba'te (17656 N/mm²), en düşük % 1 Barit+Ba'te (15966 N/mm²) gerçekleşmiştir. III. grup empenye maddesinde en yüksek % 3 Barit+Bx'ta (19231 N/mm²), en düşük % 5 Barit+Bx'ta (18139 N/mm²) gerçekleşmiştir. IV. grup empenye maddesinde en yüksek % 1 Ba'te (18265 N/mm²), en düşük % 3 Ba'te (15600 N/mm²) gerçekleşmiştir. V. grup empenye maddesinde en yüksek % 5 Bx'ta (18366 N/mm²), en düşük % 3 Bx'ta (16650 N/mm²) gerçekleşmiştir. VI. grup empenye maddesinde en yüksek % 5 Barit (Ba+Bx)'te (20033 N/mm²), en düşük %1 Barit (Ba+Bx)'te (17560 N/mm²) gerçekleşmiştir.

Basınç direnci değeri: I. grup empenye maddesinde en yüksek %1 Barit'te (84,49 N/mm²), en düşük %5 Barit'te (80,3 N/mm²) gerçekleşmiştir. II. grup empenye maddesinde en yüksek %5 Barit+Ba'te (88,54 N/mm²), en düşük %1 Barit+Ba'te (83,44 N/mm²) gerçekleşmiştir. III. grup empenye maddesinde en yüksek %1 Barit+Bx'ta (88,96 N/mm²), en düşük %5 Barit+Bx'ta (78,94 N/mm²) gerçekleşmiştir. IV. grup empenye maddesinde en yüksek %1 Ba'te (83,23 N/mm²), en düşük %5 Ba'te (80,47 N/mm²) gerçekleşmiştir. V. grup empenye maddesinde en yüksek %1 Bx'ta (84,67 N/mm²), en düşük %5 Bx'ta (81,61 N/mm²) gerçekleşmiştir. VI. grup empenye maddesinde en yüksek %1 Barit (Ba+Bx)'te (87,62 N/mm²), en düşük %5 Barit (Ba+Bx)'te (77,65 N/mm²) gerçekleşmiştir.

Dinamik (Şok) eğilme direnci: I. grup empenye maddesinde en yüksek %3 Barit'te (1,04 Kpm/cm²), en düşük %1 Barit'te (0,82 Kpm/cm²) gerçekleşmiştir. II. grup empenye maddesinde en yüksek %1 Barit+Ba'te (1,15 Kpm/cm²), en düşük %3 Barit+Ba'te (0,91 Kpm/cm²) gerçekleşmiştir. III. grup empenye maddesinde en yüksek %3 Barit+Bx'ta (0,95 Kpm/cm²), en düşük %5 Barit+Bx'ta (0,87 Kpm/cm²) gerçekleşmiştir. IV. grup empenye maddesinde en yüksek %1 Ba'te (0,98 Kpm/cm²), en düşük % 3 Ba'te (0,9 Kpm/cm²) gerçekleşmiştir. V. grup empenye maddesinde en yüksek %5 Bx'ta (1,26 Kpm/cm²), en düşük %1 Bx'ta (0,7 Kpm/cm²) gerçekleşmiştir. VI. grup empenye maddesinde en yüksek %5 Barit (Ba+Bx)'te (1,17 Kpm/cm²) en düşük %3 Barit (Ba+Bx)'te (0,75 Kpm/cm²) gerçekleşmiştir.

Yapışma direnci: I. grup empenye maddesinde en yüksek %5 Barit'te (17,02 N/mm²), en düşük %3 Barit'te (14,54 N/mm²) gerçekleşmiştir. II. grup empenye maddesinde en yüksek % 5 Barit+Ba'te (14,59 N/mm²), en düşük %3 Barit+Ba'te (10,49 N/mm²) gerçekleşmiştir. III. grup empenye maddesinde en yüksek %1 Barit+Bx'ta (13,27 N/mm²), en düşük % 5 Barit+Bx'ta (8,11 N/mm²) gerçekleşmiştir. IV. grup empenye maddesinde en yüksek %1 Ba'te (21,14 N/mm²), en düşük %3 Ba'te(9,14 N/mm²) gerçekleşmiştir. V. grup empenye maddesinde en yüksek %1 Bx'ta (28,15 N/mm²), en düşük %3 Bx'ta (14,99 N/mm²) gerçekleşmiştir. VI. grup empenye maddesinde en yüksek %1 Barit (Ba+Bx)'te (31,77 N/mm²), en düşük %3 Barit (Ba+Bx)'te (10,13 N/mm²) gerçekleşmiştir.

Borlu bileşiklerde çözelti konsantrasyonu (%0 - %6) arttıkça retensiyon oranı ve miktarı da artmaktadır. Bu durumdan dolayı ağaç malzemelerin yoğunlukları da çözelti konsantrasyonlarına paralel olarak artış göstermiştir. Ağaç malzemenin korunmasında borlu bileşikler düşük ısılarda ısıtıldıkça bu oran bir miktar daha arttırılabilir. Emprenye maddesi olarak boraks sosyal yaşamın birçok alanında kullanılmaktadır. Bunlardan biride ağaç malzemenin korunmasıdır. Bu bağlamda borlu bileşikler oldukça iyi sonuçlar vermekte ve insan veya hayvan sağlığına da zarar vermemektedir.

Yangın tehlikesi bulunan yerlerde ağaç malzemenin boraks ile empenye edildikten sonra kullanılmasının ağaç malzemenin kullanım ömrünü arttıracığı düşünülmektedir. Borlu bileşiklerin genel karakteri olarak ısıyla karşılaştığında köpürme ve ağacın oksijenle temasını kesme (alevi boğma) özelliği göstermesi nedeniyle sonuçta koruyucu özellik göstermesi nedeniyle yanmaya maruz kalacak yerlerde boraksın kullanılması önerilebilir.

Özellikle dış mekanlarda ve harici kullanım yerlerinde wenge odunu üzerine barit maddesi uygulanabilir. Ancak yüzey kaplama malzemesi olarak vernik kullanılacaksa renk pigmenti olmayan sentetik verniğin uygulanması önerilebilir.

Eğilme direnci deneyinde boraks kullanılması durumunda en fazla azalış görüldüğünden boraks ile empenye edilmiş malzemelerin yük taşıyan yapılarda kullanılmaması önerilebilir.

Basınç direnci değerlerinin yüksek çıkmasından dolayı barit maddesinin ahşapla ilgili birçok alanda (park bahçe mobilyaları, köprüler, röntgen oda kapılarında, demiryolu traversleri, ahşap evlerin kolonları) kullanılabileceğini söyleyebiliriz. Barit maddesinin odun türlerinde değişik emprenye metodları ve tekli-ikili emprenye varyasyonlarıyla rahatlıkla kullanımının olacağı söylenilebilir.

Polivinil asetat tutkalı ile yapıştırılmış wenge ağaç malzeme belirlenen özelliklerine göre; ahşap evlerin iç taşıyıcı elemanlarında, merdiven, tavan, duvar ve yer döşemelerinde, kapı, pencere, pervaz ve lambri üretiminde, mobilyaların mukavemet gerektiren iskelet elemanlarında, dekoratif amaçlı iç mekanlarda, masif mobilya üretiminde, spor ve müzik aletleri yapımında, makine ve teçhizat gibi ağır yüklerin ambalajlanmasında kullanılabilir.

Tutkal, ülkemiz koşullarında, hem pahalı ve hem de zor elde edilebilen bir hammadde olduğundan, maliyet masraflarına katkısı çok olmaktadır. Bunun için, işletmeci amaca en uygun yapışmayı sağlamak için, mümkün olan en az miktarda tutkal kullanmak ister. Bu durumda, yapıştırılan odun ve kullanılan tutkalın özelliklerinin iyi bir şekilde saptanarak, uygun bir yapıştırma teknolojisi uygulanmalıdır.

Bor madeninin Türkiye’de bol miktarda bulunması ve ağaç işleri endüstrisinde özellikle böcek ve mantarlara karşı koruyucu olarak kullanılması, bunun yanında yangın geciktirici olarak çeşitli çözeltiler halinde ahşap malzemeye sürülmesi bu madenin ağaç işlerinde kullanımını yaygınlaştırmıştır. Bor madeninin çeşitli özellikleri (sertliği, parlaklığı vb) araştırılarak veya tutkal içerisinde kullanılması durumunda ahşap malzemenin yapışma performansını ne yönde etkileyeceği daha fazla çalışmalar yapılarak araştırılmalıdır.

Emprenye maddesi olarak borlu bileşiklerin daha yaygın olarak kullanılması, ülkemizde orman kaynaklarının daha rasyonel kullanılması bakımından önemlidir. Çevre ile uyumlu olmayan mühendislik materyallerinin yerine, emprenye edilerek doğal dayanımı artırılmış ağaç malzemenin kullanılması, ülke ekonomisi ve çevreye daha fazla katkı yapabilir.

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, M., 2006. B₂O₃ Katkısının Sentetik Volastonit Üretimi Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Seramik Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon, 31 s.
- Arslan M., 2007. Emet Borik Asit Ürününün Üretim Sürecinin İyileştirme Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 90 s.
- Altınok, M. ve Döngel, N., 2002. Çam Türü Lamine Elemanlarda Mekanik Performans, Gazi Üni. - Fen Bil.Enst. Dergisi, 15 (1), 215-225.
- Aytaşkın, A., 2009. Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilmiş Ağaç Malzemelerin Bazı Teknolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 134 s.
- Bal, B.C., 2006. Amonyaklı Bakır Quat (ACQ) Emprenye Tuzu ile Emprenye Edilen Sarıçam Odununun (*Pinus sylvestris* L.) Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 89 s.
- Batan, F. ve Özçiftçi, A., 2009. Bor Yağının Ağaç Malzemenin Bazı Mekanik Özelliklerine Etkisi, Politeknik Dergisi, 12 (4), 287-292.
- Bayraktar, K. ve Kesik, İ., 2014. Farklı Tutkallar ile Yapıştırılmış Bazı Tropik Ağaç Malzemelerin Yapışma Dirençleri, Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 14 (1), 155-162.
- Baysal, E., 2003. Borlu Bileşikler ve Doğal Sepi Maddeleriyle Emprenye Edilen Sarıçam Odunun Yanma Özellikleri, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19 (1-2), 59-69.
- Baysal, E., Peker, H. ve Çolak, M., 2004. Borlu Bileşikler ve Su İtici Maddelerin Cennet Ağacı Odununun Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20 (1-2), 55-65.
- Bektaş, İ., 1997. Kızılcım Odununun Teknolojik Özellikleri ve Yörelere Göre Değişimi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 144 s.
- Bozkurt, Y. ve Göker, Y., 1987. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 200 s.
- Bozkurt, A. Y. ve Erdin, N., 2000. Odun Anatomisi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 180 s.
- Büyüksarı, Ü., 2006. Bölge Farklılığının Kayın Gövdeli Akçağaç (*Acer trautvetteri* Medw.) Odununun Bazı Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu, 150 s.

- Can, A., 2011. Endüstriyel Ölçekli Isıl İşlem ve Borlu Bileşiklerle Emprenyenin Odunun Bazı Fiziksel, Mekanik ve Biyolojik Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 144 s.
- Çakır, G., 2012. Bor Katkılı Zeytin Karasuyu İle Emprenye Edilmiş Bağ Budama Artıklarından Üretilmiş Yonga Levhaların Fiziksel, Mekanik ve Çürüklük Direncine Olan Etkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 116 s.
- Çıtak, O., 2012. Boraks ve Borik Asit İle Emprenye Edilmiş ve Isıl İşleme Tabi Tutulmuş Kayın Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 101 s.
- Çoban, M., 2011. Emprenye İşleminin Gizli Zıvanalı Ahşap Birleştirmenin Performansına Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 67 s.
- Çolakoğlu, G., Çolak S. ve Aydın İ., 2003. Boraks ve Borik Asitle Emprenye Edilmiş Kayın Kaplama Levhalardan Üretilen Lamine Tabakalı Malzemelerin Mekanik Özellikleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 53 (2), 85-96.
- Dağlıoğlu, N., 2010. Tanalith-E İle Emprenye Etmenin Ağaç Malzemelerin Bazı Teknolojik Özelliklerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 65 s.
- Demir C., 2006. Bor Minerallerinden Enerji Kaynağı Olarak Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 80 s.
- Dilik, T., 1997. Lamine Ağaç Malzemedden Pencere Profili Üretimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 217 s.
- Dizel, T., Efe, H. ve Kasal, A., 2010. Masif ve Lamine Edilmiş Ağaç Malzemelerde Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi, Politeknik Dergisi, 13 (3), 183-190.
- Dizman, E., Gezer, E., İ., Yıldız, Ü., C., Temiz, A. ve Yıldız, S., 2004. CCA (Bakır, krom, arsenik) Emprenye Maddesinin Yıkama Mekanizması, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1 (2), 9-17.
- DPT, 2000. VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005), Madencilik Özel İhtisas Komisyonu, Ankara.
- Esen, R., 2009. Emprenye Yapılmış Ağaç Malzeme Üzerine Uygulanan Üstyüzey İşlemlerinin Yanma Direncine Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 131 s.

- Esen, R. ve Özcan, C., 2012. Isıl İşlemin Meşe (*Quercus petraea* L.) Ağaç Malzemedede Yapışma Direncine Etkileri, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13, 150-154.
- Gezer, E., Dizman, E., İ., Yıldız, Ü., C., Temiz, A. ve Yıldız, S., 2004. CCA (Bakır, krom, arsenik) Emprenye Maddesinin Yıkanma Mekanizması, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1 (2), 9-17.
- Göker, Y., 1987. Bazı Önemli Koyu Renkli Afrika Ağaç Türleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 37 (2), 1-16.
- Hafizoğlu, H., Yalınkılıç, M. K., Yıldız, Ü.C., Baysal, E., Demirci, Z. ve Peker, H., 1994. Türkiye Bor Kaynaklarının Odun Koruma (Emprenye) Endüstrisinde Değerlendirilme İmkanları, TÜBİTAK Projesi, TOAG-875 No'lu Proje, 377-378.
- Hafizoğlu, H. ve Kılıç A., 2002. Metil Metakrilat İle Muamele Edilen Bazı Ağaç Türlerinin Boyut Stabilizasyonunun Artırılması, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 4 (4), 20-27.
- Kaçamer, S., 2010. İmersol Aqua ve Tanalith-E İle Emprenye Edilmiş Isıl İşlemler Ağaç Malzemelerin Yapışma ve Yanma Dirençlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 72 s.
- Karademir, E., 2012. Jeotermal Akışkanlarla Emprenye Edilen Ahşabın Performansı: Uşak Yöresi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 72 s.
- Kardaş, İ., 2014. Kütahya-Simav Yöresi Jeotermal Kaynaklarının Emprenye Maddeleri Açısından İncelenmesi ve Bu Kaynakların Ahşabın Bazı Özellikleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 83 s.
- Kartal, S.N. ve Imamura, Y., 2004. Borlu Bileşiklerin Emprenye Maddesi Olarak Ağaç Malzeme ve Kompozitlerde Kullanımı, II. Uluslar arası Bor Sempozyumu, Eskişehir, Bildiriler kitabı cilt II, s. 333-338.
- Kavak, D., 2004. Adsorpsiyonla Bor Giderimini Etkileyen Parametrelerin ve Optimum Değerlerinin Belirlenmesi Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 220 s.
- Kaymakçı, A., Bal, B., C. ve Bektaş, İ., 2012. Toros Sedirinde Genç Odun ve Olgun Odunun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15 (2), 80-95.
- Kılıç, A. ve Hafizoğlu H., 2002. Metil Metakrilat İle Muamele Edilen Bazı Ağaç Türlerinin Boyut Stabilizasyonunun Artırılması, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 4 (4), 20-27.

- Kılıç, C., 2012. Silikon Bazlı Kimyasal Maddelerle Emprenye İşleminin Odunun Bazı Fiziksel, Mekanik ve Biyolojik Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 107 s.
- Mutlu, E., 2013. Yanmayı Geciktirici Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilen Bazı Ağaç Türlerinin Teknolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 107 s.
- Okçu, O. and Özçifçi, A., 2008. The Influence of the Impregnating Chemicals on the Bonding Strength of Impregnated Wood Materials, Journal of Applied Polymer Science, 107, 2871–2876.
- Örs, Y., Atar, M. and Keskin, H., 2004. Bonding strength of some adhesives in wood materials impregnated with Imersol-Aqua, International Journal of Adhesion & Adhesives, 287–294.
- Örs, Y. ve Keskin, H., 2008. Ağaç Malzeme Teknolojisi, Gazi Üniversitesi Yayınları, Yayın No:2000/352, Ankara,1-6,144-155.
- Özcan, S.,2011. Ağaç Malzeme Türü, Sıcaklık Farkı ve Yüzey Pürüzlüğünün Yapışma Direncine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük 110 s.
- Özçiftçi, A., 2001. Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemelerin Teknolojik Özellikleri. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 140 s.
- Özçifçi, A. 2006. Effects of Boron Compounds on the Bonding Strength of PF & MF Adhesives to Impregnated Wood Materials, Journal of Adhesion Science and Technology, 20 (10), 1147-1153.
- Özçifçi, A. ve Batan, F., 2009. Bor Yağının Ağaç Malzemenin Bazı Mekanik Özelliklerine Etkisi, Politeknik Dergisi, 12 (4), 287-292.
- Özalp, M., Altınok, M., Karaaslan, A. ve Perçin, O., 2009. Borla Modifiye Edilmiş Tutkalların Kestane (*Castanea sativa* Mill.) Odununun Yapışma Direncine Etkileri, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 11 (15), 17-24.
- Özpak, A., S., 2006. Emprenye Çözeltilerinin Dış Cephe Verniklerinin Yapışma Direncine Etkileri. Bilim Uzmanlığı Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 72 s.
- Peker, H. ve Tan, H., 2015. Barit (BaSO₄) Maddesinin Ahşapta Emprenye Edilme Özelliği ve Basınç Direnci Üzerine Etkisi, Politeknik Dergisi, 18 (1), 15-19.
- Rowel, R.M. and Banks, W.B. 1985. Water Repellency and Dimensional Stability of Wood, U.S.D.A. Forest Prod. Lab., Gen. Tech. Report FPL-50, Madison, Wis.
- Schneider, M. H.1980. Hygroscopicity of Wood Impregnated with Linseed Oil, Wood Science, 14 (4), 107-114.

- Süzer Ertürk, N., 2011. Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilmiş Dişbudak Yapraklı Üvez (*Sorbus Aucuparia* Lipsky) Odununun Bazı Teknolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 88 s.
- Şimşek, H., Yılmaz, F., Baysal, E., Toker, H., Göktaş, O. ve Çolak, M., 2009. Borlu Bileşiklerle Muamele Edilen Ağaç Malzemenin Tam Kuru Yoğunluk Değerleri ve Çürüklüğe Karşı Direnci, IV. Uluslararası Bor Sempozyumu Eskişehir, Cilt I, s. 79-89.
- Tan, H. ve Peker, H., 2014. Bölge Farklılığı, Buharlama, Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısının Ladin Odunundan Üretilen Kontrplakların Bazı Mekanik Özelliklerine Etkisi, Ormancılık Araştırma Dergisi, 1 (1), 50-59.
- Temiz, A., 2004. Çeşitli Emprenye Maddelerinin Kızılağaç Odununun (*Alnus glutinosa* L.) Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 113 s.
- Toker, H., 2007. Borlu Bileşiklerin Ağaç Malzemenin Bazı Fiziksel Mekanik ve Biyolojik Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 246 s.
- TS 2470, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler. T.S.E. 1.Baskı, Ankara.
- TS 2477, 1976. Odunun Çarpmada Eğilmede Dayanımının Tayini. T.S.E. 1.Baskı, Ankara.
- TS 2474, 1977. Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini. T.S.E. 2.Baskı, Ankara.
- TS 2595, 1977. Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımının Tayini, T.S.E. Standardı, Ankara, 2. Baskı, Ankara.
- TS 2478, 1978. Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, T.S.E. 3. Baskı, Ankara.
- TS EN 205, 2004. Yapıştırıcılar-Yapısal Olmayan Uygulamalar İçin Ahşap Yapıştırıcılar Bindirmeyle Yapıştırılmış Eklerin Çekmeyle Kayma Mukavemetinin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- URL-1. <http://www.interorman.com.tr> (11.02.2015, 16:30).
- URL-2. <http://www.tespihland.com.tr> (12.02.2015, 18:00).
- URL-3. <http://www.wenge.com.tr> (14.02.2015, 19:00).
- URL-4. <http://www.kortürk.com.tr> (16.02.2015, 20:00).
- URL-5. <http://www.mta.gov.tr/v2.0/madenler/2013-Mart-Maden-Fiyat-Listesi.pdf> (17.02.2015, 19:30).

- URL-6. <http://www.asit.gen.tr/borikasit.html> (18.02.2015, 21:00).
- URL-7. <http://www.boren.com.tr/boraks.html> (20.02.2015, 13:30).
- URL-8. <http://www.etimaden.gov.tr/barit-rezervleri.html> (22.02.2015, 15:00).
- URL-9. [http://www.marbleport.com/doğal kaynaklar/29/barit](http://www.marbleport.com/doğal_kaynaklar/29/barit) (27.02.2015, 12:00).
- URL-10. <http://www.özgünresimler.com.tr> (01.03.2015, 14:00).
- URL-11. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Barit> (09.03.2015, 16:00).
- URL-12. <http://www.jmo.org.tr/baritin-kullanım-alanları.html> (15.03.2015, 22:30).
- URL-13. <http://www.maden.org.tr> (08.04.2015, 10:00).
- URL-14. <http://www.forumdaş.com.tr> (02.05.2015, 11:30).
- Uysal, B., Kurt, Ş., 2005. Yanmayı Geciktirici Bor İçerikli Emprenye Maddelerinin Ahşap Malzemenin Yapışma Direncine Etkisi, I. Ulusal Bor Çalıştayı, Bildiriler Kitabı, Ankara, sayfa 43.
- Var, A., A., 2001. Ahşap Malzemede Su Alımının Parafin Vaks/Bezir Yağı Karışımıyla Azaltılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2 (1), 97-110.
- Yıldız, Ü.C., Temiz, A., Engin, E.D. ve Gezer, D., 2003. Effects Of The Wood Preservatives On Mechanical Properties Of Yellow Pine Wood, Science Direct, 30 (9), 1071-1075.
- Yılmaz, M., 2006. Bazı Ahşap Tutkallarının Masif ve Levhalarda Yapışma Performanslarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 46 s.
- Yılmaz, F., Şimşek, H., Baysal, E., Toker, H., Göktaş, O. ve Çolak, M., 2009. Borlu Bileşiklerle Muamele Edilen Ağaç Malzemenin Tam Kuru Yoğunluk Değerleri ve Çürüklüğe Karşı Direnci, IV. Uluslararası Bor Sempozyumu Eskişehir, Cilt I, s. 79-89.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : AYDIN, Özlem
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve Yeri : 22/09/1988 – SAMSUN
Medeni Hali : Bekar
Telefon : 0 (553)3827828
Faks : 0466 215 1034
e-mail : ozlem_dursune5588@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Başlangıç-Bitiş
Yüksek Lisans	Artvin Çoruh Üniv./Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı	2013 – ...
Lisans	Artvin Çoruh Üniv./Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü	2009 – 2013
Lise	Mithatpaşa Lisesi/ SAMSUN	2003 – 2006

Yabancı Dil

İngilizce