



T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**DOĞAL EMPRENYE MADDELERİ ve BORLU BİLEŞİKLER İLE EMPRENYE
EDİLEN SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.) ODUNUNUN FİZİKSEL ve MEKANİK
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elif ALKAN

**EKİM 2016
GÜMÜŞHANE**

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMANCILIK ve ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

DOĞAL EMPRENYE MADDELERİ ve BORLU BİLEŞİKLER İLE EMPRENYE
EDİLEN SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.) ODUNUNUN FİZİKSEL ve MEKANİK
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elif ALKAN

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
“Ormancılık ve Çevre Bilimleri Anabilim Dalı”
Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 27.08.2016
Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 17.10.2016

EKİM 2016



KABUL ve ONAY



Doç. Dr. Selim ŞEN danışmanlığında **Elif ALKAN** tarafından hazırlanan “**DOĞAL EMPRENYE MADDELERİ ve BORLU BİLEŞİKLER İLE EMPRENYE EDİLEN SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.) ODUNUNUN FİZİKSEL ve MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**” isimli bu çalışma jürimiz tarafından Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Ormancılık ve Çevre Bilimleri** Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak Oy Birliği ile kabul edilmiştir.

Başkan (Danışman) :

Doç. Dr. Selim ŞEN

Üye (İkinci Danışman) :

Yrd. Doç. Dr. Muhammed Said FİDAN

Üye :

Prof. Dr. Günay ÇAKIR

Üye :

Yrd. Doç. Dr. Osman KOMUT

Üye :

Yrd. Doç. Dr. İbrahim YILDIRIM

ONAY

Bu tez 23.11/2016 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. İbrahim TURAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ormancılık ve Çevre Bilimleri Anabilim Dalı'nda, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum “Doğal Emprenye Maddeleri ve Borlu Bileşikler ile Emprenye Edilen Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Odununun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi” isimli tez çalışmada; bütün bilgi ve belgeleri genel akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğumu, başka kaynaklardan yararlandığım bilgileri metin ve kaynaklarda eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksi durumda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 27.08.2016

Elif ALKAN

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DOĞAL EMPRENYE MADDELERİ ve BORLU BİLEŞİKLER ile EMPRENYE
EDİLEN SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.) ODUNUNUN FİZİKSEL ve MEKANİK
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Elif ALKAN

Gümüşhane Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Ormancılık ve Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Selim ŞEN

İkinci Danışman: Yrd. Doç. Dr. Muhammed Said FİDAN

2016, 56 sayfa

Bu çalışmada; ülkemizde büyük bir potansiyele sahip sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu borlu bileşiklerden boraks, borik asit ve boraks+borik asit ile doğal emprenye maddelerinden kebrako ve tara birlikte kullanılarak hazırlanan deney örnekleri üç farklı (% 1, % 3, % 5) çözelti konsantrasyonu ile ASTM 1413-76 standardına göre emprenye edilmiş ve bazı fiziksel-mekanik özelliklerde değişimleri araştırılmıştır. Emprenye sonrası örneklerin testleri yapılarak kontrol örnekleri ile kıyaslanmıştır. Böylece çevreye ve insan sağlığına zarar vermeyen, daha ekonomik ve daha fazla koruyucu etkiye sahip doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşiklerin kullanım olanaklarının artırılması amaçlanmıştır.

Doğal emprenye maddesi olarak tanen bakımından zengin tara ve kebrako, borlu bileşik olarak boraks ve borik asit kullanılmıştır. Borlu bileşiklerden boraks ve borik asitten

% 1, % 3 ve % 5'lik sulu çözeltileri kullanılmıştır. Her bir emprenye işleminde hazırlanan 15 adet örnek önce emprenye düzeneğinde 30 dakika ön vakum, daha sonra 30 dakika basınç altında emprenye işlemine tabi tutulmuştur. Emprenye sonrası örnekler bir hafta kondisyonlama için bekletildikten sonra bazı fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmada yapılan fiziksel ve mekanik testlerden tam kuru yoğunluk TS 2472, retensiyon miktarı ASTM D 1413-07, eğilme direnci TS 2474, elastikiyet modülü TS 2478, liflere paralel basınç direnci TS 2595 ve vida tutma direnci TS EN 13446 standartlarına göre yapılmıştır.

Deney sonuçlarına göre; en yüksek hava kurusu özgül ağırlık değeri % 1 boraks ile emprenye edilen kebrakolu örneklerde (0.5 g/cm^3), tam kuru özgül ağırlık % 5 tara ile emprenye edilen örneklerde (0.59 g/cm^3) gerçekleşirken, mekanik özelliklerde en yüksek eğilme direnci değeri kebrako ile emprenye edilen örneklerde (90.05 N/mm^2), elastikiyet modülü % 3'lük borik asit+boraks ile emprenye edilen kebrakolu örneklerde (11222 MPa), liflere paralel basınç direnci % 3'lük borik asitle emprenye edilen kebrakolu örneklerde (60.69 N/mm^2), vida tutma direnci kebrako ile emprenye edilen örneklerde (107.7 N/mm^2) gerçekleşmiştir.

Anahtar Kelimeler: Boraks, Borik Asit, Emprenye, Kebrako, Sarıçam, Tara

**ABSTRACT
MS THESIS**

**DETERMINATION of PHYSICAL and MECHANICAL PROPERTIES OF
SCOTCH PINE (*Pinus sylvestris* L.) WOOD WHICH IMPREGNATED BORON
COMPOUNDS and NATUREL SUBSTANCES**

Elif ALKAN

Gümüşhane University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forestry and Environmental Sciences

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Selim ŞEN
Co-Supervisor: Asst. Prof. Dr. Muhammed Said FİDAN
2016, 56 pages

In this study; scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood which has a great potential in our country Borax from compounds of boron, boric acid and borax + boric acid with natural impregnation of quebracho and quechua examples of experiments made using a combination of three different (1%, 3%, 5%) solution concentration according to the ASTM 1413-76 standard impregnated and changes in some physical-mechanical properties were investigated. After impregnation, the samples compared with control samples by testing. Thus, it is intended to increase the possibilities of use of natural impregnation and boron compounds which makes no harm to human health and to the environment, more economical, and more protective.

Quechua and quebracho as a natural preservative which is rich in term of tannin, borax and boric acid as a boron compounds is used. Borax and boric acid are boron compounds and 1%, 3% and 5% the aqueous solution are used. 15 samples which is prepared in each impregnation is first pre-vacuum impregnation apparatus for 30 minutes and then subjected to impregnation treatment for 30 minutes under pressure. Some physical and mechanical properties were investigated of samples after waiting for a week after impregnation conditioning. In this study, from physical and mechanical tests completely dry density of the (TS 2472), retention amount (ASTM D 1413-07), flexural strength (TS 2474), elastic modulus (TS 2478), compression strength parallel to the fibers (TS 2595), parallel pressure resistance to the fibers (DIN 53225) and screw holding strength (TS EN 13446) is done according to (TS EN 13446) standards.

According to the experiment results, the highest air dry specific gravity of quebracho, which is the highest value and 1% in the samples impregnated with borax (0.5 g/cm^3), full of dry weight 5% in the examples, can be impregnated with quechua of (0.59 g/cm^3) realized that the mechanical properties of the high bending resistance value of the sample impregnated with quebracho (90.05 N/mm^2), quebracho and modulus of elasticity in the samples impregnated with 3% boric acid+borax (11.222 MPa), compressive strength parallel fibers impregnated kebrako and 3% boric acid samples (60.69 N/mm^2), screw holding strength in the samples impregnated with quebracho (107.7 N/mm^2), respectively.

Keywords: Borax, Boric Acid, Quebracho, Impregnation, Scots pine, Quechua

TEŞEKKÜR

Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununun fiziksel ve mekanik özelliklerinin incelenmesini konu alan bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ormancılık ve Çevre Bilimleri Anabilim Dalında, Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışmam sürecinde beni her konuda destekleyen, bilgi ve görüşleri ile çalışmama yardımcı olan tez danışmanlarım sayın Doç. Dr. Selim ŞEN'e, Yrd. Doç. Dr. M. Said FİDAN'a ve diğer hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tüm çalışmam boyunca sabır ve anlayışları ile bana destek olan, bana her konuda yardımını esirgemeyen değerli arkadaşım Canan ALKAN, Didem ÖZKAN ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Elif ALKAN

Gümüşhane, 2016

İÇİNDEKİLER

Sayfa no

ÖZET	IV
ABSTRACT	VI
TEŞEKKÜR	VIII
İÇİNDEKİLER.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	XIV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Kullanılan Materyallerin Tanıtımı	3
1.2.1. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) Özellikleri	3
1.2.2. Borlu Bileşikler.....	4
1.2.3. Doğal Emprenye Maddeleri.....	8
1.3. Önceki Çalışmalar	9
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	15
2.1. Materyal	15
2.1.1. Ağaç Malzeme	15
2.1.2. Kimyasal Maddeler.....	15
2.2. Metot.....	15
2.2.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması	15
2.2.2. Emprenye Çözelti Hazırlığı	17
2.2.3. Emprenye İşlemi	17
2.2.4. Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi	19
2.2.5. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi.....	22
3. BULGULAR ve TARTIŞMALAR	28
3.1. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi	28
3.1.1. Hava Kuru Yoğunluk	28
3.1.2. Tam Kuru Yoğunluk.....	30
3.1.3. Retensiyon Miktarı	33
3.2. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi.....	36
3.2.1. Vida Tutma Direnci	36

3.2.2.	Liflere Paralel Basınç Direnci	39
3.2.3.	Eğilme Direncinin Belirlenmesi	42
3.2.4.	Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi	45
4.	SONUÇLAR ve ÖNERİLER	49
5.	KAYNAKLAR	52
	ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1.	Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam örneklerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin tez akış diyagramı	16
Şekil 2.2.	Deney örneklerinin emprenye sonrası görüntüsü	18
Şekil 2.3.	Emprenye işlemlerine kullanılan emprenye düzeneği	19
Şekil 2.4.	Hava kurusu yoğunluk deney örneği	20
Şekil 2.5.	Tam kuru yoğunluğun belirlenmesinde kullanılacak deney numunesi	21
Şekil 2.6.	Eğilme direnci testinin belirlenmesinde kullanılan deney numunesi	23
Şekil 2.7.	Elastikiyet modülü testinin belirlenmesinde kullanılan deney numunesi	24
Şekil 2.8.	Fiziksel ve mekanik testlerde kullanılan üniversal test cihazı	25
Şekil 2.9.	Liflere paralel basınç direnci testinin belirlenmesinde kullanılacak deney numunesi	26
Şekil 2.10.	Vida tutma direncinin belirlenmesinde kullanılan deney numunesi	27
Şekil 3.1.	Sarıçam odununun ortalama hava kurusu yoğunluk değerleri	30
Şekil 3.2.	Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam odununun ortalama tam kuru yoğunluk değerleri	33
Şekil 3.3.	Sarıçam odununun ortalama retensiyon miktarı değerleri	36
Şekil 3.4.	Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam odununun ortalama vida tutma direncinin belirlenmesine ilişkin değerler	39
Şekil 3.5.	Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam odununun ortalama liflere paralel basınç direnci belirlenmesine ilişkin değerler	42
Şekil 3.6.	Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam odununun ortalama eğilme direnci belirlenmesine ilişkin değerler	45
Şekil 3.7.	Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam odununun ortalama elastikiyet modülü belirlenmesine ilişkin değerler	48

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa no

Tablo 1.1.	Sarıçamın fiziksel ve mekanik özellikleri (Bozkurt ve Erdin, 1989).	4
Tablo 1.2.	Boraksın kimyasal ve fiziksel özellikleri (URL-2, 2016)	8
Tablo 2.1.	Emprenye işlemlerinde kullanılan örnek kodları	18
Tablo 2.2.	Yapılan emprenye sayısı	19
Tablo 2.3.	Fiziksel özelliklerin belirlenmesinde kullanılan test numunelerinin boyutları ve standartları.....	20
Tablo 2.4.	Fiziksel özelliklerin belirlenmesinde kullanılan test numune sayıları	20
Tablo 2.5.	Mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan deney numunelerinin boyutları ve standartları.....	22
Tablo 2.6.	Mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan test numune sayıları.....	22
Tablo 3.1.	Sarıçam odununun ortalama hava kurusu yoğunlukları ile ilgili varyans analizi	28
Tablo 3.2.	Emprenye maddesi, borlu bileşikler ve çözelti konsantrasyonu değişkenlerinin hava kurusu yoğunluk miktarı değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (g/cm^3)	29
Tablo 3.3.	Sarıçam odununun ortalama hava kurusu yoğunluk değerleri (g/cm^3)	29
Tablo 3.4.	Sarıçam, odunun ortalama tam kuru yoğunluk miktarlarına ilişkin varyans analizi.....	31
Tablo 3.5.	Emprenye maddesi, borlu bileşikler ve çözelti konsantrasyonu değişkenlerinin tam kuru yoğunluk değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (g/cm^3)	31
Tablo 3.6.	Sarıçam odununun ortalama tam kuru yoğunluk değerleri (g/cm^3)	32
Tablo 3.7.	Sarıçam odununun retensiyon miktarının belirlenmesine ilişkin varyans analizi	34
Tablo 3.8.	Emprenye maddesi, borlu bileşikler ve çözelti konsantrasyonu değişkenlerinin retensiyon miktarı değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (kg/m^3)	34
Tablo 3.9.	Sarıçam odununun ortalama retensiyon miktarı değerleri (kg/m^3)	35
Tablo 3.10.	Sarıçam odununun ortalama vida tutma direncinin belirlenmesine ilişkin varyans analizi.....	37
Tablo 3.11.	Emprenye maddesi, borlu bileşikler ve çözelti konsantrasyonu değişkenlerinin vida tutma direncinin değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (N/mm^2)	38
Tablo 3.12.	Sarıçam odununun ortalama vida tutma değerleri (N/mm^2)	38
Tablo 3.13.	Sarıçam odununun ortalama liflere paralel basınç direncinin belirlenmesine ilişkin varyans analizi	40

Tablo 3.14.	Emprenye maddesi, borlu bileşikler ve çözelti konsantrasyonu değişkenlerinin liflere paralel basınç direncinin değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (N/mm ²)	40
Tablo 3.15.	Sarıçam odununun ortalama liflere paralel basınç direnci değerleri (N/mm ²)	41
Tablo 3.16.	Sarıçam odununun ortalama eğilme direncinin belirlenmesine ilişkin varyans analizi	43
Tablo 3.17.	Emprenye maddesi, borlu bileşikler ve çözelti konsantrasyonu değişkenlerinin eğilme direncinin değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (N/mm ²)	43
Tablo 3.18.	Sarıçam odununun ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm ²)	44
Tablo 3.19.	Sarıçam odununun ortalama liflere paralel basınç direncinin belirlenmesine ilişkin varyans analizi	46
Tablo 3.20.	Emprenye maddesi, borlu bileşikler ve çözelti konsantrasyonu değişkenlerinin elastikiyet modülünün değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (MPa)	46
Tablo 3.21.	Sarıçam odununun ortalama elastikiyet modülünün değerleri (MPa).....	47

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

b	: Deney numunesinin eni (mm)
C	: Çözelti konsantrasyonu (%)
D ₀	: Tam kuru haldeki yoğunluk (g/cm ³)
F	: Kopma anındaki kuvveti (N)
h	: Deney numunesinin kalınlığı (yıllık halkalara teğet yönde, cm)
I	: Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm)
L	: Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)
M ₀	: Tam kuru haldeki örnek ağırlığı (g)
P _{max}	: Kırılma anında uygulanan yük (N)
T ₁	: Emprenye öncesi deney örneğinin ağırlığı (g)
T ₂	: Emprenye sonrası örneğinin ağırlığı (g)
V	: Örnek hacmi (cm ³)
V ₀	: Tam kuru haldeki örnek hacmi (cm ³)
W	: Rutubet Miktarı
ΔF	: Elastik deformasyon bölgesinde yüklemenin alt ve üst limitlerinin aritmetik ortalamaları arasındaki farka eşit kuvvet (N)
Δf	: Net eğilme alanındaki sehim, yüklemenin alt ve üst limitlerinde ölçülen sehimlere ait sonuçların aritmetik ortalamaları arasındaki fark (mm)
α	: Rutubet miktarı için düzeltme faktörü
σ _w	: Liflere paralel basınç direnci (N/mm ²)
ASTM	: American Society for Testing and Materials
B	: Boraks
BA	: Borikasit
CCA	: Bakır krom arsenik
LSD	: En küçük önemli fark
Mpa	: Mega pascal
PVAc	: Polivinil asetat tutkalı
R	: Retensiyon (kg/m ³)
TS	: Türk Standardı (Türk Standartları Enstitüsü)
X _{max}	: En büyük değer
X _{ort}	: Ortalama

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Türkiye'nin orman varlığı 22.34 milyon hektar olarak tespit edilmiştir. Bu ormanlık alan miktarı ülke genel alan toplamının % 28.6'sı kadardır. Sarıçam odunu ise 1.518.929 ha'lık alanda yayılış gösteren asli orman ağacı türlerimizden biridir (OGM, 2015). Sarıçam odun yapısında yapılan değişiklikler sonucunda çok çeşitli alanlarda kullanıma uygun hale getirilmektedir. Sarıçam odunu başlıca, odun hamuru, selüloz üretimi, direk ve kalıp tahtası imalatı, bina yapımı, taşıt araçları yapımı, marangoz, mobilya, yonga levha ve kaplama sanayi vb. alanlarda kullanılmaktadır.

İnsanoğlunun tarihin sayfalarında gözükmesinden buyana çok çeşitli amaçlarla kullanılan ağaç malzeme en önemli hammaddeleden birisidir. Teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi ile birlikte ağaç malzemenin kullanım alanları oldukça çeşitlenmiş ve kullanılan miktar da artmıştır. Ağaç malzemenin kullanımındaki bu artış günümüzde azalan doğal kaynaklar arasında yer almasına neden olmaktadır (Kartal ve Imamura, 2004). Buna rağmen ağaç malzemenin uygun kullanımı ve korunması halinde, orman kaynakları artan hammadde ihtiyacını karşılayabilir düzeydedir.

Ağaç malzemenin higroskopik bir yapıya sahip olması sebebi ile bulunduğu ortamdaki havanın sıcaklık ve bağıl nemine uyum sağlayabilmek için çevresindeki hava ile rutubet alış verişinde bulunmakta, eğer bu alışveriş lif doygunluk noktası altında meydana gelirse boyutsal ve hacimsel olarak değişmekte bu sebepten dolayı biyotik ve abiyotik etkenlere karşı dayanıksız olmaktadır (Örs ve Keskin, 2008).

Bilinen en yaygın koruma yöntemi emprenye işlemidir. Ağaç malzemeye, kullanım yerine uygun olacak şekilde çeşitli faktörlere (çürüme, yanma, boyutsal çalışma vb.) karşı koruyucu özellikleri sahip kimyasal maddelerin nüfuz ettirilmesi işlemi emprenye olarak bilinmektedir. Emprenyede, işlemin başarısı, korumanın derecesi, emprenye maddesi ve oduna ait özelliklerin yanısıra oduna tutundurulmuş net kuru emprenye maddesi miktarı (retensiyon) ve emprenye maddesinin oduna nüfuz etme derinliği gibi özelliklere bağlıdır.

Emprenye işlemine tabi tutulmuş ağaç malzemenin ömrü 7-8 kat daha artmaktadır (Richardson, 1978; WPM, 1986; Arsenault, 1973). Doğal hali ile bırakılan ağaç malzeme ise beş yıldan daha kısa bir zamanda tahrip olabilmektedir (Özçifçi ve Batan, 2009).

Çürüme riski yüksek olan kullanım yerindeki biyolojik bozulmaya karşı emprenye edilerek korunmuş ağaç malzemenin bazı durumlarda çevreye ve diğer canlılara da zararı olabilmektedir. Son yıllarda emprenye maddelerinin kullanımı bazı çevreci kuruluşlar tarafından baskı altında tutulmaktadır (Kartal ve Kantay, 2006).

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

Kreozot yağlı karakterdeki emprenye maddeleri içinde en yaygını olup çoğunlukla demiryolu traverslerinin emprenyesinde kullanılmaktadır. Dış kapıların, prefabrik yapı elemanlarının ve pencere doğramalarının emprenyesinde ise organik esaslı emprenye maddeleri yaygın olarak tercih edilmektedir (Temiz, 2004).

Ağaç malzemenin, fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin yüksek, işlenmesinin kolay olması, maliyet bakımından ekonomik ve ısı iletkenliğinin düşük olması gibi kullanım koşullarından dolayı yapılarda tercih edilen bir elemandır. Ancak ağaç malzemenin biyotik ve abiyotik zararlara karşı korunması gerekmektedir. Yapıda kullanılan birçok ağaç malzeme için en uygun koruyucu kimyasal maddeler borlu bileşiklerdir. Bu kimyasallar, hem binalarda kullanılan kompozit malzemelerin emprenyesinde hem de ana taşıyıcı kolon ve dikmelerin korunmasında önemli olup, uzun yıllar koruma temin edebilmektedir. Bununla birlikte, özellikle termit tehlikesinin yüksek olduğu ülkelerde zemin malzemesinin emprenyeli olarak faal bir şekilde kullanılmaktadır (Kartal ve Imamura, 2004).

Borlu bileşikler, biyolojik zararlılara karşı yüksek etkinlikleri, suyla çözünerek kolayca uygulanabilmeleri, oduna difüzyon yetenekleri, diğer emprenye maddelerine göre ucuz ve temini kolay olması, çevreye uyumlu olması ve yanmaya karşı ağaç malzemenin direncini önemli ölçüde arttırmaları nedeniyle önem kazanmıştır (Şimşek vd., 2009).

Emprenye işleminin yapılabilmesi için birçok yöntem kullanılmaktadır. Ağaç malzemeye uygulanan emprenye yöntemleri; basınçsız ve basınçlı yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Basınçsız yöntemler daldırma ve fırça ile sürme gibi basit yöntemlerdir. Basınçlı yöntemler de ise kurulu bir donanım gerektirmektedir.

Basıncılı emprenye yöntemleri; Boş hücre ve Dolu hücre metodları olmak üzere ikiye ayrılır. Bu yöntemlerde uygulanan vakum ve basınç ile emprenye maddesinin ağaç malzemeye, istenen miktarda nüfuzu sağlanmaktadır (Bozkurt vd., 1993).

1.2. Kullanılan Materyallerin Tanıtımı

1.2.1. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Özellikleri

Ülkemizde Kuzey, Kuzeydoğu, Kuzeybatı ve Orta Anadolu sarıçamın esas yayılış bölgeleridir. En yoğun yayılışını Kuzey Anadolu'nun iç mıntıkalarında yapar ve bu mıntikalardan İç Anadolu'ya sarkar. Kuzey Anadolu mıntıkalarındaki ana yayılışı esas itibariyle deniz ikliminin ulaşmadığı sahil dağlarının iç taraflarında olmakla beraber fakat Of-Sürmene arasında Çamburnu'nda küçük sahalar halinde denize kadar iner (Alemdağ, 1967; Demirci, 2006).

Sarıçam ülkemizde toplam 1.518.929 ha alanda yayılış göstermekte ve bu geniş yayılış alanı ile sarıçam ülkemiz ormanlarının yaklaşık olarak % 6.80'lık kısmını oluşturmaktadır (OGM, 2015). Saf halde ya da diğer ağaç türleriyle karışık olarak geniş bir alanda yayılış göstermesi ve sarıçam odunun çok çeşitli kullanım alanına sahip olması, iyi kaliteli gövdeler oluşturması ve kolay işlenebilir olması sarıçam türünün ülkemiz açısından çok önemli bir konuma getirmektedir (Alemdağ, 1967). Mantarlara karşı dayanımı diğer ağaç türlerine göre üstünlük gösteren sarıçam odununu, eğilme ve basınç dirençlerinin oldukça yüksek, haber verme özelliğinin iyi ve geniş bir öz odununa sahip olması nedenleriyle; maden direği, çit ve iskele kazığı yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca hafifliği ve iyi çivi tutması gibi özellikleri nedeniyle inşaat iskelesi olarak da sarıçam odunundan yararlanılmaktadır (Bozkurt, 1971; Anonim, 1994).

Bunların yanında sarıçam odunu doğal dayanma süresinin uzun oluşu nedeniyle travers, ısı iletkenliğinin kötü ve çivi tutma yeteneğinin yüksek olması nedeniyle inşaat yapımında döşeme amacıyla, deniz araçları yapımı, ambalaj sanayi, köprü inşaatı, mobilya ve tarım, lif levha, yonga levha ve kontrplak gibi değişik alanlarda kullanılmaktadır (Bozkurt, 1971; Anonim, 1994).

Sarıçamın fiziksel ve mekanik özelliklerine ait bilgiler Tablo 1.1'de verildiği gibidir.

Tablo 1.1. Sarıçamın fiziksel ve mekanik özellikleri (Bozkurt ve Erdin, 1989).

Fiziksel özellikleri		Mekanik Özellikleri	
D ₀	0.490 g/cm ³	σ _B	45 N/mm ²
D ₁₂	0.520 g/cm ³	σ _E	80 N/mm ²
R	750-850 kg/m ³	E.mod	11000 N/mm
β _r	% 4.0	σ _ç //	100 N/mm ²
β _t	% 7.7	σ _M	10 N/mm ²
β	%12.4	a	0.4- 0.7 N/cm ²
		BS //	40 N/mm ²
		BS ⊥	19 N/mm ²

1.2.2. Borlu Bileşikler

Bor, ametal sınıfında B harfi ile gösterilen yarı iletken özelliğe sahip kimyasal birelementtir. 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. Saf bor, ancak bromit veya klorit formlarının tantalyum filamentleri vasıtasıyla hidrojen ile reaksiyona sokulmasıyla elde edilmektedir (Demirci, 2006).

Bor, element olarak doğada B¹⁰ ve B¹¹ olarak adlandırılan iki ayrı kararlı izotoptan oluşmaktadır. Bu izotopların doğada bulunma oranları sırasıyla % 19.1-20.3 ve % 79.7-80.9'dir. B¹⁰ izotopu çok yüksek termal nötron tutma özelliği gösterir. Böylelikle nükleer malzemeler ve nükleer enerji santrallerinde kullanılabilir. Bor, element olarak çok çeşitli bileşik yapma kapasitesine ve nötronları absorbe etme özelliğine sahip olup bu nedenle sanayinin vazgeçilmez hammaddelerinden bir tanesidir.

Bor mineralleri, yapılarında farklı oranlarda B₂O₃ (bor oksit) içeren doğal bileşiklerdir. Doğada yaklaşık 230'dan fazla bor minerali mevcut olup bunların ticari öneme sahip başlıcaları; kernit, üleksit, pandemit, tinkal, kolemanit, borasit, szaybelit ve hidroborasi'tir. Türkiye'de yaygın olarak bulunan bor mineralleri ise; tinkal, kolemanit ve üleksit'dir. Bu mineraller sırasıyla sodyum, kalsiyum ve sodyum+kalsiyum bazlı bor bileşikleridir. Bu mineraller öncelikle fiziksel işleme tabi tutularak zenginleştirilir (yoğunlaştırılmış bor) daha sonra rafine edilerek çeşitli bor kimyasallarına dönüştürülür. İfade kolaylığı açısından bu ürünlerin tamamı "Bor" olarak adlandırılmaktadır (Eti Maden, 2014).

2013 yılında Dünya toplam bor rezerv miktarı B₂O₃ bazında 1,3 milyar tondur. Türkiye % 73'lük pay ile ilk sırada yer alırken, onu sırası ile % 8 payla Rusya ve % 6 pay ile ABD takip etmektedir (Eti Maden, 2014). 2014 kapasite ve üretim verilerine

bakıldığında; dünya bor üretim kapasitesinin % 82'si kullanılarak 4.6 mil.yon ton (2,13 milyon ton B_2O_3) bor ürünleri üretilmiştir. Fiili bor üretiminde (B_2O_3 bazında); Avrupa (Türkiye) % 47.2 pay ile birinci sırada yer alırken, bunu Kuzey Amerika (ABD) % 26, Güney Amerika (Arjantin, Şili, Peru, Bolivya) % 13.4 ve Asya (Rusya, Çin ve Hindistan) % 13.2 pay ile takip etmektedir (Eti Maden, 2015).

Bor nihai kullanım alanı olan sektörlerde çoğunlukla bor kimyasalları şeklinde tüketildiği gibi yoğunlaştırılmış bor olarak doğrudan da tüketilebilmektedir. Bor ürünleri; tarım, cam sanayi, kimya ve deterjan sektörü, seramik, elektronik ve iletişim sektörü, uzay ve hava araçları, nükleer uygulamalar, askeri araçlar, yakıtlar ve polimerik malzemeler, nanoteknolojiler, otomotiv ve enerji sektörü, metalurji ve inşaat gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Bor, mevcut kullanım alanlarının yanısıra son dönemde kaya gazı sektöründe de kullanılmaya başlanmıştır. Hidrolik çatlatma sıvısında çatlakların basınç düşmelerinde kapanma riskini azaltan etkisiyle kullanılmaktadır. Birim tüketim az olmakla birlikte büyüme gösteren bir sektör olması nedeniyle potansiyel arz etmektedir (Eti Maden, 2014).

Bor madeninin çeşitli türevleri; boraks, borik asit ve disodyum oktaborat tetrahidrat ahşap malzemenin korunması (emprenye) amacıyla kullanılmaktadır. Ülkemizde de kullanılan ve CCB (bakır, krom, bor) tuzları olarak bilinen emprenye maddesinin bileşiminde borik asit bulunmaktadır. Borlu emprenye maddelerinin sulu çözeltileri ağaç malzemeye daldırma, batırma, fırça ile sürme, püskürtme ve vakum-basınçlı sistemlerle uygulanmaktadır. Bor bileşimli tuzlar ağaç malzemeyi mantar, böcek, termit ve deniz zararlılarına karşı koruyucu olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, ağaç malzemenin yanma özelliğini geciktirmekte, hayvanlara ve insanlara karşı zararsız olup metaller üzerinde korozyon etkisi yapmamaktadırlar (Eti Maden, 2016).

Bor türevlerine dayalı koruyucu maddelerin geliştirilmesi ve bu maddelere bağlı emprenye tesislerinin yaygınlaştırılması halinde; kereste, yonga levha, lif levha, kontrplak ve benzeri malzemelerden kullanım yerlerinde daha uzun yıllar yararlanılacaktır. Bu durum ağaç malzemeye olan talebi azaltacak, orman varlığımızın artmasına yol açacaktır (Eti Maden, 2016).

Borlu bileşikler basınçlı ve basınçsız birçok yöntem ile emprenye işlemlerinde masif ağaç malzemeye uygulanmaktadır. Borlu bileşiklerin yüksek çözünürlükte olmaları, emprenye işlemlerinde hem avantaj hem de bir dezavantaj olarak kabul edilmektedir. Çünkü emprenye sonrasında ahşap malzemedan kolaylıkla yıkanabilmektedirler. Bu

nedenle borlu bileşikler ile emprenye edilen ahşap malzemenin genellikle su ve toprakla temas etmeyen yerlerde kullanılması önerilmektedir. Borlu emprenye maddelerinin ağaç malzemedan yıkanmasını önlemek için halen birçok çalışma yapılmaktadır (Kartal ve Green, 2002).

Borik asit, boraks, sodyum perborat, magnezyum borat, amonyum borat, diamonyum oktaborat, trietil borat, Amonyum pentaborat, çinkoborat, amonyum fluoborat, di sodyum oktaborat, bakır metaborat. Borlu bileşiklerin odun koruma endüstrisinde tercih edilmelerinin nedenleri şöyle özetlenebilir:

1. Yangın gibi, ağaç malzemenin yüksek sıcaklıkla karşı karşıya geldiği durumlarda, dış tabakalardaki suyu hızlı bir şekilde dışarı vererek hızla kömürleştirmesi, böylece kömürleşen dış tabakadan içeriye ısıнын iletilmesini önleyerek sakin yanmayı sağlaması ve yangında acil müdahaleye zaman kazandırarak can ve mal kaybını azaltması,

2. Böcekler ve mantarlara karşı yüksek koruyucu etkiye sahip olması. Özellikle taze haldeki keresteye hızlı ve derinlemesine nüfuz ederek, emprenye işlemlerinde pahalı tekniklere duyulan ihtiyacı azaltması,

3. Ülkemizde, bol ve ucuz şekilde bulunabilme imkânı, arsenikli, florlu veya çevreye yayılma imkânı bulunan bazik ve asidik zehirli bileşikleri içermemesi sebebi ile çevre dostu olması,

4. Suda veya yüksek rutubetli ortamlarda çözüne bilirliği nedeniyle daha önceden koruyucu işlem görmüş veya görmemiş ahşap yapılarda tuz çubukları şeklinde ahşap üzerinde açılan deliklere yerleştirilmesi ve buralarda su veya rutubet etkisi ile çözünerek malzemeye yayılması yoluyla tahribata engel olmasıdır.

Borlu bileşiklerin bu olumlu yönlerinin yanı sıra aşağıda özetlenen sakıncalı özellikleri bu bileşiklerin kullanımını sınırlamaktadır:

1. Su ile kolayca yıkanabilmesi, dış ortamlarda kullanılmasının sınırlı olması. Taze haldeki odunların emprenyesinde difüzyon yöntemi ile emprenye uygun olmasına rağmen, difüzyon süresinin uzun olması,

2. Diğer sektörlerde daha yaygın k.ullanılmasına rağmen, odun koruma sektöründe kullanımının yaygın olmaması (Hafizoğlu vd., 1994).

1.2.2.1. Borik Asit

Borik asit (borasis asit ya da ortoborik asit olarak da adlandırılır), borun zayıf bir asididir. Kimyasal formülü H_3BO_3 ya da $B(OH)_3$ şeklinde yazılır ve beyaz toz halinde suda çözünebilir formda bulunur (Ağaoğlu, 2006). Borik asit kolemanit cevheri ile sülfürik asidin veya boraks ile bir mineral asidin örneğin hidroklorik asidin reaksiyona girmesi ve filtreleme, kristalizasyon ve kurutma işlemlerinden geçirilerek minimum % 56 B_2O_3 tenörlü borik asit ürünü elde edilir (Eti Maden, 2014).

Renksiz, parlak ve kokusuz, kristal halde bir maddedir. Birçok maden sularında ve bazı göllerde sodyum borat ve magnezyum tuzları halinde bulunur. Antiseptik özelliğe sahiptir, mikropların üremelerini yavaşlatır ve durdurur. Borik asit, elementel borun bir oksiasidi olup, formülü H_3BO_3 şeklindedir. Molekül ağırlığı 61.83 g, erime noktası 169 °C ve kaynama noktası 300 °C'dir. Özgül ağırlığı 1.46 g/cm³'tür. Borik asit suda orta derecede çözünür. Sıcak sudaki çözünürlüğü soğuk sudakinden fazladır. Ahşap malzemeyi dış etkilere karşı korumada ve kumaşları ateşe dayanıklı hale getirmede kullanılır (Yuca, 2010).

Bor minerallerinden geniş ölçüde üretilen borik asit başlıca; cam ve cam elyafı, seramik sektöründe, deterjan, tarım, nükleer enerji, emprenye ve koruma, tıp, böcek ilacı, yağlama gibi alanlarda kullanılmakta olup kullanım alanları çok çeşitlidir (URL-1, 2016).

1.2.2.2. Boraks

Boraks dekahidrat 10 mol su içerir. Sodyum tetraborat dekahidrat, disodyum tetraborat dekahidrat, boraks 10 mol olarak da ifade edilir. Kimyasal formülü $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ şeklinde olup beyaz toz halinde suda çözünebilir yapıda bulunur. Ürün % 99'dan fazla sodyum tetraborat dekahidrat içerir. Beyaz ya da renksiz, katı kristal toz haldedir. Boraksın kullanım alanları yalıtım, cam elyafı, sabun, kozmetik ve deterjan, seramik sanayi, metalurji, cam, tarım ve alev geciktiriciler olarak verilebilir (URL-2, 2016). Aşağıdaki tabloda boraksın bazı kimyasal özellikleri verilmiştir.

Tablo 1.2. Boraksın kimyasal ve fiziksel özellikleri (URL-2, 2016)

Özgöl Ağırlık (20 °C’de)	1.71 g/cm ³
Dökme Yoğunluğu	0.835 g/cm ³ (Granül)
	0.882 g/cm ³ (Toz)
	1.010 g/cm ³ (Kristal)
Molekül Ağırlığı	381.37 g/mol
Erime Noktası	741 °C
Kaynama Noktası	1575 °C

1.2.3. Doğal Emprenye Maddeleri

Tanenler açık kahverenginden beyaza kadar değişik renklerde ilginç kokusu ve buruk bir tadı olan amorf toz şeklindedir. Tanenler alkaloid, jelatin ve diğer proteinlerle çökelme reaksiyonları verebilen doğal fenolik maddelerdir (Khanbabae ve Ree, 2001).

Tanenler bitki aleminde geniş bir dağılıma sahip, suda çözünen karmaşık organik bileşikler olup, farklı aromatik yapıların karışımından meydana gelen çoğu glikozitleşmiş maddelerdir. Hemen hemen bütün bitkiler veya ağaçlar değişik tanen formlarını içerirler. Tanenler erimiş olarak hücre içerisinde, amorf yapıda tanecikler ya da farklı büyüklükte kümeler halinde stoplazmaya yayılmış durumda bulunurlar. Bazı hallerde hücre çeperine de nüfuz edebilir. Tanenlere bitkilerin değişik dokularında rastlamak mümkündür. Özellikle koruyucu dokulardan mantarlarda fazla miktarda tanen bulunmaktadır (Bisanda, 2003).

Tanenler birçok ağaç kabuğunda, bazı iğne yapraklı ağaç türlerinde, meşe ve kestanede bulunmaktadır. Tanenler odunu mantar enfeksiyonuna karşı koruyucu özelliktedir (Kırcı, 2000).

1.2.3.1. Tara (*Caesalpinia spinosa*)

Tara (*Caesalpinia spinosa*), kuzey ve batı Güney Amerika’da, Ekvator, Afrika ve Kenya’da doğal olarak yetişen tara ağacının meyvelerinin dış kabuklarından elde edilir. Dikenli kabuğu, ilgi çekici sapının iki yanında tüysü yaprakları olan ve kırmızımsı sarı çiçeklere sahip küçük bir ağaç veya büyük çalı şeklinde formu vardır. Hidrolize tanenler grubuna girmektedir. Tanen içeriği % 60, non-tanen içeriği % 20 civarındadır. pH’sı 3.5 civarındadır. Tara eksratları sumak ve Türk mazısı tanenlerine benzer özelliktedir. Tara galik, m-digallik and trigallik asi içerir. Tara kokusuzdur ve beyaz ile

sarımsı beyaz arası bir renktedir. Ahşap malzeme için doğal sarı boya kaynağıdır. Soğuk ve sıcak suda iyi çözünür. Tara tropikal ve sıcak ve ılımlı iklimlerde yetişmektedir. Tara ekstraktları deri tabaklama, boya üretimi gibi alanlarda kullanılmaktadır (URL-3, 2016).

1.2.3.2. Kebrako (Quebracho)

Kondanse tanenlerden olan Kebrako Güney Amerika'da, Paraguay ve Arjantin'de yayılış gösteren ve botanik adı *Schinopsis balansae* ve *Schinopsis lorentzii* olan ağacın gövdesinden üretilir. Kebrako ekstraktı soğuk ve sıcak olmaz üzere iki şekilde de çözünebilir. Düşük miktarda tuz, şeker ve asit içerir. Koyu kahverengi olup yaklaşık tanen miktarı % 70'dir. Doğal pH değeri 4.9 olup ışıqla temasında renk koyulaşır. Kebrako çok kolay çökelir ve suda zor çözünür. (URL-3, 2016)

1.3. Önceki Çalışmalar

Özen vd., (2001) yaptıkları çalışmada; sarıçam odunu örneklerini sodyum perborat, sodyum tetra borat, imersol (I-WR 2000) ve tanalith CBC (T-CBC) maddeleri ile daldırma metoduna göre emprenye işlemine tabi tuttuktan sonra desmodur-VTKA tutkalı kullanılarak 3 katmanlı olarak üretilen lamine ağaç malzemenin (LAM) ASTM-E 69 standardında belirlenen esaslara uyularak yanma özelliklerini belirlemişlerdir. Sonuç olarak; en fazla kütle kaybı (60.83 g) I-WR2000 ile işlem gören lamine örneklerde, CO miktarı (6340.85 ppm) T-CBC ile işlem gören masif ağaç malzemedede, CO₂ miktarı (% 7.48), O₂ miktarı (% 13.03) ve ilk ağırlığa oranla en fazla yanma (% 82.73) kontrol örneğinde, sıcaklık artışı (406.55 °C) T-CBC ile işlem gören lamine örneklerde elde edilmiştir. Çalışma sonunda lamine örneklerin yanma deneyinde sodyum tetra borat ve sodyum perborat yanmayı azaltıcı emprenye maddesi olarak tespit edilmiştir.

Akyıldız ve Malkoçoğlu (2001) yaptıkları çalışmada; Doğu Karadeniz Bölgesinden elde edilen doğu kayını, sakallı kızılbaş, doğu ladini, anadolu keşanesi ve sarıçam odunlarının vida tutma dirençleri tespit etmişlerdir. Ağaç türlerine göre en yüksek vida tutma direnci doğu kayınında elde edilmiştir. Onu sırasıyla sakallı kızılbaş, anadolu keşanesi ve sarıçam izlemiş en düşük vida tutma direncinin ise doğu ladini odunlarında tespit etmişlerdir.

Baysal (2002) yaptığı çalışmada; sarıçam odunundan hazırlanan deney örnekleri, borlu bileşikler ve melamin formaldehit reçinesi karışımları ile emprenye etmiş daha sonra deney örneklerinin yanma özelliğini analiz etmiştir. Elde ettiği verilere göre; borlu bileşiklerin çeşitli yanma parametreleri açısından deney örneklerinin yanma özelliklerinde önemli iyileşmeler sağladığı gözlemlenmiştir.

Gür (2003) yapmış olduğu çalışmada; sarıçam ve kızılçam odunlarından hazırladığı örnekleri tanalith C ve vacsol WR emprenye maddelerini kullanarak vakum-basınç tekniği ile emprenye işlemine tabi tutmuştur. Bu işlem sonrasında örneklerin yapışma ve eğilme direnci, sertlik ve yoğunluklarında meydana gelen değişiklikleri incelemiştir. Araştırmacı emprenye işleminin her iki ağaç türünde yapışma ve eğilme dirençlerini azalttığını, özgül ağırlığı artırdığını ve sertliği sarıçamda düşürdüğünü, kızılçamda ise artırdığını bulmuştur.

Kartal ve Imamura (2004) yaptıkları çalışmada, bor esaslı maddelerin özellikleri, ağaç malzemenin kullanım olanakları ve borun ağaç malzemedan yıkanmasını önleyecek yeni sistemler üzerinde çalışmışlardır. Bu işlemler sonucunda borlu bileşiklerin belki de tek olumsuz özelliğinin ağaç malzemedan kolaylıkla yıkanmaları olduğu tespit edilerek, toprakla temas etmeyen ve yıkanma riski bulunmayan yerlerde kullanılacak ağaç malzemeler için borlu bileşiklerin uygun emprenye maddesi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Örs vd., (2005) yaptıkları çalışmada orman ürünleri ile mobilya ve dekorasyon sektörünün hammaddesi olan ahşap malzemenin uygun kullanım ve koruma yöntemleriyle, artan odun hammaddesi ihtiyacını karşılamada yeterli olabileceği sonucuna varılmıştır.

Uysal ve Kurt, (2005) yapmış oldukları çalışmalarda; borlu bileşiklerle emprenye edilmiş kayın ve sarıçam ağaçlarının yanma özelliklerini araştırmıştır. borlu bileşiklerle emprenye edilmiş kayın ve sarıçam ağaçlarının yanması neticesinde, en fazla CO miktarı (1077 ppm) boraks ile emprenye edilmiş kayın ağacı örneklerinde tespit edilmiştir. En az CO miktarı (184 ppm) ise boraks-borik asit karışımı ile emprenye edilmiş sarıçam ağacı örneklerinde, yanma sonucu oluşan ağırlık kaybı en yüksek (% 82.07) kayın ağacının kontrol örneklerinde tespit edilmiştir, en düşük değer (% 9.89) ise Boraks-Borik Asit karışımı ile emprenye edilmiş sarıçam ağacı örneklerinde elde edildiği bildirilmiştir. Alev kaynaklı yanmada ağırlık kaybı en fazla kayın ağacı kontrol örneklerinde tespit edilmiş, en düşük değer ise boraks-borik asit karışımı ile emprenye edilmiş sarıçam ağacı örneklerinde bulunduğu söylenmiştir.

Güntekin vd., (2005) yaptıkları çalışmada; sarıçam ve doğu kayınından üretilen lamine ağaç kaplamalar (LVL) ile vida çekme deneyi yapmıştır. Yapıştırıcı olarak PVAc

ve Desmodur-VTKA kullanmışlardır. Bu deneyler sonunda vida çekme direnci en yüksek D-VTKA ve 17x17 vida ile bağlanmış 4 mm kalınlığında kayında (22.32 N/mm^2); en düşük ise 20x45 ile PVAc yapıştırıcı ile bağlanmış 5 mm kalınlığındaki çam örneklerinde (6.74 N/mm^2) olarak tespit edilmiştir.

Baysal vd., (2006) yaptığı çalışmada; borlu bileşiklerle muamele edilen ağaç malzemedede, higroskopisite seviyelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada borlu bileşiklerden borik asit (BA), boraks (BX) ve borik asit boraks karışımının % 1, 2, 3, 4, 5, 6'lık sulu çözeltilerde hazırlanarak kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, borik asit boraks karışımının % 1'lik sulu çözeltisi ile emprenye edilen sarıçam odunu deney örneklerinde en düşük higroskopisite değeri bulunmuştur. Higroskopisiteyi en fazla arttıran madde olarak da borik asit boraks karışımının % 6'lık sulu çözeltisi olduğu görülmüştür.

Toker (2007), borlu bileşiklerden borik asit, boraks ve sodyum perborat'ın çeşitli yoğunlaşma düzeyinde sulu çözeltileriyle muamele ettiği deney örneklerinde, tam kuru yoğunluk değerlerinin, emprenyesiz (kontrol) örneklerine kıyasla daha yüksek değerler verdiğini gözlemlemiştir.

Şimşek vd., (2009), yaptıkları çalışmada borlu bileşiklerle muamele edilen ağaç malzemenin tam kuru yoğunluk değerleri ve çürüklüğe karşı direncini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Deney örnekleri testlerden önce borlu bileşiklerin % 0.25, % 0.50, % 1.50 ve % 3.00'lük çözeltileriyle emprenye işlemine tabi tutulmuştur. Emprenye işlemi ile deney örneklerinin tam kuru yoğunluk değerlerinde belli düzeyde artışlar kaydedilmiştir. Genellikle, çözelti konsantrasyonunun artmasına paralel olarak, deney örneklerinin tam kuru yoğunluk değerlerinde artışlar kaydedilmiştir.

Şimşek (2009), borlu bileşiklerin ağaç malzemenin yoğunluk, mekanik özellikler, biyolojik direnç ve üst yüzey özellikleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma sarıçam ve doğu kayını odununun mekanik ve fiziksel özelliklerini incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda; borlu bileşiklerle emprenye işlemi eğilme ve basınç direncini azaltırken, çürüklük direncinde ise artışa sebep olduğunu bildirmiştir.

Altınok ve Doruk (2010), doğal ortam şartlarının ağaç malzemenin vida tutma direnci etkileri araştırmışlar ve bu amaçla, sapsız meşe (*Quercus petraea* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odunlarını kullanmışlardır. Deneyde ahşap koruyucu olarak; emprenye maddesi (% 3 parafin/% 10 bezir yağı/% 87 beyaz ispiroto-white sprite karışımı) ve sentetik esaslı vernik kullanmışlardır. Bütün

örnekler Ankara yöresinde kış şartlarında (Ocak-Şubat-Mart/2) 3 ay bekletilerek farklı yönlerde vida tutma yetenekleri incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, vida tutma (çekme) performansı en yüksek yıl halkaları yüzeye 45° eğik (diyagonal) vernikli doğu kayınında (4776 N), en düşük ise yıl halkaları yüzeye paralel kontrol sarıçamda (1241 N) olduğu tespit etmişlerdir.

Sefil (2010), thermo wood ile ısıtma işlem uygulanan doğu kayını ve uludağ göknarı odunlarının fiziksel ve mekanik özelliklerini incelediği çalışmada farklı sıcaklıklarda 2 saat süre ile ısıtma işlem uygulamıştır. Deney örneklerinin ısıtma işlemi sonucunda boyutsal sabitlik, ısı yalıtkanlık değeri, elastikiyet modülü ve liflere paralel basınç direncini arttırdı; denge rutubet miktarı, eğilme direnci ve aşınma direncini azaldığını tespit etmiştir.

Çoban (2011), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kızılçam (*Pinus brutia* ten), sedir (*Cedrus libani*) örneklerini Tanalith-E ile emprenye etmiştir. Daha sonra hazırlanan numunelere liflere paralel basınç direnci deneyini uygulamıştır. Deneyler sonucunda elde ettiği en yüksek basınç direncini; malzeme türü bakımından kızılçamda (5350 N), tutkal çeşidi bakımından VTKA tutkalında (5003 N), işlem çeşidi bakımından işlem görmüş örneklerde vakumlu emprenyeden önce tutkallamada (4918 N), malzeme-tutkal-işlem çeşidi üçlü etkileşiminde kızılçam (VTKA tutkalı) emprenyeden önce tutkallanmış örneklerde (5745 N) olduğunu belirtmiştir.

Karademir (2012), yapmış olduğu çalışmada; karaçam, kızılçam ve kavak odunu örneklerini jeotermal sahasında bulunan HB₁, HB₂, HB₃ kaynakları ile emprenye etmiştir. Emprenye işlemine tabi tutmuş olduğu deney örneklerine eğilme direnci, eğilmede elastikiyet ve liflere paralel basınç direnci testlerini uygulamıştır. Bu işlemler sonunda 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 olduğu bildirilmiştir.

Esen vd., (2012), meşe (*Quercus petraea* L.) ağaç malzemeden elde ettikleri deney örneklerini poliüretan (PUR), fenol-formaldehit (FF), melamin-üre-formaldehit (MUF) ve melamin-formaldehit (MF) tutkallarını kullanarak yapışma direncini tespit etmişlerdir. Deney sonucunda elde edilen verilerde 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 örneklerde olduğunu bildirmişlerdir.

Atılğan vd., (2013) bu çalışmada, çay bitki ekstraktı ile emprenye edilen ağaç malzemede toplam retensiyon miktarları ve % retensiyon oranları tespit etmişlerdir. Bu sonuçlara göre en yüksek % retensiyon oranı kayın odununda (% 6.75), en düşük iroko odununda (% 1.58) olurken; en yüksek toplam retensiyon değeri kayın odununda (100.65 kg/m³), en düşük iroko (31.27 kg/m³)’da olduğunu gözlemlemiştir. Elde edilen retensiyon miktarlarına göre; çay bitki ekstraktından elde edilen organik maddenin, ahşap malzemede emprenye maddesi olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Şimşek (2013) yapmış olduğu çalışmada; bitkisel ve kimyasal koruyucularla emprenye edilen sarıçam odununun bazı fiziksel ve biyolojik özellikleri incelemiştir. Bu sonuçlara göre; bitkisel koruyucu olarak kullanılması umut edilen valeksin odunun fiziksel, mekanik ve biyolojik özelliklerini genellikle olumsuz etkilediği gözlemiştir. CCA’nın ve CBA-A’nın ise biyolojik testlerdeki zehirlilik etkisi memnun edici bulunurken mekanik özelliklerde kısmi performans düşüklükleri olduğu bildirmiştir.

Tan ve Peker (2014), yapmış olduğu çalışmada; doğu ladini (*Picea orientalis* L.) deney numunelerin 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 ve Peker (2015) yapmış oldukları çalışmada barit maddesinin ahşaba emprenye edilebilme özeliği ve yoğunluk üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Bu deneyler sonucunda en yüksek toplam retensiyon kayın odununda % 50’lik barit çözeltisinde (2030 kg/m³) olarak gerçekleşirken yine yüksek tam kuru yoğunluk değeri kayın odununda baritin % 50’lik çözeltisinde (0.60g/cm³) olarak belirlenmiştir.

Çiçek (2015), çalışmasında ladin (*Picea orientalis* L.) odunu barit ve borlu bileşiklerden hazırlanan üç farklı (% 1, 3, 5) çözelti konsantrasyonu ile ASTM 1413-76 standartına göre emprenye edilmiş ve bazı fiziksel-mekanik özelliklerde değişimlerini araştırmıştır. Araştırması sonucunda en yüksek hava kuru özgül ağırlık değeri Barit+Ba (0.80 g/cm³), tam kuru özgül ağırlık Barit+Ba (0.98 g/cm³)’da gözlemlerken, mekanik özelliklerde ise en yüksek eğilme direnci değeri Barit+Ba (100 N/mm²), eğilmede elastiklik modülü Barit+Bx (55 N/mm²), basınç direnci Barit+Ba (65 N/mm²), yapışma direnci Barit+Bx (8.47 N/mm²)’de gerçekleştiğini; en yüksek su alma oranı Bx’te % 121.9 konsantrasyonda gerçekleştiğini belirtmiştir.

Aydın (2015), Wenge (*Millettia burentii*) odunu barit ve borlu bileşiklerden hazırlanan üç farklı (% 1, % 3, % 5) çözelti konsantrasyonu ile emprenye işlemleri gerçekleştirilmiş ve bazı fiziksel-mekanik özelliklerde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Deney sonucunda elde ettiği bulgulara göre; en yüksek toplam retensiyon değeri % 5 Bx'da (62.8 kg/m^3), en yüksek % retensiyon % 5 Barit+Bx'da (% 4.98), en yüksek hava kurusu özgül ağırlık değeri %3 Barit+Ba'de (0.84 g/cm^3), tam kuru özgül ağırlık değeri % 3 Barit (Ba+Bx)'de (0.82 g/cm^3), en yüksek su alma değeri % 1 Barit'de (% 27.72), en yüksek daralma oranı %1 Barit (Ba+Bx)'da (% 10.24), en yüksek genişleme oranı % 1 Barit+Bx'da (% 12.49) gerçekleşirken; mekanik özelliklerde en yüksek eğilme direnci değeri % 5 Barit (Ba+Bx)'da (186 N/mm^2), eğilmede elastiklik modülü değeri % 5 Barit (Ba+Bx)'da (20033 N/mm^2), basınç direnci % 1 Barit+Bx'da (88.96 N/mm^2), en yüksek dinamik eğilme direnci % 5 Bx'da (1.26 kpm/cm^2), yapışma direnci % 1 Barit (Ba+Bx)'da (31.77 N/mm^2) olduğu bildirilmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Ağaç Malzeme

Çalışma kapsamında, ahşap endüstrisinde oldukça sık kullanılan ve ülkemizde geniş bir yayılıma sahip olan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu kullanılmıştır.

Tez çalışmasında kullanılan deney örneklerinin hazırlandığı sarıçam tomrukları, Gümüşhane ili, Kürtün ilçesi Alacadağ mevkinde yaklaşık 1400 metre rakımda yetişmiştir.

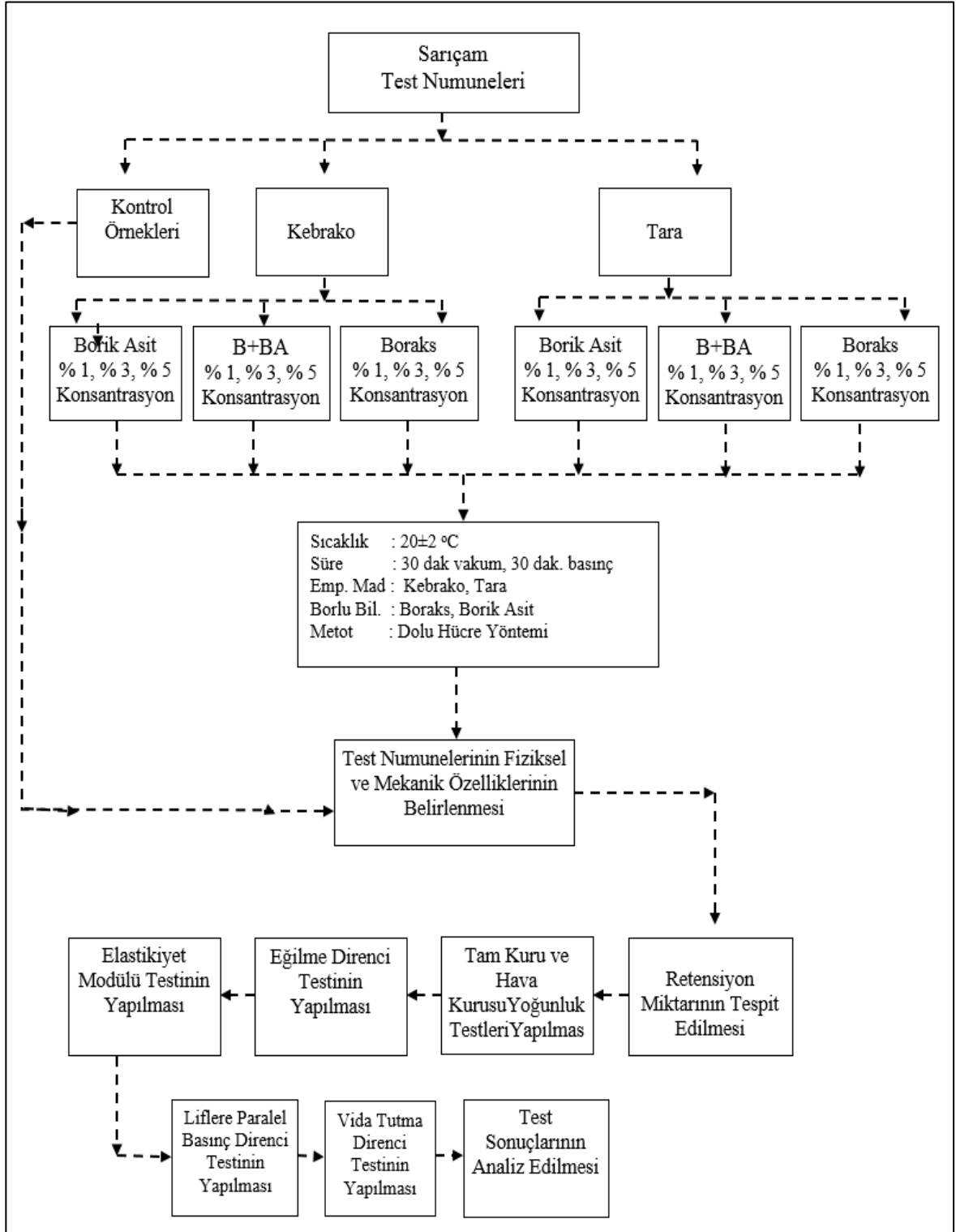
2.1.2. Kimyasal Maddeler

Emprenye maddesi olarak borlu bileşiklerden boraks (B) ve borik asittin (BA) % 1, % 3 ve % 5’lik konsantrasyonlardaki sulu çözeltileri kullanılmıştır. Doğal emprenye maddesi olarak bol tanen içeren kebrako ve tara kullanılmıştır. Emprenye işleminde ise doğal emprenye maddeleri ile borlu bileşiklerin karışımları kullanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Sarıçam örnekleri 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 Gümüşhane Üniversitesi Gümüşhane Meslek Yüksekokulu Mobilya ve Dekorasyon Atölyesi’nde TS 2470’e standartlarına göre hazırlanmıştır. Her bir test için 15 tane olmak üzere toplamda 1620 adet deney örneği çalışmada kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen test numunelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesine ait izlenecek akış diyagramı Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam örneklerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin tez akış diyagramı

2.2.2. Emprenye Çözelti Hazırlığı

Bu çalışmada emprenye çözeltisi olarak borlu bileşiklerden boraks ve borik asit karışımları, doğal emprenye maddelerinden ise kebrako ve tara kullanılmıştır. Emprenye işlemi için tara ve kebrako tanenleri kullanılarak öncelikle çözelti hazırlanmıştır. Çözelti: ağırlık miktarı esas alınarak % 5 mineral tanen maddesi suda çözülerek hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiye daha sonra yapılan emprenye işlemine uygun konsantrasyonda borlu bileşik eklenerek emprenye karışımı hazırlanmıştır. Borlu bileşiklerden boraks ve borik asit % 1, % 3 ve % 5'lik konsantrasyonlarda kullanılmıştır.

2.2.3. Emprenye İşlemi

Emprenye işlemi ASTM-D 1413-76'da belirtilen koşullarda gerçekleştirilmiştir. Çözelti ve işlem sıcaklığı tüm emprenyeler için 20 ± 2 °C olarak uygulanmıştır. Her test için hazırlanan deney örnekleri 15 adetlik gruplara ayrılarak ayrı ayrı 20 emprenye işlemi ile emprenye edilmiştir (ASTM-D 1413-76, 2007).

Emprenye işleminden önce tam kuru yoğunluk ve retensiyon tespiti yapılacak olan örneklerin ağırlıkları ± 0.01 g duyarlıklı analitik terazi ile tartıldıktan sonra 103 ± 2 °C sıcaklıktaki etüvde değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiştir. Daha sonra desikatörde soğutularak tam kuru ağırlıkları ± 0.01 g duyarlıklı analitik terazi yardımıyla belirlenmiştir. Emprenye işleminde ASTM D 1413 esaslarına uygun olarak dolu hücre metodu tercih edilmiştir (ASTM-D 1413-76, 2007).

Her emprenye işleminde kullanılan deney örnekleri harflerle kodlanmıştır. Her örneğin üzerine emprenye öncesinde kod harfi yazılmıştır. Böylece emprenye işlemi sonrasında örnekler üzerlerindeki kod ile doğru bir şekilde ayrılmıştır. Aşağıdaki Tablo 2.1'de hangi harf kodunun anlamı belirtilmiştir. Örnekler retensiyon ve tam kuru yoğunluk tespiti için ağırlıkları değişmez hale gelene kadar etüvde 65 °C'den kademeli olarak 105 °C'ye kadar sıcaklık yükseltip tam kuru ağırlıkları tespit edilmiştir.

Tablo 2.1. Emprenye işlemlerinde kullanılan örnek kodları

Emprenye Numarası	Emprenye Kodu	Kullanılan Emprenye Maddesi
		Doğal Emprenye + Borlu Bileşik
1. Emprenye	A	% 5 Kebrako
2. Emprenye	B	Kebrako + % 1 Borik asit
3. Emprenye	C	Kebrako + % 3 Borik asit
4. Emprenye	D	Kebrako + % 5 Borik asit
5. Emprenye	E	Kebrako + % 1 Boraks
6. Emprenye	F	Kebrako + % 3 Boraks
7. Emprenye	G	Kebrako + % 5 Boraks
8. Emprenye	H	% 5 Tara
9. Emprenye	I	Tara + % 1 Boraks
10. Emprenye	J	Tara + % 3 Boraks
11. Emprenye	K	Tara + % 5 Boraks
12. Emprenye	L	Tara + % 1 Borik asit
13. Emprenye	M	Tara + % 3 Borik asit
14. Emprenye	N	Tara + % 5 Borik asit
15. Emprenye	O	Tara + % 0.5 Boraks + % 0.5 Borik asit
16. Emprenye	P	Tara + % 1.5 Boraks + % 1.5 Borik asit
17. Emprenye	R	Tara + % 2.5 Boraks + % 2.5 Borik asit
18. Emprenye	S	Kebrako + % 0.5 Boraks + % 0.5 Borik asit
19. Emprenye	T	Kebrako + % 1.5 Boraks + % 1.5 Borik asit
20. Emprenye	U	Kebrako + % 2.5 Boraks + % 2.5 Borik asit



Şekil 2.2. Deney örneklerinin emprenye sonrası görüntüsü

Her bir emprenye işleminde hazırlanan örnekler Şekil 2.2’de emprenye düzeneğinde 30 dakika 70 cm Hg basıncına eşdeğer ön vakum uygulandıktan sonra 30 dakika süre ile 10 bar basınç altında emprenye işlemine tabi tutulmuştur (ASTM-D 1413 76, 2007).

Deney örneklerinin emprenye işleminden sonraki görüntüleri Şekil 2.3’de verilmiştir. Emprenye edilen örnekler 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 bağıl nemde 1 hafta süre ile kondisyonlanarak % 12 denge rutubetine gelene kadar bekletilmiştir (Kurt vd., 2003). Daha sonra fiziksel ve mekanik testler yapılmıştır. Tam kuru yoğunluk ve retensiyon tespiti için emprenye sonrasında bu örnekler ağırlıkları değişmez hale gelene kadar etüvde bekletilerek emprenye sonrasındaki ağırlıkları tespit edilmiştir. Fiziksel ve mekanik testler yapıldıktan sonra sonuçlar kontrol örnekleriyle karşılaştırılmıştır.



Şekil 2.3. Emprenye işlemlerine kullanılan emprenye düzeneği

Tablo 2.1.’de görüldüğü gibi emprenye maddeleri için ayrı ayrı deney numuneleri hazırlanarak toplam 20 ayrı emprenye işlemi yapılmıştır.

Tablo 2.2. Yapılan emprenye sayısı

Ağaç Türü	Borlu Bileşikler	Doğal Emprenye Maddesi	Konsantrasyon (%)	Yapılacak Emprenye Sayısı
Sarıçam	Boraks (B)	Tara	1	(1x3x2x3)+2=20
	Borik Asit (BA)	Kebrako	3	
	B+BA		5	

2.2.4. Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Fiziksel özelliklerin belirlenmesinde kullanılan ahşap malzemelerin boyutları ve uygulanan deney metotları Tablo 2.3.’te, test edilecek numune sayıları ise Tablo 2.4.’te verilmiştir.

Tablo 2.3. Fiziksel özelliklerin belirlenmesinde kullanılan test numunelerinin boyutları ve standartları

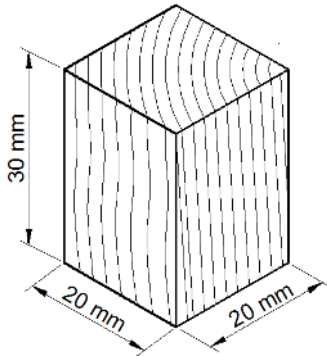
Sıra No	Test Adı	Boyutlar (mm)	Standart
1	Tam Kuru Yoğunluk	20 x 20 x 30	TS2472
2	Hava Kuru Yoğunluk	20 x 20 x 30	TS2472

Tablo 2.4. Fiziksel özelliklerin belirlenmesinde kullanılan test numune sayıları

Fiziksel Özellikler	Ağaç Türü	Borlu Bileşikler	Doğal Emprenye Maddesi	Konsantrasyon (%)	Numune Sayısı
Tam Kuru Yoğunluk	Sarıçam	Boraks (B)	Tara	1	1x1x3x2x3x15=270
		Borik Asit (BA)	Kebrako	3	
		B+BA		5	
Hava Kuru Yoğunluk	Sarıçam	Boraks (B)	Tara	1	1x1x3x2x3x15=270
		Borik Asit (BA)	Kebrako	3	
		B+BA		5	

2.2.4.1. Hava Kuru Yoğunluğun Belirlenmesi

Hava kuru yoğunluk tayininde, TS 2472 esaslarına göre 20x20x30 mm boyutlarındaki örnekler kullanılmıştır (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. Hava kuru yoğunluk deney örneği

Örneklerin hava kuru yoğunlukları TS 2472'e uyularak belirlenmiştir. Buna göre; deney örnekleri 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında bekletilerek değişmez ağırlığa ve boyutsal stabilizeye ulaştıktan sonra, ± 0.01 g duyarlılıklı analitik terazide tartılmış, boyutları ± 0.01 mm duyarlılıklı kumpas ile ölçülerek hacimleri belirlendikten sonra hava kuru haldeki ağırlık (M_{12}) ve hacim (V_{12}) değerine göre hava kuru yoğunluk (D_{12}) aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır.

$$D_{12} = \frac{M_{12}}{V_{12}} (g/cm^3) \quad (2.1)$$

Bu eşitlikte;

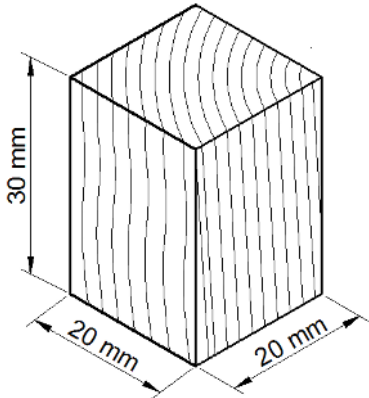
M_{12} ; Örnek ağırlığı (g)

V_{12} ; Örnek hacmi (cm³)

D_{12} ; Hava kuru yoğunluk

2.2.4.2. Tam Kuru Yoğunluğun Belirlenmesi

Tam kuru yoğunluğun belirlenmesi deneyinde TS 2472 standardında belirtilmiş olan esaslar dikkate alınarak, 20x20x30 mm ölçülerinde hazırlanan ahşap malzemeler etüve konularak sıcaklık kademeli olarak artırılarak 103±2 °C'ye çıkarılarak örneklerin ağırlıkları değişmez duruma gelinceye kadar bekletilmiş ve örnekler tam kuru hale getirilmiştir. Etüvden çıkartılan desikatöre alınarak soğumaları sağlanmıştır. Bu durumda ±0.01 g duyarlı analitik terazide tartılıp (M_0), ±0.01 mm duyarlıklı dijital kumpasla boyutları belirlendikten sonra, hacimleri hesaplanarak (V_0), tam kuru özgül ağırlık (D_0) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır. Tam kuru yoğunluğun belirlenmesinde kullanılan emprenyeli ahşap malzemeler Şekil 2.5'de gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Tam kuru yoğunluğun belirlenmesinde kullanılacak deney numunesi

$$D_0 = \frac{M_0}{V_0} (g/cm^3) \quad (2.2)$$

Bu eşitlikte;

D_0 ; Tam kuru yoğunluk (g/cm³)

M_0 ; Tam kuru örnek ağırlığı (g)

V_0 ; Tam kuru örnek hacmi (cm³)'dir.

2.2.4.3. Retensiyon Miktarı

Emprenye maddesi tutunma (retensiyon) miktarları (R: kg/m³) ve % retensiyon oranları (R: %) örnekler emprenye öncesi ve sonrası tam kuru hale getirildikten sonra, aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$R = \frac{G \times C}{V} \times 10^3 \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (2.3)$$

Bu eşitlikte;

G ; T₂ - T₁

T₁ ; Emprenye öncesi deney örneğinin ağırlığı (g)

T₂ ; Emprenye sonrası örneğinin ağırlığı (g)

V ; Örnek hacmi (cm³)

C ; Çözelti konsantrasyonu (%)

2.2.5. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

Mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan ahşap malzemelerin boyutları ve uygulanan deney metotları Tablo 2.5’de ve numune sayıları ise Tablo 2.6’da verilmiştir.

Tablo 2.5. Mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan deney numunelerinin boyutları ve standartları

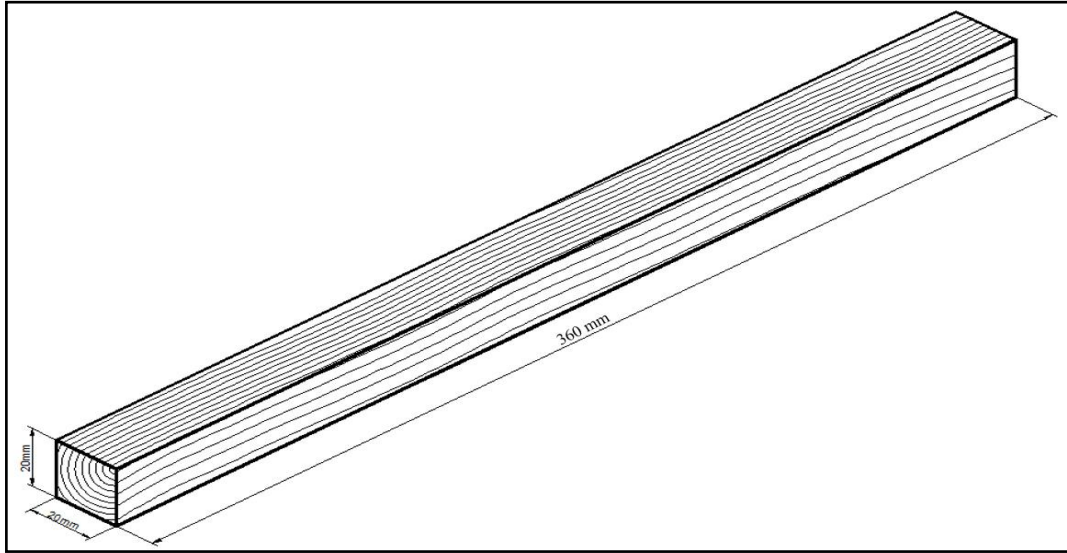
Sıra	Test Adı	Boyutlar (mm)	Standart
1	Eğilme Direncinin Belirlenmesi	20 x 20 x 360	TS 2474
2	Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi	20 x20 x 360	TS 2478
3	Vida Tutma Direncinin Belirlenmesi	50 x 50 x 20	TS EN 13444
4	Liflere Paralel Basınç Direncinin Belirlenmesi	20 x 20 x 30	TS 2595

Tablo 2.6. Mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan test numune sayıları

Mekanik Özellikler	Ağaç Türü	Doğal Emprenye Maddesi	Borlu Bileşikler	Konsantrasyon (%)	Numune Sayısı
Eğilme Direnci	Sarıçam	Tara Kebrako	Boraks (B)	1	4x1x2x3x3x20= 1440
Elastikiyet Modülü			Borik Asit (BA)	3	
Liflere Paralel Basınç			B+BA	5	
Vida Tutma Direnci					

2.2.5.1. Eğilme Direncinin Belirlenmesi

Eğilme direncinin belirlenmesi için TS 2474 (1976) standardında belirtilmiş olan esaslar dikkate alınarak standardına uygun olarak Şekil 2.6’da görüldüğü gibi 20x20x360 mm ölçülerinde deney numuneleri hazırlanmıştır. Deneyler yapılmadan önce tüm örnekler hava kurusu hale getirilmiş ve ± 0.01 mm duyarlığa sahip olan dijital bir kumpasla örneklerin radyal yönü genişlik teğet yönü ise yükseklik olarak alınmak suretiyle genişliği ve yüksekliği ölçülmüştür. Deney parçasının yüzeyine değişmez sabit bir hızla yeknesak olarak yükleme yapılmıştır. Deney hızı, deney parçalarına yükün yüklenmeye başlamasından 1.5 ± 0.5 dak. sonra deney parçası kırılacak şekilde ayarlanmıştır. Kırılma anındaki kuvvet (P_{max}) okunup eğilme direnci (σ_E) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.



Şekil 2.6. Eğilme direnci testinin belirlenmesinde kullanılan deney numunesi

$$\sigma_E = \frac{3 \cdot P_{max} \cdot I}{2 \cdot b \cdot h^2} \text{ N/mm}^2 \quad (2.4)$$

Bu eşitlikte;

P_{max} ; Kırılma anında uygulanan yük (N)

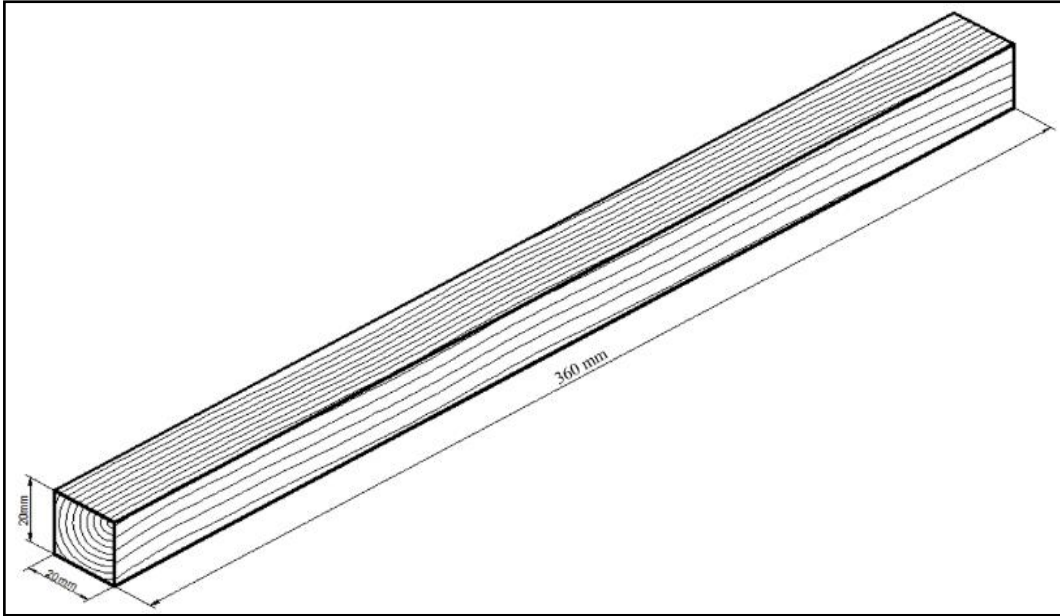
I ; Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

b ; Deney numunesinin eni (yıllık halkalara dik yönde, mm)

h ; Deney numunesinin kalınlığı (yıllık halkalara teğet yönde, mm)’dir.

2.2.5.2. Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi

Bu adımda, oduna uygulanan düşük gerilmelerde meydana gelen şekil değişiminin, yük kaldırıldıktan sonra tamamen ortadan kalkması geri kazanılması özelliğini ortaya koyabilmek için elastikiyet modülü belirlenmiştir. Elastikiyet modülünün belirlenmesinde TS 2474 (1976)'da belirtilen ölçülere uygun Şekil 2.7.'de görüldüğü gibi 20x20x360 mm ölçülerinde eğilme direncinin belirlenmesinde kullanılan deney numuneleri kullanılmıştır. Elastik deformasyon bölgesinde uygulanan kuvvet farkı (ΔF) için örnekteki sehimler arasındaki fark (Δf) yardımı ile elastiklik modülü (E) aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır.



Şekil 2.7. Elastikiyet modülü testinin belirlenmesinde kullanılan deney numunesi

$$E = \frac{\Delta F \cdot L^3}{4 \cdot b \cdot h^3 \cdot \Delta f} (N/mm^2) \quad (2.5)$$

Bu eşitlikte;

ΔF ; Elastik deformasyon bölgesinde yüklemenin alt ve üst limitlerinin aritmetik ortalamaları arasındaki farka eşit kuvvet (N)

L ; Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

Δf ; Net eğilme alanındaki sehim, yüklemenin alt ve üst limitlerinde ölçülen sehimlere ait sonuçların aritmetik ortalamaları arasındaki fark (mm)

b ; Deney parçasının en kesit genişliği (mm)

h ; Deney parçasının en kesit kalınlığı (mm)'dir.

Bu çalışmada yapılan mekanik testlerde kullanılan test cihazı (Zwick Z050) Şekil 2.8.'de gösterilmiştir.

Rutubetleri % 12'den farklı olan numunelerin % 12 rutubet miktarına ayarlanması gerektiğinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$E_{12} = E \times \left[1 + \frac{\alpha}{W-12} \right] (N/mm^2) \quad (2.6)$$

Bu eşitlikte;

A ; Rutubet miktarı için düzeltme faktörü olup, bu değer 0.02'dir.

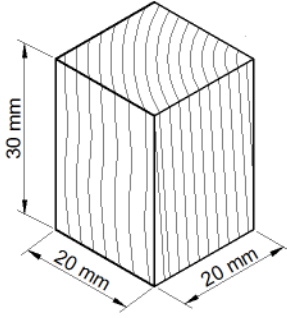
W ; TS 2471'e uygun olarak hesaplanmış odun rutubet miktarıdır.



Şekil 2.8. Fiziksel ve mekanik testlerde kullanılan universal test cihazı

2.2.5.3. Liflere Paralel Basınç Direnci

Liflere paralel basınç direncinin tespiti için TS 2595 (1976) esas alınmıştır. Şekil 2.9'da görüldüğü gibi ahşap malzemeden 20x20x30 mm boyutlarında kontrol ve deney örnekleri hazırlanmıştır. Deneyden önce, kuvvetin uygulandığı enine kesit alanı 0.01 mm duyarlıkta (axb) ölçülüp, kırılma anındaki maksimum kuvvet (Pmax) belirlenerek basınç dirençleri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.



Şekil 2.9. Liflere paralel basınç direnci testinin belirlenmesinde kullanılacak deney numunesi

$$\sigma_{W//} = \frac{P_{max}}{a.b} (N/mm^2) \quad (2.7)$$

Bu eşitlikte;

$\sigma_{W//}$; Liflere paralel basınç direnci (N/mm²)

Pmax ; En büyük yük (N)

a ve b ; Deney parçasının en kesitsel boyutları (mm²)'dir.

$$\sigma_{12} = \sigma_W \times \left[1 + \frac{\alpha}{W-12} \right] (N/mm^2) \quad (2.8)$$

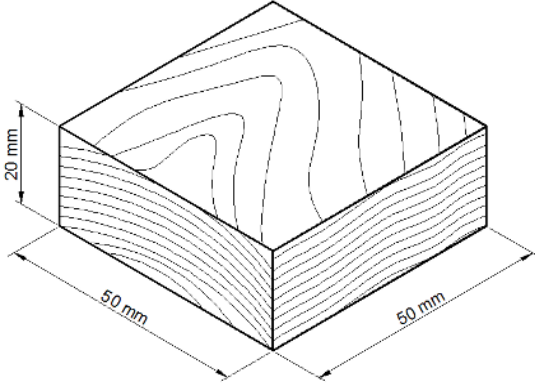
Bu eşitlikte;

α ; Rutubet miktarı için düzeltme faktörü olup, bu değer 0,05'tir.

W ; TS 2471'e uygun olarak hesaplanmış odun rutubet miktarıdır.

2.2.5.4. Vida Tutma Direnci

Vida tutma direncinin tayini için TS EN 13446 esas alınmıştır. Şekil 2.10'da görüldüğü gibi kontrol ve deney örneklerinden 50x50x20 mm boyutlarında ahşap malzemeler hazırlanmıştır. Deney parçalarının kalınlığını ve girme derinliği EN 325'e göre $\pm 0,1$ mm duyarlıkta ölçülerek belirlenmiştir. Deney parçaları bağlayıcıların yerleştirilmesinden 20 ± 2 °C hava sıcaklığı ve % 65 $\pm$ 5 nispi nem ortam sabit kütleye ulaşmaya kadar iklimlendirilmiştir.



Şekil 2.10.Vida tutma direncinin belirlenmesinde kullanılan deney numunesi

2.2.5.5. İstatistiksel Analizler

Yapılan testler sonucunda elde edilen veriler excel programında kaydedilmiştir. Her test için aritmetik ortalamalar, standart sapmalar ve varyasyon katsayıları hesaplanmış ve ilgili çizelgelerde gösterilmiştir. Daha sonra elde edilen bulguların istatistiksel analizleri yapılmıştır. Bulguların SAS programı kullanılarak tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine göre varyans analizleri yapılmıştır (SAS Inst., 1989). Ortalamaların karşılaştırılmasında duncan testi kullanılmıştır.

Varyans Analizi (Analysis of Variance, ANOVA): İki veya daha fazla grup ortalamaları arasındaki farkı test etmek üzere kullanılan bir tekniktir. Bağımlı değişkendeki toplam değişkenlik ölçümü olan toplam kareler toplamını, gruplar arası ve grup içi kareler toplamı olarak ikiye ayıran bir tekniktir. Gruplar arası kareler toplamı, gruplar arasındaki değişkenliğin bir ölçümü olup bağımsız değişkenin etkisini yansıtırken, grup içi kareler toplamı ise grup içindeki bağımlı değişkendeki değişkenliğin ölçümünü verir. Bağımsız değişkenin ya da faktörün sayısına göre değişik varyans analizi teknikleri vardır. Tek bir bağımsız değişken varsa tek yönlü, iki ise iki yönlü ANOVA söz konusudur (URL-4).

Duncan Çoklu Karşılaştırma Yöntemi (Duncan's Procedure): Ortalamalar arası ikili karşılaştırmaları sağlayan, Studentized ranj dağılımını temel alan çoklu karşılaştırma yöntemidir. Farklı büyüklükteki altsetler için farklı bir ranj değeri kullanır. Grup büyüklükleri eşit olmadığında kullanılır (URL-4).

3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

3.1. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi

3.1.1. Hava Kuruşu Yoğunluk

Deney örneklerinin hava kuruşu yoğunluklarının belirlenmesine ilişkin istatistiksel bilgilerden yapılan varyans analizi Tablo 3.1’de, Duncan testi Tablo 3.2’de, ortalama değerleri ise Tablo 3.3’de ve sonuçlarının grafiksel gösterimleri ise Şekil 3.1’de verilmiştir.

Bu sonuçlara göre; doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam örneklerinin, hava kuruşu yoğunluk miktarının, doğal emprenye maddesi ve etkileşimlere (em*bb, em*k, em*t, bb*k, bb*t, k*t) olan etkisi istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Bununla birlikte, sarıçam örneklerinin hava kuruşu yoğunluk miktarının borlu bileşik ve çözelti konsantrasyon miktarlarına olan etkisi % 5 önem düzeyinde, tekrar sayısı ile % 1 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Sarıçam odununun ortalama hava kuruşu yoğunlukları ile ilgili varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
D. Emprenye Mad. (em)	1	0.0005	0.0005	0.20
Borlu Bileşik (bb)	2	0.0689	0.0345	13.09**
Konsantrasyon (k)	2	0.0682	0.0341	12.94**
Tekrar Sayısı (t)	14	0.0737	0.0053	2.00*
Etkileşim (em*bb) ¹	2	0.0153	0.0077	2.91
Etkileşim (em*k) ²	2	0.0026	0.0013	0.50
Etkileşim (em*t) ³	14	0.0422	0.0030	1.14
Etkileşim (bb*k) ⁴	4	0.0221	0.0055	2.09
Etkileşim (bb*t) ⁵	28	0.1098	0.0039	1.49
Etkileşim (k*t) ⁶	28	0.0742	0.0027	1.01
Hata	172	0.4529	0.0026	
Toplam	269	0.9304		

¹Emprenye Maddesi*Borlu Bileşik, ²Emprenye Maddesi* Konsantrasyon, ³Emprenye Maddesi*Tekrar Sayısı, ⁴Borlu Bileşik* Konsantrasyon, ⁵Borlu Bileşik*Tekrar Sayısı, ⁶Çözelti konsantrasyonu*Tekrar sayısı

*, **: sırasıyla % 1 ve % 5 düzeyinde önemli

Tablo 3.2'deki bulgulara göre; borlu bileşikler düzeyinde en yüksek hava kurusu yoğunluk değeri boraks+borik asit ile emprenye edilen örneklerde 0.54 g/cm^3 , en düşük değer ise borik asitle emprenye edilmiş örneklerde 0.49 g/cm^3 olarak tespit edilmiştir.

Çözelti konsantrasyonu düzeyinde bakıldığında en yüksek hava kurusu yoğunluk miktarı değeri % 1'lik konsantrasyonda emprenye işlemi gören örneklerde 0.54 g/cm^3 olarak elde edilmiştir.

Bu sonuçlara göre; % 1'lik konsantrasyon ve boraks+borik asit ile emprenye edilen örnekler kendi aralarında istatistiksel olarak önem arz etmektedir. Boraks, borik asit, % 3, % 5 konsantrasyonlar ve doğal emprenye maddelerinden tara ve kebrako rakamsal olarak farklılık göstermesine rağmen istatistiksel olarak önem arz etmemektedir.

Tablo 3.2. Emprenye maddesi, borlu bileşikler ve çözelti konsantrasyonu değişkenlerinin hava kurusu yoğunluk miktarı değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (g/cm^3)

Faktör		$X_{\text{ort}} (\text{g/cm}^3)$	Kontrol
Doğal Emprenye Maddesi	Kebrako	0.52 a	0.43
	Tara	0.51 a	
Borlu Bileşikler	Borik Asit	0.49c	
	Boraks	0.52 b	
	Borik Asit+Boraks	0.54 a	
Çözelti Konsantrasyonu	% 1 Konsantrasyon	0.54a	
	% 3 Konsantrasyon	0.51 b	
	% 5 Konsantrasyon	0.50b	

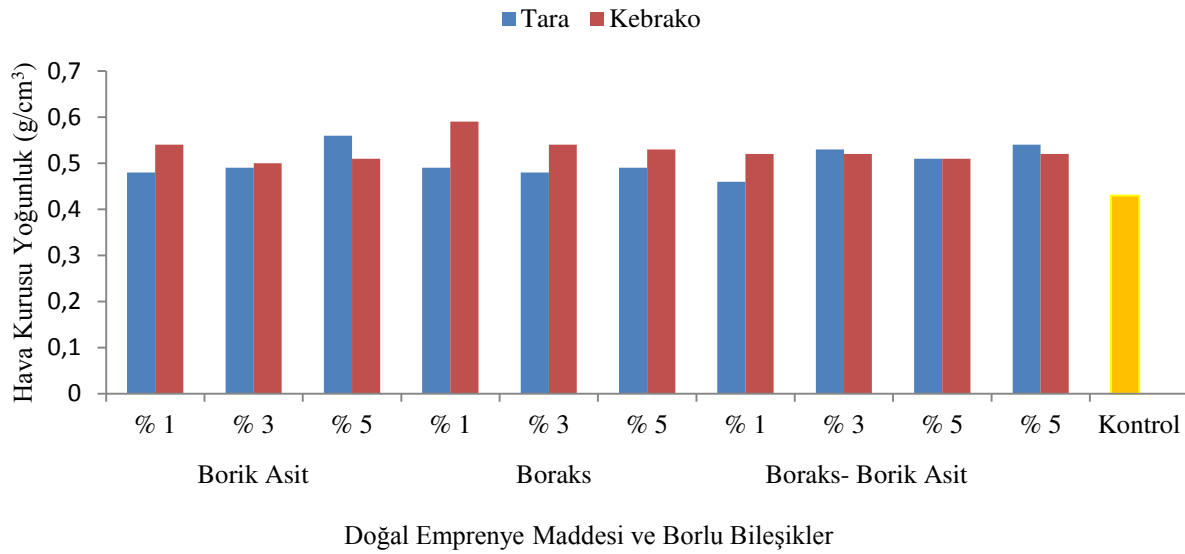
Tablo 3.3.'de görüldüğü üzere, deney örnekleri hava kurusu haldeki ortalama yoğunluk miktarları en yüksek kebrako ve % 1 boraks ile emprenye edilen örneklerde 0.59 g/cm^3 ve en düşük ise tarada % 1 borik asit+boraks karışımı ile emprenye edilmiş örneklerde 0.46 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3.3. Sarıçam odunun ortalama hava kurusu yoğunluk değerleri (g/cm^3)

D. Emprenye Maddesi	İ.S.	Borlu Bileşikler									D. Emprenye Maddesi	
		Borik Asit			Boraks			Borik Asit+Boraks			Kebrako	Tara
		% 1	% 3	% 5	% 1	% 3	% 5	% 1	% 3	% 5	% 5	% 5
Tara	x	0.48	0.49	0.56	0.49	0.48	0.49	0.46	0.53	0.51	-	0.54
	Sx	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.04	0.04	0.04	-	0.04
	Cv	2.72	4.73	4.84	3.32	6.34	4.09	9.70	7.12	8.41	-	8.40
Kebrako	x	0.54	0.50	0.51	0.59	0.54	0.53	0.52	0.52	0.51	0.52	-
	Sx	0.05	0.07	0.06	0.10	0.05	0.06	0.06	0.04	0.06	0.07	-
	Cv	8.99	14.75	12.68	16.57	8.79	11.54	12.3	7.80	11.7	13.22	-
Kontrol	x					0.43						
	Sx					0.04						
	Cv					9.64						

Literatürde, söz konusu masif ağaç malzemelerin hava kuru yoğunlukları; asgari 0.37 g/cm^3 , ortalama 0.53 g/cm^3 ve azami 0.82 g/cm^3 olarak bulunmuştur (Toker, 1960).

Elde ettiğimiz hava kuru yoğunluk bulguları Toker'in yaptığı çalışma sonuçlarına yakın değerler çıkmıştır. Kontrol örneğine oranla hava kuru yoğunluk değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Örs'e göre odunların yoğunluğundaki farklılığın başlıca sebebi birim hacimlerdeki hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranlarının farklı oluşudur (Örs, 2001). Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin hava kuru yoğunluk değerlerinin farklılık göstermesi, ağaç malzemelerin anatomik yapısına bağlı olarak hava boşluğu oranı (porozite), yıllık halka genişliği ve emprenye maddesi çeşidinden kaynaklanmış olabilir.



Şekil 3.1. Sarıçam odununun ortalama hava kuru yoğunluk değerleri

Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşiklerle emprenye edilen numuneler ve kontrol örnekleri arasında hava kuru yoğunluk değerleri açısından birbirine yakın değerler çıktığı görülmektedir (Şekil 3.1).

3.1.2. Tam Kuru Yoğunluk

Tam kuru yoğunluğun belirlenmesine ilişkin istatistiksel çalışmalardan varyans analizi Tablo 3.4'te, Duncan testi sonuçları Tablo 3.5'te, ortalama tam kuru yoğunluk değerleri Tablo 3.6'da ve sonuçların grafiksel gösterimleri ise Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

Yapılan analizin sonucunda; doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam örneklerinin, tam kuru yoğunluk miktarının; doğal emprenye maddesi, etkileşim ve yoğunlaşma miktarına olan etkisi istatistiksel olarak farklı

bulunmamıştır. Bununla birlikte, sarıçam örneklerinin borlu bileşikler ile tam kuru yoğunluk miktarı arasında % 1 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. Sarıçam, odunun ortalama tam kuru yoğunluk miktarlarına ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
D. Emprenye Mad. (em)	1	24.4141	24.4141	1.94
Borlu Bileşik (bb)	2	51.4566	25.7283	2.04*
Konsantrasyon (k)	2	12.5335	6.2668	0.50
Tekrar Sayısı (t)	14	163.9552	11.7111	0.93
Etkileşim (em*bb) ¹	2	52.0246	26.0123	2.06
Etkileşim (em*k) ²	2	11.7873	5.8937	0.47
Etkileşim (em*t) ³	14	162.2570	11.5898	0.92
Etkileşim (bb*k) ⁴	4	23.8023	5.9506	0.47
Etkileşim (bb*t) ⁵	28	325.5838	11.6280	0.92
Etkileşim (k*t) ⁶	28	362.5558	12.9484	1.03
Hata	172	2167.7891	12.6034	
Toplam	269	3358.1593		

¹D. Emprenye Maddesi*Borlu Bileşik, ²Emprenye Maddesi* Konsantrasyon, ³Emprenye Maddesi*Tekrar Sayısı, ⁴Borlu Bileşik* Konsantrasyon, ⁵Borlu Bileşik*Tekrar Sayısı, ⁶Konsantrasyon*Tekrar sayısı

*, **: sırasıyla % 1 ve % 5 düzeyinde önemli

Bu sonuçlara göre; aralarında rakamsal farklılık olmasına rağmen istatistiksel olarak farklılık bulunmayan varyasyonlar söz konusu en yüksek değerler emprenye maddesi bakımından tara ile emprenye edilen örneklerde 1.08 g/cm³, borlu bileşikler bakımından borik asit+ boraksa 1.40 g/cm³ ve çözelti konsantrasyonu bakımından % 5 konsantrasyonlarda emprenye edilen örneklerde 0.94 g/cm³ olarak elde edilmiştir. En düşük tam kuru yoğunluk değişimi ise, emprenye maddesi bakımından kebrako ile emprenye edilen örneklerde 0.48 g/cm³, borlu bileşikler bakımından boraks 0.46 g/cm³ ve çözelti konsantrasyonu bakımından % 1 konsantrasyonda emprenye edilen örneklerde 0.47 g/cm³ olarak elde edilmiştir (Tablo 3.5).

Tablo 3.5. Emprenye maddesi, borlu bileşikler ve çözelti konsantrasyonu değişkenlerinin tam kuru yoğunluk değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (g/cm³)

Faktör		X _{ort} (g/cm ³)	Kontrol
Doğal Emprenye Maddesi	Kebrako	0.48 a	0,44
	Tara	1.08 a	
Borlu Bileşikler	Borik Asit	0.48 a	
	Boraks	0.46 a	
	Borik Asit+Boraks	1.40 a	
	% 1 Konsantrasyon	0.47 a	
Çözelti Konsantrasyonu	% 3 Konsantrasyon	0.93 a	
	% 5 Konsantrasyon	0.94 a	

Tablo 3,6’da görüldüğü üzere, deney örneklerinde tam kuru haldeki ortalama yoğunluk miktarları en yüksek % 5 tara ile emprenye edilen örneklerde 0.59 g/cm³ ve en düşük tam kuru yoğunluk ise % 5’lik borik asit+ boraks karışımında emprenye edilen örneklerde 0.45 g/cm³ olarak belirlenmiştir.

Doğal emprenye maddelerinden kebrako ile emprenye edilen deney örneklerinde; tam kuru haldeki yoğunluk değeri en yüksek % 3 boraks karışımı ile yapılan emprenyede 0.51 g/cm³ ve en düşük ise % 5 borik asit ile emprenye edilen örneklerde 0.46 g/cm³ olarak bulunmuştur. Kontrol numunelerinde ise tam kuru haldeki yoğunluk değeri 0.44 g/cm³ olarak bulunmuştur (Tablo 3.6).

Doğal emprenye maddelerinden tara ile emprenye edilen deney örneklerinde tam kuru haldeki yoğunluk değeri Tablo 3.6’da görülmektedir. Buna göre en yüksek % 5 tara ile yapılan emprenyede 0.59 g/cm³ ve en düşük ise % 5 borik asit+boraks ile emprenye edilen örneklerde 0.52 g/cm³ olarak bulunmuştur.

Borlu bileşiklerden borik asit+boraks karışım çözeltileri ile emprenye edilen örneklerin tam kuru yoğunluk değerlerinin boraks ve borik asit çözeltileri ile emprenye edilenlerden biraz daha düşük oldukları görülmektedir (Tablo 3.6).

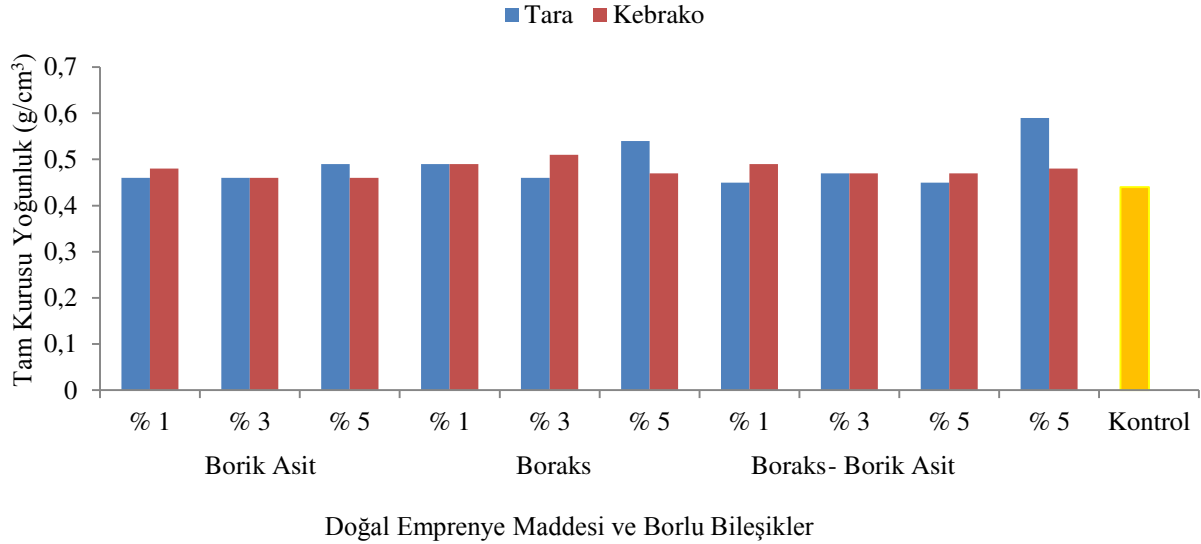
Tablo 3.6. Sarıçam odunun ortalama tam kuru yoğunluk değerleri (g/cm³)

D. Emprenye Maddesi	İ.S.	Borlu Bileşikler									D. Emprenye Maddesi	
		Borik Asit			Boraks			Borik Asit+ Boraks			Kebrako	Tara
		% 1	% 3	% 5	% 1	% 3	% 5	% 1	% 3	% 5	% 5	% 5
Tara	x	0.46	0.46	0.49	0.49	0.46	0.54	0.45	0.47	0.45	-	0.59
	Sx	0.04	0.07	0.06	0.06	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	-	0.06
	Cv	8.84	15.21	13.23	11.74	9.28	8.09	9.63	9.69	14.4	-	10.8
Kebrako	x	0.48	0.46	0.46	0.49	0.51	0.47	0.49	0.47	0.47	0.48	-
	Sx	0.07	0.05	0.05	0.07	0.05	0.06	0.06	0.04	0.06	0.05	-
	Cv	13.8	11.63	11.83	14.82	8.94	12.90	12.5	7.86	11.8	11.14	-
Kontrol	x											0.44
	Sx											0.05
	Cv											11.4

*İ.S.: İstatistiksel Sembol, x:Ortalama, Sx:Standart Sapma, Cv:Varyans yüzdesi)

Literatürde yapılan çalışmalarda ağaç malzemelerin kuru yoğunlukları; sarıçamda 0.49 g/cm³, toros sedirinde 0.48 g/cm³, anadolu kestanesinde 0.59 g/cm³ ve sapsız meşede 0.67 g/cm³ elde edildiği bildirilmiştir (Yaşar, 2014). Elde ettiğimiz hava kurusu yoğunluk bulguları Yaşar’ın yapmış olduğu çalışma sonuçlarına yakın değerler çıkmıştır. Bununla birlikte tam kuru yoğunluk değerlerinde belli düzeylerde artışlar tespit edilmiştir. Bunun nedeni çözelti konsantrasyonunun artmasından kaynaklanmıştır.

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



Şekil 3.2. Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam odununun ortalama tam kuru yoğunluk değerleri

Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşik karışımları ile emprenye edilen örnekler ve kontrol örnekleri arasında tam kuru yoğunluk değerleri açısından birbirine yakın değerler çıktığı görülmektedir. 0.59 g/cm³ yoğunluk değeri ile % 5 tara ile muamele edilen örneklerin en düşük tam kuru yoğunluk değerine ise % 5 borik asit+boraks karışımına sahip olduğu görülmektedir (Şekil 3.2).

3.1.3. Retensiyon Miktarı

Deney örneklerinin retensiyon miktarının belirlenmesine ilişkin istatistiksel bilgilerden yapılan varyans analizi Tablo 3.7’de, Duncan testi Tablo 3.8’de, ortalama retensiyon değerleri Tablo 3.9’da ve sonuçların grafiksel gösterimleri ise Şekil 3.3’de verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam örneklerinin, hava kuru yoğunluk miktarının; tekrar sayısı, etkileşim ($em*k$, $em*t$, $k*t$) ve konsantrasyon miktarına olan etkisi istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Bununla birlikte, sarıçam örneklerinin borlu bileşikler ve etkileşim ($bb*k$) ile tam kuru yoğunluk miktarı arasında % 5 önem düzeyinde,

emprenye maddesi, etkileşim (em*bb, bb*t) ile % 1 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (Tablo 3.7).

Tablo 3.7. Sarıçam odununun retensiyon miktarının belirlenmesine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
D. Emprenye Mad. (em)	1	86.3038	86.3038	5.12*
Borlu Bileşikler (bb)	2	356.0157	178.0078	10.56**
Konsantrasyon (k)	2	36.0305	18.0153	1.07
Tekrar Sayısı (t)	14	400.0736	28.5767	1.69
Etkileşim (em*bb) ¹	2	145.7505	72.8753	4.32*
Etkileşim (em*k) ²	2	26.4220	13.2110	0.78
Etkileşim (em*t) ³	14	108.5074	7.7505	0.46
Etkileşim (bb*k) ⁴	4	393.6268	98.4067	5.84**
Etkileşim (bb*t) ⁵	28	749.3509	26.7625	1.59*
Etkileşim (k*t) ⁶	28	379.5009	13.5536	0.80
Hata	172	2899.9028	16.8599	
Toplam	269	5581.4849		

¹ D. Emprenye Maddesi*Borlu Bileşik. ²Emprenye Maddesi* Konsantrasyon. ³Emprenye Maddesi*Tekrar Sayısı. ⁴Borlu Bileşik* Konsantrasyon. ⁵Borlu Bileşikler*Tekrar Sayısı. ⁶Konsantrasyon*Tekrar sayısı
*, **: sırasıyla % 1 ve % 5 düzeyinde önemli

Tablo 3.8'deki bulgulara göre; doğal emprenye maddesi düzeyinde en yüksek retensiyon miktarı değeri tara ile emprenye edilen örneklerde 4.88 kg/m³, en düşük değer ise kebrako ile emprenye edilmiş örneklerde 3.75 kg/m³ olarak tespit edilmiştir.

Borlu bileşikler düzeyinde bakıldığında en yüksek hava kurusu yoğunluk miktarı değeri boraks ile emprenye işlemi gören örneklerde 5.88 kg/m³ olarak tespit edilmiştir.

Bu sonuçlara göre; doğal emprenye maddelerinden % tara ve borlu bileşiklerde boraks ile emprenye edilen örnekler istatistiksel olarak önem arz etmektedir. Boraks+borik asit, borik asit ve çözelti konsantrasyonları rakamsal olarak farklılık göstermesine rağmen istatistiksel olarak önem arz etmemektedir.

Tablo 3.8. Emprenye maddesi, borlu bileşikler ve çözelti konsantrasyonu değişkenlerinin retensiyon miktarı değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (kg/m³)

Faktör	X _{ort} (kgm ³)
Emprenye Maddesi	Kebrako Tara
Borlu Bileşikler	Borik Asit Boraks Borik Asit.+Boraks
Çözelti Konsantrasyonu	% 1 Konsantrasyon % 3 Konsantrasyon % 5 Konsantrasyon

Tablo 3.9’da görüldüğü gibi, deney örneklerinde hava kurusu haldeki ortalama retensiyon miktarı en yüksek tara ve % 5 borik asit+boraks ile emprenye edilen örneklerde 21.61 kg/m³ ve en düşük ise tarada % 1 boraks ile emprenye edilen örneklerde 1.32 kg/m³ olarak belirlenmiştir.

Yapılan tüm emprenye işlemlerinde borlu bileşik konsantrasyonu arttıkça retensiyon miktarının da arttığı tespit edilmiştir. Doğal emprenye maddelerinden tarada; en yüksek retensiyon miktarı % 5 boraks+borik asit ile 16.00 kg/m³, en düşük retensiyon ise % 1 boraks karışımı ile emprenye edilen örneklerde 1.32 kg/m³ olarak bulunmuştur (Tablo 3.3).

Doğal emprenye maddelerinden kebrakoda; en yüksek % 5’lik borik asitle emprenye edilen örneklerde 11.19 kg/m³, en düşük ise % 1’lik borik asit+boraks karışımı ile emprenye edilen örneklerde 1.32 kg/m³ olarak bulunmuştur.

Doğal emprenye maddelerinden saf halde ki kebrako ile emprenye edilen örneklerin retensiyon değerlerinin taradan daha yüksek çıktığı görülmüştür. (Tablo 3.9).

Tablo 3.9. Sarıçam odununun ortalama retensiyon miktarı değerleri (kg/m³)

D. Emprenye Maddesi	İ.S.	Borlu Bileşikler									D. Emprenye Maddesi	
		Borik Asit			Boraks			Borik Asit+Boraks			Keb.	Tara
		% 1	% 3	% 5	% 1	% 3	% 5	% 1	% 3	% 5		
Tara	x	1.37	6.48	7.42	1.32	3.38	10.2	2.89	6.58	16.0		7.8
	Sx	0.87	5.94	2.84	0.99	1.63	4.74	1.77	3.59	7.81		3.7
	Cv	63.5	91.6	38.35	75.05	48.12	46.2	61.1	54.52	48.8		47.8
Kebrako	x	3.50	4.81	11.19	2.90	3.69	4.90	1.38	4.05	9.42	15.72	
	Sx	1.99	4.33	13.28	4.11	5.16	3.82	0.53	4.74	6.62	25.91	
	Cv	56.8	89.9	118.6	141.6	139.5	77.87	38.38	117.08	70.3	164.8	

*İ.S.: İstatistiksel Sembol. x:Ortalama. Sx:Standart Sapma. Cv:Varyans yüzdesi

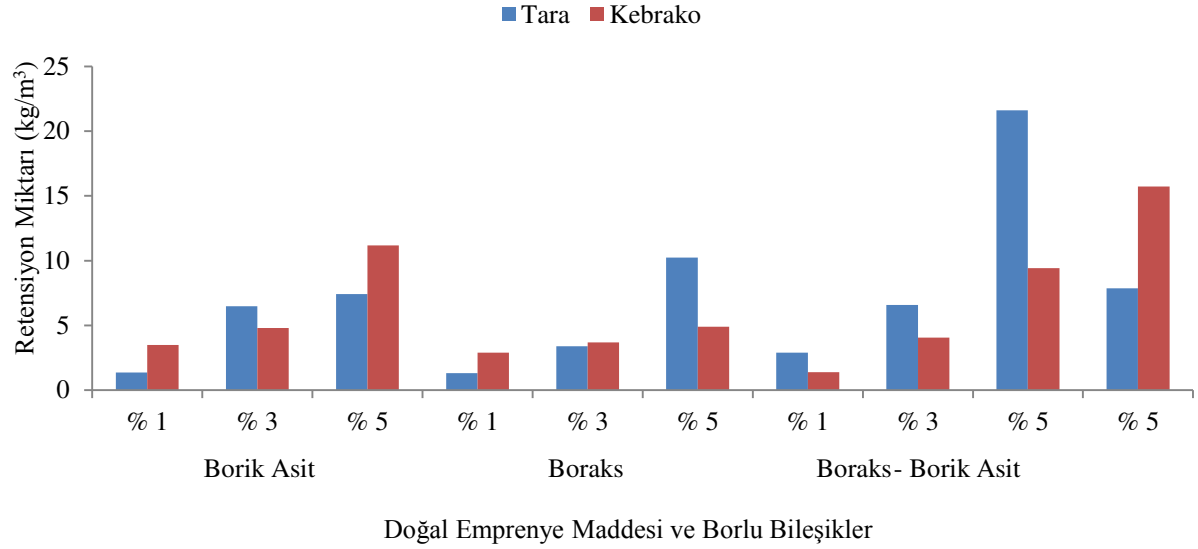
Yaşar (2014) yaptığı çalışmada doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen deney örneklerinde en yüksek retensiyon değerini meşe palamoduyla emprenye edilen sapsız meşede 15.41 kg/m³ ve en düşük retensiyon değerini ise çam taneni ile emprenye edilen sarıçamda ve toros sedirinde 10.95 kg/m³ olarak bulmuştur.

Özçifci ve Batan, (2009) retensiyon miktarını en fazla sarıçamda (19.39 kg/m³ - % 21.81), en az meşede (8.74 kg/m³ - % 9.15) tespit etmişlerdir. 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 kaynaklanabileceği bildirmişlerdir.

Literatürde doğu kayını ve sarıçam örneklerinin 1 saat vakum 1 saat normal atmosfer basıncı uygulanarak tanalith CBC ile emprenyesi sonucu kayında retensiyon oranı % 2.11, retensiyon miktarı 9.90 kg/m³, sarıçamda ise retensiyon oranı %1.60 retensiyon miktarı

4.85 kg/m³ olduğu belirtilmektedir (Peker vd., 1999).

Elde ettiğimiz istatistiksel değerler literatürdeki değerlerle benzerlik göstermektedir. Çözelti konsantrasyonu arttıkça toplam retensiyon miktarının arttığı tespit edilmiştir. Bu durum çözelti özelliği, odun türü, anatomik yapı vb. nedenlerden kaynaklanabilir.



Şekil 3.3. Sarıçam odununun ortalama retensiyon miktarı değerleri

Şekil 3.3.'de görüldüğü üzere emprenye maddesi konsantrasyonunun artması ile deney örneklerinin retensiyon miktarı ve retensiyon oranlarında artışlar kaydedilmiştir. Buna göre en yüksek retensiyon miktarı ve oranlarına % 5'lik çözeltilerle işlem gören deney örneklerinde; en düşük % 1'lik çözeltilerle emprenye edilen deney örneklerinde ulaşılmıştır

3.2. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

3.2.1. Vida Tutma Direnci

Vida tutma direncinin belirlenmesine ilişkin istatistiksel analizlerden varyans analizi Tablo 3.10'da, Duncan testi sonuçları Tablo 3.11'de, ortalama vida tutma değerleri Tablo 3.12'de ve sonuçların grafiksel gösterimleri ise Şekil 3.4'de gösterilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda; doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam örneklerinin, vida tutma direncinin belirlenmesinde doğal emprenye maddesi ve etkileşimlere (em*bb, em*k, bb*k, bb*t, k*t) olan etkisi istatistiksel

olarak farklı bulunmamıştır. Bununla birlikte, sarıçam örneklerinin vida tutma direnci borlu bileşik ve çözelti konsantrasyon miktarlarına olan etkisi % 5 önem düzeyinde, etkileşim (em*t) ile % 1 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (Tablo 3.10).

Tablo 3.10. Sarıçam odununun ortalama vida tutma direncinin belirlenmesine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
D. Emprenye Mad. (em)	1	353.8394	353.8394	1.50
Borlu Bileşik (bb)	2	2425.8715	1212.9357	5.14**
Konsantrasyon (k)	2	4075.5541	2037.7770	8.64**
Tekrar Sayısı (t)	14	2407.8373	171.9884	0.73
Etkileşim (em*bb) ¹	2	49.9959	24.9979	0.11
Etkileşim (em*k) ²	2	557.0228	278.5114	1.18
Etkileşim (em*t) ³	14	6685.1783	477.5127	2.03*
Etkileşim (bb*k) ⁴	4	1591.1659	397.7915	1.69
Etkileşim (bb*t) ⁵	28	7158.9613	255.6772	1.08
Etkileşim (k*t) ⁶	28	8103.4390	289.4085	1.23
Hata	172	40553.4048	235.7756	
Toplam	269	7962.2702		

¹ D. Emprenye Maddesi*Borlu Bileşik. ²Emprenye Maddesi* Konsantrasyon. ³Emprenye Maddesi*Tekrar Sayısı. ⁴Borlu Bileşik* Konsantrasyon. ⁵Borlu Bileşikler*Tekrar Sayısı. ⁶Konsantrasyon*Tekrar sayısı
*, **: sırasıyla % 1 ve % 5 düzeyinde önemli

Tablo 3.11'deki bulgulara göre; borlu bileşiklerden boraks+borik asit ve çözelti konsantrasyonundan % 1 ve % 3'lük konsantrasyonlarda ölçülen istatistiksel olarak önem arz etmektedir. Boraks+borik asit bu değer 91.80 N/mm² olarak gerçekleşirken % 1 ve % 3 konsantrasyondaki örneklerde sırası ile 89.89 N/mm² ve 91.75 N/mm² olmuştur. Rakamsal olarak farklılık göstermesine rağmen istatistiksel olarak farklılık bulunmayan diğer değerler, doğal emprenye maddesi bakımından 89.28 N/mm² ile kebrako ile elde edilmiştir. En düşük vida tutma direnci emprenye maddesi bakımından 86.99 N/mm² ile tara ile kullanılarak emprenye edilen örneklerde, borlu bileşikler bakımından 84.46 N/mm² ile borik asit ve çözelti konsantrasyonu bakımından ise 82.74 N/mm² ile % 5 konsantrasyonda emprenye edilen örneklerde tespit edilmiştir.

Tablo 3.11. Emprenye maddesi, borlu bileşikler ve çözelti konsantrasyonu değişkenlerinin vida tutma direncinin değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (N/mm²)

Faktör		X _{ort} (N/mm ²)	Kontrol
D. Emprenye Maddesi	Kebrako	89.276 a	73.42
	Tara	86.986 a	
Borlu Bileşikler	Borik Asit	84.458 b	
	Boraks	88.134 ab	
	Borik Asit+Boraks	91.801 a	
	% 1 Konsantrasyon	89.896 a	
Çözelti Konsantrasyonu	% 3 Konsantrasyon	91.755 a	
	% 5 Konsantrasyon	82.742 b	

Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki (% 12) vida tutma direnci en yüksek kebrako ile emprenye edilen örneklerde 107.7 N/mm² ve en düşük ise kebrako ile ve % 5 borik asit ile emprenye edilen örneklerde 73.81 N/mm² olarak bulunmuştur. Yapılan emprenye işlemlerinin tamamında emprenye edilen örneklerin vida tutma direnci değerleri kontrol örneklerinden daha yüksek çıkmıştır. Kontrol örneklerinde ise hava kurusu haldeki vida tutma direnci değeri 73.42 N/mm² olarak bulunmuştur (Tablo 3.12).

Tablo 3.12. Sarıçam odununun ortalama vida tutma değerleri (N/mm²)

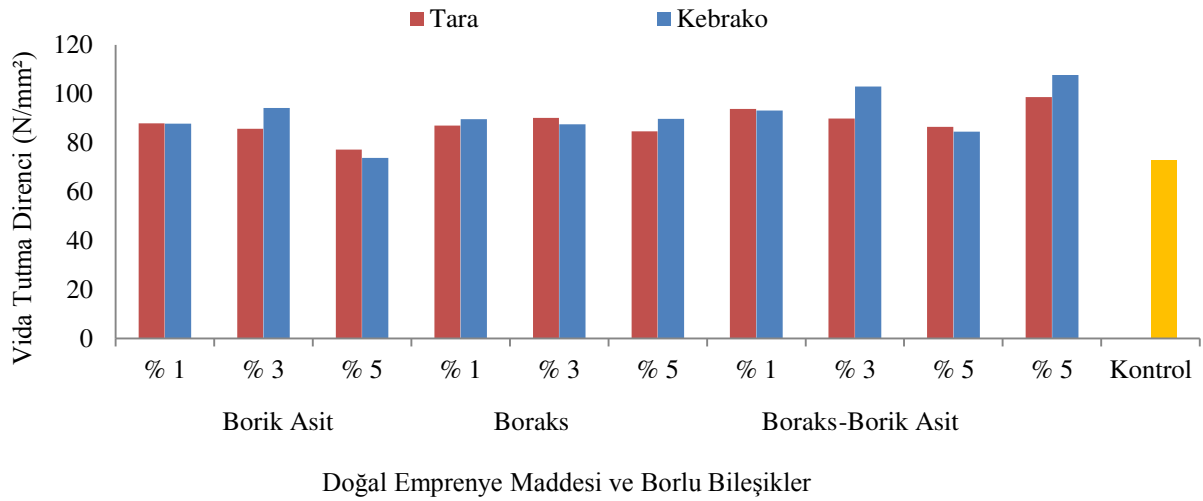
D. Emprenye Maddesi	İ.S.	Borlu Bileşikler									D. Emprenye Maddesi	
		Borik Asit			Boraks			Borik Asit+Boraks			Keb.	Tara
		% 1	% 3	% 5	% 1	% 3	% 5	% 1	% 3	% 5		
Tara	x	87.9	85.8	77.1	87.0	90.1	84.8	93.8	89.9	86.5	-	98.7
	Sx	17.6	12.9	13.7	14.4	18.9	13.8	13.6	13.6	16.1	-	17.9
	Cv	20.0	15.1	17.7	16.6	21.7	16.2	14.5	15.1	18.7	-	11.7
Kebrako	x	87.8	94.3	73.81	89.64	87.50	89.78	93.14	103.01	84.5	107.7	-
	Sx	14.1	17.6	14.34	13.76	16.08	11.94	21.07	17.4	21.4	14.6	-
	Cv	16.0	18.6	19.42	15.35	18.38	13.22	22.62	16.89	25.4	13.6	-
Kontrol	x											73.42
	Sx											6.78
	Cv											9.24

*İ.S.: İstatistiksel Sembol. x:Ortalama. Sx:Standart Sapma. Cv:Varyans yüzdesi

Meşe, kayın ve sarıçam ağaçlarından hazırlanan örnekler farklı emprenye maddeleri ile emprenye edilerek, vida tutma dirençleri Açikel tarafından ölçülmüştür. Emprenye maddesi çeşidine göre vida çekme direnci büyükten küçüğe sıralanırsa; borik asit, boraks, imersol-aqua şeklinde olduğunu ve özellikle borik asit, boraks ve borik asit+boraks karışımının diğer emprenye maddelerine göre vida tutma direnci üzerine daha fazla etki ettiklerini tespit etmiştir. Deney sonuçlarına göre emprenye işlemi vida çekme direncini arttırmıştır. Bu durum emprenye maddelerinin ağaç içerisinde hücre çeper boşluğuna girerek temas yüzey alanına etki göstermesinden kaynaklanabilir (Açikel, 2007).

Bu çalışmada emprenye edilen sarıçam örneklerinin vida tutma direnç değeri emprenyesiz kontrol örneklerinden daha yüksek çıkarak literatürdeki çalışmalara benzerlik göstermiştir.

Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilmiş sarıçam örnekleri ile kontrol örneklerinin vida tutma direncinin belirlenmesine ilişkin grafik Şekil 3,4’de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam odununun ortalama vida tutma direncinin belirlenmesine ilişkin değerler

Emprenye edilen sarıçam örneklerinin hepsinde vida tutma direncinin kontrol örneklerinden yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Ayrıca doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen örneklerin vida tutma değeri diğer örneklere göre daha yüksek çıkmıştır.

3.2.2. Liflere Paralel Basınç Direnci

Liflere paralel basınç direncinin belirlenmesine ilişkin istatistiksel analizlerden varyans analizi Tablo 3.13’te, Duncan testi sonuçları Tablo 3.14’te, ortalama liflere paralel basınç direnç değerleri Tablo 3.15’te ve sonuçların grafiksel gösterimleri ise Şekil 3.5’te verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda; doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam örneklerinin, liflere paralel basınç direncinin belirlenmesinde Tekrar sayısı ve etkileşimlere (em*t, bb*t, k*t) olan etkisi istatistiksel olarak farklı

bulunmamıştır. Bununla birlikte, sarıçam örneklerinin liflere paralel basınç direnci emprenye maddesi, borlu bileşik ve çözelti konsantrasyonu, etkileşim (em*bb, bb*k) miktarlarına olan etkisi % 5 önem düzeyinde, etkileşim (em*k) ile % 1 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (Tablo 3.13).

Tablo 3.13. Sarıçam odununun ortalama liflere paralel basınç direncinin belirlenmesine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
D. Emprenye Mad. (em)	1	299.3574	299.3574	9.32**
Borlu Bileşik (bb)	2	2356.7245	1178.3623	36.68**
Konsantrasyon (k)	2	656.2907	328.1454	10.22**
Tekrar Sayısı (t)	14	302.3454	21.5961	0.67
Etkileşim (em*bb) ¹	2	566.0672	283.0336	8.81**
Etkileşim (em*k) ²	2	265.3250	132.6625	4.13*
Etkileşim (em*t) ³	14	356.9854	25.4990	0.79
Etkileşim (bb*k) ⁴	4	975.2750	243.8188	7.59**
Etkileşim (bb*t) ⁵	28	722.0510	25.7875	0.80
Etkileşim (k*t) ⁶	28	758.1115	27.0754	0.84
Hata	172	5524.9728	32.1219	
Toplam	269	12783.5060		

¹D. Emprenye Maddesi*Borlu Bileşik. ²Emprenye Maddesi* Konsantrasyon. ³Emprenye Maddesi*Tekrar Sayısı. ⁴Borlu Bileşik* Konsantrasyon. ⁵Borlu Bileşik*Tekrar Sayısı. ⁶Çözelti konsantrasyonu*Tekrar sayısı

*, **: sırasıyla % 1 ve % 5 düzeyinde önemli

Buna göre; liflere paralel basınç direnci, doğal emprenye maddesi bakımından tara ile emprenye edilen örneklerde 52.81 N/mm², borlu bileşikler bakımından 54.707 N/mm² ile borik asitte ve çözelti konsantrasyonu bakımından ise 53.16 N/mm² ile % 5 konsantrasyonda emprenye edilen örnekler istatistiksel olarak farklılıklar bulunmaktadır. Aralarında rakamsal olarak farklılık gösterip istatistiksel farklılık bulunmayan diğer örneklerde söz konusu değerler, doğal emprenye maddesi bakımından 71 N/mm² ile kebrako ile emprenye edilen örneklerde, borlu bileşikler bakımından 47.72 N/mm² ile boraks+borik asitte ve çözelti konsantrasyonu bakımından ise 49.58 N/mm² ile % 1 konsantrasyonda emprenye edilen örneklerde elde edilmiştir (Tablo 3.14).

Tablo 3.14. Emprenye maddesi, borlu bileşikler ve çözelti konsantrasyonu değişkenlerinin liflere paralel basınç direncinin değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (N/mm²)

Faktör		X _{ort} (N/mm ²)	Kontrol
D. Emprenye Maddesi	Kebrako	50.71 b	39.59
	Tara	52.81 a	
Borlu Bileşikler	Borik Asit	54.71 a	
	Boraks	52.86 b	
	Borik Asit+Boraks	47.72 c	
	% 1 Konsantrasyon	49.58 b	
Çözelti Konsantrasyonu	% 3 Konsantrasyon	52.54 a	
	% 5 Konsantrasyon	53.16 a	

Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki liflere paralel basınç direnci en yüksek kebrako ve % 3'lük borik asitle emprenye edilen örneklerde 60.69 N/mm² ve en düşük ise kebrako ve % 5 borik asit, boraks karışımı ile emprenye edilen örneklerde 40.54 N/mm² olarak bulunmuştur. Yapılan emprenye işlemlerinin tamamında emprenye edilen örneklerin paralel basınç direnç değerleri kontrol örneklerinden daha yüksek çıkmıştır. Kontrol örneklerinde ise hava kurusu haldeki liflere paralel basınç direnci değeri 39.59 N/mm² olarak bulunmuştur (Tablo 3.15).

Yapılan çalışmada emprenye işlemine tabi tutulan örneklerin değerleri kontrol örneğinden daha yüksek çıkmıştır. Bu sebepten basınç değerini azaltıcı etki göstermemiştir. Kontrol örneğine oranla basınç direnci değerinin yüksek çıkması özellikle inşaat endüstrisinde (depremlerde vb.) kullanımını mümkün kılacağı ve bu durumun emprenye maddesi, anatomik yapı ve konsantrasyondan kaynaklandığı söylenebilir.

Literatür de, söz konusu masif ağaç malzemelerin liflere paralel basınç direncinin tespitine ilişkin Efe ve Çağatay'ın yapmış olduğu çalışmada sarıçam odunu en yüksek basınç direnci 50.82 N/mm² ve en düşük basınç direnci ise 39.20 N/mm² olarak tespit etmişlerdir (Efe ve Çağatay, 2011)

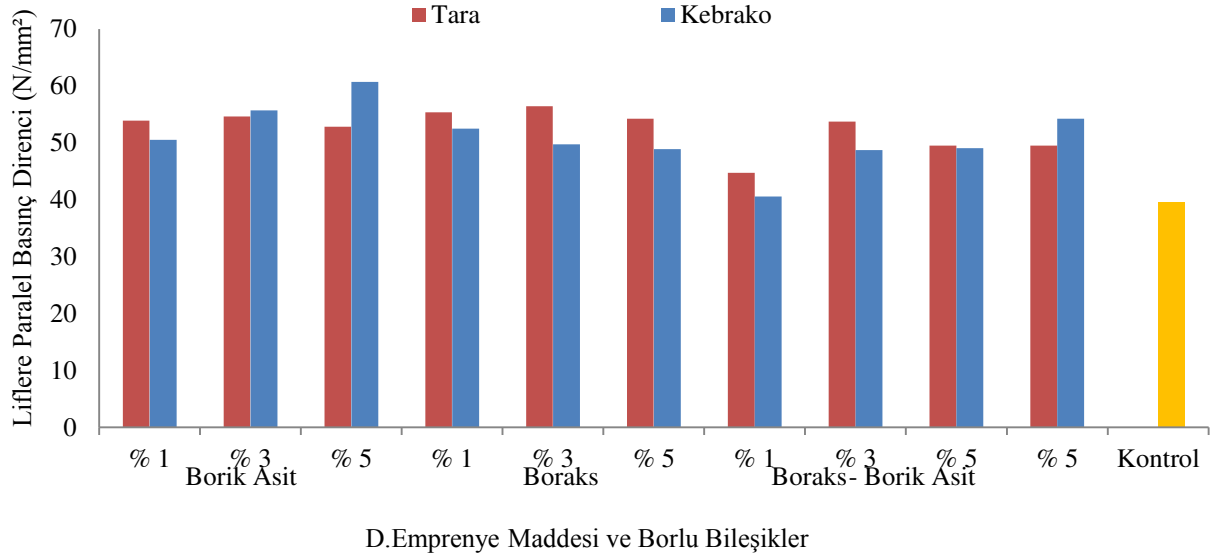
Elde ettiğimiz liflere paralel basınç direncinin tespitine ilişkin bulguların daha önce yapılan çalışmanın bulguları yakın çıktığı belirlenmiştir. Emprenye edilmiş sarıçam örneklerinin liflere paralel basınç değerlerinin farklılık göstermesi, ağaç malzemelerin anatomik yapısına bağlı olarak hava boşluğu oranı (porozite), yıllık halka genişliği ve emprenye maddesi çeşidinden kaynaklanmış olabilir.

Tablo 3.15. Sarıçam odununun ortalama liflere paralel basınç direnci değerleri (N/mm²)

D. Emp. Madde si	İ.S.	Borlu Bileşikler									D. Emprenye Maddesi	
		Borik Asit			Boraks			Borik Asit+Boraks			Keb.	Tara
		1 %	3 %	5 %	1 %	3 %	5 %	1 %	3 %	5 %		
Tara	x	53.9	54.6	52.8	55.4	56.4	54.2	44.7	53.7	49.5	-	49.5
	Sx	8.05	9.59	5.09	10.1	9.73	7.3	5.32	6.63	8.57	-	10.8
	Cv	15.5	23.3	9.89	17.4	17.4	13.0	12.3	12	16.6	-	23.6
Kebrako	x	50.5	55.71	60.69	52.49	49.73	48.89	40.54	48.74	49.09	54.44	-
	Sx	5.52	5.79	6.93	5.82	5.32	11.5	9.26	5.98	7.78	6.99	-
	Cv	11.3	10.72	11.25	11.48	11.11	23.07	24.13	11.87	16.65	13.39	-
Kontrol	x					39.59						
	Sx					12.08						
	Cv					30.50						

*İ.S.: İstatistiksel Sembol. x:Ortalama. Sx:Standart Sapma. Cv:Varyans yüzdesi

Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilmiş sarıçam örnekleri ile kontrol örneklerinin liflere paralel basınç direncinin belirlenmesine ilişkin grafik Şekil 3.5’de gösterilmiştir



Şekil 3.5. Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam odununun ortalama liflere paralel basınç direnci belirlenmesine ilişkin değerler

Emprenye edilen sarıçam örneklerinin hepsinde liflere paralel basınç direncinin kontrol örneklerinden yüksek çıktığı tespit edilmiştir. (Şekil 3.5) doğal emprenye maddelerinden kebrako ile emprenye edilen örneklerin liflere paralel basınç direnci yüksek olduğu görülmüştür.

3.2.3. Eğilme Direncinin Belirlenmesi

Eğilme direncinin belirlenmesine ilişkin istatistiksel analizlerden varyans analizi Tablo 3.16’da, Duncan testi sonuçları Tablo 3.17’de, ortalama eğilme direnci değerleri Tablo 3.18’de ve sonuçların grafiksel gösterimleri ise Şekil 3.6’da verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda; doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam örneklerinin, eğilme direnci arasında; doğal emprenye maddesi, etkileşim ve konsantrasyon miktarına olan etkisi istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Bununla birlikte; borlu bileşikler ile eğilme direnci arasında % 1 düzeyinde önemli farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.16. Sarıçam odununun ortalama eğilme direncinin belirlenmesine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
D.Emprenye Mad. (em)	1	0.1080	0.1080	0.00
Borlu Bileşik (bb)	2	1242.5783	621.2891	5.90**
Konsantrasyon (k)	2	638.4561	319.2280	3.03
Tekrar Sayısı (t)	14	1618.5363	115.6097	1.10
Etkileşim (em*bb) ¹	2	536.9762	268.4881	2.55
Etkileşim (em*k) ²	2	164.0336	82.0168	0.78
Etkileşim (em*t) ³	14	1304.9498	93.2107	0.89
Etkileşim (bb*k) ⁴	4	676.3948	169.0987	1.61
Etkileşim (bb*t) ⁵	28	2163.0173	77.2506	0.73
Etkileşim (k*t) ⁶	28	2262.2295	80.7939	0.77
Hata	172	18101.9921	105.2441	
Toplam	269	28709.2719		

¹Emprenye Maddesi*Borlu Bileşik. ²Emprenye Maddesi* Konsantrasyon. ³Emprenye Maddesi*Tekrar Sayısı. ⁴Borlu Bileşik* Konsantrasyon. ⁵Borlu Bileşik*Tekrar Sayısı. ⁶Çözelti konsantrasyonu*Tekrar sayısı
*, **: sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemli

Tablo 3.17'deki bulgulara göre; borik asit, boraks+borik asit ve % 3 konsantrasyonlarda ölçülen örnekler kendisi arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmaktadır. % 3 konsantrasyonda bu değer 82.96 N/mm² olarak gerçekleşirken borik asit ve boraks+borik asit emprenye edilmiş örneklerde sırası ile 82.70 N/mm² ve 82.03 N/mm² tespit edilmiştir. Rakamsal olarak farklılık bulunmuş istatistiksel olarak farklılık bulunmayan diğer örneklerde söz konusu değerler, doğal emprenye maddesi bakımından 80,84 N/mm² ile tara ile emprenye edilen örneklerde, borlu bileşikler bakımından 77.85 N/mm² ile boraksta ve çözelti konsantrasyonu bakımından ise 79.32 N/mm² ile % 5 konsantrasyonda emprenye edilen örneklerde elde edilmiştir (Tablo 3.17).

Tablo 3.17. Emprenye maddesi, borlu bileşikler ve çözelti konsantrasyonu değişkenlerinin eğilme direncinin değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (N/mm²)

Faktör		X _{ort} (N/mm ²)	Kontrol
D. Emprenye Maddesi	Kebrako	80.88 a	%
	Tara	80.84 a	
Borlu Bileşikler	Borik Asit	82.70 a	
	Boraks	77.85 b	
	Borik Asit+Boraks	82.03 a	
Çözelti Konsantrasyonu	% 1 Konsantrasyon	80.30 ab	
	% 3 Konsantrasyon	82.96 a	
	% 5 Konsantrasyon	79.32 b	

Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen deney örneklerinde hava kurusu haldeki eğilme direnci en yüksek kebrako ile emprenye edilen örneklerde 90.05 N/mm² ve en düşük ise kebrako ve %1'lik boraks ile emprenye edilen örneklerde 73.86 N/mm² olarak bulunmuştur. Kontrol örneklerinde ise hava kurusu haldeki

eğilme direnci değeri 86 N/mm² olarak bulunmuştur (Tablo 3.18).

Tablo 3.18. Sarıçam odununun ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm²)

D. Emp. Maddesi	İ.S.	Borlu Bileşikler									D.Emprenye Maddesi	
		Borik Asit			Boraks			Borik Asit+Boraks			Keb	Tara
		%1	%3	%5	%1	%3	%5	%1	%3	%5		
Tara	x	86	84	80	78	81	78	79.5	80.4	80.2	-	83
	Sx	11.6	10.9	9.43	12.1	12.2	13.4	11.8	9.25	9.58	-	5.11
	Cv	13.4	12.9	11.76	15.59	14.99	17.13	14.81	11.51	11.95	-	6.19
Kebrako	x	81.61	81.2	82.75	73.65	78.60	77.95	83.25	83.25	76.61	90.05	-
	Sx	9.71	6.13	4.36	7.73	8.03	7.83	9.21	9.21	6.63	11.4	-
	Cv	11.9	7.54	5.27	10.5	10.21	10.04	11.06	11.06	8.65	12.62	-
Kontrol	x					86						
	Sx					6.87						
	Cv					7.97						

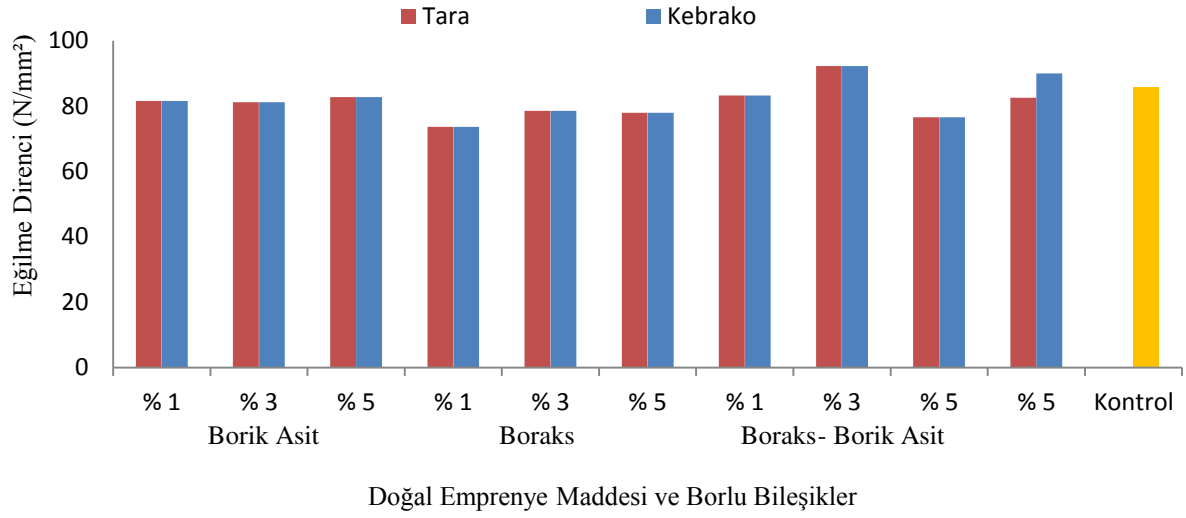
*İ.S.: İstatistiksel Sembol. x:Ortalama. Sx:Standart Sapma. Cv:Varyans yüzdesi

Lebow vd. (1990) eğilme direncini en fazla kayında 102.7 N/mm², en az sarıçamda 86.72 N/mm² gerçekleştiğini, kontrole göre kebrako çözeltisinin eğilme direncini artırıcı özellik gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu durum odunun anatomik yapısı ile çözelti konsantrasyonundan kaynaklandığı söylenebilir.

Literatür de, söz konusu masif ağaç malzemelerin eğilme direncinin tespitine ilişkin Efe ve Çağatay'ın yapmış olduğu çalışmada sarıçam odunu eğilme direnci en yüksek 104 N/mm² en düşük eğilme direnci ise 75 N/mm² olarak tespit etmişlerdir (Efe ve Çağatay, 2011).

Elde ettiğimiz liflere eğilme direncinin tespitine ilişkin bulgularının Efe ve Çağatay 2011'de yaptığı çalışmaya yakın değerler çıktığı belirlenmiştir. Eğilme direncinin tespitine ilişkin değerlerin düşük veya yüksek çıkması, kullanılan doğal emprenye maddesi ve borlu bileşiklerin farklı olmasından kaynaklanabilir.

Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilmiş sarıçam örnekleri ile kontrol örneklerinin liflere paralel basınç direncinin belirlenmesine ilişkin grafik Şekil 3.6'da gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam odununun ortalama eğilme direnci belirlenmesine ilişkin değerler

Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen deney örneklerinde eğilme direnci en yüksek kebrako ile emprenye edilen örneklerde ve en düşük ise kebrako ve % 1'lik boraks ile emprenye edilen örneklerde bulunmuştur.

3.2.4. Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi

Elastikiyet modülünün belirlenmesine ilişkin istatistiksel analizlerden varyans analizi Tablo 3.19'da, Duncan testi sonuçları Tablo 3.20'de, ortalama eğilme direnci değerleri Tablo 3.21'de ve sonuçların grafiksel gösterimleri ise Şekil 3.7'de gösterilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda; çözelti konsantrasyonun, borlu bileşik, emprenye maddesi*borlu bileşik, emprenye maddesi*çözelti konsantrasyonu ile elastikiyet modülü arasında % 1 önem düzeyi ile farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir (Tablo 3.19).

Tablo 3.19. Sarıçam odununun ortalama liflere paralel basınç direncinin belirlenmesine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Emprenye Mad. (em)	1	525363	525363	0.28
Borlu Bileşik (bb)	2	13149423	6574711	3.45*
Konsantrasyon (k)	2	13735001	6867500	3.61*
Tekrar Sayısı (t)	14	20958354	1497025	0.79
Etkileşim (em*bb) ¹	2	13717309	6858654	3.60*
Etkileşim (em*k) ²	2	16192167	8096083	4.25*
Etkileşim (em*t) ³	14	26900676	1921477	1.01
Etkileşim (bb*k) ⁴	4	10973330	2743333	1.44
Etkileşim (bb*t) ⁵	28	34207344	1221691	0.64
Etkileşim (k*t) ⁶	28	62780866	2242174	1.18
Hata	172	327397605	1903474	
Toplam	269	540537437		

¹Emprenye Maddesi*Borlu Bileşik. ²Emprenye Maddesi* Konsantrasyon. ³Emprenye Maddesi*Tekrar Sayısı. ⁴Borlu Bileşik* Konsantrasyon. ⁵Borlu Bileşik*Tekrar Sayısı. ⁶Çözelti konsantrasyonu*Tekrar sayısı
*, **: sırasıyla % 1 ve % 5 düzeyinde önemli

Tablo 3.2'deki bulgulara göre; borlu bileşikler düzeyinde en elastikiyet modülü değeri boraks+borik asit ve boraks ile emprenye edilen örneklerde sırası ile 9960 PMa ve 9966 MPa tespit edilmiştir.

Çözelti konsantrasyonu düzeyinde bakıldığında en yüksek hava kurusu yoğunluk miktarı değeri % 3'lük konsantrasyonda emprenye işlemi gören örneklerde 10054 PMa olarak elde edilmiştir.

Bu sonuçlara göre % 3'lük konsantrasyon, boraks+borik asit ve borik asit ile emprenye edilen örnekler kendi aralarında istatistiksel olarak önem arz etmemektedir. Kebrako, tara, boraks, % 1 ve % 5 konsantrasyonları rakamsal olarak farklılık göstermesine rağmen istatistiksel olarak önem arz etmemektedir.

Tablo 3.20. Emprenye maddesi, borlu bileşikler ve çözelti konsantrasyonu değişkenlerinin elastikiyet modülünün değişim oranına ait Duncan testi sonuçları (MPa)

Faktör		X _{ort} (MPa)	Kontrol
Emprenye Maddesi	Kebrako	9763 a	9903
	Tara	9851 a	
Borlu Bileşikler	Borik Asit	9966 a	
	Boraks	9495 b	
	Borik Asit+Boraks	9960 a	
	% 1 Konsantrasyon	9509 b	
Çözelti Konsantrasyonu	% 3 Konsantrasyon	10054 a	
	% 5 Konsantrasyon	9858 ab	

Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen deney örneklerinde elastikiyet modülü en yüksek kebrako ve % 3'lük borik asit+boraks ile emprenye edilen örneklerde 11222 MPa ve en düşük ise kebrako ve % 1'lik boraks ile emprenye edilen örneklerde 8751 MPa olarak bulunmuştur. Kontrol örneklerinde ise elastikiyet modülü değeri 9903 MPa olarak bulunmuştur (Tablo 3.21).

Tablo 3.21. Sarıçam odununun ortalama elastikiyet modülünün değerleri (MPa)

Emprenye Maddesi	İS	Borlu Bileşikler									Emprenye Mad.	
		Borik Asit			Boraks			Borik Asit+Boraks			Keb.	Tara
		% 1	% 3	% 5	% 1	% 3	% 5	% 1	% 3	% 5		
Tara	x	10467	10286	10090	9521	9504	9627	9709	9929	9531	-	10084
	Sx	1800	1470	1050	1260	1960	1660	1440	1110	1530	-	543
	Cv	17.23	14.29	10.43	13.2	20.6	17.3	14.8	11.16	16.03	-	5.38
Kebrako	x	9283	9700	9975	8751	9691	9879	9325	11222	0046	10382	-
	Sx	1830	1130	735	889	1140	933	1330	1660	717	1650	-
	Cv	19.72	11.66	7.37	10.16	11.76	9.45	14.29	14.79	7.13	15.86	-
Kontrol	x					9903						
	Sx					835						
	Cv					8.43						

*İ.S.: İstatistiksel Sembol. x:Ortalama. Sx:Standart Sapma. Cv:Varyans yüzdesi

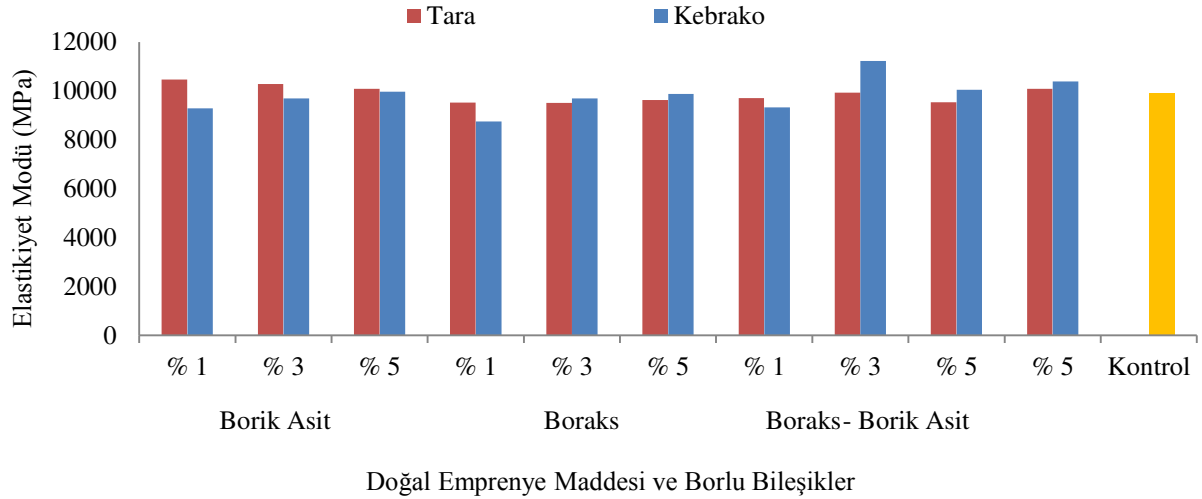
Kontrol örneğine oranla elastiklik modülünde artış belirlenmiştir. Bu durum odunun anatomik yapısı ile çözelti konsantrasyonundan kaynaklandığı söylenebilir. Aynı zamanda hücre çeperindeki boşlukları doldurmasından kaynaklanabilir ve özgül ağırlıkların artması olabilir.

Peker vd (1999) yaptıkları çalışmada kontrol örneklerinin elastikiyet modülü değerleri 864-1847 MPa arasında değerler almış olup ortalama 1141 MPa hesaplanmıştır. WR maddelerin (ISO dışında)'den sonra uygulanmasında elastikiyet modülü değerlerinde önemli bir değişme olmamıştır. pH değeri 7:3 (ağırlık:ağırlık) borik asit + boraks ile nötre yaklaştırılan borik asit ve boraks sarıçam odunu eğilme direncini etkilememiş, ancak bireysel kullanımda bir miktar azalma olmuştur. WR maddeler Borik asit + boraks emprenyesinden sonra uygulandıklarında önemli bir direnç artışı olmamıştır (Peker vd., 1999).

Laks ve Palardy, (1990) eğilmede elastikiyet modülü; ağaç türünde en fazla kayında (10350 MPa), en az sarıçamda (9501 MPa) gerçekleştiğini, kontrole göre, Bx ve Bx+Ba'nın eğilmede elastikiyet modülünde artırıcı etki gösterdiğini, diğer işlem çeşitlerinin azaltıcı etki gösterdiğini; bunun nedeninin kayın odununun yoğunluğunun yüksek olması ve dağınık küçük trahe yapısına sahip olması sebebi ile artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Elde ettiğimiz elastikiyet modülünün belirlenmesine ilişkin bulguların daha önce yapılan çalışmanın bulguları yakın değerler çıktığı belirlenmiştir. Emprenye edilmiş sarıçam örneklerinin elastikiyet modülünün değerlerinin farklılık göstermesi kullanılan emprenye maddesi çeşidinden kaynaklanmış olabilir.

Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilmiş sarıçam örnekleri ile kontrol örneklerinin elastikiyet modülünün belirlenmesine ilişkin grafik Şekil 3.7’de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşikler ile emprenye edilen sarıçam odununun ortalama elastikiyet modülü belirlenmesine ilişkin değerler

Emprenye edilen sarıçam örneklerinin hepsinde elastikiyet modülü kontrol örneklerinden yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Genel olarak tara ve kebrakonun tek olarak kullanımı diğer örneklere göre daha yüksek çıkmıştır.

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu borlu bileşikler ve doğal emprenye maddelerinin karışımlarından elde edilen çözelti ile emprenye edilerek bazı fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişiklikler araştırılmıştır. Çalışmada borlu bileşik olarak boraks ve borik asit, boraks+borik asit doğal emprenye maddesi olarak kebrako ve tara kullanılmıştır. Daha sonra yapılacak olan çalışmalarda farklı borlu bileşikler ile farklı doğal emprenye maddelerinin kullanılması tavsiye edilebilir.

Doğal emprenye maddeleri ile emprenye edilen numunelerin, borlu birleşiklerle emprenye edilenlerden hava kurusu yoğunluk değerleri açısından sarıçam odununda birbirine yakın değerler çıktığı gözlenmiştir. Hava kurusu yoğunluğun düşük veya yüksek çıkması, kullanılan kimyasalları farklılık göstermesinden kaynaklanabilir.

Doğal emprenye maddeleri ve borlu bileşik karışımları ile emprenye edilen örnekler ve kontrol örnekleri arasında tam kuru yoğunluk değerleri açısından birbirine yakın değerler bulunmuştur. Tam kuru yoğunluk doğal emprenye maddelerinde tarada, borlu bileşiklerden boraksta daha yüksek tespit edilmiştir. Emprenyeli örneklerin tam kuru yoğunluk değerlerinin kontrol örneklerinden daha yüksek çıkmasının literatürle uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Doğal emprenye maddelerinden taranın sarıçamdaki retensiyon miktarı kebrakodan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Çözelti konsantrasyonu arttıkça toplam retensiyon miktarının da arttığı tespit edilmiştir. En yüksek retensiyon değerleri % 5 konsantrasyondaki çözeltiler ile emprenyeli örneklerde tespit edilmiştir. Retensiyon oranı çözeltilerin özelliği, anatomik yapı gibi nedenlerden dolayı değişiklik gösterebilir.

Doğal emprenye maddelerinde eğilme direnci sonuçları birbirine yakın olmakla beraber, kebrako ile emprenye edilen örneklerde eğilme direnci daha yüksek bulunmuştur. Borlu bileşiklerde boraks ile emprenye edilen örneklerde eğilme direncinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Elastikiyet modülü bakımından doğal emprenye maddelerinde birbirine oldukça yakın değerler çıkmıştır. Birbirine çok yakın olmakla beraber kebrako ile emprenye sarıçamlarda elastikiyet modülü daha yüksek çıkmıştır. Borlu bileşik konsantrasyonunda ise en yüksek değer % 3 konsantrasyonda tespit edilmiştir.

Liflere paralel basınç direnci değerleri genel olarak kontrol örneklerinden daha yüksek tespit edilmiştir. Doğal emprenye maddelerinde kebrako taradan daha yüksek,

borlu bileşiklerde ise borik asit borakstan daha yüksek değerlere ulaşmıştır. Borlu bileşik konsantrasyonunda ise, en yüksek değer % 3 konsantrasyonda bulunmuştur.

Vida tutma direnci, emprenyeli örneklerde kontrol örneklerinden daha yüksek değerlerde çıkmıştır. Doğal emprenye maddelerinde kebrako taradan daha yüksek, borlu bileşiklerde boraks borik asitten daha yüksek değerler tespit edilmiştir. Borlu bileşik konsantrasyonu arttıkça vida tutma direncinde azalma tespit edilmiştir. Ancak bu azalmaya rağmen % 5 konsantrasyondaki vida tutma direnci değerleri dahi kontrol örneklerinden daha yüksek çıkmıştır.

Sonuç olarak, ağaç malzemenin kullanım yerinde hizmet süresini arttırarak, onu bozunduran ve yıkıma sebep olan faktörlere karşı korunması emprenye işlemi ile mümkün olabilmektedir. Günümüzde, ağaç malzemenin biyotik zararlılara, abiyotik faktörlere ve yanmaya karşı korunması amacı ile birçok emprenye maddesi kullanılmaktadır. Borlu bileşiklerin biyotik faktörlere karşı zehirli etkileri, ağaç malzemenin yanmasını geciktirici etkisi, çevreyle dost özellikte olması ve Türkiye'nin dünya bor rezervlerinin % 73 kısmına sahip olması nedeniyle emprenye maddeleri içinde büyük önem arz etmektedir. Bunun yanında, özellikle tuz esaslı olması sebebi ile borlu bileşikler ağaç malzemenin mekanik özelliklerinde belli düzeyde düşüşe sebep olabilmektedirler. Bu amaçla, özellikle mekanik dayanımın söz konusu olduğu yerlerde bu özellik göz ardı edilmemelidir. Bu gibi yerlerde, ya düşük konsantrasyonlu çözeltilerle çalışılmalı ya da mekanik özellikleri en alt düzeyde etkileyen bileşiklerin kullanılması tavsiye edilebilir.

Borlu bileşiklerde çözelti konsantrasyonu (% 1-% 5) arttıkça retensiyon oranı ve miktarı da artmaktadır. Bu durumdan dolayı ağaç malzemelerin yoğunlukları da çözelti konsantrasyonlarına paralel olarak artış göstermiştir. Emprenye maddesi olarak boraks günümüzde birçok alanda kullanılmaktadır. Bunlardan biri de ağaç malzemenin korunmasıdır. Bu bağlamda borlu bileşikler oldukça iyi sonuçlar vermekte ve insan veya hayvan sağlığını olumsuz olarak etkilememektedir. Borlu bileşiklerin kristaliz yapıya sahip olması nedeniyle ağaç malzemeye nüfuz ettirildikten sonra liflere dik eğilme direnci ve elastiklik modülünde bir miktar düşüşe neden olsa da bu oran önemsenmeyecek kadar azdır. Yararlarına rağmen liflere paralel basınç direncinde de eğilme direncinde olduğu gibi çok küçük bir miktar azalmaya yol açtığı gözlenmiştir.

Deneyler sonucunda doğal koruyucu maddeleri birbiri ile kıyaslarsak; kebrako, retensiyon oranında taranın yaklaşık iki katı değere ulaşmıştır. Bu bakımdan kebrakonun taradan daha iyi oduna tutunma sağladığı söylenebilir. Tam kuru yoğunlukta değerler tara

ile yakın çıkmıştır ve anlamlı bir fark yoktur. Eğilme direncinde sonuç tara ile yakın çıkmıştır ve anlamlı bir fark yoktur. Elastikiyet modülünde tara ve kebrako değerleri birbirine çok yakındır. Liflere paralel basınç direncinde kebrako taradan biraz daha yüksek çıkmıştır. Vida tutma direncinde kebrako kontrol örneklerinden daha yüksek olmasına rağmen tara ile birbirine yakın değerler vermiştir. Bunların sonucunda, kebrako hem taradan hem de kontrol örneklerinden daha düşük değerler vermiştir.

% 5 konsantrasyondaki kebrako mekaniksel ve fiziksel özellikler bakımından sarıçamı iyileştirici özellik göstermiştir. Bu durumda, dış cephe kaplaması veya yayla kent evi gibi masif odun uygulamalarında % 5 konsantrasyondaki kebrako tercih edilebilir.

5. KAYNAKLAR

- Açıkel, İ., 2007. Emprenye İşleminin Ağaç Malzemede Vida Tutma Direncine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İleri Teknolojiler Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara, 52s.
- 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, 31s.
- Akyıldız, M. ve Malkoçoğlu, A., 2001. Doğu Karadeniz Bölgesinde Yetişen Önemli Bazı Ağaç Odunlarının Vida Tutma Direnci, Artvin Orman Dergisi, Sayı: 1, 54-60s.
- Alemdağ, Ş., 1967. Türkiye’deki Sarıçam Ormanlarının Kuruluşu, Verim Gücü ve Bu Ormanların İşletilmesinde Takip Edilecek Esaslar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 20, Ankara, 160s.
- Altınok, M. ve Doruk, Ş., 2010. Doğal Ortam Şartlarının (Kış Mevsiminin) Bazı Ağaç Malzemenin Vida Tutma Performansına Etkisi, Politeknik Dergisi Journal of Polytechnic, Cilt:13 Sayı: 4, 305-311s.
- Anonim, 1994. Sarıçam Ormancılık Araştırma Enstitüsü, El Kitapları Dizisi: 7, Muhtelif Yayınlar Serisi: 67, Sinem Ofset, Ankara.
- Arsenault, R.D., 1973. Factors Influencing the Effectiveness of Preservative Systems, In: Wood Deterioration and Its Preservation By Preservative Treatments, Vol.II, Preservatives and Preservatives Systems, Dd Nicholas. Ed., 121-278, Syracuse University Pr.
- Atılğan, A., Ersen, N., ve Peker, H., 2013. Different Types Of Wood Treated With Tea Plant Extract Retention Values. Kastamonu University Journal Of Forestry Faculty, 13(2), 278-286.
- Aydın, Ö., 2015. Çeşitli Emprenye Maddelerinin Wenge Odununun Bazı Teknolojik Özelliklerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendislii Anbilim Dalı, Artvin.
- Aytaşkın, A., 2009. Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilmiş Ağaç Malzemelerin Bazı Teknolojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 134s.
- ASTM-D 1413-07, 2007. “Standard Test Method of Testing Wood Preservatives by Laboratory Soilblock Cultures”, ASTM, USA, 1-9.
- Baysal, E., 2002. Determination of Oxygen Index Levels and Thermal Analysis of Scots Pine Impregnated Melamine Formaldehyde-Boron Combinations, Journal of Fire Sciences, 20(5): 373-389.

- Baysal, E., Şimşek, H., Toker, H., Çolak, M. ve Yiğitbaşı, O. N., 2006. Borlu Bileşiklerle Muamele Edilmiş Ağaç malzemede Higroskopisite Seviyelerinin belirlenmesi, III. Uluslar arası Bor Sempozyumu, Ankara, 45-51s.
- Bisanda, E. T. N., Ogola, W. O., and Tesha, J. V. 2003. Characterisation of tannin resin blends for particle board applications. Cement and Concrete Composites, 25 (6), 593-598.
- Bozkurt, Y., Kurtoğlu, A., 1982. “Türkiye’de Binalarda Kullanılan Ağaç Malzemenin Çürümesi ile ilgili iklim Endeksleri”, İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 32, Sayı 2.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., 1987. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 200s.
- Bozkurt, A.Y., 1971. Önemli Bazı Ağaç Türleri Odunlarının Tanımı, Teknolojik Özellikleri ve Kullanış Yerleri, İstanbul Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, İstanbul Yayın No: 1653, O.F.Yayın No: 177.
- Bozkurt, A.Y., ve Erdin, N., 1989. Ticarete Önemli Yabancı Ağaçlar, Đ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Đ.Ü. Yayın No:3572, O.F. İstanbul, Yayın No:4, S.180-182.
- Bozkurt, A.Y., Göker, Y., ve Erdin, N., 1993. Emprenye Tekniğı Kitabı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- 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.
- Çiçek, S., 2015. Barit ve Bor Bileklerinin Ladin Odununda Tutunabilme Özelliğı ve Dış Mekan Mobilyalarında Kullanılabilme Olanakları Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği, Anabilim Dalı, Artvin,.
- Demirci, A., 2006. Silvikültürün Temel İlkeleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Ders Notları Serisi No: 83, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon.
- Efe, H., Çağatay, K., 2011. Çeşitli Masif Ağaç Malzemelerin Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü, Politeknik Dergisi, Ankara, Cilt 14, 55-61s.
- Eti Maden., 2016. Eti Maden İşletme Genel Müdürlüğü, [Http://www.Etimaden.Gov.Tr/Tr/Page/Ahsap-Koruma](http://www.Etimaden.Gov.Tr/Tr/Page/Ahsap-Koruma).
- Eti Maden., 2015. Bor Sektör Raporu. Ankara; Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı Tarafından Hazırlanmıştır.
- Eti Maden., 2014. Bor Sektör Raporu 2013. Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara.

- Esen, R., Özcan, C., 2012. Isıl İşlemin Meşe (*Quercus petraea* L.) Ağaç Malzemede Yapışma Direncine Etkileri, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13, 150-154s
- Güntekin, Keskin, H., ve Atar, M., 2005. The Effect Of The Screw Dimension İn The Lamination Of Beech And Scotch Pine Produced By Using Different Adheswe On Screw Withdrawal Strengt, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gür, İ., 2003. Emprenye İşleminin Sarıçam ve Kızılçamın Bazı Mekanik ve Fiziksel Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara, 56s.
- Hafızoğlu, H., Yalınkılıç, M. K., Yıldız, Ü. C., Baysal, E., Demirci, Z. ve Peker, H., 1994. Türkiye Bor Kaynaklarının Odun Koruma (Emprenye) Endüstrisinde Değerlendirilme İmkânları, Tübitak Projesi, Toag-875 No"Lu Proje, 377-378.
- Karademir, E., 2012. Jeotermal Akışkanlarla Emprenye Edilen Ahşabın Performansı, Uşak Yöresi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 72s.
- Kartal, S.N., Green, F., 2002. Development And Application Of Colorimetric Microassay For Determining Boron-Containing Compounds. Forest Prod J, 52(6):75-79.
- Kartal, S.N., ve Imamura, Y., 2004. Borlu Bileşiklerin Emprenye Maddesi Olarak Ağaç Malzeme ve Kompozitlerde Kullanılması. Üçüncü Uluslararası Bor Senpozyumu., Bildiriler Kitabı, Eskişehir, Cilt İi, 333-338s.
- Kartal, Sn., Kantay, R., 2006. Emprenye Maddelerinin Piknik Masaları ve Çocuk Oyun Alanı Elemanlarında Kullanımı, Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 56(2), 43-51s.
- Khanbabaee, K., and Van Ree, T. 2001. Tannins: Classification and Definition.Natural Product Reports, 18(6), 641-649.
- Kırcı, H., 2000. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, Yayın No: 63.
- Kurt, M., Atar, H., Keskin, R., 2003. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Odununda Emprenye Etme ve Renk Açma İşleminin Vernik Katman Sertliğine Etkileri, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, group, 4.2H: 2.
- Lebow, St.Laks, P. E., and R. D. Palardy 1990. "The Development Of Borate-Containing Flakeboard." Proceedings Of 1st International Conference On Wood Protection With Diffusible Preservatives.
- OGM., 2015. Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı Türkiye Orman Varlığı, Ankara, Orman Genel Müdürlüğüne, 10-20s.
- Örs, Y., ve Keskin, H., 2001. Ağaç malzeme bilgisi, Atlas yayın Dağıtım Ltd. Şt., Ankara, 02: 150s.

- Örs, Y., Atar, M., ve Demirci, Z., 2005. Effects of impregnation with boron compounds on wood finishing and combustible properties. TUBITAK-The Scientific and Technological Research Council of Turkey. Project code: MISAG-237.
- Örs, Y., ve Keskin, H., 2008. Ağaç Malzeme Teknolojisi, Gazi Üniversitesi Yayınları, Yayın No:2000/352, Ankara,1-6,144-155.
- Özçifçi, A., Batan, F., 2009. Bor Yağının Ağaç Malzemenin Bazı Mekanik Özelliklerine Etkisi. Politeknik Dergisi, Cilt 12 Ankara.
- Özen, R., Özçifçi, A., ve Uysal, B., 2001. Emprenyeli Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Odunundan Üretilen Lamine Ağaç Malzemelerin Yanma Özellikleri. Mühendislik Bilimleri Dergisi, Denizli, Cilt 7. 131-138s.
- Peker, H., Atar, M., ve Uysal, B., 1999. Ağaç Malzemede Yanmayı Geciktirici ve Su Itici Kimyasal Maddelerin Eğilme Direncine Etkileri”, P.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 5, 975-983.
- Richardson, B. A. 1978. Wood Preservation, The Construction Press, Lancaster, England, 238 P.
- Sefil, Y., 2010. Thermowood yöntemiyle ısıtılmış işlem uygulanmış göknar ve kayın odunlarının fiziksel ve mekanik özellikleri, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Karabük, 103-104.
- 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, 79-89s.
- Şimşek, H., Bulut, U., 2013. Bitkisel ve Kimyasal Koruyucularla Emprenye Edilen Sarıçam Odununun Bazı Fiziksel ve Biyolojik Özellikleri Yüksek lisan Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Tan, H., Peker, H., 2014. Bölge Farklılığı, Buharlama, Kurutma Sıcaklığı, Tutkal Türü ve Tabaka Sayısının Ladin Odunundan Üretilen Kontrplakların Bazı Mekanik Özelliklerine Etkisi, Ormancılık Araştırma Dergisi, 50-59s.
- Tan, H., Peker, H., 2015. Barit Maddesinin Ahşapta Emprenye Edilebilme Özelliği ve Yoğunluk Üzerine Etkisi, Fırat Üniv. Mühendislik Bilimleri Dergisi, Elazığ s.27(1), 29-33.
- 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. 2004.
- Toker, R., 1960. Batı Karadeniz Sarıçamının Teknik Vasıfları ve Kullanım Yerleri Hakkında Araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, 1960, 10.

- Toker, H., 2007. Borlu Bileşiklerin Ağaç Malzemenin Bazı Fiziksel Mekanik ve Biyolojik Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eylül, Ankara.
- Uysal, B. ve Kurt, G., 2005. Borlu bileşiklerle emprenye edilmiş kayın ve sarıçam ağaçlarının yanma özellikleri, I. Ulusal Bor Çalıştayı Bildiriler Kitabı, 33-41s.
- URL-1 2016. Eti Maden İşletmeleri Borik Asit Ürün Kataloğu, [Http://Www.Etimaden.Gov.Tr/Files/Files/Document/Borik-Asit.Pdf](http://www.etimaden.gov.tr/files/files/document/borik-asit.pdf).
- URL-2. 2016. Eti Maden İşletmeleri Ürün Kotolağı Boraks Dekahidrat, [Http://Www.Etimaden.Gov.Tr/Files/Files/Document/Boraks-Dekahidrat.Pdf](http://www.etimaden.gov.tr/files/files/document/boraks-dekahidrat.pdf).
- URL-3. 2016. Scribd. [https://Tr.Scribd.Com/Doc/27007581/Bitkisel-Tabaklama](https://tr.scribd.com/doc/27007581/Bitkisel-Tabaklama).
- URL-4. 2016. <http://istatistiknotlarim.blogspot.com.tr/p/istatistik-sozlugu.html> .
- Wood Preservation Manuel. 1986. Fao Forestry Department, Mechanical Wood Products Branch, Forest Industries Division, Rome, 152 P.
- Wo Bisanda, Etn, Ogola, and Tesha Jv 2003. Tanen Reçine Karakterizasyonu Sunta Uygulamaları. Karışımları Çimento ve Beton Composites , 25 (6), 593-598. 2003.
- Yaşar, M. 2014. Doğal ve Yapay Koruyucu Maddeler ile Muamele Edilmiş Ahşap Malzemenin Bazi Özelliklerine Açık Hava Şartlarının Etkisi. Turkish Journal of Forestry| Türkiye Ormancılık Dergisi 2, 175-183s.
- Yuca, B., 2010. Borik Asit İlave Edilen Bazı Tutkalların Ağaç Malzemenin Yanma ve Yapışma Direncine Etkilerinin Belirlenmesi, Journal of Forestry Faculty of Kastamonu University 14.2s.

ÖZGEÇMİŞ

21.04.1990 tarihinde Gümüşhane'nin Tekke Köyü'nde dünyaya geldi. İlk ve Ortaokulu Tekke Köyü'nde, liseyi Gümüşhane Lisesi'nde okudu. 2009 yılında Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 2013 yılında buradan mezun olarak aynı yıl içinde Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ormancılık ve Çevre Bilimleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı. Temmuz 2016 tarihinden itibaren T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü XII. Bölge Müdürlüğü Gümüşhane Şube Müdürlüğü'nde sözleşmeli olarak çalışmaya başladı. Bu görevini halen sürdürmektedir.