



T.C.
Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

**AHŞAP EMPRENYESİ ÜZERİNE
YAPILAN ÇALIŞMALARIN ANALİZİ**

Habibe ÖZTÜRK

Yüksek Lisans Tezi

**AHŞAP EMPRENYESİ ÜZERİNE
YAPILAN ÇALIŞMALARIN ANALİZİ**

Habibe ÖZTÜRK



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AHŞAP EMPRENYESİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALARIN ANALİZİ

Habibe ÖZTÜRK
0009-0001-6769-0486

Doç. Dr. Z. Sevgen PERKER
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
YAPI BİLGİSİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2024
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Habibe ÖZTÜRK tarafından hazırlanan “AHŞAP EMPRENYESİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALARIN ANALİZİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Bilgisi Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Z. Sevgen PERKER

Başkan : Doç. Dr. Z. Sevgen PERKER
0000-0002-6640-111X
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Mimarlık Fakültesi,
Yapı Bilgisi Anabilim Dalı **İmza**

Üye : Doç. Dr. Zuhâl ŞİMŞEK
0000-0002-1824-7496
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Mimarlık Fakültesi,
Yapı Bilgisi Anabilim Dalı **İmza**

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Lale KARATAŞ
0000-0001-8582-4612
Bursa Teknik Üniversitesi,
Mimarlık ve Tasarım Fakültesi,
Mimarlık Bölümü **İmza**

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ali KARA
Enstitü Müdürü

../../....

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

19/01/2024

Habibe ÖZTÜRK

TEZ YAYINLANMA
FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığını ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Doç. Dr. Z. Sevgen PERKER

Habibe ÖZTÜRK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AHŞAP EMPRENYESİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALARIN ANALİZİ

Habibe ÖZTÜRK

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Yapı Bilgisi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Z. Sevgen PERKER

Ahşap, tarih boyunca çeşitli alanlarda kullanılan çevre dostu ve doğal bir yapı malzemesidir. Gelecek nesiller için sürdürülebilir bir kullanım sağlamak amacıyla kaynakları daha verimli bir şekilde kullanmaya yönelik, ahşabın dayanıklılığını ve ömrünü artırmak için çeşitli işlemler yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada, emprenye işlemiyle ilgili yapılan çalışmalar sistematik bir şekilde analiz edilmiş ve kullanıcıların bu konudaki bilgilere kolayca ulaşabilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde, ahşabın önemi, çalışmanın amacı ve kullanılan yöntemler hakkında bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde, ahşap yapı malzemesinin türleri, genel özellikleri, bozulmasına neden olan faktörleri ve emprenye ile ilgili teorik bilgiler sunulmuştur. Üçüncü bölümde, çalışmanın materyal ve yöntemi açıklanırken, dördüncü bölümde yapılan sistematik analizler sonucunda emprenye işleminin ahşap üzerindeki etkilerine göre kategorizasyonlar yapılmıştır.

Sonuç olarak; ahşap malzemedeki emprenye işlemleri ile ilgili bilgiler derlenmiş ve emprenyede kullanılan ağaç türleri, emprenye maddeleri ve yöntemlerinin geliştirilmesi amacıyla değerlendirmeler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ahşap, malzeme, emprenye, bozulma, koruma
2024, ix + 117 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

THE ANALYSIS OF STUDIES ON THE IMPREGNATION OF WOOD

Habibe ÖZTÜRK

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Building Science

Supervisor: Assoc. Prof. Z. Sevgen PERKER

Wood has been used as a natural and eco-friendly building material throughout history. To ensure sustainable use for future generations, it is necessary to employ various processes to utilize resources and enhance wood's durability and lifespan efficiently. This study systematically analyzes research on the impregnation process, aiming to facilitate easy access to information for users.

The first section provides information on the significance of wood, the purpose of the study, and the methods employed. The second section delves into theoretical insights on the types of wooden building materials, their general characteristics, factors leading to deterioration, and information about impregnation. While the third section outlines the material and methods of the study, the fourth section categorizes the effects of the impregnation process on wood based on systematic analyses conducted.

In conclusion, this study has compiled information related to the impregnation processes in wood materials and reviews have been made to improve the types of trees used in impregnation, impregnation materials and methods.

Key words: Wood, material, impregnation, deterioration, preservation
2024, ix + 117 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmalarım süresince, her aşamada beni yönlendiren, bilgi ve deneyimlerini paylaşan, desteklerini esirgemeyen değerli danışmanım Doç. Dr. Z. Sevgen Perker'e içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma sürecim boyunca her zaman yanımda olan, güç veren ve destekleyen sevgili annem Selime Öztürk ve babam Fikri Öztürk'e, ayrıca tüm süreçte benden desteklerini esirgemeyen tüm aileme ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

Habibe ÖZTÜRK
19/01/2024

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	3
2.1. Yapı Malzemesi Olarak Ahşap ve Ahşap Türleri.....	3
2.1.1. Doğal Ahşap.....	5
2.1.2. Yapay Ahşap.....	7
2.2. Doğal Ahşap Yapı Malzemesinin Özellikleri.....	9
2.2.1. Ahşabın Anatomik Yapısı.....	9
2.2.2. Ahşabın Kimyasal Özellikleri.....	15
2.2.3. Ahşabın Fiziksel Özellikleri.....	17
2.2.4. Ahşabın Mekanik Özellikleri.....	21
2.3. Yapay Ahşap Yapı Malzemesinin Özellikleri.....	26
2.4. Ahşap Malzemede Bozulma ve Bozulmaya Neden Olan Faktörler.....	28
2.4.1. Fiziksel Faktörler.....	30
2.4.2. Kimyasal Faktörler.....	32
2.4.3. Mekanik Faktörler.....	33
2.4.4. Biyolojik Faktörler.....	33
2.5. Emprenye.....	39
2.5.1. Emprenye Maddeleri.....	40
2.5.2. Emprenye Yöntemleri.....	44
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	58
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	62
4.1. Emprenyenin Ahşap Malzemenin Fiziksel Özelliklerinde Etkisine Yönelik Çalışmalar.....	62
4.2. Emprenyenin Ahşap Malzemenin Mekanik Özelliklerinde Etkisine Yönelik Çalışmalar.....	71
4.3. Emprenyenin Ahşap Malzemenin Biyolojik Dayanımına Etkisine Yönelik Çalışmalar.....	77
4.4. Emprenyenin Ahşap Malzemenin Yanma Özelliklerinde Etkisine Yönelik Çalışmalar.....	81
4.5. Emprenyenin Ahşap Malzemenin Hizmet Ömrüne Etkisine Yönelik Çalışmalar.....	85
4.6. Bölüm Sonucu ve Tartışma.....	91
5. SONUÇ.....	99
KAYNAKLAR.....	101
EK Çalışmada Yer Alan Makalelere Ait Künye Bilgileri.....	111
ÖZGEÇMİŞ.....	117

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Açıklama

$H_B \perp$	Liflere dik yönde sertlik değeri (kg/mm ²)
$\sigma_{\text{çekme}} //$	Liflere paralel yönde çekme direnci (N/mm ²)
$\sigma_{\text{çekme}} \perp$	Liflere dik yönde çekme direnci (N/mm ²)
$\sigma_{\text{basınç}}$	Basınç direnci (N/mm ²)
$\sigma_{\text{eğilme}}$	Eğilme direnci (N/mm ²)
E	Elastisite modülü (N/mm ²)

Kısaltmalar

Açıklama

ACA	Amonyaklı Bakır Arsenik
ACC	Asit Bakır Kromat
ACZA	Amonyaklı Bakır Çinko Arsenik
ACQ	Alkali Bakır Kuat
AKD	Alkil Keten Dimer
AS	Amonyum Sülfat
BA	Borik Asit
Bx	Borax
CCA	Bakır Krom Arsenik
CCB	Bakır Krom Bor
CZC	Kromlu Çinko Klorür
DAP	Diamonyum Fosfat
FA	Fosforik asit
FCAP	Fluor Krom Arsenik Fenol
GLT	Tutkallı Lamine Ahşap (Glued Laminated Timber)
ISO	İzosiyanat
LDN	Lif Doygunluk Noktası
LVL	Kaplama Tabakalı Kereste (Laminated Veneer Lumber)
MAP	Monoamonyum fosfat
MCQ	Mikronize Bakır Kuat
MMA	Metilmetakrilat
PAS	Pentaklorofenol Amonyak Solvent
PEG-400	Polietilen glikol-400
PSL	Paralel Lif Kereste (Parallel Strand Lumber)
REF	Referans
SIM	Su İtici Madde
St	Stiren

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 2.1.	Ağacın anatomisi.....	9
Şekil 2.2.	Ağacın gövdesinden alınan kesitler A)Enine kesit B)Radyal kesit C)Teğet kesit	10
Şekil 2.3.	Meşe ağaç türüne ait enine, radyal ve teğet kesit görünüşü	10
Şekil 2.4.	Ağaç gövdesinin enine kesiti	11
Şekil 2.5.	Ağaç gövdesinden alınan kesitlerin görünüşleri A) Radyal kesiti B) Teğet kesiti.....	12
Şekil 2.6.	İğne yapraklı ağaç hücrelerinin yapısı A) Hücre yapısının kesit görünüşleri B) Doğu beyaz çamına ait hücre tipleri ve mikroskobik görüntüsü.....	13
Şekil 2.7.	Geniş yapraklı ağaç hücrelerinin yapısı A) Hücre yapısının kesit görünüşleri B) Ceviz ağacına ait hücre tipleri ve mikroskobik görüntüsü.....	14
Şekil 2.8.	Ağaç malzemede hücre çeperi yapısı.....	15
Şekil 2.9.	Ahşabın kimyasal bileşenlerinin moleküler yapısı.....	16
Şekil 2.10.	Ahşap malzemenin mekanik özelliklerine etki eden kuvvetler ve direnç çeşitleri	21
Şekil 2.11.	Ahşaba renk veren mantarların verdiği etkiler A) Küf mantarları B) Leke mantarı	36
Şekil 2.12.	Ahşapta çürüklük yapan mantarlar A) Esmer çürüklük mantarı B) Beyaz çürüklük mantarı C) Yumuşak çürüklük mantarı	37
Şekil 2.13.	Ahşaba en fazla zarar veren Ev teke böceği (<i>Hylotrupes bajulus</i>) A) Ergin ve kurt hali b) Aynı böceğin odunda yaptığı tahribat.....	38
Şekil 2.14.	Ahşaba zarar veren termitler A) Termitlere ait görüntü B) Çam malzemede termit hasarı	38
Şekil 2.15.	Kabuklu deniz zararlılarının ahşap köprü ayaklarına verdiği hasar	39
Şekil 2.16.	Emprenye maddesinde olması gereken özellikler kavram haritası.....	41
Şekil 2.17.	Basınç uygulanmayan yöntemler A)Fırça ile sürme B)Püskürtme işlemleri.....	45
Şekil 2.18.	Daldırma yöntemine hazır ahşap malzeme	46
Şekil 2.19.	Sıcak ve soğuk emprenye maddesi içerisine batırmada kullanılan emprenye tesisi şeması. 1- Sıcak emprenye maddesi kazanı, 2- Soğuk emprenye maddesi kazanı, 3- Soğutucu, 4- Emprenye maddesi deposu, 5- Pompa, 6- Isıtma tertibatı, 7- Vinç hareket yönü, 8- Soğuk emprenye maddesi giriş- çıkışı	47
Şekil 2.20.	Basıncılı emprenye tesisine ait model	48

Şekil 2.21.	Dolu hücre yönteminin uygulanma aşamaları A) Ahşap malzemenin kazana yüklenmesi, B) Ön vakum işlemi, C) Emprenye maddesinin verilmesi, D) Basınç periyodu, E) Emprenye maddesinin kazandan çıkarılması ve son vakum durumu, F) Emprenye edilmiş ahşap malzeme çıkarılır	49
Şekil 2.22.	Dolu hücre yöntemi olan Bethell yöntemine göre uygulama grafiği	50
Şekil 2.23.	Dolu hücre yöntemi olan Burnett yöntemine göre uygulama grafiği	51
Şekil 2.24.	Boş hücre yöntemi aşamaları A) ön hava basıncı B) emprenye çözeltisinin kazana sevk edilmesi C) yüksek basınç D) emprenye çözeltisinin kazandan geri alınması	51
Şekil 2.25.	Boş hücre yöntemi olan Rüping yöntemine göre uygulama grafiği.....	52
Şekil 2.26.	Boucherie metodu emprenye tesisi.....	54
Şekil 2.27.	Osmoz yöntemi uygulama şekli.....	55
Şekil 2.28.	Yerinde bakım yöntemleri A) Bandaj yöntemi uygulaması B) Kobra yöntemi uygulaması.....	57
Şekil 3.1.	Materyal akış diyagramı.....	58
Şekil 3.2.	Yöntem akış diyagramı.....	59

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. İğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaç türleri sınıflandırılması.....	6
Çizelge 2.2. Yapay ahşap malzemelerin üretimlerine göre sınıflandırılması.....	8
Çizelge 2.3. Ağaçların özgül ağırlıklarının sınıflandırılması.....	18
Çizelge 2.4. Ahşap malzemelerin permeabilite sınıflandırılması.....	20
Çizelge 2.5. Bazı ağaç türlerinin yarıma özelliği.....	24
Çizelge 2.6. Bazı ağaç türlerinin sertlik sınıflandırılması.....	25
Çizelge 2.7. Üretim türlerine göre yapay ahşap malzeme özellikleri.....	27
Çizelge 2.8. Ağaçların dayanıklılık sınıflandırılması.....	28
Çizelge 2.9. Ağaç türlerinin doğal dayanıklılık sınıfları.....	30
Çizelge 2.10. Ahşaba zarar veren mantarların sınıflandırılması.....	35
Çizelge 2.11. Emprenye maddelerinin sınıflandırılması.....	42
Çizelge 2.12. Emprenye yöntemlerinin uygulama şekillerine göre sınıflandırılması.....	44
Çizelge 3.1. Örnek makale analiz formu.....	60
Çizelge 4.1. Emprenyenin ahşabın fiziksel özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan ahşap türü ve ağaç türlerinin sınıflandırılması.....	63
Çizelge 4.2. Emprenyenin ahşabın fiziksel özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye maddelerinin sınıflandırılması.....	65
Çizelge 4.3. Emprenyenin ahşabın fiziksel özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye yöntemlerinin sınıflandırılması.....	67
Çizelge 4.4. Emprenyenin ahşabın fiziksel özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri.....	68
Çizelge 4.5. Emprenyenin ahşabın mekanik özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan ahşap türü ve ağaç türlerinin sınıflandırılması.....	72
Çizelge 4.6. Emprenyenin ahşabın mekanik özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye maddelerinin sınıflandırılması.....	73
Çizelge 4.7. Emprenyenin ahşabın mekanik özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye yöntemlerinin sınıflandırılması.....	74
Çizelge 4.8. Emprenyenin ahşabın mekanik özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri.....	75
Çizelge 4.9. Emprenyenin ahşabın biyolojik dayanımına etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan ahşap türü ve ağaç türlerinin sınıflandırılması.....	78

Çizelge 4.10.	Emprenyenin ahşabın biyolojik dayanımına etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye maddelerinin sınıflandırılması.....	78
Çizelge 4.11.	Emprenyenin ahşabın biyolojik dayanımına etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye yöntemlerinin sınıflandırılması.....	79
Çizelge 4.12.	Emprenyenin ahşabın biyolojik dayanımına etkisine yönelik yapılan çalışmalardaki ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri.....	79
Çizelge 4.13.	Emprenyenin ahşabın yanma özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan ahşap türü ve ağaç türlerinin sınıflandırılması.....	81
Çizelge 4.14.	Emprenyenin ahşabın yanma özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye maddelerinin sınıflandırılması.....	82
Çizelge 4.15.	Emprenyenin ahşabın yanma özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye yöntemlerinin sınıflandırılması.....	83
Çizelge 4.16.	Emprenyenin ahşabın yanma özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalardaki ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri.....	84
Çizelge 4.17.	Emprenyenin ahşabın hizmet ömrüne etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan ahşap türü ve ağaç türlerinin sınıflandırılması.....	86
Çizelge 4.18.	Emprenyenin ahşabın hizmet ömrüne etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye maddelerinin sınıflandırılması.....	87
Çizelge 4.19.	Emprenyenin ahşabın hizmet ömrüne etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye yöntemlerinin sınıflandırılması.....	88
Çizelge 4.20.	Emprenyenin ahşabın hizmet ömrüne etkisine yönelik yapılan çalışmalardaki ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri.....	89
Çizelge 4.21.	Kullanılan ağaç türlerinin ahşap türlerine göre dağılımı.....	92
Çizelge 4.22.	Emprenye maddelerinin ahşaptaki emprenye etkilerine göre dağılımı.....	93
Çizelge 4.23.	Emprenye yöntemlerinin ahşaptaki emprenye etkilerine göre dağılımı.....	98

1. GİRİŞ

Ahşap, insanlık tarihi boyunca temel yapı malzemesi olarak kullanılan doğal bir kaynaktır. Doğal yapısı, dayanıklılığı ve estetik açıdan çekiciliğiyle bilinen ahşap, tarih boyunca birçok farklı alanda kullanılmıştır. Ahşap, yapı malzemesi olarak kullanıldığı gibi aynı zamanda mobilya, zanaat, ambalaj, kağıt ve enerji üretimi gibi bir dizi alanda da yaygın olarak kullanılmıştır (Bozkurt, 1993). Doğal kaynaklar arasında yer alan ahşap, geri dönüştürülebilir ve yenilenebilir olmasıyla çevresel açıdan da önemli bir rol oynamaktadır (Robert, 2010).

Sürdürülebilirlik açısından değerlendirildiğinde ahşap önemli bir yapı malzemesidir. Doğal bir kaynak olan ahşap, ağaçların yenilenebilir olması sayesinde çevre üzerindeki olumsuz etkileri diğer yapı malzemelerine kıyasla önemli ölçüde azaltmaktadır. Ayrıca, ahşabın karbondioksit emme özelliği, atmosferdeki karbondioksit seviyelerini düşürmeye katkıda bulunarak günümüzde küresel sorunlarımızdan biri olan iklim değişikliğiyle mücadelede ahşabın önemini daha da artırmaktadır (Brashaw ve Bergman, 2021).

Ahşap doğal bir malzeme olması sebebiyle çeşitli doğal etkilerden dolayı zamanla çürüyebilmekte, mantar ve böcek zararlarına maruz kalabilmektedir. Bu durum, ahşabın dayanıklılığı ve kullanılabilirliği açısından önemli bir meseledir. Bu nedenle, ahşabın hizmet ömrünü uzatmak ve doğal zararlılara karşı koruma sağlamak amacıyla emprenye yöntemi geliştirilmiştir.

Emprenye, kimyasal maddelerin ahşap içine enjekte edilmesi işlemidir (Milton, 1995). Emprenye işlemi, ahşabın kullanım ömrünü uzatarak, doğal kaynakların daha verimli kullanılmasına ve çevre dostu bir inşaat malzemesi olarak kalmasına katkıda bulunmaktadır.

Bu bağlamda çalışmanın amacı, ahşap yapı malzemesinin doğal ve çevresel etkenlere karşı dayanıklılığını artırmak ve uzun ömürlülüğünü sağlamak amacıyla uygulanan emprenye işlemine dair yapılan çalışmaları kategorize ederek elde edinilen bilgileri pratik sunmayı hedeflemektedir.

Bu amaç doğrultusunda tez kapsamında, birinci bölümde ahşabın önemi ve çalışmanın amacından, ikinci bölümde ise yapı malzemesi olarak ahşap ve ahşap türleri, doğal ve yapay ahşap yapı malzemelerinin genel özellikleri, ahşap malzemede bozulma ve bozulmaya neden olan faktörler ve emprenye konularında literatüre ait kuramsal bir çerçeve sunulmaktadır.

Çalışmanın devamında bulgular ve tartışma bölümünde, emprenye konusunda yapılan çeşitli araştırmaların sistematik analizi sonucunda elde edilen sonuçlara dayanarak bir kategorizasyon oluşturulmaktadır. Bu kategorizasyon, emprenye işlemi sonucunda ortaya çıkan etkilere göre kullanılan ahşap türü, ağaç türü, emprenye maddesi ve yöntemi ve ahşabın bu uygulamalara karşı gösterdiği fiziksel ve mekanik özelliklerindeki etkileri içermektedir. Bu bölüm, emprenye uygulamalarında istenilen etkiye göre tercih edilebilecek en uygun ürünler ve yöntemler konusunda bilgi sağlamayı amaçlamaktadır.

Son olarak sonuç bölümünde ise literatür araştırmaları, yapılan sistematik analiz ve emprenye uygulamalarına dair oluşturulan kategorizasyonlar değerlendirilerek yorumlanmaktadır.

2. KURAMSAL TEMELLER

Bu bölümde incelenen literatür kapsamında ulaşılan bilgilere; yapı malzemesi olarak ahşap ve ahşap türleri, doğal ahşap yapı malzemesinin özellikleri, yapay ahşap yapı malzemesinin özellikleri, ahşap malzemede bozulma ve bozulmaya neden olan faktörler ve emprenye başlıkları altında yer verilecektir. Bu inceleme, ahşabın daha iyi anlaşılmasına, malzeme üzerinde olası bozulmaların nedenlerine ve emprenye yönteminin koruyucu etkisine dair bilgilendirmeye yöneliktir.

2.1. Yapı Malzemesi Olarak Ahşap ve Ahşap Türleri

Ahşap, insanlık tarihindeki en eski ve yaygın yapı malzemelerinden biri olarak bilinmektedir. İnsanlar, tarih öncesi zamanlardan beri ahşabın doğal yapısını, dayanıklılığını ve estetik özelliklerini çeşitli ihtiyaçları karşılamak ve yapılar oluşturmak için kullanmışlardır. Ahşabın doğrudan ve kolayca doğadan temin edilebilir olması, şekillendirme esnekliği, ağırlık oranında yüksek taşıma kapasitesi ve çağdaş malzeme alternatiflerine kıyasla çekme direnci ahşabın tercih edilmesinde önemli faktörlerdir (Smith ve Snow, 2008; Herzog ve ark., 2004).

Endüstri devrimine kadar ahşap, yaygın olarak kullanılan bir yapı malzemesi olmuştur. Ancak, endüstri devrimi ile birlikte betonarme ve çelik inşaat yöntemlerinin yaygınlaşması, ahşabın taşıyıcı malzeme olarak kullanımını azaltmıştır. Ahşabın yüksek mukavemet gereksinimlerini tam olarak karşılayamaması, büyük kesitlerin temininde yaşanan zorluklar, diğer alternatiflere göre dış ortam koşullarına karşı daha az dayanıklı olması ve uzun ömürlü olmaması kullanımını azaltan temel nedenler arasında yer almaktadır (Çelik ve Şakar, 2022). Sanayileşmenin hızlanmasıyla ortaya çıkan yeni ihtiyaçlar ve II. Dünya Savaşı döneminde yapay reçine tutkalının bulunması gibi önemli gelişmelerle birlikte endüstriyel ahşap ürünlerinin gelişimi tetiklenmiştir (Bilgin, 2009). Bu gelişmeler, ahşabın her tür iklim koşulu ve nem seviyesine karşı dayanıklı olmasını sağlamıştır. Ayrıca, her boyut ve uzunlukta yapı elemanlarının üretimini ve tasarımını gerçekleştirmeyi mümkün kılmıştır.

Ahşap malzemenin kullanımı, geçmişten günümüze geleneksel yapı üretiminde kullanılmakla birlikte aynı zamanda günümüzde endüstriyel projelerde de önemli bir rol

oyunmaktadır. Ahşabın çevre dostu özellikleri, sürdürülebilir yapı sektöründe tercih edilmesine yardımcı olmuştur. Gelişen teknoloji ve malzeme koruma uygulamalarıyla birlikte ahşap, gelecek nesillere sağlıklı ve sürdürülebilir bir çevre bırakma hedefi doğrultusunda önemli bir yapı malzemesi olarak öne çıkmaktadır (Çalışkan ve ark., 2019).

Ahşap yapı malzemelerinin kullanım alanlarına bakıldığında, iskelet sistemleri, sütunlar, dış cephe kaplamaları, duvarlar, çatılar, merdivenler, kapılar, pencereler, köprüler gibi iç ve dış mekanlarda taşıyıcı, kaplama, doğrama ve pano elemanları olarak çeşitli kullanım imkanları bulunmaktadır (Çolak ve Değirmen-tepe, 2020).

Taşıyıcı olarak; karkas yapım sistemiyle oluşturulan duvar ve çatı yapılarında, dikmeler, payandalar, aşıklar, mertekler gibi yapı elemanlarında kullanımı bulunmaktadır. Bu kullanım şekli çoğunlukla doğal ahşap yapı malzemelerinde geleneksel yöntemlerle yapı üretiminde kullanılmaktadır. Geniş açıklıklarda kullanımı için günümüzde endüstriyel olarak üretilen yapay ahşap malzemeler kullanılmaktadır (Duru ve Koç, 2022).

Kaplama olarak; zemin, çatı, iç ve dış duvar kaplamalarında kullanılmaktadır. Bu alanlarda doğal ahşap malzemelerle birlikte günümüzde kaplama levhalar ve kontrplak gibi yapay ahşap malzemeler de yaygın olarak tercih edilmektedir (Çelik, 2013).

Doğrama malzemesi olarak; pencere ve kapı yapılarında geniş bir uygulama alanına sahiptir. Pencerelerde kasa, kanat, damlalık gibi elemanlarında kapılarda ise başlık, kayıt ve tabla gibi elemanlarında kullanımı bulunmaktadır (Çelik, 2013).

Pano elemanı olarak; döşeme, duvar ve çatı panoları olarak kullanımı bulunmaktadır. Bu ahşap yapı elemanlarında genellikle yapay ahşap malzeme kullanılmaktadır. (URL-16).

Bu çalışmada, yapı malzemesi olarak kullanılan ahşap, doğal ve yapay olmak üzere iki farklı kategoriye ayrılmaktadır.

2.1.1. Doğal Ahşap

Doğal ahşap, ağaçların kesilip, kurutulup ve şekillendirilmesiyle oluşturulan ve ek bir işlem görmeden doğrudan yapı malzemesi olarak kullanılan ahşap türüdür (Kartal, 2015). Bu tür ahşap malzeme genellikle yapılarda taşıyıcı, kaplama, doğrama ve yardımcı eleman olarak kullanılmaktadır. Taşıyıcı eleman olarak kullanıldığında, doğal ahşap malzemenin boyutları genellikle 5 metreyi aşan açıklıklar için sınırlı olmaktadır. Bu ahşap elemanlar, genellikle geçme tekniği veya yapıştırıcı, çivi, cıvata ve çelik bağlantı elemanları kullanılarak bir araya getirilmektedir (Erşen, 1976).

Doğal ahşap malzemelerin anatomik yapıları, ağaç türüne bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar, ahşap malzemelerin yıllık halka yapısı, ağırlığı, doğal dayanıklılığı ve sertliği gibi birçok özelliğini etkilemektedir. Bu malzemeler, ağaç türlerine göre iğne yapraklı ve geniş yapraklı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Doğan, 1997; Hegger ve ark., 2012).

İğne Yapraklı Ağaçlar:

İğne yapraklı ağaçlar, yapraklarını dökmezler ve genellikle kozalaklı ve açık tohumlu ağaç türleridir. Düzgün gövdelere sahip olmaları tipik özelliklerini oluşturmaktadır. Çoğu türünde, mantar saldırılarına karşı ekstra dayanıklılık sağlayan reçine keseleri bulunmaktadır. Bu ağaç türünden elde edilen malzemeler çoğunlukla yapısal amaçlar için kullanıma uygundur. Ayrıca bazı türler, kontrplak, yonga levha, lif levha gibi ahşap bazlı panellerin yapımında ve çeşitli ahşap ürünlerin üretiminde de kullanılmaktadır (Bozkurt, 2008). İğne yapraklı ağaç türlerine ait bazı örnekler şöyledir; Çam, Ladin, Gökmar, Kadran, Ardıç, Mazı, Melez, Porsuk, Toros Sediri, Servi.

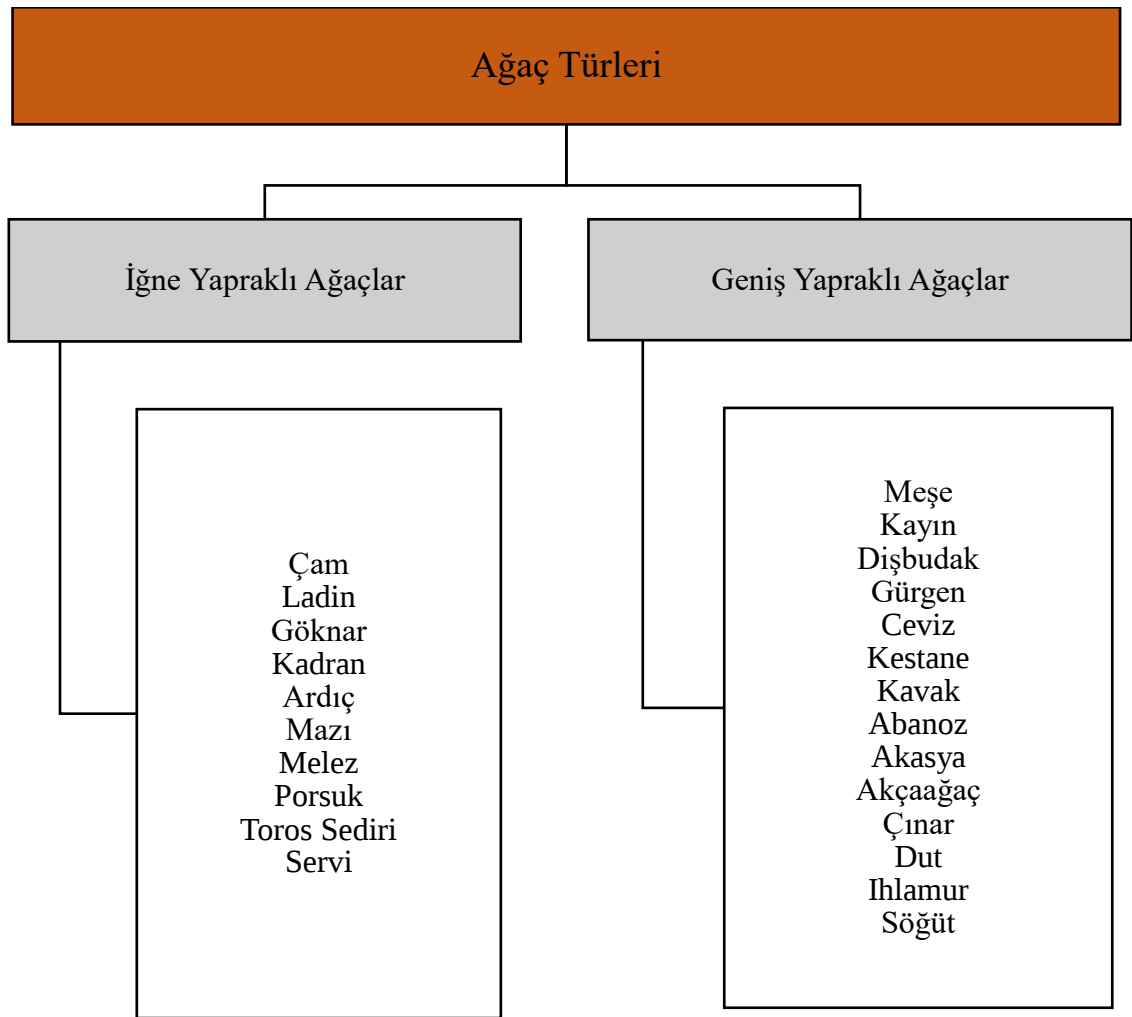
Geniş Yapraklı Ağaçlar:

Geniş yapraklı ağaçlar, yaprak dökme özelliğine sahip ve kapalı tohumlu olan ağaç türleridir. Sert, dayanıklı ve pahalıdırlar. Bu ağaçların öz kısmı, ölü hücreler ve tanen tabakalarından meydana geldiğinden ağacın türüne bağlı olarak çeşitli renklerde olabilmektedir. Doku ve renk çeşitliliği, bu ağaçlara farklı teknik nitelikler ve kullanım imkanları sağlamaktadır. (Heggel ve ark., 2012). Geniş yapraklı ağaçlar, genellikle

dekoratif amaçlar için doğrama panellerinde, mobilya kaplamalarında ve zemin, duvar ve tavan süslemelerinde kullanılmaktadır (Bozkurt, 2008). Geniş yapraklı ağaç türlerine ait bazı örnekler şöyledir; Meşe, Kayın, Dişbudak, Gürgen, Ceviz, Kestane, Kavak, Abanoz, Akasya, Akçaağaç, Çınar, Dut, Ihlamur, Söğüt.

Ağaç türlerinin iğne yapraklı ve geniş yapraklı olarak sınıflandırılması Çizelge 2.1.'de verilmektedir.

Çizelge 2.1. Ağaç türlerinin sınıflandırılması (KUDEB, 2009; Doğan, 1997'den uyarlanmıştır)



Doğal ahşap malzemelerin etkili bir şekilde kullanılabilmesi için, türünün, ahşabın dayanıklılığının, kullanım amacının ve yerinin doğru bir şekilde belirlenmesi, ardından uygun kurutma, emprenye işlemi ve birleştirme tekniklerinin uygulanması önemlidir.

2.1.2. Yapay Ahşap

Teknolojik ilerlemeler, ahşap malzemelerin istenilen şekil ve formda üretilmesini ve dayanıklılığının artırılmasını sağlayarak yapı sektöründeki kullanımlarını genişletmiştir. Günümüzde, ahşap malzemeler çeşitli endüstriyel işlemlerden geçirilerek yeni malzemeler elde edilmektedir. Bu kapsamda, yapay ahşap veya ahşap kompozit malzeme, genel anlamda doğal kaynaklardan elde edilen odunsu malzemelerin belirli yapıştırıcılar kullanılarak birleştirilmesiyle oluşturulan bir malzeme türüdür (Çolak ve Değirmen-tepe, 2020; Green, 2017).

Yapay ahşap ürünler, hem iç mekanlarda hem de dış mekanlarda yapı ve mobilya sektörlerinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu ürünlerin özellikleri, kullanılan yapıştırıcının türü ve miktarına bağlı olarak doğal ahşabın fiziksel yapısında yapılan değişiklikler, suya, yangına ve çeşitli çevresel etkilere karşı direnci artırmak için eklenen maddelerle geliştirilebilmektedir. Yapay ahşap malzemeler, üretim türlerine göre prese kaplama, prese aglomere ve prese masif olmak üzere üç farklı kategoriye ayrılmaktadır (Seçkin, 2006).

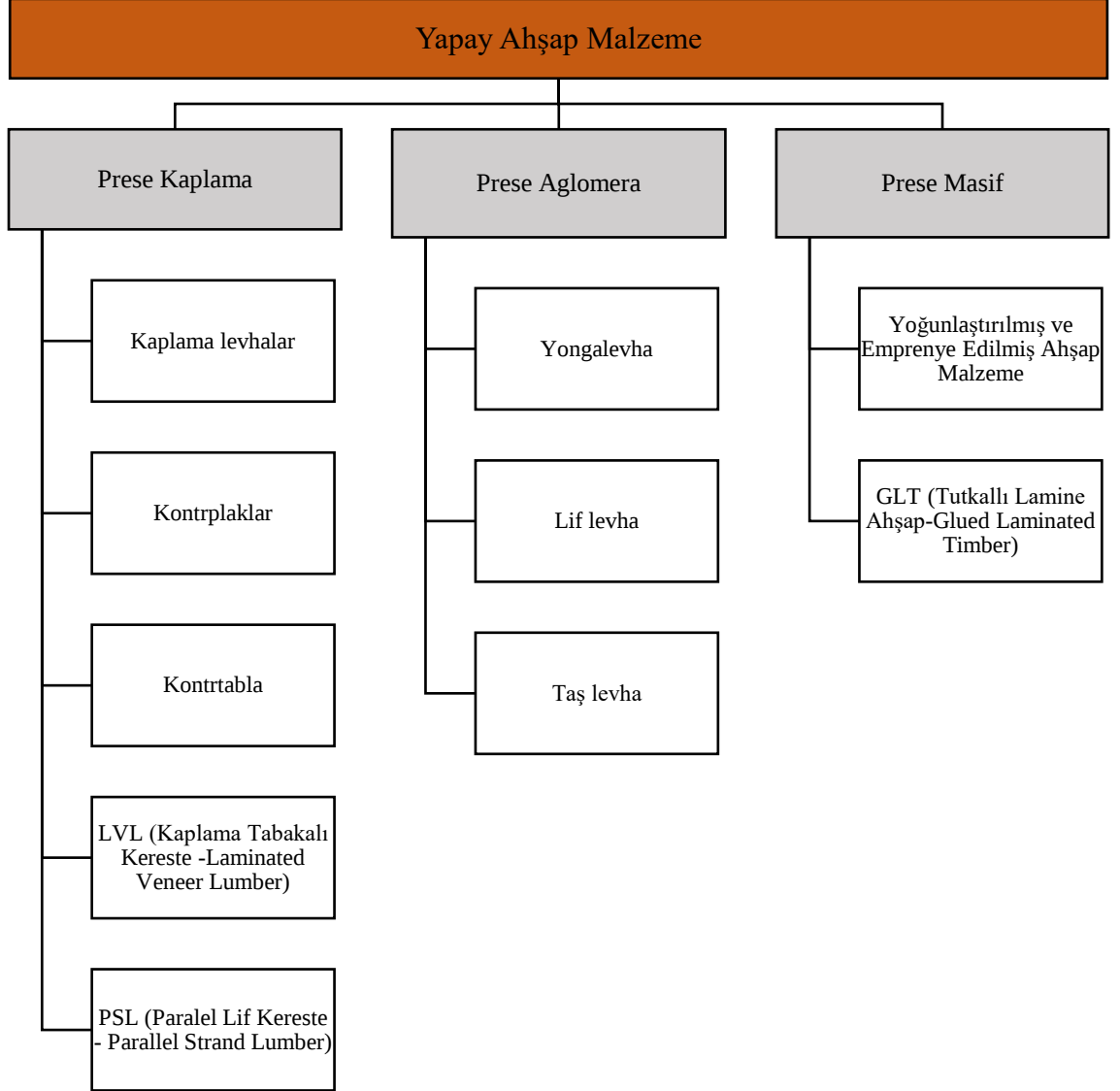
Prese kaplama: Tomrukların, çeşitli teknikler kullanılarak ince ahşap tabakalar haline getirilmesi ve bu tabakaların birbirine veya diğer ahşap malzemelere preslenerek yapıştırılmasıyla oluşturulan ahşap kompozitlerdir. Kaplama levhalar, kontrplak, kontrtabla, LVL (Kaplama Tabakalı Kereste - Laminated Veneer Lumber) ve PSL (Paralel Lif Kereste - Parallel Strand Lumber) olmak üzere beş çeşidi bulunmaktadır (Güller, 2001).

Prese Aglomere: Ahşap parçacıklarına (yonga ve talaş vb.) veya lignoselülozik parçalara (keten ve kenevir iplikleri vb.), sıcaklık ve basınç altında belirli yapıştırıcı maddeler eklenerek bir araya getirilerek oluşturulan ahşap kompozitlerdir. Yongalevha, liflevha (Fiberboard) ve talaş levha olmak üzere üç çeşidi bulunmaktadır (Seçkin, 2006).

Prese Masif: Yüksek basınç ve emprenye yöntemleri kullanılarak, ahşap malzemenin yoğunluğunu artırmak, homojenliğini sağlamak ve bu sayede mekanik ve fiziksel özelliklerini iyileştirmek amacıyla geliştirilen malzemelerdir. Yoğunlaştırılmış ve

emprenye edilmiş ahşap malzeme ve GLT (Tutkallı Lamine Ahşap - Glued Laminated Timber) olmak üzere iki çeşidi bulunmaktadır (Seçkin, 2006) (Çizelge 2.2.).

Çizelge 2.2. Yapay ahşap malzemelerin üretimlerine göre sınıflandırılması (Seçkin, 2006'dan uyarlanmıştır).



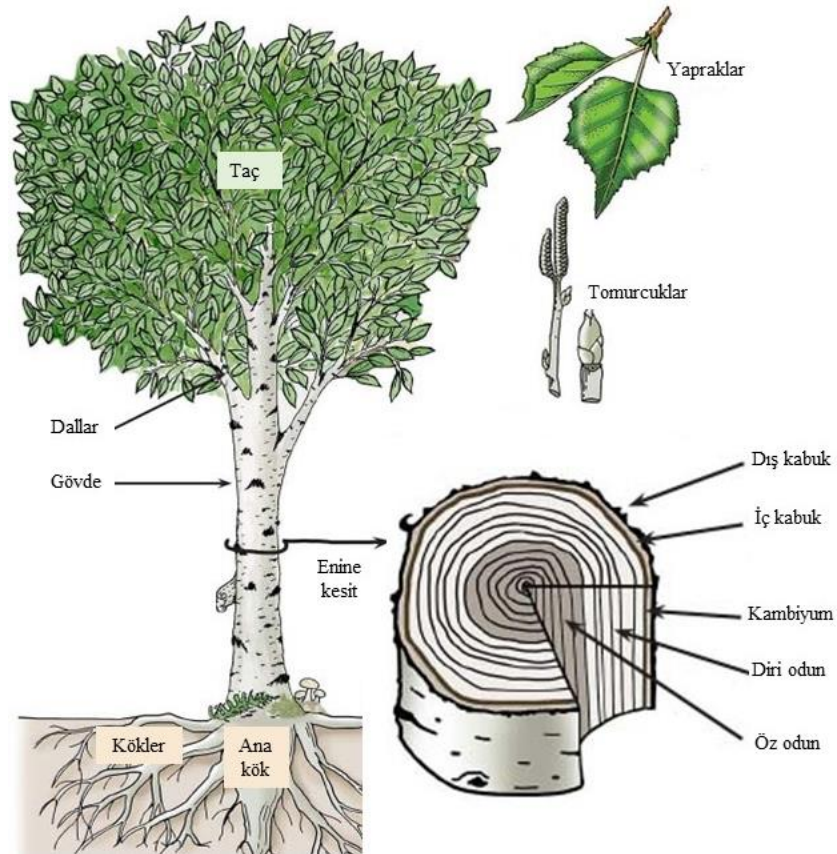
Yapı malzemesi olarak uygun ahşap malzemeyi seçebilmek ve bozulma nedenlerine göre uygun koruma önlemlerinin alınabilmesi ahşabın türüne göre değişiklik göstermektedir. Her iki türe (doğal ve yapay ahşap) ait malzemelere dair değerlendirme yapabilmek amacıyla sonraki bölümlerde doğal ve yapay ahşap malzemeye ait özelliklere yer verilecektir.

2.2. Doğal Ahşap Yapı Malzemesinin Özellikleri

Ahşap, canlı ve organik bir kaynak olan ağaçtan elde edilen lifli, heterojen ve anizotrop yapıya sahip doğal bir yapı malzemesidir. Ahşabın karakterini belirleyen temel özellikler anatomik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleridir. Anatomik özellikler, ahşabın görünümünü şekillendirirken, kimyasal özellikler çeşitli kullanım alanlarındaki performansını belirler, fiziksel özellikler çevresel etkileşim ilişkilerini ve mekanik özellikler ise ahşabın kuvvetlere karşı direncini belirlemektedir.

2.2.1. Ahşabın Anatomik Yapısı

Ahşabın kaynağı olan ağaç, kökler, gövde, dallar ve taç bölümünden oluşan bir organizmadır. Ahşap malzemeler ağacın gövde bölümünden elde edilmektedir (Şekil 2.1.).

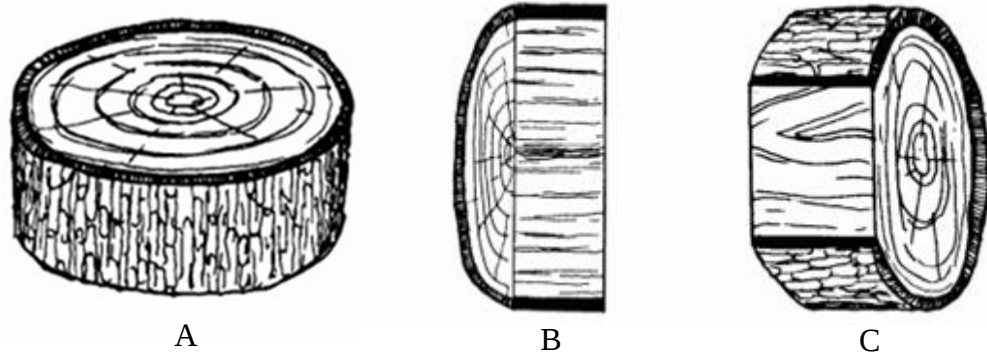


Şekil 2.1. Ağacın anatomisi (URL-1’den değiştirilerek alınmıştır)

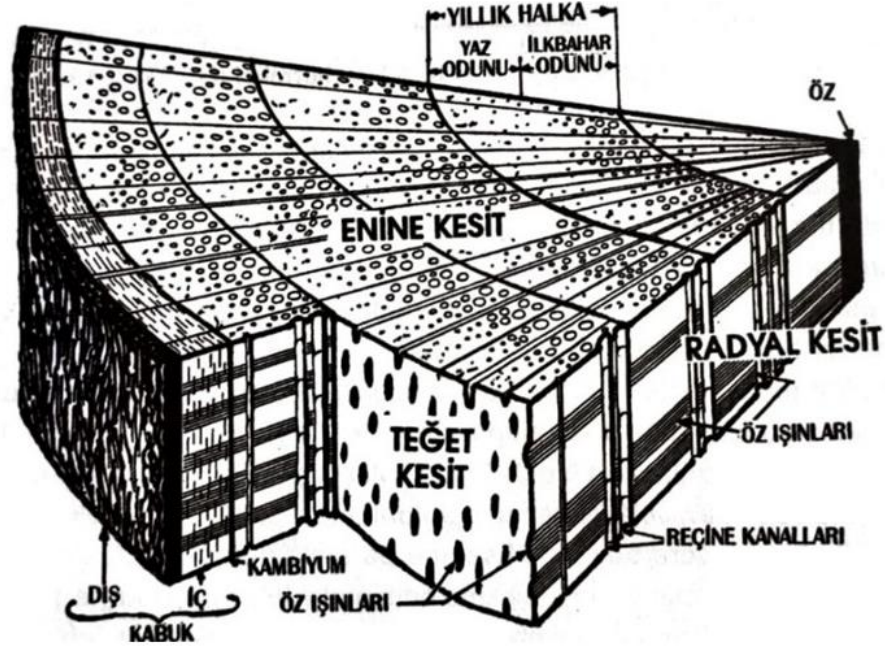
Bu çalışmada, ahşap malzemenin anatomik yapısı, makroskobik ve mikroskobik olmak üzere iki kategori altında ele alınmaktadır.

Ahşabın Makroskopik Yapısı

Ahşabın makroskopik yapısı, çıplak gözle veya merceklerle incelendiğinde belirlenebilen yapısal özellikleri ile birlikte renk, koku, tat, parlaklık ve lif yapısı gibi özellikleri kapsamaktadır. Ağaç gövdesindeki hücreler, boyuna ve enine yönde uzandığından odun eksenine göre farklı açılarda kesildiğinde, kesit yüzeylerinde çeşitli görüntüler oluşmaktadır (Şekil 2.2.). Bu nedenle, ağacın gövdesinden alınan kesitler, enine, radyal ve teğet olmak üzere üç farklı kesitten oluşmaktadır (Örs ve Keskin, 2001) (Şekil 2.3.).

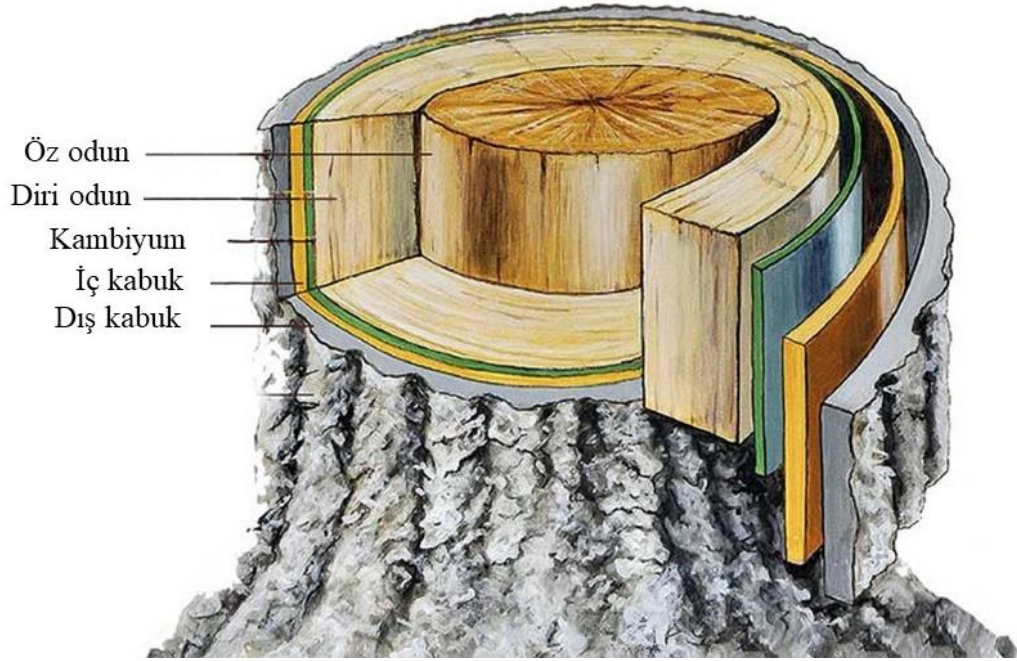


Şekil 2.2. Ağacın gövdesinden alınan kesitler A) Enine kesit B)Radyal kesit C)Teğet kesitler (URL- 2)



Şekil 2.3. Meşe ağaç türüne ait enine, radyal ve teğet kesit görünüşü (Örs ve Keskin, 2001)

Enine kesit, ağaç gövdesinin boyuna eksenine dik olarak kesildiğinde elde edilen yüzeyi ifade etmektedir. Ahşabın gövdesinden alınan bir enine kesit incelendiğinde, dıştan içe doğru beş farklı tabakadan oluştuğu görülmektedir. Bu tabakalar şu şekilde sıralanmaktadır: dış kabuk, iç kabuk, kambiyum, diri odun (sapwood) ve öz odun (heartwood) (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. .Ağaç gövdesinin enine kesiti (URL-3'ten değiştirilerek alınmıştır)

Dış kabuk, ağacın kambiyum tabakasını mekanik hasarlardan ve hava koşullarından koruma görevini üstlenmektedir. İç kabuk ise deri dokusunun korunmasını sağlamaktadır. Ağaç büyüdükçe, iç kabuk genişleyerek çatlamaktadır. Bu süreçte canlı hücreler ölmekte ve mantar görünümünde bir dış kabuk oluşturulmaktadır (Günay, 2002).

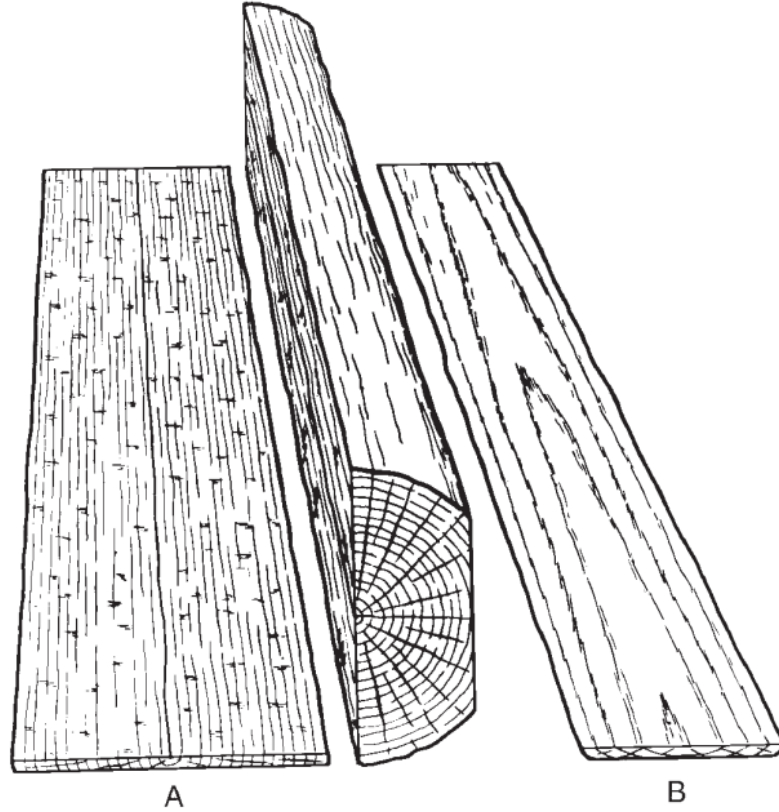
Kambiyum, içe ve dışa doğru ağacın büyümesini sağlamaktadır. Her yıl, kambiyum katmanı yeni hücreler üreterek gövdeye bir yıllık halka eklemektedir. Kambiyumun kabuğa yakın kısmı deri doku olarak adlandırılmakta ve yapraklarda işlenen besin suyunu kambiyuma taşıma görevini üstlenmektedir (Günay, 2002).

Diri Odun (sapwood), ağacın su ve mineral taşıma gibi yaşamsal işlevlerini yerine getirmektedir. Canlı hücrelerden oluşan bu kısım, genellikle öz oduna göre daha açık renklidir.

Öz Odun (heartwood) ise, gövdenin merkezine en yakın tabakadır ve genellikle ağacın mekanik dayanıklılığını sağlamaktadır. Öz odun, diri oduna göre biyolojik zararlılara ve mekanik etkilere karşı daha fazla direnç göstermektedir (Bozkurt ve Erdin, 2011). Öz odunun doğal dayanıklılığı da diri odundan daha yüksektir. Öz odunun içinde bulunan ekstraktif maddeler, hücre ve kapılar boşluklarını doldurarak, bu bölümün emprenye edilmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, çoğu ağaç türünde, diri odunun yüksek geçirgenliği (permeabilitesi) nedeniyle emprenye işlemi daha kolay olmaktadır.

Radyal kesit, ağacın gövdesi boyunca ve öz ışınlarına paralel olarak yapılan bir kesimle elde edilmektedir. Bu kesitte, öz merkezde yer almakta ve yıllık halkalar paralel düz çizgiler olarak görünmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2011; Günay, 2002) (Şekil 2.5.).

Teğet kesit ise, ağacın gövde eksenine paralel ve yıllık halkalara teğet kesim yapıldığında elde edilmektedir. Bu kesitte, öz ve kabuk yerine iç içe geçmiş yıllık halkalar ok şeklinde görünmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2011; Günay, 2002)

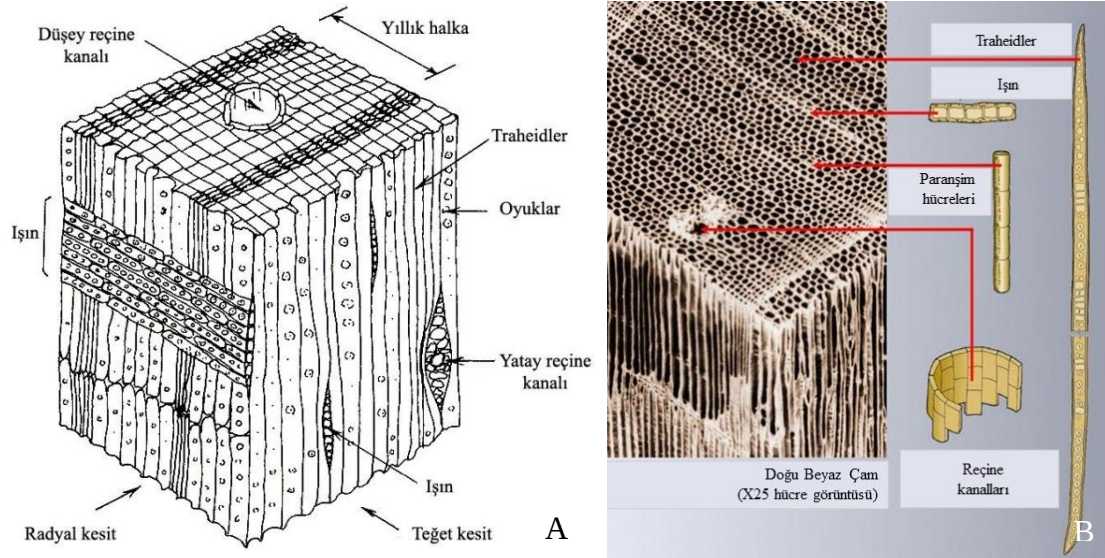


Şekil 2.5. Ağaç gövdesinden alınan kesitlerin görünüşleri A) Radyal kesiti B) Teğet kesiti (URL- 4)

Ahşabın Mikroskopik Yapısı

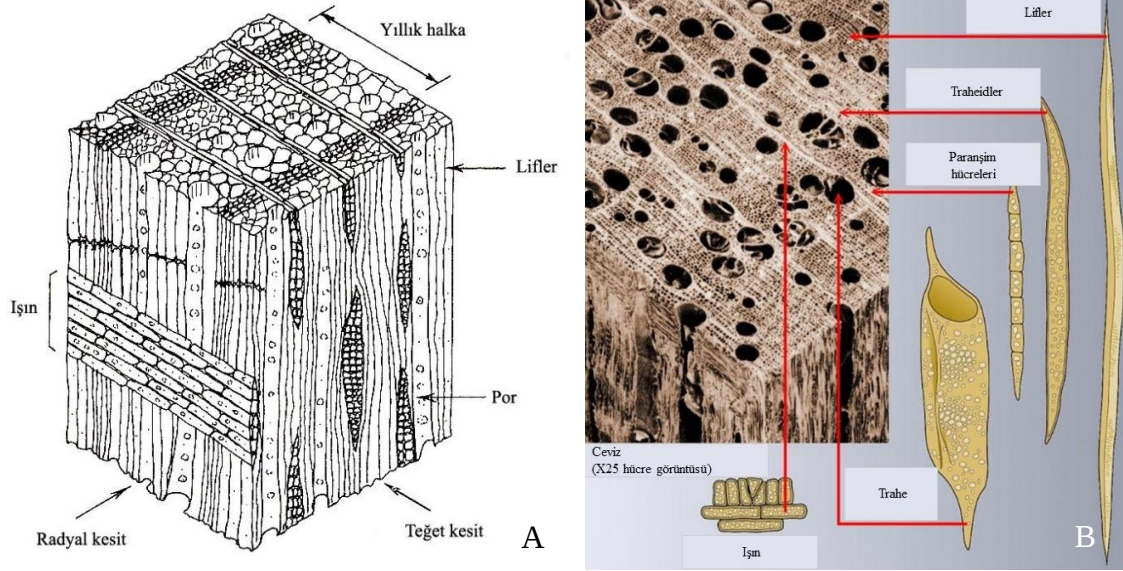
Ahşabın mikroskopik düzeydeki yapısı, genellikle bir yönde sıralanmış, birbirine bitişik, uzun ve içi boş hücrelerden oluşmaktadır. Ahşap, temel olarak ölü hücrelerden meydana gelmektedir. Canlı hücreler, yalnızca ağacın büyümesini sağlayan kambiyum tabakasında ve dış odun bölgesindeki parankim hücrelerinde bulunmaktadır (Günay, 2002). Ağaçtaki hücreler, iletim, mekanik destek ve depolama işlevlerini yerine getirmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2011). İletim işlevini trahe ve traheid hücreleri, mekanik destek sağlama görevini lif ve traheid hücreleri, depolama görevini ise parankim hücreleri gerçekleştirmektedir. Ağaç türlerine göre hücre yapıları farklılık göstermektedir (Günay, 2002; Richter, 2015).

İğne yapraklı ağaçların; hücresel yapıları geniş yapraklı ağaçlarınkinden farklıdır. İğne yapraklı ağaçlarda, parankim hücreleri ve traheidler olmak üzere iki tip hücre bulunmaktadır (Doğan, 1997). Bu ağaçlar hızlı büyür, yaş halkaları belirgindir ve basınç ve çekme dayanımları düşüktür (Heggel ve ark., 2012) (Şekil 2.6.).



Şekil 2.6. İğne yapraklı ağaç hücrelerinin yapısı A) Hücre yapısının kesit görüntüleri (Güler, 2011) B) Doğu beyaz çamına ait hücre tipleri ve mikroskopik görüntüsü (URL-5'ten değiştirilerek alınmıştır)

Geniş yapraklı ağaçların; hücrel yapıları iğne yapraklılara kıyasla daha karmaşıktır ve 4 hücre tipinden oluşmaktadır. Bunlar; trahe, traheid, lif ve paranzim hücreleridir (Doğan, 1997). Geniş yapraklı ağaçlarda hücre yapıları ağacın türüne göre değişiklik göstermektedir (Heggel ve ark., 2012) (Şekil 2.7.).



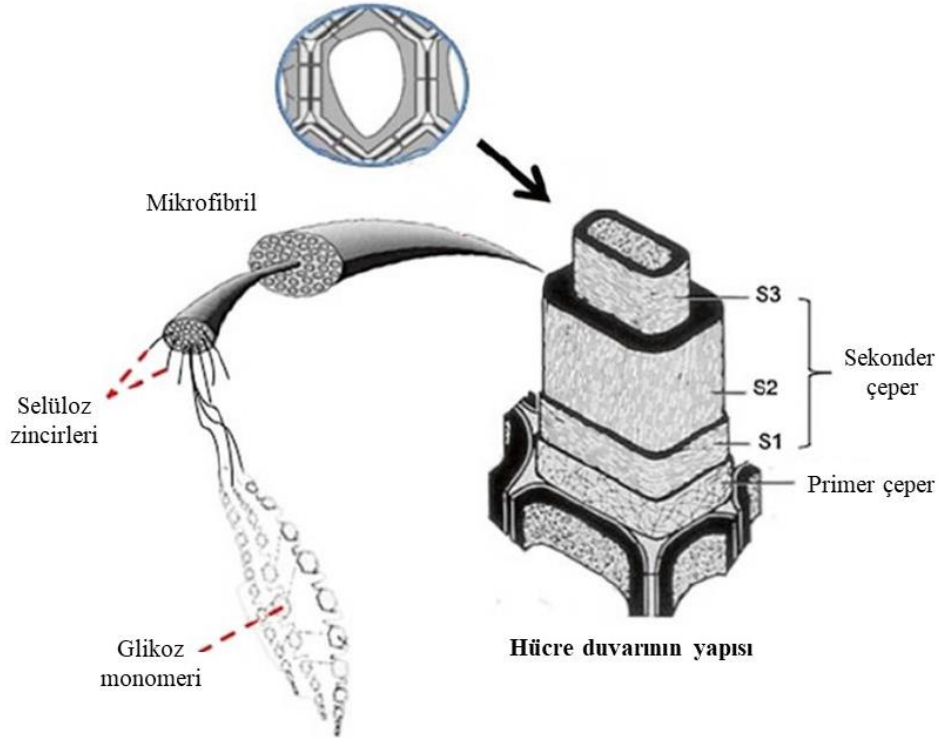
Şekil 2.7. Geniş yapraklı ağaç hücrelerinin yapısı A) Hücre yapısının kesit görünüşleri (Güler, 2011) B) Ceviz ağacına ait hücre tipleri ve mikroskobik görüntüsü (URL- 6'dan değiştirilerek alınmıştır)

Hücre çeperinin yapısı

Selüloz, hemiselüloz ve ligninin bileşiminden oluşmaktadır. Hücre çeperi, selüloz zincir moleküllerinin bir araya gelerek mikrofibrilleri oluşturması sonucunda onların birleşmesiyle ortaya çıkan yapının arasına lignin, hemiselüloz ve ekstraktif maddelerin girmesiyle oluşmaktadır.

Hücre çeperi çeşitli katmanlardan oluşmaktadır (Şekil 2.8.). Bu katmanlardaki selüloz, lignin, hemiselüloz oranları ile mikrofibril açıları, ahşabın direncini belirlemede önemli olan faktörlerdendir (Herzog ve ark., 2004). Hücre duvarının en dış katmanı primer çeperdir. Bu katman, hücrenin büyüme evresinde hücrenin çapının genişlemesini ve uzunluğunun artmasını düzenlemektedir. Primer çeperden sonra S1, S2 ve S3 olmak üzere birbirinden farklı üç katmandan oluşan sekonder çeper bulunmaktadır. Sekonder çeperdeki selüloz, özellikle S2 katmanında, mikrofibrillerin yardımıyla liflerin çekme

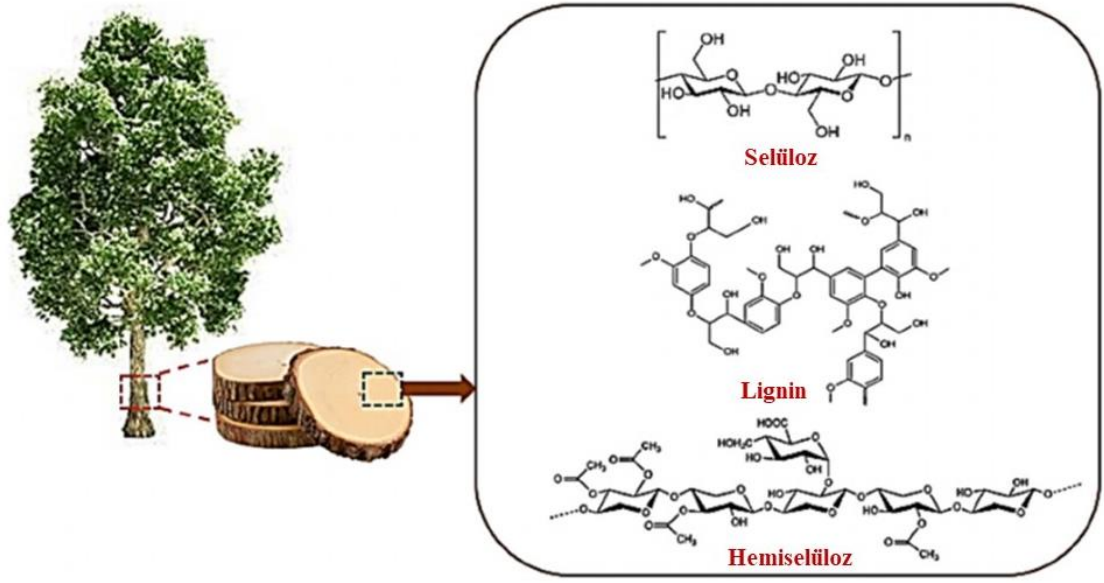
direncini arttırmaktadır. Hemiselüloz ve lignin ise, hücreleri birbirine bağlar, selülozik iskelete destek verir ve yüksek esneklik ile yüksek basınç direnci sağlamaktadır (Bozkurt ve ark., 1993; Günay, 2002).



Şekil 2.8. Ağaç malzemedeki hücre çeperi yapısı (URL- 7’den değiştirilerek alınmıştır)

2.2.2. Ahşabın Kimyasal Özellikleri

Ahşap; karbon, oksijen, hidrojen ve azot bileşiklerinden oluşan organik bir malzemedir. Organik malzeme olan ahşabın kimyasal yapısını, selüloz, lignin, hemiselüloz ve ekstraktif maddelerin bir araya gelmesiyle oluşan hücrel yapılar oluşturmaktadır (Şekil 2.9.). Ahşap türüne bağlı olarak, hücre bileşenlerinin yüzde dağılımı genellikle şu şekildedir: Selüloz % 40-50, hemiselüloz % 20-35, lignin % 20-30 ve diğer bileşenler ise % 0-5'tir (Günay, 2002). Bu dört bileşenin özellikleri, hücre hacmindeki farklılıklar ve hücrel yapıdaki çeşitlilik, ahşabın genel özelliklerindeki değişikliklerin temel kaynağını oluşturmaktadır (Milton, 1995).



Şekil 2.9. Ahşabın kimyasal bileşenlerinin moleküler yapısı (Mehrkhah ve ark., 2022)

Selüloz, hücre çeperinin temel bileşenidir ve ahşabın eğilme ve çekme direncini etkilemektedir. İğne yapraklı ağaçlarda % 45-50, geniş yapraklı ağaçlarda ise % 40-45 oranında bulunmaktadır. Yüksek su emiciliğine sahip bir bileşendir (Günay, 2002; Bozkurt ve Erdin, 2011).

Hemiselüloz, hücre çeperini güçlendirmekte, depo madde olarak görev yapmakta ve geçit zarlarını ayarlamaktadır. Ahşabın elastikiyetini etkileyen özellikte olup, su emici özelliktedir.

Lignin, bir fenol halkasının temel yapısına sahip olan düşük oranda higroskopik bir maddedir. İğne yapraklı ağaçlarda % 25-30, geniş yapraklı ağaçlarda ise % 20-25 oranında bulunmaktadır. Ahşaba sertlik kazandırarak basınç direncinin artmasını sağlamaktadır (Günay, 2002).

Selüloz, hemiselüloz ve lignin yanı sıra, genellikle hücre çeperlerinde veya boşluklarda bulunan ekstraktif maddeleri içeren diğer maddeler de bulunmaktadır. Diri odun, nişasta, yağ, şeker, vitaminler, reçineler gibi maddeleri içerirken; öz odun, polifenoller ve ahşap reçineleri gibi maddeleri içerebilmektedir (Günay, 2002; Bozkurt ve Erdin, 2011).

2.2.3. Ahşabın Fiziksel Özellikleri

Ahşabın fiziksel özellikleri; nem ve çalışma, özgül ağırlık, ısı özellikleri, elektriksel özellikler, akustik özellikler, görsel özellikler ve permeabilite (geçirgenlik) başlıkları altında incelenmektedir.

a) Nem ve çalışma

Ahşap, higroskopik özelliği sayesinde çevresindeki nemi absorbe edebilme ve serbest bırakabilme yeteneğine sahip bir malzemedir (Desch ve Dinwoodie, 1996). Ahşap malzemenin nem içeriği, ağacın türüne, yaşına, yetiştirme ortamına, ahşabın hangi bölümünden alındığına ve kesim mevsimine bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Ağaç hücrelerinde su, üç farklı şekilde bulunmaktadır. İlk olarak, ahşabın kimyasal yapısına dahil olan ve kurutma işlemlerinden etkilenmeyen yapısal su vardır. İkincisi, hücrelerdeki selülozun suyu çekme eğilimi nedeniyle oluşan emme suyudur. Bu su türü, ahşabın şişmesine neden olabilmektedir. Son olarak, hücreler arasında ve içinde serbest halde bulunan sudur.

Ahşabın fiziksel özellikleri, nem seviyesine bağlı olarak değişmektedir. Kuru bir ahşap, nemli bir ortama konulduğunda, çevreden nem çekerek, boyutları genişlemekte ve hacmi artmaktadır. Ahşabın bu şekilde boyut ve hacim değiştirmesi “çalışma” olarak adlandırılmaktadır (Anonim,1980; Günay, 2002).

Ahşapta bulunan nem oranı, emprenye kalitesini belirleyen bir faktördür. Bu nedenle, emprenye işlemine başlamadan önce, ahşap malzemenin uygun bir nem seviyesine kadar kurutulması gerekmektedir. Yeni kesilmiş ağaçlarda genellikle içerdiği yüksek nemden ve boşluk hacminin düşük olmasından dolayı etkin bir emprenye maddesi nüfuzu sağlanamamaktadır.

b) Özgül ağırlık

Ahşabın özgül ağırlığı, ağacın türüne, ahşabın hangi bölümünden alındığına ve içerdiği nem oranına göre farklılık göstermektedir. Yeni kesilmiş bir ahşapta su oranı genellikle %35-50 arasında iken, kurutulmuş bir ahşapta bu oran %10-20'ye düşmektedir. Bu nedenle,

yeni kesilmiş bir ahşabın özgül ağırlığı, kurumuş bir ahşaptan farklı değerde olmaktadır.. Ayrıca, ahşap malzemenin özgül ağırlığı ile malzemenin mekanik özelliklerinin arasında doğru orantılı bir ilişki bulunmaktadır. Özgül ağırlığı yüksek olan ahşap malzemenin mekanik özelliklerinin de güçlü olması beklenmektedir. Çizelge 2.3.'te, bazı ağaçların özgül ağırlıklarına ilişkin sınıflandırma bilgileri verilmektedir (Perker, 2004).

Çizelge 2.3. Ağaçların özgül ağırlıklarının sınıflandırılması (Perker, 2004'ten değiştirilerek alınmıştır)

Sınıfı	Özgül Ağırlığı (gr/cm ³)	Ağaç Türleri
Çok Hafif Ahşap	0,43 gr/cm ³ olanlar	Ihlamur, Gökmar, Ladin, Ardıç, Kavak
Hafif Ahşap	0,44 - 0,72 gr/cm ³ olanlar	At kestanesi, Kızılçam, Akçaağaç
Ağır Ahşap	0,73 - 0,99 gr/cm ³ olanlar	Kestane, Kızılağaç, Söğüt, Sedir, Melez, Çınar, Tik, Ceviz, Karaağaç, Dişbudak
Çok Ağır Ahşap	1 gr/cm ³ ' den fazla olanlar	Ak gürgen, Zeytin, Meşe, Akasya, Elma, Karaçam, Maun, Abanoz, Şimşir

c) Isı özellikleri

Ahşap, temel bileşeni olan selülozun ısıyı geçirmeme özelliği ve gözenekli yapısı nedeniyle bünyesinde hava içerdiği için düşük ısı geçirgenliğine sahiptir. Ancak, ahşabın ısı iletkenliği, ahşaptaki nem miktarına, türüne ve lif yönüne bağlı olarak değişebilmektedir. Ahşap, ısıya maruz kaldığında genleşmekte ve soğuduğunda büzülme. Ancak bu genleşme ve büzülme oranları oldukça küçüktür. Bu özellik, yangın durumlarında ahşabın hacminin çok az genişlemesini sağlamakta böylelikle de yapıların çatlaması ve çökmesi önlenmektedir (Anonim, 1980; Örs ve Keskin, 2001).

d) Elektriksel özellikler

Kurutulmuş ahşap malzeme elektriği iletme özelliğine sahip değildir. Ancak ahşabın nem seviyesi arttıkça elektrik iletkenliği de artmakta ve ağacın lif yönüne bağlı olarak da elektrik iletkenliğinde değişiklik meydana gelmektedir (Günay, 2002). Ahşap malzeme etkili bir yalıtım malzemesi özelliğini, parafin veya sentetik reçinelerle emprenye edildiğinde veya tutkallandığında aynı zamanda nem de içermediğinde göstermektedir (Örs ve Keskin, 2001; Aktar, 2017).

e) Akustik özellikler

Ahşabın iç yapısındaki hava boşlukları ahşaba sesi absorbe etme özelliğini sağlamaktadır. Böylelikle sese karşı iyi bir yalıtım özelliği gösterebilmektedir. Ses dalgalarının ahşap içindeki yayılma hızı; ağaç türü, lif yönelimi, yıllık halka yapısı, boşluk oranı, yüzey pürüzlülüğü, nem, sıcaklık, yoğunluk ve ses dalgalarının frekansına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ahşap malzemede nem oranı arttıkça malzeme heterojen bir özellik göstermekte bu da sesin yayılma hızına azaltıcı etki etmektedir (Örs ve Keskin, 2001).

f) Görsel özellikler ve koku

Renk, doku, parlaklık ve koku gibi unsurlar, ahşabın fiziksel özelliklerini yansıtan özellikleridir. Ahşap malzeme, içerdiği ekstraktif maddeler nedeniyle çeşitli renk tonlarına sahip olabilmektedir. Aynı ağaç türünden elde edilen ahşap malzemelerde bile farklı renk tonları gözlemlenebilmektedir. Bu durum, aynı ağaç içinde yoğunluğun farklı olmasından ve ışığın farklı şekilde yansımından kaynaklanmaktadır. Ahşap malzemenin parlak veya mat bir görünüme sahip olması da malzemenin ışığı yansıtmasıyla ilgilidir. Ahşap malzemenin yapısında bulunan ekstraktif maddeler, özellikle eterik yağlar, reçine ve tanen gibi maddeler, malzemenin kendine özgü kokusunu oluşturarak ağaç türünün tanımlanmasına katkıda bulunabilmektedir (Perker, 2004).

g) Permeabilite (Geçirgenlik)

Permeabilite, ahşabın empenye edilebilirlik derecesini belirleyen önemli bir faktördür ve genel olarak sıvıların poröz bir yüzeyden basınç altında geçiş hızını tanımlayan bir terimdir (Naval Facilities Engineering Command, 1990). Eğer bir malzemenin basınç altında sıvı akışı kolayca gerçekleşiyorsa, bu durumda malzemenin yüksek permeabiliteye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ahşap malzemenin türü, diri odun veya öz odun olması, permeabilitede önemli farklılıklara neden olmaktadır. Ahşapların permeabilitesi, öz odunların nüfuz kabiliyetine göre kolay, orta derecede güç, güç ve çok güç empenye edilebilen olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır (Bozkurt ve ark., 1993) (Çizelge 2.4.).

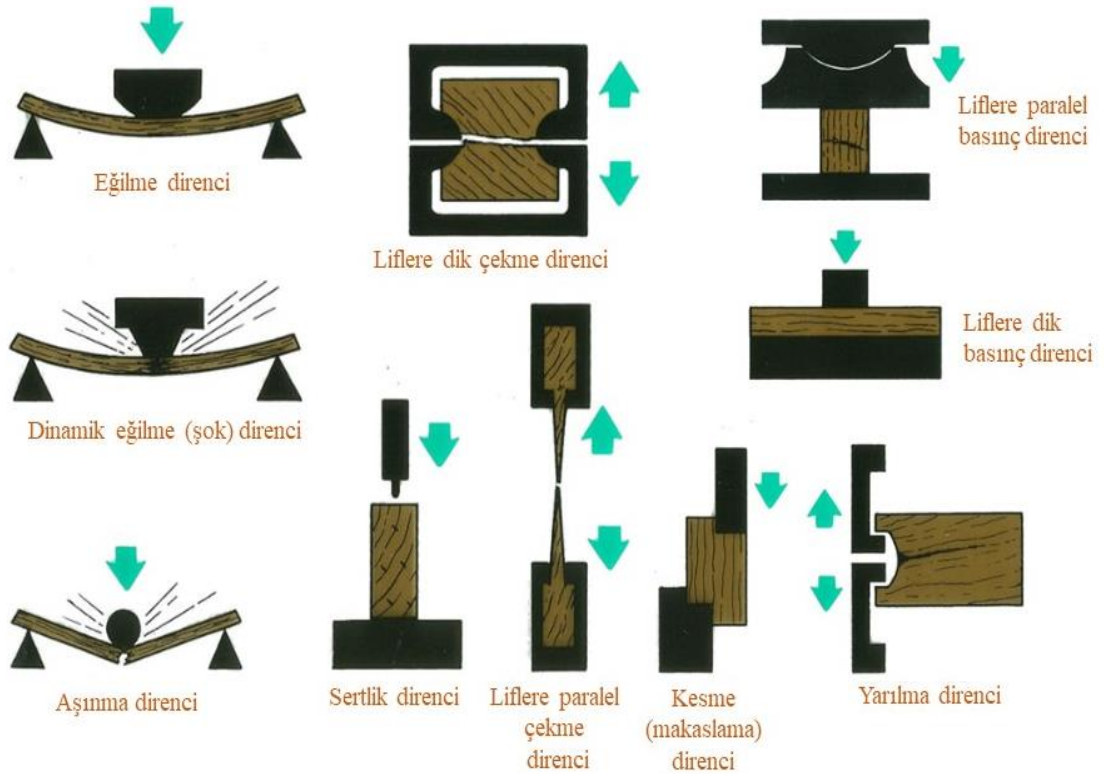
Çizelge 2.4. Ahşap malzemelerin permeabilite sınıflandırılması (Güler, 2011; Ayar, 2008)

Permeabilite Sınıfı	Ahşap Özellikleri	Ağaç Türleri
Kolay empenye	Basınç altında kolaylıkla empenye edilen ve tam nüfuz sağlanan ahşaplar	Sarıçam diri odunu Kavak diri odunu
Orta derecede güç empenye	2- 3 saat basınç altında oldukça kolay empenye edilen ve enine yönde 6- 18 mm nüfuz sağlanan ahşaplar	Duglas göknarı diri odunu, Sarıçam öz odunu, Dişbudak öz odunu, Meşe öz odunu
Güç empenye	4- 10 saat basınç altında güç empenye edilen ve enine yönde 1- 6 mm nüfuz sağlanan ahşaplar	Sedir öz odunu, Ceviz öz odunu, Duglas göknarı öz odunu
Çok güç empenye	Basınç altında 10 saatten fazla empenye edildiğinde 1 mm'yi aşmayan nüfuz derinliği sağlanan ahşaplar	Ak meşe öz odunu Ardıç öz odunu

2.2.4. Ahşabın Mekanik Özellikleri

Ahşabın mekanik özellikleri, ağaç malzemede oluşan boyut ve şekil değişikliklerine, gerilme ve kırılmalara yol açan mekanik dış güçlere karşı gösterdiği direnci tanımlamaktadır. Ahşap, heterojen ve anizotropik bir yapıya sahip olduğu için, direnç özellikleri çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu faktörler arasında ağaç türü, özgül ağırlık, anatomik ve kimyasal yapı, bulunduğu yerin iklim ve nem koşulları ve kuvvetin uygulandığı yön ile lif yönü arasındaki açı bulunmaktadır (Örs ve Keskin, 2001; Bozkurt ve Erdin, 2011; Perker, 2004).

Mekanik özellikler, özellikle ahşabın yapı malzemesi olarak kullanılmasında en önemli özelliklerdir. Herhangi bir uygulama için malzeme seçiminde, bu özelliklerin belirlenmesi gerekmektedir. Şekil 2.10.'da ağaç malzemenin direnç tipleri ve kuvvetin malzemeye nasıl etki ettiğine bağlı olarak değişiklik gösteren mekanik özelliklerine ait görseller bulunmaktadır.



Şekil 2.10. Ahşap malzemenin mekanik özelliklerine etki eden kuvvetler ve direnç çeşitleri (URL-8'den değiştirilerek alınmıştır)

Ahşabın mekanik özellikleri; elastisite modülü, basınç direnci, çekme direnci, eğilme direnci, kesme (makaslama) direnci, yarıma direnci, sertlik direnci, dinamik eğilme direnci ve aşınma direnci başlıkları altında incelenmektedir.

a) Elastisite modülü:

Bir cismin, üzerine etki eden bir kuvvetle şeklinin değişmesi ve kuvvetin kalkmasıyla eski haline geri dönme yeteneği “elastisite” olarak tanımlanmaktadır. Elastikiyet modülü malzemelerin deformasyon oluşturan kuvvetlere karşı koyma yeteneklerini belirleyen bir özelliktir. Modül büyüdükçe malzemeler daha fazla direnç göstermekte ve deformasyona karşı daha dirençli olmaktadır; küçüldükçe ise daha kolay deformasyona uğramaktadır. Ağaç malzemenin anizotrop yapısı nedeniyle, elastikiyet modülü liflere paralel, radyal ve teğet yönlerine göre farklılık göstermektedir. Liflere paralel yönde elastikiyet modülü en yüksek iken, radyal yönde daha düşük, teğet yönde ise en düşüktür (Anonim,1980; Örs ve Keskin, 2001; Bozkurt ve Erdin, 2011).

b) Basınç direnci:

Ahşabın basınç direnci, liflere paralel ve dik yönde uygulanan kuvvetlere karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır. Ahşap malzeme, liflere dik yönde uygulanan basınç kuvvetine karşı düşük direnç gösterirken, liflere paralel yönde uygulanan kuvvetlere karşı, bir kolon gibi çalışarak burkulma ve ezilmeye karşı yüksek direnç göstermektedir. Ahşabın basınç direncini etkileyen faktörler arasında; malzemenin nem içeriği, özgül ağırlığı, lif yönü, sertliği, sıcaklık, budaklılık ve ekstraktif maddeler bulunmaktadır. Bu bağlamda, özgül ağırlık ile basınç direnci doğru orantılıdır, yani özgül ağırlık arttıkça basınç direnci de artmaktadır. Ancak, sıcaklık ile basınç direnci arasında ters bir ilişki vardır, yani sıcaklık arttıkça basınç direnci azalmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2011; Çalışkan ve ark., 2019).

c) Çekme direnci:

Çekme direnci, ağaç malzemesinin lifleri ayırmaya ve koparmaya çalışan iki karşıt kuvvete karşı gösterdiği dirençtir. Liflere paralel ve dik olmak üzere iki tür çekme direnci bulunmaktadır. Bir ağaç malzemesinde genellikle liflere paralel çekme direnci, diğer tüm

direnç türlerinden daha fazla olabilmektedir. Bunun sebebi, hücre çeperindeki mikrofibrillerin eksene paralel olmasıdır. Yoğunluk, nem, lif yönü, budaklar ve sıcaklık, çekme direncini etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. Buna göre; yoğunluk arttıkça, çekme direnci de artmaktadır. Nem ile ilişkisine bakıldığında genellikle LDN (Lif doygunluk noktası) altındaki nem seviyelerinde, nem azaldıkça çekme direnci artmaktadır. Sıcaklık ile ilişkisinde de nem ile ilişkisinde olduğu gibi ters bir ilişki görülmektedir. Yani sıcaklık arttıkça çekme direnci azalmaktadır. Budaklar, çekme direncini önemli ölçüde azaltabilen ve bu direnç üzerinde çok büyük etkiye sahip olan bir faktördür (Örs ve Keskin, 2001; Bozkurt ve Erdin, 2011).

d) Eğilme direnci:

İki ucundan birer mesnet üzerine yerleştirilen bir ahşaba, bir veya iki taraftan liflere dik yönde etki eden bir kuvvetin onu eğmeye çalışmasına karşı gösterdiği dirence eğilme direnci denilmektedir. Ağaç malzemedeki yoğunluk, nem, budaklar, lif yönlendirmesi ve sıcaklık gibi faktörler eğilme direncini etkileyen faktörlerdir. Bu bağlamda; ahşabın yoğunluğu arttıkça eğilme direnci de artmaktadır. Eğilme direnci, %35 nem derecesinde en yüksektir. Budaklar, özellikle destek noktaları arasına düşenler, eğilme direncini azaltmaktadır. Eğilme kuvvetinin uygulandığı yön ile liflerin yönü arasındaki açı 0° olduğunda en yüksek, 90° olduğunda ise en düşük olmaktadır. Sıcaklık arttıkça yoğunluk azalmakta bu da eğilme direncinin azalmasına neden olmaktadır (Kretschmann, 2010; Örs ve Keskin, 2001; Bozkurt ve Erdin, 2011).

e) Kesme (makaslama) direnci:

Makaslama direnci, ağaç malzemenin iki bitişik düzlemi aksi yönlerde kaydırma eğiliminde olan kuvvetlere karşı gösterdiği dirençtir. Bu direnç, yapı malzemelerinin birleşme noktalarında ve çentikli bölgelerde önemli bir faktördür. Makaslama direnci üzerinde yoğunluk, nem, lif yönü ve odun kusurları etkilidir. Bu direncin yoğunluk ile doğru orantılı bir ilişkisi bulunmaktadır. Nem %10 olduğunda bu direnç en yüksek olur, diğer değerlerde bu direnç azalmaktadır. Uygulanan kuvvetin liflerle yaptığı açı 90° olduğunda bu direnç en düşük, 0° olduğunda en yüksektir. Odunun bünyesinde bulunan

kusurlarından özellikle çatlaklar ve çürük budaklar makaslama direncini azaltmaktadır (Örs ve Keskin, 2001; Bozkurt ve Erđin, 2011).

f) Yarılma direnci:

Yarılma direnci, bir ağaç malzemesinin, lifler arasına giren ve onu yarmaya çalışan bir cisime karşı gösterdiği dirençtir. Ağaçlar yarılma yeteneği bakımından beş gruba ayrılmaktadır (Çizelge 2.5.).

Çizelge 2.5. Bazı ağaç türlerinin yarılma özelliği (Örs ve Keskin, 2001)

Yarılma Özelliği	Ağaç Türü
Çok kolay yarılan	Ladin, göknar, douglas, Veymut çamı
Kolay yarılan	Kestane, kızılalağaç, ceviz, meşe(saplı, sapsız,kırmızı), söğüt, ıhlamur, at kestenesi, çam, melez
Güç yarılan	Elma, armut, erik, akçaağaç, dişbudak, çınar, beyaz meşe
Çok güç yarılan	Karaağaç, şimşir, gürgen, akasya, karaçam, huş
Yarılmayan	Üvez, kızılıık, abanoz, pelesenk

Ağaç malzemesinin yoğunluğu, nem oranı, lif yönü ve malzemedeki kusurlar, yarılma direncini etkileyen faktörlerdir. Bu durumda; yoğunluk arttıkça yarılma direnci de artmaktadır. Bir ağaç malzemesinin nem oranı %12-17 arasında olduğuunda, yarılma direncinde önemli ölçüde bir değişiklik olmazken, bu değerlerin altında veya üstünde, yarılma direnci düşmektedir. Ayrıca teğet yönde yarılma direnci, radyal yöne göre daha fazla olmaktadır (Örs ve Keskin, 2001).

g) Sertlik direnci:

Sertlik direnci, bir ağaç malzemesinin, içine nüfuz etmeye çalışan daha sert bir objeye karşı koyduğu direnç olarak tanımlanmaktadır. Sertlik, malzemenin yoğunluğu, nem seviyesi, anatomik yapısı ve kesit yönü gibi faktörlerden etkilenebilmektedir. Bu bağlamda, yoğunluk arttıkça sertlik de artmaktadır. LDN'ye kadar nem arttıkça, sertlik azalmaktadır. Tamamen kuru durumda ise malzeme maksimum sertliğe ulaşmaktadır. Farklı ağaç türlerinde sertlik özellikleri değişiklik göstermektedir (Çizelege 2.6.). Kesit yönüne göre değerlendirildiğinde; enine kesitte sertlik değeri en yüksek, radyal kesitte daha düşük, teğet kesitte ise en düşük değere sahiptir.

Çizelge 2.6. Bazı ağaç türlerinin sertlik sınıflandırılması (Örs ve Keskin, 2001)

Sertlik Sınıfı	H _B ⊥ (kg/mm ²)	Ağaç Türü
Çok Yumuşak	0,5-1,0	Kavak, söğüt, ıhlamur, Veymut çamı
Yumuşak	1,0-3,0	Çam, ladin, göknar, huş, kızılğaç
Orta Sert	3,0-4,0	Ceviz, armut, kestane, meşe, kayın
Sert	4,0-6,0	Gürgen, porsuk, kızılçık
Çok Sert	6,0-8,0	Şimşir, leylak
Ekstra Sert	8,0-14	Abanoz, Lignum vitae

h) Dinamik eğilme (Şok) direnci:

Şok direnci, ağaç malzemesinin aniden ortaya çıkan kuvvetlere karşı gösterdiği dirençtir. Şok kuvvetlerine dayanamayan malzemeye gevrek ağaç malzeme denilmektedir. Şok direnci üzerinde ağaç malzemesinin yoğunluğu, nem oranı, sıcaklık, hücre çeperinin anatomik ve kimyasal yapısı ile lif yönü etkili olmaktadır. Bu bağlamda, dinamik eğilme

direnci üzerinde nem oranı ve sıcaklık oldukça değişken özellik göstermektedir. Hücre çeperinde mikrofibrillerin hücre eksenine paralel olduğu malzemede, şok direnci daha yüksektir. Ayrıca hücre çeperindeki lignin oranının artması şok direncini azaltmaktadır (Örs ve Keskin, 2001; Bozkurt ve Erdin, 2011).

i) Aşınma direnci:

Aşınma direnci, ağaç malzemesinin çeşitli kullanım alanlarında aşındırıcı etkilere karşı gösterdiği dirençtir. Aşınmayı tetikleyen faktörler arasında harekete bağlı (yürüme, taşıma ve sürtünme) yükler, ani çarpmalar (şok), darbe, kum, kir ve diğer yabancı maddeler, kimyasal maddelerin etkisi, nem ve sıcaklık değişimleri bulunmaktadır. Aşınma direnci, sertlik, basınç ve makaslama dirençleriyle yakından ilişkilidir ve ağaç malzemesinin yoğunluğu, nem oranı, anatomik yapısı, lif yönü ve yüzey işlemleri aşınma direncini etkilemektedir. Bu bağlamda, yoğunluk arttıkça, ağaç malzemenin aşınmaya karşı direnci de artmaktadır. LDN'ye kadar nem arttıkça, aşınma direnci azalmaktadır. Genellikle liflerin yönü ile kuvvetlerin etki yönü arasındaki açı ne kadar büyük olursa, aşınma direnci o kadar artmaktadır. Yapılan bazı yüzey işlemleri ile aşınmaya karşı iyi bir koruma sağlanabilmektedir (Örs ve Keskin, 2001; Bozkurt ve Erdin, 2011).

2.3. Yapay Ahşap Yapı Malzemesinin Özellikleri

Yapay ahşap yapı malzemelerinin özellikleri, genellikle doğal ahşap malzemenin özelliklerine benzemektedir. Ancak bu malzeme türü, doğal ahşapta lif yönlerine bağlı olarak değişen değerleri göstermemekte, belirli özellikleri elde etmek için özel üretim olanaklarına sahip olmaktadır.

Boyutsal olarak yapay ahşap malzemeler, özel ihtiyaçlara uygun olarak istenilen form ve boyutlarda üretilebilmektedir. Ahşabın doğal boyutlarından daha ileri seviyede yapı elemanları oluşturmak için çeşitli birleştirme teknikleri kullanılabilmektedir.

Fiziksel olarak yapay ahşap malzemelerin özellikleri; hammadde odunun fiziksel formunda yapılan değişiklikler, levha yoğunluğu, kullanılan tutkalın cinsi ve miktarı, su ve yangına karşı direnci artırmak amacıyla eklenen maddelerle geliştirilebilmektedir.

Endüstriyel ahşapta görülen budak, çatlak gibi problemler yapay ahşap malzemelerde genellikle bulunmamaktadır.

Mekanik özellikler açısından yapay ahşap, yüksek dayanıklılığa sahip bir malzemedir. Özellikle üretim sırasında liflerin farklı açılarda yerleştirilmesi endüstriyel ahşaba daha fazla direnç kazandırmaktadır. Kesit kalınlığı, sadece istenen direncin elde edilmesi için değil, aynı zamanda belirli form ve tasarım özelliklerinin vurgulanması için de tasarımcılara geniş olanaklar sunmaktadır (Özcan ve Erol, 2018; Kartal, 2015; Güller, 2001).

Yapay ahşap yapı malzemelerinin üretim türlerine göre sınıflandırılmasına ait boyut, fiziksel ve mekanik özelliklerine Çizelge 2.7. 'de yer verilmektedir.

Çizelge 2.7. Üretim türlerine göre yapay ahşap malzeme özellikleri (Eriç, 2002)

Tür	Ahşaptan Üretilmiş Yapay Malzemeler		Boyut			Fiziksel Özellikler				Mekanik Özellikler			
			Kalınlık mm	En cm	Boy cm	Birim ağırlık gr/cm ³	Suda şişme 24 saat	Isı iletkenlik kcal/mhC°	Ses emicilik dB	σçekme	σbasınç	σeğilme	Elastisite modülü E
Prese kaplama	Kontrplak		3 24 tolerans: +0.2- 0.5	125 170 tolerans: ±5	220 210	0.45 0.50	3-4	0.10- 0.14	0.25 0.05	// 50 100	-	61.4	9000
										⊥ 28 70	-	57	5000
Prese aglomere	Talaş levha		15 100		200	0.57- 0.36	-	0.12- 0.70	0.04 0.70	-	-	40 170	-
	Yonga levha		8 50	122	246	0.56- 0.40	5.5-7	0.08- 0.05	0.25 0.36	12.3-11 8.5-7	-	16.5 14	2300 2000
	Lif levha	Gözenekli	1.2 3.7	30 122	60 244	0.02- 0.40	30- 100	0.028 0.048	0.04 0.74	0.5-1.6	0.6-2	1.4 2.4	-
		Sert	0.4 5	122	366 480	0.40- 1.45	15- 30	-	0.13 0.72	1.7-45	-	2 65	-
Prese masif	Lignostone		Özel üretim			1.4	-	-	-	250	150	250	-
	Emprenye ahşap		Özel üretim			0.94	6.7- 3.2	-	-	85	150	140	14000 21700

2.4. Ahşap Malzemede Bozulma ve Bozulmaya Neden Olan Faktörler

Ahşap, doğal bir hammadde olarak, uygun koşullarda kullanıldığında uzun süreli hizmet sağlayabilmektedir. Ancak uygun olmayan koşullarda çeşitli nedenlerin de etkisiyle ahşabın yapısında, görünümünde ve kimyasal bileşiminde bozulmalar gözlemlenmektedir. Bu bozulmalar basit renk değişikliklerinden ahşabın tamamen işlevsiz hale gelmesine kadar çeşitli değişikliklere neden olabilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2011; Güler, 2011).

Bir ağaç türünün farklı faktörlere karşı gösterdiği direnç, ağaç malzemesinin doğal dayanıklılığı olarak adlandırılmaktadır. Bu doğal dayanıklılık, çeşitli türler arasında ve hatta aynı türün farklı örnekleri arasında bile önemli ölçüde değişiklik gösterebilmektedir (Yıldız, 2021; Cichowlaz, 2004). Ağaç malzemenin doğada dayanıklılıkları genellikle çok dayanıklı, dayanıklı, orta derece dayanıklı, az dayanıklı ve dayanıksız olmak üzere beş farklı grupta sınıflandırılmaktadır (İlter ve ark., 2010) (Çizelge 2.8.).

Çizelge 2.8. Ağaçların dayanıklılık sınıflandırılması (Yıldız, 2021; Bozkurt ve ark.,1993)

Dayanıklılık Sınıfı	Dayanma Süresi	Ağırlık kaybı
Çok Dayanıklı	25 yıl ve daha fazla	% 0 veya çok az
Dayanıklı	15-25 yıl arası	% 0-5 arası
Orta derece dayanıklı	10-15 yıl arası	% 5-10 arası
Az dayanıklı	5-10 yıl arası	% 10-30 arası
Dayanıksız	5 yıldan az	% 30'dan fazla

Çok dayanıklı ağaçlar, çürümeye karşı yüksek risk taşıyan uygulamalar için idealdir. Toprakla veya suyla doğrudan temas etmeleri durumunda da kullanılabilir.

Dayanıklı ağaçlar, genellikle toprak ve su ile temas etmeyen, ancak açık alanlarda kullanılan ağaç malzemeleri içermektedir. Çürüme riskinin yüksek olduğu yerlerde, bu ağaçların empenye edilmesi gerekmektedir.

Orta derecede dayanıklı ağaçlar, toprakla doğrudan temas halinde olacakları yerlerde kullanılmadan önce empenye edilmesi gerekmektedir. Ancak bu tür ağaçlar nemli ortamlarda kısa süreliğine bulunabilir.

Az dayanıklı ağaçlar, nemli bir risk oluşturabilecek durumlarda kullanılmadan önce mutlaka empenye edilmelidir. Bu tür ağaçlar, iç mekan uygulamalarında, örneğin kapı ve pencere yapımı, tavan ve zemin döşemeleri ve mobilya üretimi gibi alanlarda kullanılabilir.

Dayanısız ağaçlar, empenye işlemi uygulanmadan kullanılmamalıdır. Bu tür ağaçlar, genellikle tornacılıkta, yapı içerisindeki mobilya ve kontrplak üretiminde tercih edilmektedir. Ayrıca bu ağaçların kesiminden hemen sonra ormandan çıkarılması ve şekillendirilerek kurutulması gerekmektedir (Yıldız, 2021).

Ağaç türlerinin doğal dayanıklılık durumlarına göre sınıflandırılması Çizelge 2.9.'da verilmektedir.

Çizelge 2.9. Ağaç türlerinin doğal dayanıklılık sınıfları (Bozkurt ve Erdin, 2011’den değiştirilerek alınmıştır)

Ağaç türü	Çok dayanıklı	Dayanıklı	Orta derece dayanıklı	Az dayanıklı	Dayanıksız
İğne yapraklı ağaçlar		Ardıç Porsuk Sedir Boylu mazı	Servi Melez Duglas Göknaarı	Çam Göknaar Ladin Hemlock Parana çamı	
Geniş yapraklı ağaçlar	İroko Tik Pelesenk Paduk Makore Kapur	Kestane Ak meşeler Agba Dahoma Karri	Ceviz Afrika maunu Seraya Okwen	Dut Karaağaç Kırmızı meşeler Abura Hickory Jelutong	Akçaağaç At kestanesi Dişbudak Gürgen Ihlamur Kavak Kayın Kızılağaç Söğüt Balsa Cedrela İlomba

Çalışma kapsamında ahşap malzemede bozulmaya neden olan faktörler; fiziksel faktörler, kimyasal faktörler, mekanik faktörler ve biyolojik faktörler olmak üzere dört başlık altında incelenmektedir.

2.4.1. Fiziksel Faktörler

Ahşap malzemenin bozunmasını etkileyen fiziksel faktörler; nem ve su etkisi, ısı ve yangın etkisi ve açık hava etkileri başlıkları altında üç grupta incelenmektedir.

a) Nem ve su etkisi

Ahşap, hücre çeperi yapısındaki selüloz nedeniyle çevresindeki suyu emme ve verme eğilimindedir. Bu su alışverişi, ahşabın higroskopik yapısı nedeniyle daralma ve genişleme (çalışma) olaylarına yol açmaktadır. Çalışmanın aşırı olduğu durumlarda, ahşap dayanıklılığını kaybederek çatlama, yarıma gibi deformasyonlara neden olmaktadır.

Ahşap içindeki nem miktarı, malzemenin direnç özelliklerini, esnekliğini, işlenebilirliğini ve biyolojik bozulmalara karşı direncini etkilemektedir. Yüksek nem oranına sahip ahşap malzeme, mantar, böcek ve bakteri türlerinin yaşaması için ideal koşulları

oluşturmaktadır. Bu yüzden nemli ahşap malzemeler mantar, böcek ve bakteriler tarafından çok kolay ve hızlı bir şekilde tahrip edilebilmektedir. Nem, aynı zamanda ahşap yapıdaki metal elemanlarda korozyon ve paslanmaya neden olmakta, bu da ahşap malzemede ek renk değişikliklerine yol açmaktadır. Bu nedenle, yapıdaki ahşap malzemeyi korumanın en önemli adımı onu kuru tutmaktır.

b) Isı ve yangın etkisi

Ahşap ve ahşap ürünleri, belirli bir sıcaklık derecesinin üzerinde, yeterli oksijen ve bir alev kaynağının bulunduğu ortamda yanabilme özelliğine sahiptir. Uzun süre yüksek sıcaklıklara maruz kalan ahşap malzemenin dayanıklılığında belirgin bir düşüş ve darbe dayanımında önemli bir azalma gözlemlenmektedir. Ayrıca geniş yapraklı ağaçlar, termal aşınmaya karşı iğne yapraklı ağaçlardan daha fazla duyarlıdır (Güler, 2011).

Ahşap malzemenin sıcaklığı 100°C'nin üzerine çıkartıldığında, önce odunun rengi koyulaşmakta, fazla su dışarı atılmakta ve malzeme ağırlığını kaybetmeye başlamaktadır. Sıcaklık 100-200°C arasında olduğunda, kalan su ile birlikte CO ve CO₂ gazları açığa çıkmaktadır. Sıcaklık 200°C'nin üzerine çıktığında, çabuk alevlenebilen metan ve karbon monoksit gazları salınmakta ve 260-350°C'lerde hücrelerde bozulmalarla birlikte alevlenme meydana gelmektedir. Hemiselülozlar 200-260°C sıcaklık aralığında ayrışırken, ahşabın en dirençli bileşeni olan lignin 280-500°C arasında ayrışır. Ortam sıcaklığı yaklaşık 400°C'ye çıktığında, ahşap kömürleşme sürecine girer. Kömürleşmiş katman, bir izolasyon tabakası gibi işlev görerek iç kısımlara ısı iletimini engeller ve bu sayede ahşabın iç yapısının korunması sağlanabilmektedir (Desch ve Dinwoodie, 1996).

Ahşap yapıların yangına karşı dayanıklılığını güçlendirmek için, çeşitli kimyasal ve yapısal önlemler kullanılmaktadır. Bu önlemler, yapıların bütünlüğünü daha uzun süre sürdürmeyi ve alevlerin ilerlemesini geciktirmeyi hedeflemektedir (Şimşek, 2020).

c) Açık hava etkileri

Açık hava koşullarına uzun süre maruz kalan ahşap malzeme; sıcaklık, bağıl nem, yağmur, kar, dolu, rüzgar, güneş, ışık ve hava kirliliği gibi çeşitli iklimsel faktörlerin etkisiyle bozulmaktadır. Bu etkiler, malzeme yüzeyinde renk değişikliği, yüzey

pürüzlülüğü, çatlaklar ve erozyon oluşturmaktadır (Kartal, 2016). Renk değişimiyle başlayan bu etkiler, zamanla ahşap malzemenin yapısında değişikliklere yol açmaktadır. Özellikle ultraviyole (UV) ışınları, ahşabın yapısında kimyasal bozulmalara neden olmaktadır. UV ışınlarının etkisiyle, açık renkli ahşaplar sarı veya kahverengiye dönerken, koyu renkli ahşapların rengi ise bazen açılmaktadır.

Dış ortam şartlarına maruz kalan ahşap malzemenin yüzeyinde yağmur suyu nedeniyle oluşan aşınma, ağaç türlerine göre farklı gelişim göstermektedir. Yoğunlukları daha yüksek olan ağaç türlerinin genellikle daha düşük aşınma oranlarına sahip olduğu bilinmektedir (Bozkurt, 2008).

Ahşabı hava koşullarının etkilerinden korumak için genellikle yüzeyde film tabakası oluşturan boya, vernik, cila gibi maddelerle birlikte ahşaba nüfuz eden koruyucular, su iticiler, örtücü boyalar ve çeşitli kimyasallar kullanılmaktadır. Ancak, boyalar güneş ışığına karşı etkili bir koruma sağlasa da zaman içinde çatlayıp soyulabilmektedir. Vernik uygulamaları ise suya karşı hassas olup kolayca çatlayabilmekte ve boyalardan daha kısa ömürlü olmaktadır. Ahşaba zarar veren değişimlerden korunmak amacıyla, su itici maddelerin emprenye maddeleriyle karıştırılarak ahşaba uygulanması gerekebilmektedir. (Bozkurt ve Erdin, 2011).

2.4.2. Kimyasal Faktörler

Metal, asit ve baz gibi kimyasal maddelerle temas, ahşap yapı malzemesinde çeşitli bozulmalara neden olmaktadır. Bu bozulmaların boyutunu belirleyen faktör, kimyasal maddelerin ahşabın hücre duvarına ulaşma oranıdır. Bu kimyasallar ahşabın rengini değiştirebilmekte ve uzun süre alkaliye maruz kalma durumunda malzemeyi zayıflatmaktadır. Aynı zamanda hemiselüloz ve lignin eriyerek liflerde ayrılma meydana gelmektedir (Karaman ve Zeren, 2010).

Ağaç malzeme genel olarak düşük sıcaklıklara ve düşük konsantrasyonlu kimyasallara karşı dirençlidir. Ancak bazlara karşı aynı direnci gösterememektedir. Bu durum, ağacın yapısında bulunan hemiselüloz ve lignin bileşenlerinin asitlere karşı dirençli olmasına karşın, bazlara karşı dirençsiz olmasından kaynaklanmaktadır. Ahşabın kimyasallara karşı direncini etkileyen diğer faktörler arasında ağaç türü, kimyasal maddenin türü ve

maruz kalma süresi de bulunmaktadır. İğne yapraklı ağaç türleri yapısında daha az hemiselüloz bulunduğundan, kimyasal etkilere karşı geniş yapraklı ağaç türlerine göre daha fazla direnç göstermektedir (Bozkurt ve Erdin, 2011).

Ahşapta kimyasal faktörler nedeniyle direnç kaybının yanı sıra renginde de değişiklikler meydana gelebilmektedir. Havada veya fırında kurutulduktan sonra çeşitli ahşapların rengi, hücre içeriklerinin oksitlenmesi nedeniyle koyulaşmaktadır. Ayrıca nemli alanlarda metal elemanların ahşap tanenleriyle etkileşime girmesi sonucunda renk değişiklikleri ve lekeler ortaya çıkabilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2011; Desch ve Dinwoodie, 1996).

2.4.3. Mekanik Faktörler

Ahşap malzemeler, doğal etkenler ve canlıların eylemleri sonucunda mekanik aşınmaya maruz kalmaktadır. Bu aşınmanın en yaygın şekli, uzun süre boyunca yük altında olan ahşap yapıların rijitliğinin azalması ve buna bağlı olarak eğilmelerin meydana gelmesidir. Sürekli basınç altındaki ahşap zamanla deformasyona uğrayarak mekanik aşınma yaşamaktadır. Özellikle yüksek nem içeriğine sahip ahşap malzemeler sonradan kurutulduğunda eğilme derecesi önemli ölçüde artış göstermektedir.

Tekrarlanan mekanik basınçlar ve sürtünme özellikle döşeme kaplamaları, merdivenler ve demiryolu traversleri gibi ahşap malzemelerde aşınmaya neden olmaktadır. Ahşabın direnci; seçilen ağaç türüne, nem oranına, yüklenme şekline, karşılaştığı koşullara ve yükün uygulandığı yüzeyin lif yapısına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Enine yüzeyler genellikle daha yüksek dirence sahip olduğundan, yoğun kullanılan alanlarda ahşabın enine yüzeyleri tercih edilmektedir. Ahşap malzemelerin yoğunluğu arttıkça, masif ahşapların aşınmaya karşı direnci de genellikle artmaktadır. Ancak ahşap içindeki nem miktarının artması, aşınmaya karşı direncin azalmasına neden olabilmektedir (Güler, 2011).

2.4.4. Biyolojik Faktörler

Ahşap, organik yapısı sayesinde birçok canlı için mükemmel bir besin ve yaşam alanı oluşturmaktadır. Bu canlılar, ahşabın yapısal bütünlüğüne zarar vererek çürümesine ve bozulmasına neden olmaktadır (Thomasson ve ark., 2006). İstilalar sonucunda ahşap malzemelerde önemli hasarlar meydana gelerek dayanıklılığı azalmaktadır. Bu nedenle,

ahşap koruma yöntemleri ve tedbirleri, biyolojik zararlıların etkilerini en aza indirmek ve ahşap malzemelerin ömrünü uzatmak için önemlidir. Ahşabın bozulmasına neden olan biyolojik faktörler; bakteriler, mantarlar, böcekler ve termitler ve deniz zararlıları olmak üzere dört başlık altında incelenmektedir.

a) Bakteriler

Bakteriler, bitkiler alemindeki en küçük organizmalar olarak bilinmekte ve yaşamları genellikle ortam şartlarına bağlı olarak aerobik veya anaerobik koşullarda varlıklarını sürdürebilmektedir. Tipik olarak 20-30 °C sıcaklık aralığında ve %80-100 bağıl nemde optimal gelişim gösteren bakteriler, işlenmemiş ahşabın ıslak veya nemli olduğu durumlarda malzemeye nüfuz etmektedir. Bu durum, ahşabın içinde kahverengi ve nemli bir görünüm oluşturmaktadır. Bakterilerin fermantasyon süreci, odun içinde ekşi bir koku oluşumuna da yol açmaktadır.

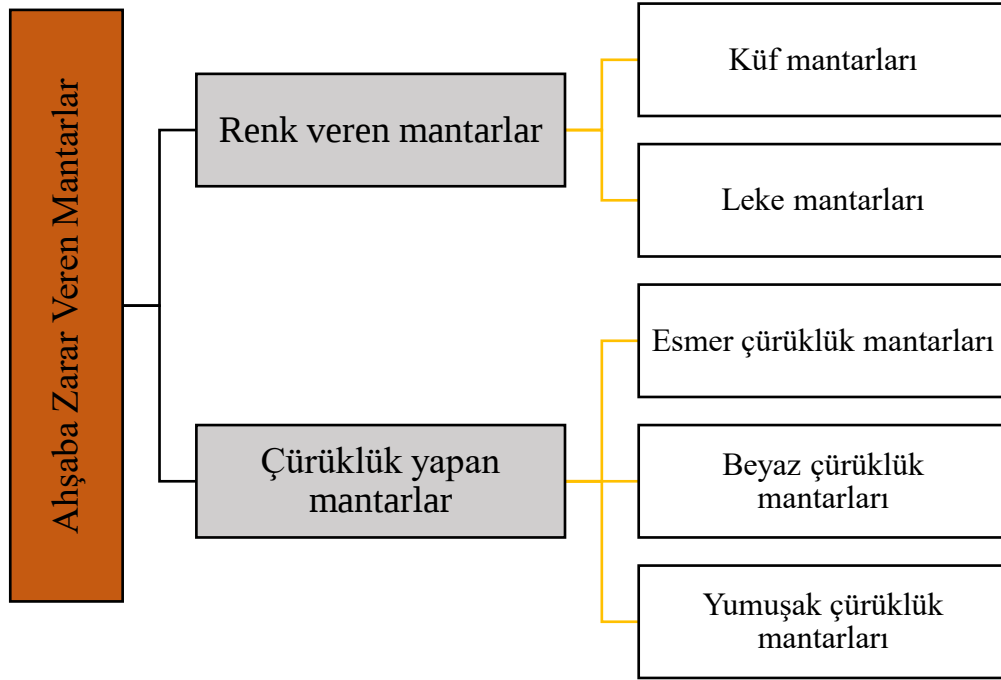
Ahşaba zarar veren bakteriler genellikle aşındırıcı etki göstermekte ve ahşap malzeme yüzeyinde koyu renkli lekeler neden olmaktadır. Bakterilerin çoğalabilmesi için ahşapta belirli bir serbest suyun bulunması gereklidir. Bu durum, mantarların gelişimi ve çoğalması için de uygun bir ortam hazırlamaktadır. Bakterilerin ahşap malzeme üzerindeki etkilerini kontrol etmek ve önlemek için uygun nem kontrolü ve koruma tedbirleri almak önemlidir (Bozkurt ve Erdin, 2011; Günay, 2002).

b) Mantarlar

Mantarlar, çok fazla türü olan bitkisel organizmalardır. Bu canlılar diğer yeşil bitkilerden farklı olarak yapılarında klorofil bulunmaması nedeniyle kendi besin maddelerini üretememektedir. Ahşaba zarar veren tüm mantar türleri, gelişimlerini sürdürebilmek için odun hammaddesi gibi bir besin kaynağına, uygun bir sıcaklık ve nem seviyesine ve oksijene ihtiyaç duyarlar (Bozkurt ve Erdin, 2011; Günay, 2002). Bu gerekliliklerden herhangi biri eksik olduğunda, mantarlar ya ölürler ya da daha elverişli koşullar bulana kadar gelişmeyerek ve belirli bir formda kalırlar.

Ahşap malzemelere zarar veren mantarların sınıflandırılması Çizelge 2.10.' da verilmektedir.

Çizelge 2.10. Ahşaba zarar veren mantarların sınıflandırılması (Bozkurt ve Erdin, 2011)



Ahşaba zarar veren mantarlar genellikle renk verenler ve çürüklük yapanlar olarak iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Ahşapta renk veren mantarlar, hücre boşluğundaki protoplazmayı tüketerek etki göstermektedir (Örs ve Keskin, 2001). Bu mantarlar kendi içlerinde küf ve leke mantarları olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır.

Küf mantarları, genellikle hücre çeperinde bulunan selüloz ile lignini etkilemeyerek sadece hücre içindeki maddelerle beslenirler. Özellikle öz ışını paranzim hücrelerinde bulunan karbonhidratlarla beslenirler ve bu nedenle ahşabın fiziksel özelliklerini ve direncini etkilemezler. Ancak siyah veya yeşil renklerde oluşan küf tabakası, ahşabın estetik görünümünü bozabilmekte ve yapıştırma işlemlerini zorlaştırabilmektedir (Şekil 2.11.A) Ahşabın kurutulması sürecinde küf mantarları ölmekte ve ortaya çıkan yüzeysel renklenmeler, ahşap tamamen kuruduktan sonra temizlenebilmektedir (Bozkurt, 2008).

Leke mantarları ise ahşap hücrelerindeki nişasta ve şeker gibi karbonhidratlarla beslenmektedir. Hücre çeperine zarar vermedikleri için ahşabın sağlamlığını ve dayanıklılığını azaltmazlar; ancak permeabilitesini ve görsel özelliklerini değiştirirler. Renk değişimi, küfler gibi yüzeysel olmayıp ahşabın iç kısımlarına da yayılabilmektedir. Ahşap yüzeyinin su alması durumunda bu mantarlar gelişerek ahşaba gri-mavi bir renk

vermektedir (Şekil 2.11. B). Bu nedenle bu mantarlara mavi küf mantarı da denilmektedir (Günay, 2002). Leke mantarlarının gelişimi için nem miktarı ve sıcaklık önemli faktörlerdir. Türler gereğinde değışmekle birlikte, genelde en uygun nem miktarı %30-40 aralığında olup, sıcaklık istekleri ise 18-20-25 °C arasında değışmektedir (Bozkurt, 2008).



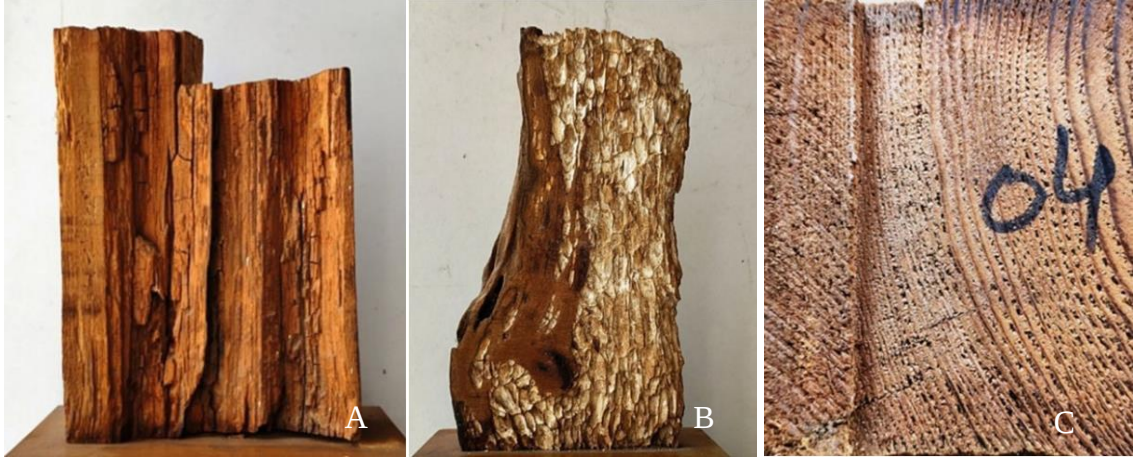
Şekil 2.11. Ahşaba renk veren mantarların verdiği etkiler A) Küf mantarları (URL-9) B) Leke mantarı (Aslan ve Usta, 2009)

Ahşapta çürüklük meydana getiren mantarlar, ahşabın hücre çeperini oluşturan bileşiklere zarar vererek çürüme sürecini başlatmaktadır (Örs ve Keskin, 2001). Çürüklük yapan mantarlar ahşap dokusundaki etkilerine göre; esmer çürüklük, beyaz çürüklük ve yumuşak çürüklük mantarları olarak üçe ayrılmaktadır (Thomasson ve ark., 2006).

Esmer çürüklük mantarları, hücre duvarındaki selülozu tahrip etmekte ve bu nedenle kalan lignin, ahşabın kahverengi bir renk almasına neden olmaktadır. Bu mantarlar nedeniyle ahşap boyuna ve enine çatlamakta ve küp şeklinde parmakla ezilebilir parçalar oluşmaktadır (KUDEB, 2009). Esmer çürüklük, ahşabın direncinde ve ağırlığında yaklaşık %70’lik bir azalmaya yol açmaktadır (Bozkurt, 2008).

Beyaz çürüklük mantarları, odun hücre duvarlarının tüm bileşenlerini, özellikle lignin ve hemiselülozu parçalamakta; ancak selüloz genellikle saldırıya uğramamaktadır. Bu nedenle geriye kalan selüloz ahşabın beyaz bir renk almasını sağlamaktadır (Sundararaj, 2022). Beyaz çürüklük mantarları, esmer çürüklük mantarları gibi enine çatlaklar, anormal daralma veya çökme oluşturmamaktadır.

Yumuşak çürüklük mantarları, malzemenin selüloz ve hemiselüloz tabakalarını tahrip ederek etkilemektedir. Bu tür mantarlar genellikle toprakla ve suyla doğrudan temas eden, çok rutubetli yerlerde oluşmaktadır. Oluşan çürüklüğün malzemenin orijinal formunu koruduğu ancak yüzey renginde bozulma, yumuşama ve çukurlaşmaların meydana geldiği görülmektedir. Malzeme kurudukça, çürük yüzeylerde ince çatlakların ortaya çıktığı ve ufalanmalar olduğu görülmektedir (Örs ve Keskin, 2001).



Şekil 2.12. Ahşapta çürüklük yapan mantarlar A) Esmer çürüklük mantarı B) Beyaz çürüklük mantarı C) Yumuşak çürüklük mantarı (Sundararaj, 2022)

Böcekler ve Termitler

Böcekler; barınma, beslenme veya yumurta bırakma amaçlarıyla ahşaba zarar verebilen canlılardır (Milton, 1995). Bu canlılar, odunun dışındaki diri odunu tüketerek galeri boşlukları açmakta ve bu tünellerde yumurtalarını bırakmaktadır. Larvalar dışarıdan bakıldığında belirgin olmasa da ahşabın iç kısmını tüketerek mekanik zayıflığa neden olmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2011). Bu zararlı böceklerin yaşayabilmesi için optimum rutubet miktarı genellikle %8-10 arasında, sıcaklık ise 20-30°C arasındadır (Kartal, 2016).

Ahşap yapıları en çok tahrip eden böcek türleri arasında ev teke böceği (*Hylotrupes bajulus*) (Şekil 2.13.A,B), adi mobilya böceği (*Anobium punctatum*), alacalı kemirici böcek (*Xestobium rufovillosum*) ve parke böceği (*Lyctus linearis*) sayılabilmektedir (KUDEB, 2009).



Şekil 2.13. Ahşaba en fazla zarar veren Ev teke böceği (*Hylotrupes bajulus*) A) Ergin ve kurt hali B) Aynı böceğin odunda yaptığı tahribat (Yıldız, 2011)

Dünya genelinde bir diğer önemli odun zararlısı olan termitler, genellikle dış yüzeyden tespit edilemeyen ancak ahşap kesiti alındığında açtıkları galeri boşluklarıyla fark edilen canlılardır. Bu nedenle termitler, ahşap malzemeye en ciddi zarar veren organizmalardan biridir. Termitler, ahşabın selülozunu tüketerek malzemeyi tahrip etmektedir (Şekil 2.14.A,B)



Şekil 2.14. Ahşaba zarar veren termitler A) Termitlere ait görüntü B) Çam malzemede termit hasarı (Arango ve ark., 2021)

Deniz zararlıları

Ahşap yapı elemanları, özellikle deniz içinde bulunan köprü ve iskele gibi yapılar, denizde yaşayan bazı canlılar tarafından tahrip edilebilmektedir. Oluşan hasarın büyüklüğü; sıcaklık, suyun tuzluluk oranı, mantarla ortak yaşama ve ahşap türü gibi birçok faktöre bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Deniz zararlıları arasında

yumuşakçalar (deniz kurtları - *Teredo* sp., *Bankia* sp.), kabuklular (*Limnoria* sp., *Sphaeroma* sp.) ve pholad'lar (*Martezia* sp.) örnek olarak gösterilebilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2011; Milton, 1995) (Şekil 2.15.).



Şekil 2.15. Kabuklu deniz zararlılarının ahşap köprü ayaklarına verdiği hasar (URL- 10)

2.5. Emprenye

Organik bir yapı yapı malzemesi olan ahşabın, hizmet ömrünü arttırmak ve dış etkilere korumasını sağlamak amacıyla çeşitli yöntemlerle korunması gerekmektedir. Ahşabın korunma yöntemlerinden biri olan emprenye, ahşap içine çeşitli koruyucu kimyasal maddelerin enjekte edilmesi işlemidir. Bu işlem, ahşabın boyut ve şekil değişikliklerini, mantar ve böcek saldırılarını, çürümeyi ve küf oluşumunu engellemektedir. Böylece, ahşabın kullanım ömrü arttırılmaktadır (Bozkurt ve ark.,1993; Milton, 1995; Kartal, 2009; Berkin, 2022).

Ağaç malzemenin korunması, tarih öncesi çağlardan bu yana önemli bir konu olmuştur ve çeşitli maddeler ve teknikler kullanılarak bu koruma sağlanmıştır. Arkeolojik kazılarda bulunan kömürleştirme, ilk koruma yöntemlerinden biridir. Türkiye'deki Efes'teki Diana Tapınağı, kömürleştirilmiş ağaç direkler üzerine kurulmuştur. Eski Çin, Mısır, Roma ve Yunan uygarlıkları, ağaçları korumak için bitkisel, hayvansal ve mineral yağlar kullanmışlardır. Yaşanan gelişmelerle birlikte 16. yüzyıldan itibaren, ticaret gemilerini korumak amacıyla, kömürleştirme ve odun katranına batırma yöntemlerine ek olarak, endüstriyel gelişmelerle birlikte yağlar, tutkallar, reçineler, kauçuk ve tuzlar gibi

malzemelerin kullanımı başlamıştır (Bozkurt ve ark., 1993). Ağaç malzemenin korunmasını sağlamak için 2000 yıldan beri çeşitli maddeler denenmeye devam edilmektedir.

Ağaç malzemenin emprenye edilebilirliği, odunun anatomik yapısı, önceden yapılan kurutma ve yarık açma işlemlerine bağlıdır. Emprenye işleminin etkinliği ise; uygulanan maddenin zehirliliği, nüfuz derinliği ve tutunma (retensiyon) miktarına bağlıdır (Örs ve Keskin).

Emprenye maddeleri ve yöntemlerinin seçimi, ahşap malzemenin türüne, bulunduğu ortamın koşullarına ve kullanım yerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Günümüzde, emprenye işlemleri sadece doğal ahşap için değil, aynı zamanda ahşap kökenli levhaların üretimi için de kullanılmaktadır. Ahşap yongalarının emprenye maddeleriyle harmanlanması ve şekillendirilmesi, çeşitli özelliklere karşı dayanıklı levhaların üretimini mümkün kılmaktadır (Bozkurt, 2008).

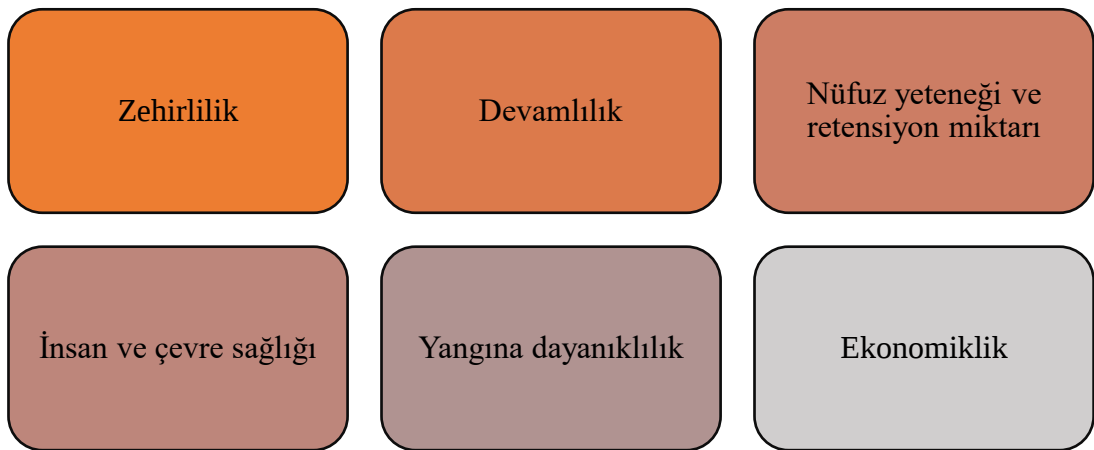
2.5.1. Emprenye Maddeleri

Ahşap malzemenin korunması için ilk dönemlerde hayvansal, bitkisel ve mineral yağlar gibi doğal maddeler kullanılmıştır. Ancak endüstrinin gelişmesiyle birlikte kimyasal maddelerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Günümüzde bilinen yaklaşık 2500 civarında emprenye maddesi bulunmaktadır. Bu maddelerden bazıları tek başına kullanılabilirken, bazıları ise bir arada kullanılabilmektedir (Freeman ve ark., 2003; Schultz ve ark., 2007).

Kimyasal maddelerin kullanılması, ahşaba uzun bir kullanım ömrü sunsa da, bazı durumlarda diğer canlılara ve çevreye zarar verebilecek potansiyeli vardır. Bu sebeple, yenilikçi, çevre dostu ve kanserojen olmayan maddelerin keşfi önemlidir. Bu tür araştırmaların sonucunda, günümüzde doğal maddelerin emprenye maddesi olarak kullanımı tekrar popüler hale gelmiştir. Ahşabın korunmasında kullanılan doğal maddeler arasında bitki ve ağaç özleri, uçucu yağlar, ağaç kabuğundan elde edilen mumlar ve reçineler bulunmaktadır (Teaca ve ark., 2019; González-Laredo ve ark., 2015; Hülagü, 2021).

Bir kimyasal maddenin veya karışımın emprenye maddesi olarak kullanılabilmesi için belirli özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bu özellikler şunlardır (Şekil 2.16):

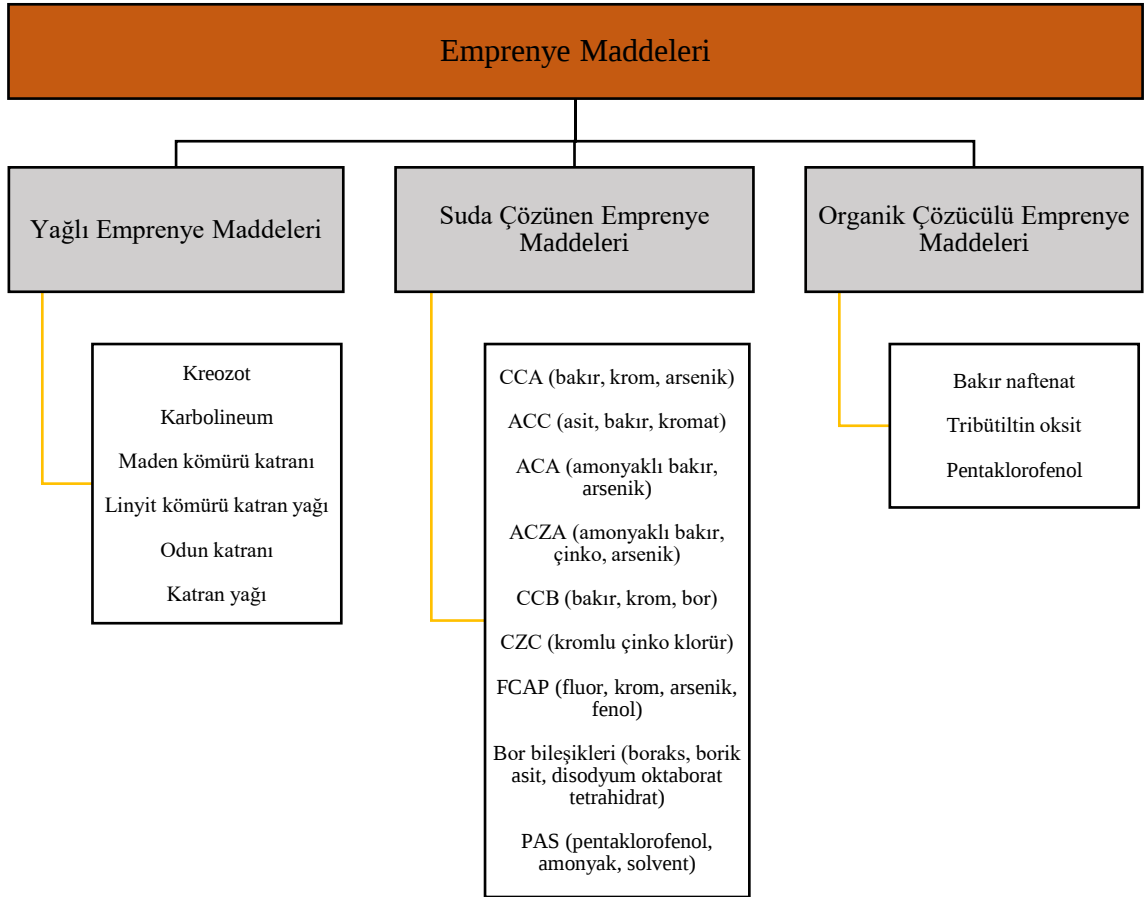
- **Zehirlilik:** Emprenye maddesi, mantar, böcek ve deniz zararlılarına karşı etkili bir zehirleyici içermelidir.
- **Devamlılık:** Zehirlilik etkisi uzun süre olmalı, yıkanmaya karşı dayanıklı, düşük uçuculuk özelliğine sahip ve kimyasal bakımdan stabil olmalıdır.
- **Nüfuz Yeteneği ve Retensiyon Miktarı:** Kimyasal maddeler yalnızca yüzeyde kalmamalı, aynı zamanda odunun derinliklerine kolayca nüfuz etmeli ve etkili bir şekilde tutunmalıdır.
- **İnsan Sağlığı ve Çevreye Duyarlılık:** Emprenye işlemlerinde çalışanların veya kullanıcıların sağlığını olumsuz yönde etkilememeli ve çevreye zarar vermemelidir.
- **Yangına Dayanıklılık:** Emprenye maddesi, ağaç malzemenin yanma kabiliyetini artırmamalı, aksine yangına karşı koruyucu bir etki sağlamalıdır.
- **Ekonomiklik:** Emprenye maddeleri ekonomik, kolay temin edilebilir ve bol miktarda bulunabilir olmalıdır (Desch ve Dinwoodie, 1996; Bozkurt ve Erdin, 2011; Richardson, 2002).



Şekil 2.16. Emprenye maddesinde olması gereken özellikler kavram haritası (Bozkurt ve Erdin, 2011’den uyarlanmıştır)

Ahşabın emprenyesinde kullanılan kimyasal emprenye maddeleri; yağlı emprenye maddeleri, suda çözünen emprenye maddeleri ve organik çözücüde çözünen emprenye maddeleri olmak üzere üç grupta toplanmaktadır (Erten, 1988) (Çizelge 2.11.).

Çizelge 2.11. Emprenye maddelerinin sınıflandırılması (İlter ve ark., 2010; Bozkurt, 2008; Bozkurt ve ark., 1993'ten uyarlanmıştır)



Yağlı Emprenye Maddeleri

Yağlı emprenye maddeleri, özellikle ağaç malzemenin yoğun nem altında kullanılacağı durumlar için iyi performans gösteren koruyuculardır. Bu maddeler, emprenye edilen malzemedeki su hareketini azaltarak mantar gelişimini engellemektedir. İşlem sonrasında yağlı bileşiklerle emprenye edilen malzemenin yüzeyi yağlı olduğu için malzemeye cilalama veya boyama uygulanması gerekmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2011; Richardson, 2002). Kreozot, karbolineum, maden kömürü katranı, linyit kömürü katran yağı, odun katranı ve katran yağı, bilinen diğer yağlı emprenye maddeleridir (Anonim, 1988).

Kreozot, günümüzde hala kullanılan emprenye maddeleri arasında en eski olanıdır. Kreozot, maden kömürü katranının damıtılmasıyla elde edilmekte ve yüzlerce farklı bileşenin karışımını içermektedir. Genellikle çürüme riski taşıyan ve suya maruz kalan ahşap malzemelerin korunması için tercih edilmektedir (Berkin, 2022). Kreozot, içerdği uçucu bileşenler nedeniyle güçlü bir kokuya sahiptir ve bu sebeple kapalı mekanlarda kullanılması tavsiye edilmemektedir (Bozkurt, 2008).

Suda Çözünen Emprenye Maddeleri

Suda çözünen emprenye maddeleri, bakır, krom, arsenik, bor, çinko, sodyum, potasyum gibi elementlerin tuzlarının birleşiminden oluşur. Bu maddeler, düşük maliyetli, iyi bilinen ve kolayca bulunabilen emprenye maddeleri olmaları, kokusuz olmaları ve üst yüzey işlemleri sırasında malzemenin performansını bozmamaları gibi avantajları nedeniyle genellikle tercih edilmektedir. Suda çözünen emprenye maddeleri arasında başlıca yer alan bileşikler şunlardır: CCA (bakır, krom, arsenik), ACC (asit, bakır, kromat), ACA (amonyaklı bakır, arsenik), ACZA (amonyaklı bakır, çinko, arsenik), CCB (bakır, krom, bor), CZC (kromlu çinko klorür), FCAP (fluor, krom, arsenik, fenol), bor bileşikleri (boraks, borik asit, disodyum oktaborat tetrahidrat) ve PAS (pentaklorofenol, amonyak, solvent)'tır.

CCA tipi emprenye maddeleri; CCA tuzları içeren emprenye maddeleridir ve bakır, krom ve arseniği içerirler. Bu maddeler böcek ve mantar zararlarına karşı etkilidir ve yanmayı önleyici diğer maddelerle birleştirilebilmektedir. Boyanabilir ve kokusuzdur. Ancak çalışma kusurları meydana getirebilir ve yıkanabilirler.

CCB tipi emprenye maddeleri; CCB tuzları içeren emprenye maddeleridir ve bakır, krom ve bor içerirler. Piyasada Celcure-M, Wolmanit-CB ve Tanalith-CBC olarak da bilinmektedir. Ağaç malzemedede, mantar, böcek, termit ve deniz zararlılarına karşı koruma sağlarken, aynı zamanda odunun yanabilirliğini de azaltmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2011; Richardson, 2002).

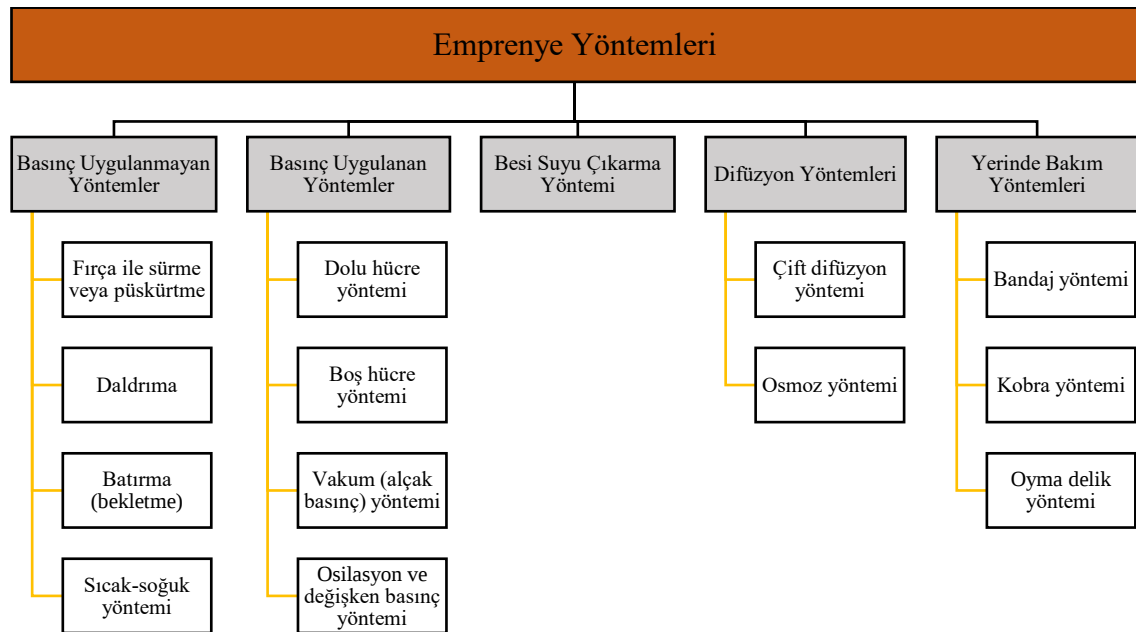
Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri

Organik çözücülü emprenye maddeleri, petrol distilasyon ürünleri olan organik çözücülerde çözülen fungusit ve insektisit özellikteki koruyucu maddelerdir (Bozkurt ve ark., 1993; Richardson, 2002). Bu tip emprenye maddeleri arasında bakır naftenat, tribütültin oksit, pentaklorofenol gibi maddeler bulunmaktadır. Terebentin, tiner ve mineral spirit gibi hızlı buharlaşan maddeler organik çözücü olarak kullanılmaktadır. Emprenye işleminden sonra çözücüler hızla buharlaşır, bu da ahşap malzemenin işlem görmüş gibi görünmeden boyanabilir hale gelmesini sağlamaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2011). Ancak maliyetleri yüksek olmaları ve uçucu maddelerin buharlaşmasıyla yangın riskini artırması bu malzemelerin olumsuz özellikleridir.

2.5.2. Emprenye Yöntemleri

Ahşap malzemenin emprenye edilmesinde kullanılan yöntemler uygulama şekilleri bakımından beş grupta toplanmaktadır (Çizelge 2.12.). Bunlar; basınç uygulanmayan yöntemler, basınç uygulanan yöntemler, besi suyu çıkarma yöntemleri, difüzyon yöntemleri ve yerinde bakım yöntemleridir (Bozkurt ve Erdin, 2011; Örs ve Keskin, 2001).

Çizelge 2.12. Emprenye yöntemlerinin uygulama şekillerine göre sınıflandırılması (Bozkurt ve Erdin, 2011; İlter ve ark., 2010'dan uyarlanmıştır)



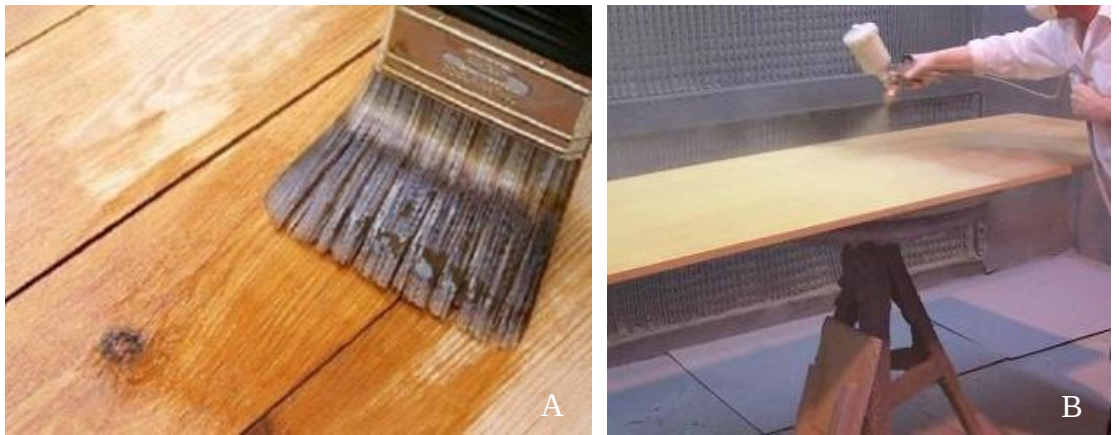
Basınç uygulanmayan yöntemler

Emprenye maddelerinin ahşaba basınçsız olarak uygulandığı emprenye işlemleridir. Basınç uygulamayan yöntemlerle emprenye edilen ahşap malzemelerde genellikle sınırlı bir miktarda emprenye maddesi absorpsiyonu ve nüfuz derinliği elde edilmektedir. Fırça ile sürme ve püskürtme, daldırma, batırma ve sıcak-soğuk emprenye yöntemleri bu basınç uygulanmayan yöntemler kategorisinde bulunmaktadır (Bozkurt ve ark., 1993; Bozkurt ve Erdin, 2011; Desch ve Dinwoodie, 1996; Richardson, 2002).

a) Fırça ile sürme ve püskürtme:

Fırça ile sürme yöntemi, emprenye maddesinin ahşaba fırça yardımıyla yüzeyden uygulandığı bir yöntemdir. Optimal sonuçlar için, emprenye maddesinin birkaç katman halinde temiz ve kuru ağaç malzemesinin yüzeyine uygulanması gerekmektedir. Bu uygulama ile emprenye maddesi, ahşabın içerisine birkaç milimetre derinliğe kadar işlemektedir (Şekil 2.17.A).

Püskürtme yöntemi, emprenye maddelerinin veya diğer koruyucu kimyasalların genellikle bir el pompası kullanılarak ahşap üzerine püskürtüldüğü bir yöntemdir. Bu yöntem hızlı bir uygulama sağlamak ve fırça ile uygulama yönteminin etkisine benzer sonuçlar vermektedir (Bozkurt ve ark., 1993; Günay, 2002) (Şekil 2.17.B).



Şekil 2.17. Basınç uygulanmayan yöntemler A)Fırça ile sürme B)Püskürtme işlemleri (URL- 11)

b) Daldırma

Daldırma yönteminde ağaç malzeme birkaç saniye ile 3-60 dakika arasında emprenye maddesi içerisine batırılıp çıkarılma yöntemi ile işlenmektedir. Malzemenin tamamen emprenye maddesi içine daldırıldığı bu yöntem, fırça ile sürme yöntemine kıyasla daha etkili olabilmektedir (Şekil 2.18.).



Şekil 2.18. Daldırma yöntemine hazır ahşap malzeme (URL- 12)

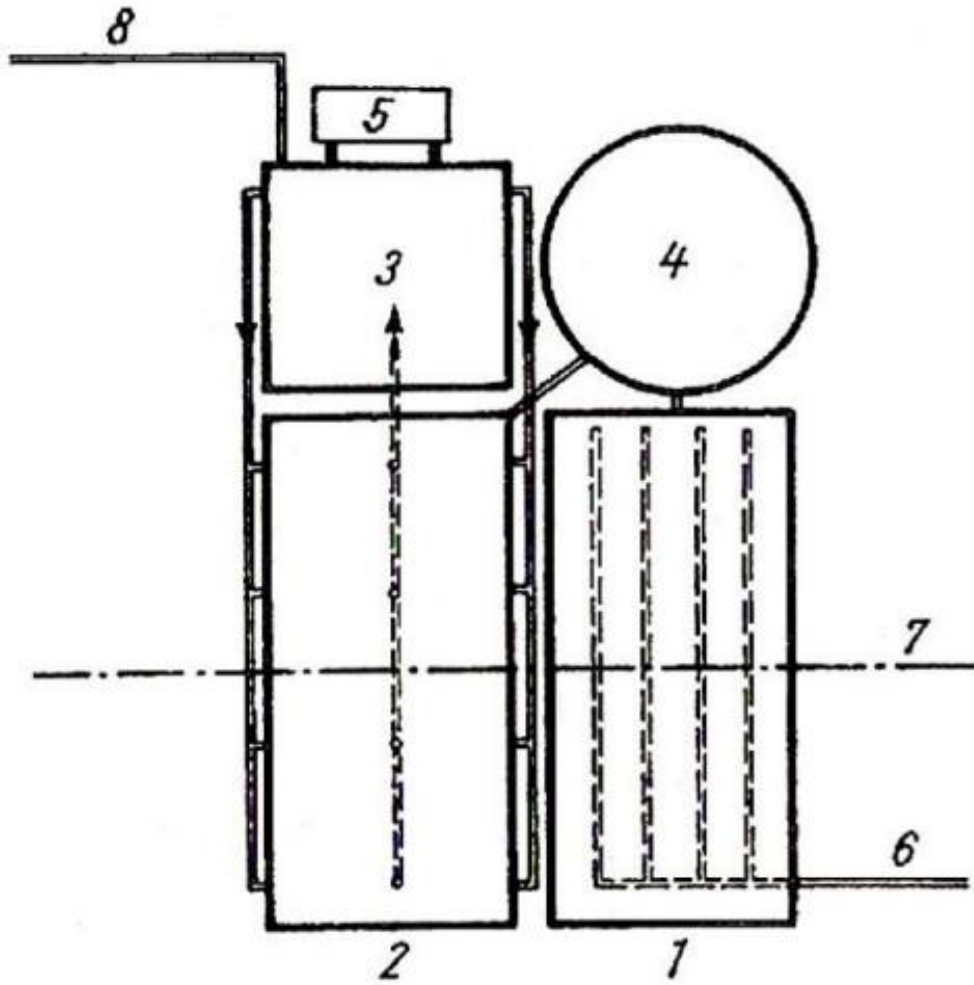
c) Batırma(bekletme)

Batırma tekniği, ahşap malzemenin 2-3 gün boyunca bir tankta emprenye maddesi içinde bekletilmesi işlemidir. Bu yöntemle, ahşabın tüm yüzeyi emprenye maddesi ile temas halinde olduğundan, herhangi bir basınç uygulanmadan emprenye maddesinin ahşaba nüfuz etmesi sağlanmaktadır. Batırma süresi, hedeflenen nüfuz derinliğine bağlı olarak uygulanmaktadır. Batırma yönteminde, suda çözünen tuzlar kullanılarak taze ahşap malzemenin emprenye edilmesi mümkündür (Bozkurt ve Erdin, 2011; Örs ve Keskin, 2001).

d) Sıcak-soğuk yöntemi

Sıcak-soğuk yöntemi, emprenye maddesinin ahşap malzemeye derinlemesine nüfuz etmesini sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntem, sıcaklık değişiminden kaynaklanan basınç farklılıklarını kullanmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2011). Bu işlemde, hava kurusu durumundaki ahşap malzeme ilk olarak sıcak emprenye maddesi içine daldırılmaktadır.

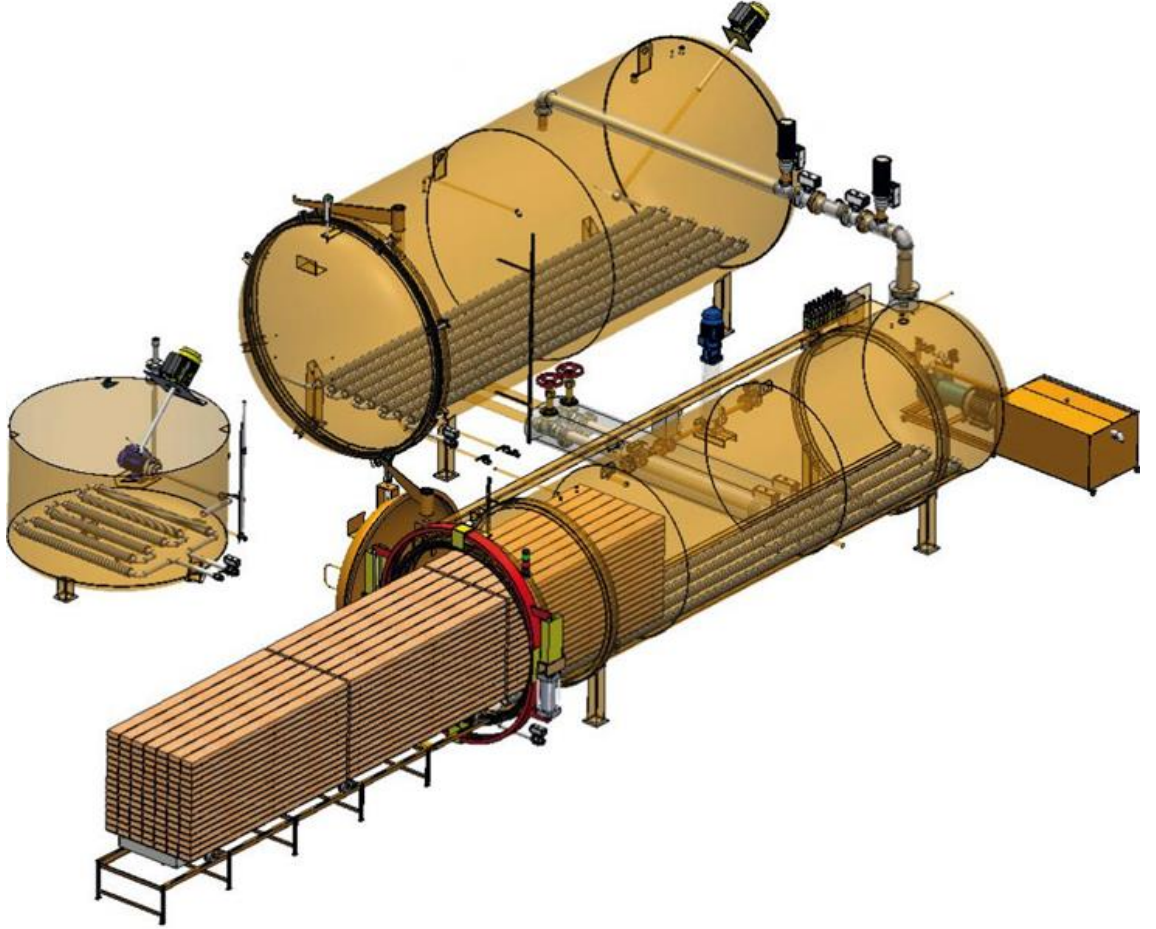
Bu aşamada, malzemenin içindeki hava ısınmakta, genişlemekte ve dışarı çıkmaktadır. Ardından, malzeme soğuk emprenye maddesi içine daldırılmaktadır. Bu aşamada, hava soğumakta, küçülmekte ve vakum etkisi oluşturarak emprenye maddesini ahşabın içine çekmektedir, bu da derin bir nüfuz sağlamaktadır. Bu işlem, iki ayrı kazanda gerçekleştirilebileceği gibi aynı kazanda ısıtma ve soğutma şeklinde veya sıcak emprenye maddesinin pompa yardımıyla başka bir yere alınıp yerine soğuk emprenye maddesi doldurularak da gerçekleştirilebilmektedir (Şekil 2.19.).



Şekil 2.19. Sıcak ve soğuk emprenye maddesi içerisinde batırmada kullanılan emprenye tesisi şeması. 1- Sıcak emprenye maddesi kazanı, 2- Soğuk emprenye maddesi kazanı, 3- Soğutucu, 4- Emprenye maddesi deposu, 5- Pompa, 6- Isıtma tertibatı, 7- Vinç hareket yönü, 8- Soğuk emprenye maddesi giriş- çıkışı (Güler, 2011)

Basınç uygulanan yöntemler

Basınç uygulanan yöntemler; emprenye maddesinin ahşaba kapalı bir kap veya kazan içinde basınçla uygulandığı emprenye işlemleridir. Bu yöntemleri uygulayan tesislerde ahşap malzeme genellikle çelik bir kazana konulmakta ve belirli bir basınç veya vakum (alçak basınç) altında emprenye maddesi odun hücrelerine iletilmektedir (Şekil 2.20.).

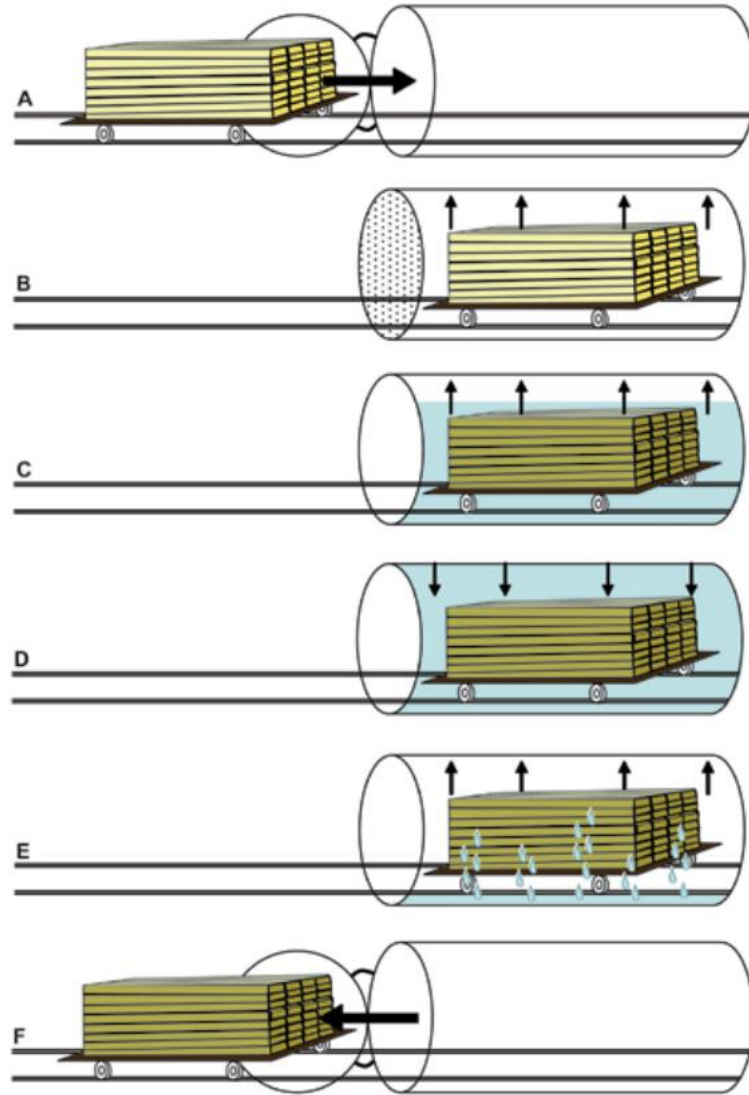


Şekil 2.20. Basınçlı emprenye tesisine ait model (URL- 13)

Basınç uygulayan yöntemler arasında, endüstride en yaygın olarak kullanılan ahşap koruma yöntemleri dolu hücre yöntemleri ve boş hücre yöntemleridir. Bununla birlikte, vakum yöntemleri ile osilasyon ve değişken basınç yöntemleri de bu kategoriye dahildir (Örs ve Keskin, 2001; Bozkurt ve Erdin, 2011; İlter ve ark., 2010; Richardson, 2002)

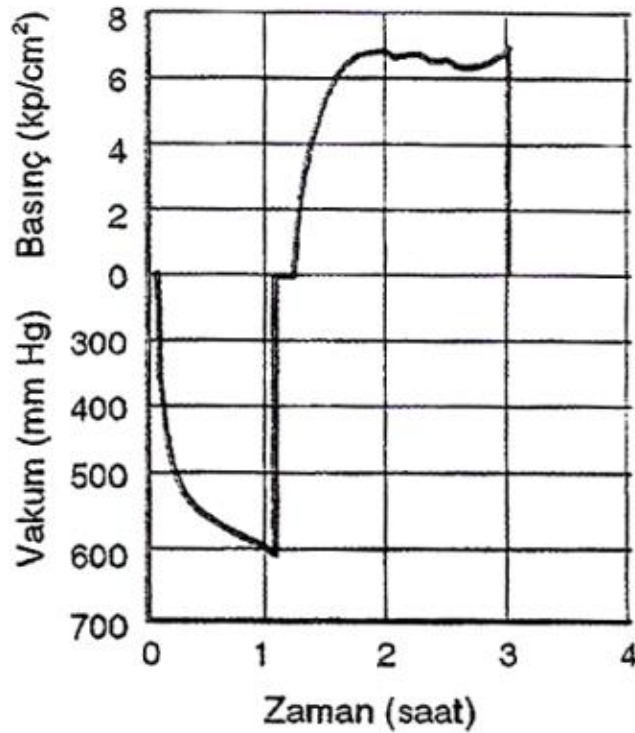
a) Dolu hücre yöntemi

Dolu hücre yöntemi, hücre çeperlerinde ve boşluklarda bulunan havayı boşaltarak bu alanlara emprenye maddesi doldurmayı amaçlayan bir işlemdir. Bu işlemde, emprenye kazanının içine yerleştirilen ahşap malzemeye önce vakum uygulanarak hücre boşluklarındaki hava bir ön vakum (alçak basınç) ile dışarıya alınmaktadır. Ardından, emprenye maddesi silindire sevk edildikten sonra basınç uygulanarak malzemenin tüm boşluklarına maddenin nüfuz etmesi sağlanmaktadır (Şekil 2.21.).



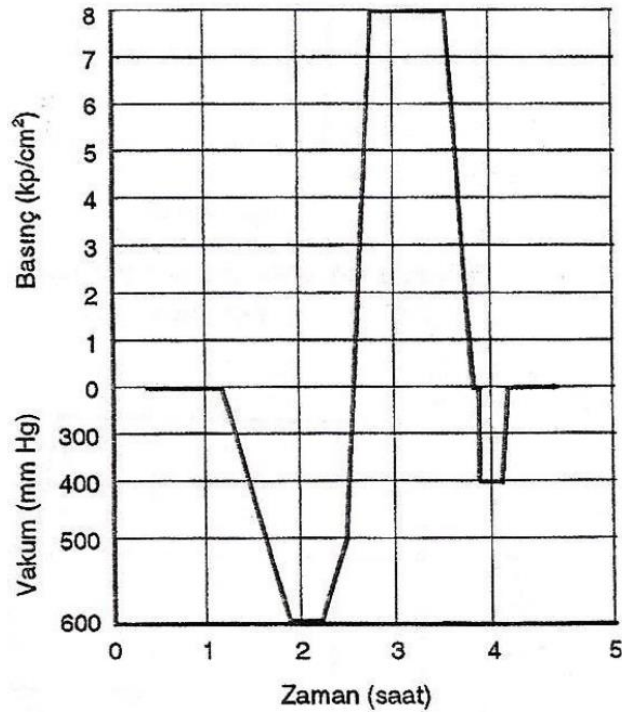
Şekil 2.21. Dolu hücre yönteminin uygulanma aşamaları A) Ahşap malzemenin kazana yüklenmesi, B) Ön vakum işlemi, C) Emprenye maddesinin verilmesi, D) Basınç periyodu, E) Emprenye maddesinin kazandan çıkarılması ve son vakum durumu, F) Emprenye edilmiş ahşap malzeme çıkarılır (Kirker ve Lebow, 2021)

Dolu hücre yöntemlerinden en yaygın kullanılanları Bethell ve Burnett yöntemleridir. Bethell yöntemi, ahşap malzemenin hücrelerini tamamen emprenye maddesi ile doldurarak maksimum emilim sağlamayı amaçlayan bir yöntemdir (Richardson, 2002). Bu yöntem, nem oranı lif doygunluk noktası (LDN) altında olan ahşap malzemeye uygulanmaktadır. Ahşap malzemenin dolu hücre yöntemi olan Bethell yöntemine göre emprenye edilmesine dair uygulama grafiği Şekil 2.22. 'de görülmektedir.



Şekil 2.22. Dolu hücre yöntemi olan Bethell yöntemine göre uygulama grafiği (Örs ve Keskin, 2001)

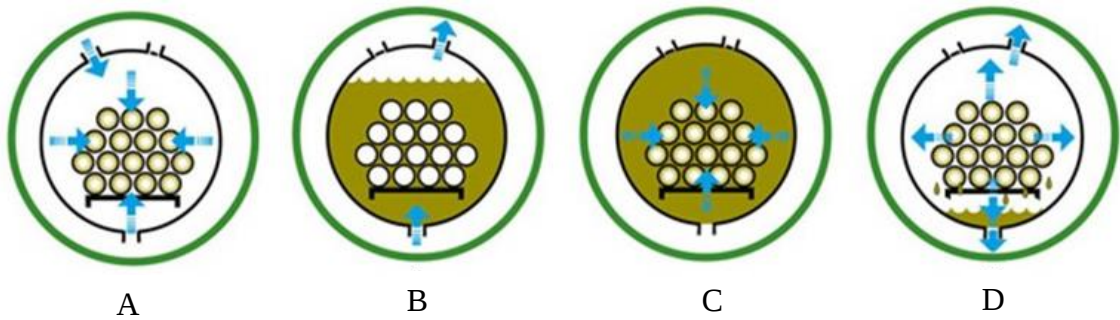
Burnett yöntemi, çinko klorür ($Zn Cl_2$) kullanılarak uygulanmaktadır. Kapalı mekanlarda çinko klorür tuzunun mantarlara ve böceklerle karşı etkili bir koruma sağladığı ancak yağmur ve toprak suları tarafından kolayca yıkanarak açıkta kullanılan ahşap malzemelerde, kullanılmasının sakıncalı olduğu belirtilmektedir (Richardson, 2002). Ahşap malzemenin dolu hücre metodu olan Burnet yöntemine göre emprenye edilmesine dair uygulama grafiği Şekil 2.23. 'te görülmektedir.



Şekil 2.23. Dolu hücre yöntemi olan Burnett yöntemine göre uygulama grafiği (Örs ve Keskin, 2001)

b) Boş hücre yöntemi

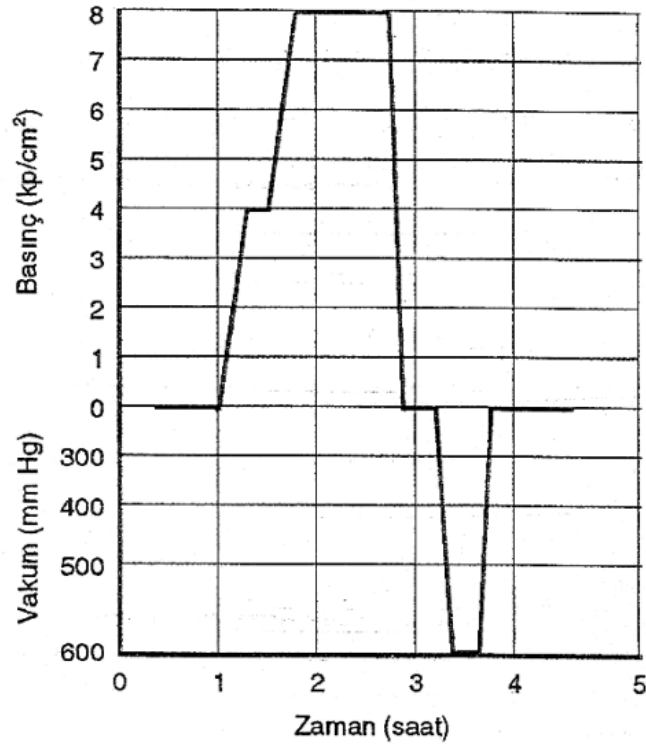
Boş hücre yöntemi, dolu hücre yöntemine benzer; ancak emprenye maddesi uygulanmadan önce ve uygulama sırasında vakum işlemi yapılmamaktadır. Bu yöntemlerde, basınç aşaması tamamlandığında odun içinde sıkışan hava, fazla emprenye maddesini dışarı atmaktadır. Böylece, hücre boşlukları neredeyse boş kalırken hücre çeperleri tamamen koruyucu madde ile emprenye edilmiş olmaktadır. Yöntemin uygulama aşamaları Şekil 2.24’te gösterilmektedir.



Şekil 2.24. Boş hücre yöntemi aşamaları A) Ön hava basıncı B) Emprenye çözeltisinin kazana sevk edilmesi C) Yüksek basınç D) Emprenye çözeltisinin kazandan geri alınması (URL 15’ten değiştirilerek alınmıştır)

Boş hücre yönteminin temel hedefi, ağaç malzemede derin bir nüfuz elde etmekle birlikte, kullanılan emprenye maddesi miktarını azaltmak ve maliyetleri düşürmektir. Dolu hücre yöntemlerinin yüksek emprenye madde tüketimi nedeniyle maliyetli olmasıyla başa çıkmak için bu yöntem geliştirilmiştir (Örs ve Keskin, 2001; Yıldız, 2011). Rüping yöntemi, boş hücre yöntemlerinin önemli bir örneğidir, aynı zamanda Lowry yöntemi de bu kategoride yer almaktadır.

Rüping yöntemi, ahşap içindeki hava boşluklarının önce ön basınç ve ardından basınçlı emprenye maddesi ile sıkıştırıldığı bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Bu yöntemin temel fikri, hücre boşluklarının (lümenlerin) kreozotla doldurulmasının gerekli olmadığı; sadece hücre çeperlerinin aldığı kreozotun yeterli olabileceği üzerinedir. Ahşap malzemenin Rüping yöntemi ile emprenye edilmesine dair uygulama grafiği Şekil 2.25.'te gösterilmektedir.



Şekil 2.25. Boş hücre yöntemi olan Rüping yöntemine göre uygulama grafiği (Örs ve Keskin, 2001)

Lowry yöntemi, kreozotu atmosfer basıncında kazana veren bir yöntemdir. Bu yöntemin özelliği, Rüping yöntemindeki gibi önceden bir basınç oluşturmada çalışabilmesidir. Diğer uygulamalar Rüping yöntemindeki benzer şekilde sağlanmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2011).

c) Vakum (alçak basınç) yöntemleri

Vakum (alçak basınç) yöntemleri, emprenye maddelerinin ahşap malzemeye düşük basınç altında nüfuz etmesini sağlamakta ve böylece malzemenin çürüme olasılığını azaltmaktadır. Bu yöntemler arasında en önemlisi çift vakum yöntemidir.

Çift vakum yöntemi, özel bir ekipman ile vakum-basınç-vakum işlem sırası takip edilerek emprenye maddelerinin ahşaba emdirilmesini sağlamaktadır (Günay, 2002). Çift vakum yönteminde kullanılan basınç düşük olduğu için, emilim miktarı ve nüfuz derinliği dolu hücre tekniklerine kıyasla daha azdır. Bu metodun en büyük avantajı, hızlı bir işlem sonucunda ahşap malzemedeki kuru yüzeyler oluşturmastır (Bozkurt ve ark., 1993; Örs ve Keskin, 2001).

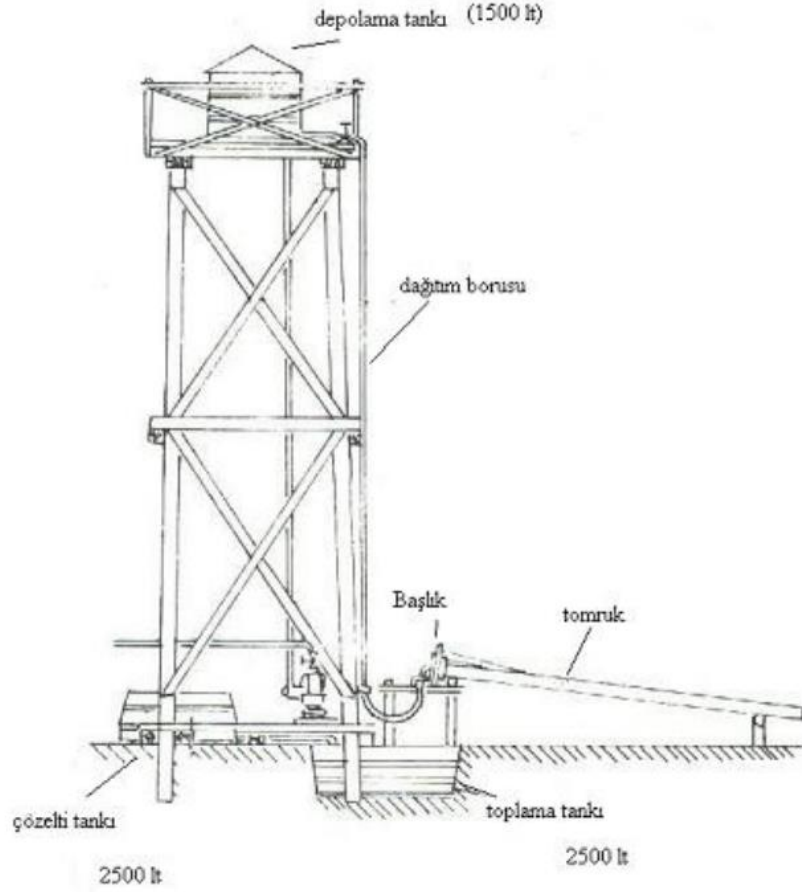
d) Osilasyon ve değişken basınç yöntemi

Osilasyon ve değişken basınç yöntemleri, güç ve çok güç emprenye edilen ağaç türlerinin etkili bir şekilde emprenye edilebilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Osilasyon yöntemi, güç emprenye edilen ağaç türlerinde nüfuz derinliğini artırmak için çok kısa aralıklarla basınç ve vakum periyotları uygulayan bir tekniktir. Bu yöntemin etkili bir şekilde uygulanabilmesi için hücrelerde hava bulunması gerekmekte ve emprenye işlemine hava bulunan hücrelerde ön basınç uygulanarak başlanmaktadır. Emprenye maddesi, basınç periyodu süresince ahşap malzeme içine iletilir. Bu emprenye işlemi, genellikle 2 saat sürerken, büyük boyutlu ve taze malzemelerde bu süre 22 saate kadar uzayabilmektedir. Ayrıca basınç-vakum periyotları sayısı genellikle 400'e kadar çıkabilmektedir.

Değişken basınç yöntemi ise osilasyon basınç yöntemine benzer, ancak değişken basınç yönteminde vakum uygulanmaz; sadece basınç, 8 kp/cm² seviyesine düşürülerek atmosfer basıncına getirilmektedir (Bozkurt ve ark., 1993; Örs ve Keskin, 2001; Bozkurt ve Erdin, 2011).

Besi suyu çıkarma yöntemleri

Besi suyu çıkarma yöntemi, taze kesilmiş ve kabuğu soyulmamış ağaç gövdelerinden besi suyunun, emprenye maddesi ile değiştirilmesine dayanan bir prensibe dayanmaktadır. Boucherie metodu olarak bilinen bu yöntemde, taze kesilmiş kabukları soyulmamış tel direkler üzerine 30 cm aralıklarla yerleştirilmektedir. Kalın uçlar yukarıda, ince uçlar ise aşağıda olacak şekilde düzenlenir ve kalın uçlarına kapsüller eklenmektedir. Kapsüller, bir boru aracılığıyla 10 metreye kadar uzanan 1500 litrelik bir emprenye maddesi deposuna bağlanmakta, böylece kapsüldeki basıncın $1,5 \text{ kp/cm}^2$ 'ye ulaşması sağlanmaktadır (Şekil 2.26.).



Şekil 2.26. Boucherie metodu emprenye tesisi (Berkel, 1972)

Emprenye maddesi olarak genellikle bakır/krom/bor esaslı Wollmann tuzları kullanılmaktadır. Ağaç türüne bağlı olarak, emprenye maddesinin ince uçtan akması 8-14 gün içinde başladığında diri odunun emprenye edildiği kabul edilmektedir. Uygulama sonunda direkler 5-8 gün kabuklu bırakılmakta ve daha sonra soyularak kurumaya

bırakılmaktadır (Bozkurt ve ark., 1993; Örs ve Keskin, 2001; Bozkurt ve Erdin, 2011). Bu yöntem basit ve ekonomik bir tesisata sahiptir. Ancak ahşap malzemenin reçineli bölgeleri emprenye edilemez ve işlem süreci uzun sürmektedir (Berkel, 1972).

Difüzyon yöntemleri

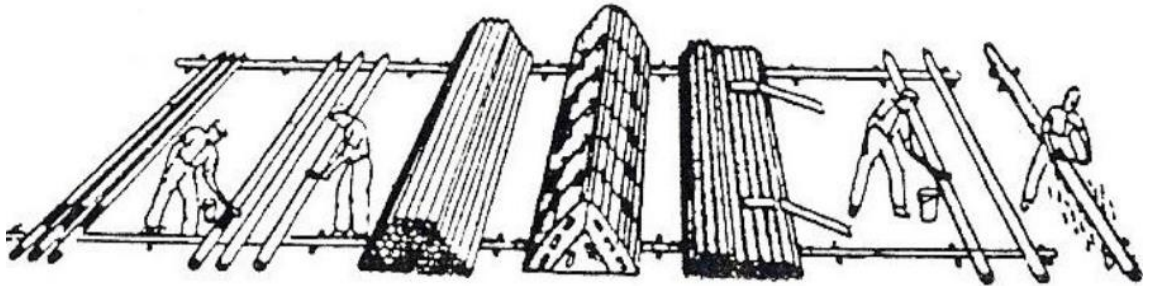
Difüzyon yöntemi, taze kesilmiş ağaç malzemelerinin yüksek konsantrasyonlu emprenye maddesi içine daldırılmasını veya suda hızla çözünen emprenye maddelerinin konsantre (bulamaç) formunda sürülmesini içermektedir. Emprenye maddesi ile odun içindeki besi suyunun yoğunluğu farklı olduğundan, daha yoğun olan ortamdan daha az yoğun olan ortama doğru bir yayılma (difüzyon) oluşmaktadır. Difüzyon yöntemleri arasında çift difüzyon ve osmoz teknikleri bulunur (Örs ve Keskin, 2001).

a) Çift difüzyon yöntemi

Çift difüzyon yöntemi, taze kesilmiş ahşap malzemenin önce emprenye tuzları içeren bir çözeltiye ve ardından ikinci bir çözeltiye batırıldığı bir yöntemdir. Bu sayede, iki farklı tuz çözeltisinin difüzyon yoluyla ahşap içinde birleşmesi ve birbirini etkilemesi sonucunda, odun içinde suya karşı direnci yüksek, aynı zamanda mantar ve böcekler için zehirli bir bileşim oluşmaktadır (Berkel, 1972).

b) Osmoz yöntemi

Osmoz yöntemi, taze soyulan tel veya çit direklerinin yüzeylerine emprenye maddesinin fırça ile sürülüp sıkıca istiflenmesinden sonra su geçirmez bir örtü ile sarılmasıyla uygulanan bir yöntemdir (Berkel, 1972; Örs ve Keskin, 2001) (Şekil 2.27.).



Şekil 2.27. Osmoz yöntemi uygulama şekli (Bozkurt ve ark., 1993)

Yerinde bakım yöntemleri

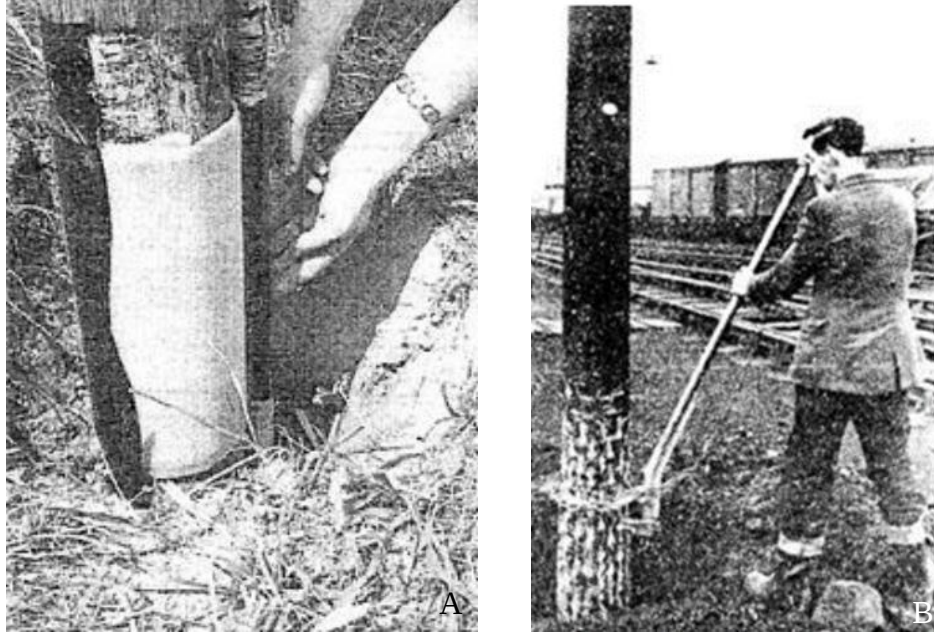
Açık havada kullanılan ahşap malzemenin belirli bölgeleri, başka bölgelere göre daha fazla hasar görmekte veya bu bölgelerde emprenye maddelerinin koruma etkisi daha hızlı azalmaktadır. Bu bölgelere veya içlerine yoğun bir şekilde emprenye tuzları uygulanarak, zamanla tuzların malzemeye difüzyon yoluyla nüfuz etmesi sağlanmaktadır (Bozkurt ve ark., 1993; Richardson, 2002). Bandaj yöntemi, kobra yöntemi ve oyma delik yöntemi bu grupta yer almaktadır.

a) Bandaj yöntemi

Bandaj yöntemi, difüzyon prensibine dayanmakta ve genellikle dik duran tel direklerin ömrünü uzatmak için kullanılmaktadır. Tel direklerinin etrafında toprak seviyesinden 50-60 cm derinlikte bir çukur açılarak direkteki çürükler ve toprak temizlendikten sonra, emprenye maddesi bulamaç halinde direğe uygulanır ve su geçirmez bir örtü ile sarılarak çukur doldurulmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2011) (Şekil 2.28.A).

b) Kobra yöntemi

Kobra yöntemi, genellikle dik duran direklerin toprak hattında başlangıç çürüklüğünün görüldüğü bölgelerde kullanılan bir destekleme emprenye tekniğidir. Bu yöntem, dik duran direklerin belirli kısımlarına özel bir enjeksiyon aleti ile uygulanmaktadır. Bu alet yardımıyla, direğin toprak hattının 20 cm üstünde ve 40 cm altında, boyuna 10 cm ve enine 5 cm aralıklarla açılan 50 mm derinliğindeki yarıklara koruyucu madde enjekte edilmektedir (Şekil 2.28.B).



Şekil 2.28. Yerinde bakım yöntemleri A) Bandaj yöntemi uygulaması B) Kobra yöntemi uygulaması (Richardson, 2002; Bozkurt ve ark., 1993)

c) Oyma delik yöntemi

Oyma delik yöntemi, çürüme riskinin yüksek olduğu bölgelerde kullanılan bir ağaç malzeme işlemidir. Bu yöntemde, liflere paralel veya eğimli olarak belirli aralıklarla delikler açılmaktadır. Bu deliklere, toz veya sıvı haldeki koruyucu tuzlar veya sıkıştırılarak çubuk formuna getirilmiş emprenye maddeleri yerleştirilmektedir. Delikler doldurulduktan sonra, ağızları emprenye edilmiş tapalarla kapatılmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2011).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

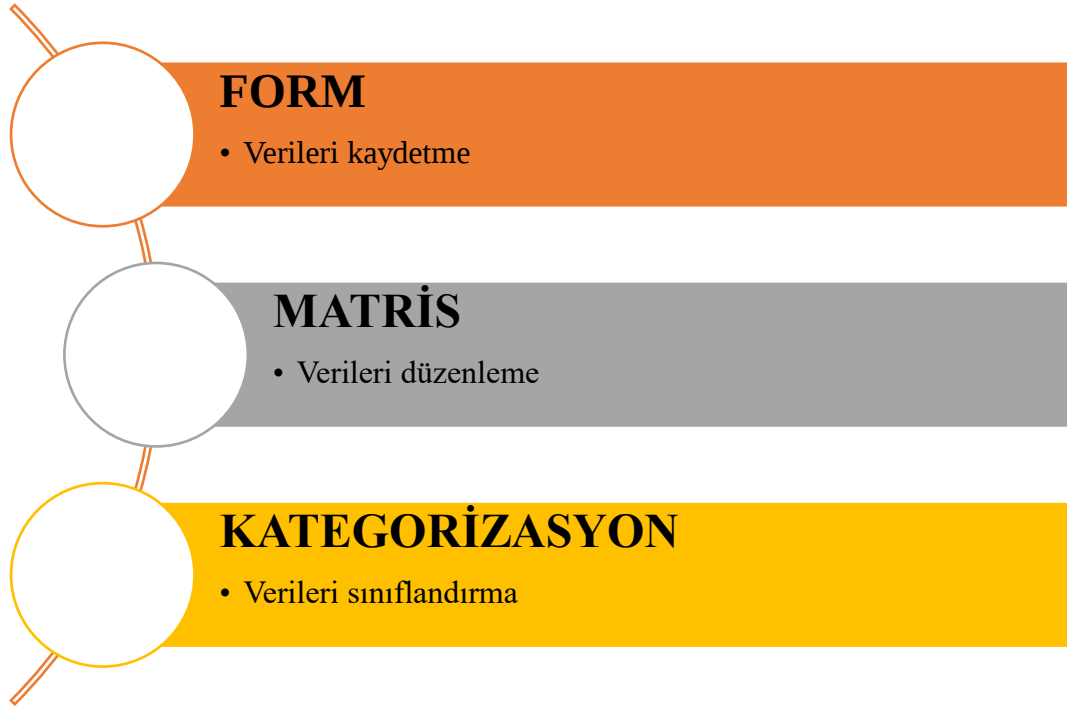
Bu bölümde, çalışmanın materyali, veri toplama süreci ve analiz yöntemleri detaylı bir şekilde açıklanmaktadır. Çalışmanın materyali, Türkiye’deki akademik makalelerin bulunduğu Dergipark veri tabanında “emprenye” kelimesi ile yapılan tarama sonucunda elde edilen makalelerden oluşmaktadır. Materyal, çalışmanın amacına uygun olarak ahşap malzemenin emprenye işlemine odaklanan çalışmaları içermektedir. Elde edilen materyal üzerinden yapılan analizlerde kullanılacak veriler açısından kapsamlı olan araştırma yayın türüne ait makaleler seçilerek çalışmanın veri seti oluşturulmuştur.

Tarama sonucunda (12.09.2023 itibari ile) 109 adet bilimsel makaleye ulaşılmıştır. Başlangıç veri setini oluşturan bu makalelere ait künye bilgileri (makale adı, dergi adı, yazarı, yılı, yayın dili) Excel formatında toplanmıştır. Bunlardan içerik olarak emprenye maddesi ve yöntemine ait derleme çalışması olan 12 adet makale ve yayın dili İngilizce olan 27 adet makale çalışmanın kapsamı dışında bırakılmıştır. Sonuç olarak, çalışma kapsamında 70 makale üzerinde detaylı inceleme yapılmıştır (Bkz. Ek) (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Materyal akış diyagramı

Çalışma kapsamında literatürde yer alan emprenye işlemi ile ilgili yapılan makelelerin nitel yöntemlerle sistematik olarak analiz edilmesi sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan sistematik analiz sürecine ilişkin süreç Şekil 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Yöntem akış diyagramı

Bu bağlamda öncelikle yapılan literatür taraması sonucunda belirlenen başlıklar ile bir inceleme formu oluşturulmuş ve çalışma materyali oluşturulan form bağlamında irdelenmiştir. Buna göre oluşturulan formun kapsamında şu başlıklar ele alınmaktadır: Makale künye bilgileri (Referans no, makale adı, dergi adı, yazar adı, yayın yılı), Anahtar kelimeler, Emprenye etkisi ve Emprenye işlemi hakkında bilgiler (Ahşap türü, ağaç türü, emprenye maddesi, emprenye yöntemi, ahşabın özelliklerine etkisi) (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Örnek makale analiz formu

MAKALE ANALİZ FORMU			
MAKALE KÜNYE BİLGİLERİ	Referans No		
	Makale Adı		
	Dergi Adı		
	Yazar Adı		
	Yayın Yılı		
ANAHTAR KELİMELER			
EMPRENYE ETKİSİ			
EMPRENYE İŞLEMİ HAKKINDA BİLGİLER	Ahşap Türü	Doğal	
		Yapay	
	Ağaç Türü	İğne yapraklı	
		Geniş yapraklı	
	Emprenye Maddesi	Doğal Maddeler	
		Yağlı Maddeler	
		Suda Çözünen Maddeler	
		Organik Çözücülü Maddeler	
	Emprenye Yöntemi	Basınç Uygulanmayan	
		Basınç Uygulanan	
		Besi Suyu Çıkarma	
		Difüzyon	
		Yerinde Bakım	
	Ahşabın Özelliklerine Etkisi	Fiziksel Özellikler	
		Mekanik Özellikler	

Sonrasında bu forma göre incelenen makalelerden elde edilen verilere dayalı olarak ahşap türü, ağaç türü, emprenye madde ve yöntemleri ve emprenyenin ahşabın özelliklerine etkilerine ait bilgiler Excel’de matris oluşturularak düzenlenmiştir.

Son aşamada ise oluşturulan bu düzenlemelerden yola çıkılarak emprenye işlemi sonucunda ahşapta meydana gelen etkilere göre kullanılan ahşap türü, ağaç türü, emprenye maddeleri ve yöntemlerinin ahşabın fiziksel ve mekanik özelliklerine yönelik kategorizasyonları oluşturulmuştur. Böylece elde edilen kategorizasyonlara dayalı olarak emprenye alanında yapılan çalışmaların sistematik olarak derlenmesi sağlanmış ve aynı zamanda kullanıcıların bu bilgilere ulaşımı kolaylaştırılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu bölümde, materyal ve yöntem bölümünde belirtilen inceleme sistematığına uygun olarak, emprenye işlemi sonucunda ahşap üzerinde ortaya çıkan etkileri temel alarak bir kategorizasyon yapılmıştır. Bu kategorizasyonda, incelenen çalışmalardaki emprenye işlemlerinin gösterdiği etkilerle ilgili bilgiler, kullanılan ahşap türü, ağaç türü, emprenye maddesi ve yöntemleri doğrultusunda sınıflandırılarak listelenmiştir. Ardından, bu çalışmalardaki emprenye işlemlerinin ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri üzerindeki etkileri detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Elde edilen kategorizasyon emprenyenin ahşaptaki etkilerine göre; fiziksel özelliklerde etkisi, mekanik özelliklerde etkisi, biyolojik dayanımına etkisi, yanma özelliklerinde etkisi ve hizmet ömrüne etkisi olmak üzere beş ayrı başlık altında sunulmuştur.

4.1. Emprenyenin Ahşap Malzemenin Fiziksel Özelliklerinde Etkisine Yönelik Çalışmalar

Bu bölümde, emprenye işleminin ahşabın fiziksel özelliklerinde oluşturduğu etkiler incelenmiş ve bu etkileri değerlendirmek için çeşitli parametreler ele alınmıştır. Bu parametreler arasında emprenye edilen ahşap malzemenin türü ve ağaç türü, kullanılan emprenye maddesi, emprenye yöntemleri ve ahşabın fiziksel özelliklerindeki etkileri bulunmaktadır.

Bu bağlamda incelenen çalışmalarda, iki farklı ahşap türüne ait örnekler kullanılmıştır. Doğal ve yapay olarak kullanılan ahşap malzemeler arasında, farklı ağaç türlerine ait uygulamalar da tespit edilmiştir. Çizelge 4.1.'de görüldüğü üzere yapılan çalışmalarda iğne yapraklı ağaç türlerinden örnekler arasında ladin, doğu ladini, sarıçam, karaçam, Anadolu karaçamı, kızılçam, göknar, Uludağ göknarı, sedir, Toros sediri ve melez bulunmaktadır. Geniş yapraklı ağaç türlerinden ise kayın, doğu kayını, kızıl ağaç, cennet odunu, karakavak, kavak, okaliptus, iroko, meşe, sapsız meşe, Anadolu cevizi ve dişbudak kullanılmıştır.

Çizelge 4.1. Emprenyenin ahşabın fiziksel özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan ahşap türü ve ağaç türlerinin sınıflandırılması

REF. NO	AHŞAP TÜRÜ Doğal – D / Yapay - Y	AĞAÇ TÜRÜ 1 İğne Yapraklı Ağaçlar	AĞAÇ TÜRÜ 2 Geniş Yapraklı Ağaçlar
1	D	Kızılçam	
5	D	Ladin Sarıçam	Kayın Kızılağaç
6	D	Ladin Sarıçam	Kayın Kızılağaç
9	D	Ladin Sarıçam	Kayın Kızılağaç
10	D		Okalıptus
13	D		Cennet odunu
15	D	Sarıçam	
19	Y	Sarıçam	Doğu kayını
20	D	Karaçam	
22	D	Doğu ladini Kızılçam	Doğu kayını
24	D	Sarıçam Uludağ göknarı	Doğu kayını
25	Y	Anadolu karaçamı Kızılçam Toros sediri	Karakavak
27	D		Okalıptus
29	Y	Anadolu karaçamı Kızılçam Toros sediri	Kavak
32	D	Sarıçam Karaçam Melez	Kavak İroko
33	D	Sarıçam Doğu ladini	Doğu kayını
34	D	Kızılçam Karaçam	
36	D	Kızılçam Karaçam	
38	D	Sarıçam	Doğu kayını
39	D	Sarıçam Uludağ göknarı	Sapsız meşe
43	D	Kızılçam Karaçam	
44	D	Karaçam	
46	D	Sedir	
47	D	Sarıçam	Meşe Kayın
49	D		Dişbudak
52	D	Kızılçam	
53	D	Sarıçam	
55	D		Meşe Kayın
58	D	Sarıçam Uludağ göknarı	Sapsız meşe Doğu kayını
59	D	Doğu ladini	Doğu kayını
62	D	Ladin Göknar	Kayın
63	Y	Sarıçam	Kızılağaç
64	D	Kızılçam	
67	D	Sarıçam	
69	D		Sapsız meşe Anadolu cevizi

Yapılan çalışmalarda ahşabın fiziksel özellikleri üzerine etki eden çeşitli emprenye maddeleri kullanıldığı saptanmıştır. Bu etkiye yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye maddeleri doğal, yağlı, suda çözünen ve organik çözücülü emprenye maddesi olarak dört kategoride sınıflandırılmıştır.

Buna göre, doğal emprenye maddelerinden örnekler arasında kolofan (çam reçinesi), bezir yağı, çay bitki ekstratı, çam taneni, meşe palamutu ve atık ayçiçek yağı tespit edilmiştir. Az sayıda çalışmada kullanıldığı belirlenen yağlı emprenye maddeleri arasında bor yağı, baz yağı, parafin ve alkid reçinesinin olduğu saptanmıştır. Suda çözünen emprenye maddeleri kategorisinde ise borik asit (BA), boraks (Bx), sodyum perborat, polietilen glikol (PEG-400), Vacsol, Vacsol-Aqua, İmmersol-WR, bakır-krom-bor (Tanalith-CBC), fosforik asit (FA), amonyum sülfat (AS), diamanyum fosfat (DAP), çinko klorür, bakır-krom-bor (Wolmanit-CB), sodyum borat, Alkaline Bakır Kuat (Celcure AC500) , Mikronize Bakır Kuat (MCQ), jeotermal su (Afyonkarahisar, Ömer-Gecek- Gazlıgöl), (Kütahya, Eynal-Çitgöl-Naşa), (Aydın, Alangüllü-Çamköy-Germencik), (Konya, Ilgın), (Afyonkarahisar-Denizli-Kütahya), İmersol aqua, Timber care aqua, bakır azol (Tanalith-E), monoamonyum fosfat (MAP), nano titanyum dioksit, nano bor nitrür, çinko borat ve alkil keten dimer (AKD) kullanılmıştır. Organik çözücülü emprenye maddesi olarak ise stiren (St), metilmetakrilat (MMA), izosiyanat (ISO), ProtimWR230, barit (Baso4) ve organosilikon bileşikleri (Dow Corning 1-6184, Z-6341, 2-9034, IE 6683, Z70) bulunmaktadır (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Emprenyenin ahşabın fiziksel özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye maddelerinin sınıflandırılması

REF. NO	EMPRENYE MADDE 1 Doğal Emprenye Maddeleri	EMPRENYE MADDE 2 Yağlı Emprenye Maddeleri	EMPRENYE MADDE 3 Suda Çözünen Emprenye Maddeleri	EMPRENYE MADDE 4 Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri
1		Parafin	Borik asit (BA) Sodyum perborat Polietilen glikol (PEG-400)	Stiren (St) Metilmetakrilat (MMA) İzosiyanat (ISO)
5	Kolofan (çam reçinesi)			
6	Bezir yağı	Parafin vaks		Beyaz ispiroto
9		Parafin		
10			Borik asit (BA) Boraks (Bx) Sodyum perborat Polietilen glikol (PEG-400)	Stiren (St) Metilmetakrilat (MMA) İzosiyanat (ISO)
13			Borik asit (BA) Boraks (Bx) Vacsol İmmersol-WR Polietilen glikol (PEG-400)	Stiren (St) Metilmetakrilat (MMA) İzosiyanat (ISO)
15		Parafin	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Amonyum sülfat (AS) Diamanyum fosfat (DAP) Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) Vacsol (V) Polietilen glikol (PEG-400)	Stiren (St) Metilmetakrilat (MMA) İzosiyanat (ISO)
19			Amonyum sülfat (AS) Çinko klorür	
20			Bakır-krom-bor (Wolmanit-CB)	ProtimWR230
22			Sodyum borat	
24		Bor yağı		
25			Borik asit (BA) Boraks (Bx) Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC)	
27			Borik asit (BA) Boraks (Bx) Polietilen glikol (PEG-400) Amonyum sülfat (AS) İmmersol-WR Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) Vacsol-WR	Stiren (St) Metilmetakrilat (MMA)
29	Kolofan	Alkid reçinesi	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Amonyum sülfat (AS) Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC)	
32	Çay Bitki Ekstraktı			
33			Alkaline Bakır Kuat (Celcure AC500) Mikronize Bakır Kuat (MCQ)	
34			Jeotermal su (Afyonkarahisar, Ömer-Gecek-Gazlıgöl)	
36			Jeotermal su (Kütahya, Eynal-Çitgöl-Naşa)	
38				Barit (Baso4)
39			Vacsol-Aqua	

Çizelge 4.2. Emprenyenin ahşabın fiziksel özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye maddelerinin sınıflandırılması (devam)

REF. NO	EMPRENYE MADDE 1 Doğal Emprenye Maddeleri	EMPRENYE MADDE 2 Yağlı Emprenye Maddeleri	EMPRENYE MADDE 3 Suda Çözünen Emprenye Maddeleri	EMPRENYE MADDE 4 Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri
43			Jeotermal su (Kütahya, Eynal-Çitgöl-Naşa)	
44			Jeotermal su (Aydın, Alangüllü-Çamköy-Germencik)	
46	Çam taneni Meşe palamudu		İmersol aqua Timber care aqua	
47		Parafin (sıvı-katı) Vazelin Baz yağı		
49			Bakır azol (Tanalith-E)	
52			Jeotermal su (Konya, Ilgın)	
53			Borik asit (BA) Boraks (Bx) Amonyum sülfat (AS) Çinko Klorür	
55			Nano Titanyum dioksit Nano Bor nitrür	
58			Bakır azol (Tanalith-E)	
59				Organosilikon bileşikler (Dow Corning 1-6184, Z-6341, 2-9034, IE 6683, Z70)
62	Atık ayçiçek yağı			
63			Amonyum sülfat (AS) Monoamonyum fosfat Çinko borat	
64			Jeotermal su (Afyonkarahisar-Denizli-Kütahya)	
67			Borik asit (BA) Alkil keten dimer (AKD)	
69				Stiren

Bu çalışmalarda, emprenyenin ahşabın fiziksel özelliklerinde etkisine yönelik iki emprenye yöntemi kullanıldığı saptanmıştır. Bunlar basınç uygulanmayan yöntemler ile basınç uygulanan yöntemlerdir. Çizelge 4.3.'te de görüldüğü üzere basınç uygulanmayan yöntemlerden fırça ile sürme, daldırma, batırma ve sıcak-soğuk yöntemlerinin kullanıldığı tespit edilmiştir. Basınç uygulanan yöntemlerden ise dolu hücre yöntemi ve vakum yöntemlerinin kullanıldığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.3. Emprenyenin ahşabın fiziksel özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye yöntemlerinin sınıflandırılması

REF. NO	EMPRENYE YÖNTEMİ 1 Basınç Uygulanmayan	EMPRENYE YÖNTEMİ 2 Basınç Uygulanan
1		Vakum yöntemleri
5	Daldırma	
6	Daldırma	
9	Daldırma	
10		Vakum yöntemleri
13		Vakum yöntemleri
15		Vakum Yöntemleri
19		Vakum yöntemleri
20	Daldırma	
22		Vakum yöntemleri
24	Daldırma	Dolu hücre yöntemi
25	Püskürtme	
27		Vakum yöntemleri
29	Püskürtme	
32		Vakum yöntemleri
33		Dolu hücre yöntemi
34	Daldırma	
36	Daldırma	
38		Vakum yöntemleri
39	Daldırma	
43	Batırma	
44	Daldırma	
46	Daldırma	
47	Daldırma	
49		Vakum yöntemleri
52	Sıcak-soğuk yöntemi	
53	Daldırma	Vakum yöntemleri
55		Dolu hücre yöntemi
58	Daldırma	
59		Dolu hücre yöntemi
62	Fırça ile sürme Daldırma Sıcak-soğuk yöntemi	
63	Daldırma	
64	Batırma	
67		Dolu hücre yöntemi
69	Daldırma	

Buna göre emprenyenin ahşabın fiziksel özelliklerindeki etki gösterdiği bu çalışmalarda kullanılan ağaç türü, emprenye maddesi ve yönteminin bazı fiziksel özelliklerinde oluşturduğu etkiler Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Emprenyenin ahşabın fiziksel özelliklerindeki etkisine yönelik yapılan çalışmalarda ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri

REF. NO	EMPRENYE ETKİSİ	AHSAP TÜRÜ Doğal - D Yapay - Y	AĞAÇ TÜRÜ	EMPRENYE MADDESİ (Türkçe)	EMPRENYE YÖNTEMİ	FİZİKSEL ÖZELLİKLER										MEKANİK ÖZELLİKLER									
						Nem ve Çalgıma	Örgütlü Ağırlık	Isı Özellikleri	Elektriksel Özellikler	Akustik Özellikler	Görsel Özellikler	Permeabilite	Yanma	Elastisite Modülü	Başıncı Direnci	Çekme Direnci	Eğilme Direnci	Yarılma Direnci	Kesme Direnci	Sertlik Direnci	Dinamik Eğilme D	Aşınma Direnci			
1	Fiziksel özelliklerde etki	D	Kızılcım	Borik asit (BA) Sodyum perborat Polietilen glikol-400 (PEG-400) Parafin Stiren (St) Metilmetakrilat (MMA) İzosiyanat (ISO)	Vakum yöntemleri																				
5	Fiziksel özelliklerde etki	D	Ladin Sarıçam Kayın Kızılağaç	Kolofan (Çam reçinesi)	Daldırma																				
6	Fiziksel özelliklerde etki	D	Ladin Sarıçam Kayın Kızılağaç	Bezir yağı Parafin vaks Beyaz ispirto	Daldırma																				
9	Fiziksel özelliklerde etki	D	Ladin Sarıçam Kayın Kızılağaç	Parafin	Daldırma																				
10	Fiziksel özelliklerde etki	D	Okalıptus	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Sodyum perborat Polietilen glikol-400 (PEG-400) Stiren (St) Metilmetakrilat (MMA) İzosiyanat (ISO)	Vakum yöntemleri																				
13	Fiziksel özelliklerde etki	D	Cennet odunu	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Vacsol İmmersol-WR Polietilen glikol-400 (PEG-400) Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) Fosforik asit (FA) Stiren (St) Metilmetakrilat (MMA) İzosiyanat (ISO)	Vakum yöntemleri																				
15	Fiziksel özelliklerde etki Hizmet ömrüne etki	D	Sarıçam	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Amonyum sülfat (AS) Diamanyum fosfat (DAP) Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) Vacsol (V) Polietilen glikol-400 (PEG-400) Metilmetakrilat (MMA) Stiren (St) İzosiyanat (ISO) Parafin	Vakum yöntemleri																				
19	Fiziksel özelliklerde etki	Y	Sarıçam Doğu kayını	Amonyum sülfat Çinko klorür	Vakum yöntemleri																				
20	Fiziksel özelliklerde etki Mekanik özelliklerde etki	D	Karaçam	Bakır-krom-bor (Wolmanit-CB) ProtimWR230	Daldırma																				
22	Fiziksel özelliklerde etki	D	Doğu ladini Kızılcım Doğu kayını	Sodyum borat	Vakum yöntemleri																				
24	Fiziksel özelliklerde etki	D	Sarıçam Uludağ göknarı Doğu kayını	Bor yağı	Daldırma Dolu hücre yöntemi																				

Çizelge 4.4. Emprenyenin ahşabın fiziksel özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalardaki ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri (devam)

REF. NO	EMPRENYE ETKİSİ	AHSAP TÜRÜ Doğal - D Yapay - Y	AĞAÇ TÜRÜ	EMPRENYE MADDESİ (Türkçe)	EMPRENYE YÖNTEMİ	FİZİKSEL ÖZELLİKLER										MEKANİK ÖZELLİKLER									
						Nem ve Çalıyına	Özgül Ağırlık	Isı Özellikleri	Elektriksel Özellikler	Akustik Özellikler	Görsel Özellikler	Permeabilite	Yanma	Elastisite Modülü	Başncı Dıncı	Çekme Dıncı	Eğilme Dıncı	Yarılma Dıncı	Kesme Dıncı	Sertlik Dıncı	Dinamik Eğilme Dıncı	Ayrılma Dıncı			
25	Fiziksel özelliklerde etki	Y	Anadolu karaçamı Kızılçam Toros sediri Karakavak	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC)	Püskürtme																				
27	Fiziksel özelliklerde etki Hizmet ömrüne etki	D	Okalıptus	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Polietilen glükol-400 (PEG-400) Amonyum sülfat (AS) İmmersol-WR Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) Vacsol-WR Metilmetakrilat (MMA) Stiren (St)	Vakum yöntemleri																				
29	Fiziksel özelliklerde etki	Y	Anadolu karaçamı Kızılçam Toros sediri Kavak	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Amonyum sülfat (AS) Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) Alkid reçinesi Kolofan (Çam reçinesi)	Püskürtme yöntemi																				
32	Fiziksel özelliklerde etki Hizmet ömrüne etki	D	Sarıçam Karaçam Melez Kavak İroko	Çay Bitki Ekstraktı	Vakum yöntemleri																				
33	Fiziksel özelliklerde etki	D	Sarıçam Doğu ladini Doğu kayını	Alkaline Bakır Kuat (Celcure AC500) Mikronize Bakır Kuat (MCQ)	Dolu hücre yöntemi																				
34	Fiziksel özelliklerde etki Hizmet ömrüne etki	D	Kızılçam Karaçam	Jeotermal su (Afyonkarahisar, Ömer-Gecek-Gazlıgöl)	Daldırma																				
36	Fiziksel özelliklerde etki Hizmet ömrüne etki	D	Kızılçam Karaçam	Jeotermal su (Kütahya, Eynal-Çitgöl-Naşa)	Daldırma																				
38	Fiziksel özelliklerde etki Hizmet ömrüne etki	D	Sarıçam Doğu kayını	Barit (Baso4)	Vakum yöntemleri																				
39	Fiziksel özelliklerde etki	D	Sarıçam Uludağ göknarı Sapsız	Vacsol-Aqua	Daldırma																				
43	Fiziksel özelliklerde etki	D	Kızılçam Karaçam	Jeotermal su (Kütahya, Eynal-Çitgöl-Naşa)	Batırma																				
44	Fiziksel özelliklerde etki Hizmet ömrüne etki	D	Karaçam	Jeotermal su (Aydın, Alangüllü-Çamköy-Germencik)	Daldırma																				
46	Fiziksel özelliklerde etki Mekanik özelliklerde etki	D	Sedir	Çam taneni Meşe palamudu İmersol aqua Timber care aqua	Daldırma																				
47	Fiziksel özelliklerde etki	D	Sarıçam Gökmar Meşe Kayın	Baz yağı Parafin (sıvı-katı) Vazelin	Daldırma																				
49	Fiziksel özelliklerde etki Hizmet ömrüne etki	D	Dişbudak	Bakır azol (Tanalith-E)	Vakum yöntemleri																				

Çizelge 4.4. Emprenyenin ahşabın fiziksel özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalardaki ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri (devam)

REF. NO	EMPRENYE ETKİSİ	AHSAP TÜRÜ Doğal - D Yapay - Y	AĞAÇ TÜRÜ	EMPRENYE MADDESİ (Türkçe)	EMPRENYE YÖNTEMİ	FİZİKSEL ÖZELLİKLER										MEKANİK ÖZELLİKLER									
						Nem ve Çatılma	Özgül Ağırlık	Isı Özellikleri	Elektriksel Özellikler	Akustik Özellikler	Görsel Özellikler	Pemneabilite	Yanma	Elastisite Modülü	Basınç Direnci	Çekme Direnci	Eğilme Direnci	Yarılma Direnci	Kesme Direnci	Sertlik Direnci	Dinamik Eğilme D	Ayırma Direnci			
52	Fiziksel özelliklerde etki Mekanik özelliklerde etki	D	Kızılcım	Jeotermal su (Konya, Ilgın)	Sıcak-soğuk yöntemi																				
53	Fiziksel özelliklerde etki	D	Sarıçam	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Amonyum sülfat (AS) Çinko Klorür	Daldırma Vakum yöntemleri																				
55	Fiziksel özelliklerde etki	D	Meşe Kayın	Nano Titanyum dioksit Nano Bor nitrür	Dolu hücre yöntemi																				
58	Fiziksel özelliklerde etki	D	Sarıçam Uludağ göknarı Sapsız meşe Doğu kayını	Tanalith-E	Daldırma																				
59	Fiziksel özelliklerde etki Mekanik özelliklerde etki	D	Doğu ladini Doğu kayını	Organosilikon bileşikleri (Dow Corning 1-6184, Z-6341, 2-9034, IE 6683, Z70)	Dolu hücre yöntemi																				
62	Fiziksel özelliklerde etki	D	Ladin Göknar Kayın	Atık ayçiçek yağı	Fırça ile sürme Daldırma Sıcak-soğuk yöntemi																				
63	Fiziksel özelliklerde etki	Y	Sarıçam Kızılağaç	Amonyum sülfat (AS) Monoamonyum fosfat Çinko borat	Daldırma																				
64	Fiziksel özelliklerde etki	D	Kızılcım	Jeotermal su (Afyonkarahisar-Denizli-Kütahya)	Batırma																				
67	Fiziksel özelliklerde etki Mekanik özelliklerde etki	D	Sarıçam	Borik asit (BA) Alkil keten dimer (AKD)	Dolu hücre yöntemi																				
69	Fiziksel özelliklerde etki	D	Sapsız meşe Anadolu cevizi	Stiren	Daldırma																				

Ahşabın nem ve çalışmasında değişime neden olan etkiler su almaya karşı gösterdiği direnç etkileri ve çalışmasını ele alan şişme ve daralma değerleridir. İncelenen çalışmalarda nem ve çalışmaya karşı olumlu etki gösteren çalışmalardan yola çıkılarak kullanılan suda çözünen emprenye maddelerinden borik asit ve boraks emprenye maddelerinin suya dayanıma karşı iyi dayanım özelliği gösterdiği tespit edilmiştir (Yalınkılıç ve ark.,1995; Baysal ve ark., 2004; Baysal ve ark., 2005). Ayrıca suya dayanım yönünden zayıf özellik gösteren alkil keten dimer (AKD) maddesine borik asit karıştırılarak suya dayanımının artırıldığı da bilinmektedir (Demirel ve Temiz, 2022). Kullanıldığı çalışmalarda yağlı emprenye maddelerinden parafin ve vazelinin suya iyi dayanım özelliği gösterdiği tespit edilmiştir (Pelit ve ark., 2017). Doğal emprenye maddelerinden bezir yağı ve kolofanın kullanımı da suya dayanımı arttırıcı özellik

göstermektedir (Var, 2001; Var ve ark., 2000). Organik çözücülü emprenye maddelerinden SIM (Su İtici Madde) maddelerinin kullanıldığı çalışmada iyi suya dayanım gösterdiği saptanmıştır (Tan ve ark., 2003). Ahşabın çalışmasını etkileyerek suya dayanımını arttıran maddelerin bor nitrür ve Kütahya-Eynal ve Denizli'den alınan jeotermal su olduğu tespit edilmiştir (Kızılırmak ve ark., 2019; Var ve Yalçındağ, 2021; Var ve Kardaş, 2017). Bunlara karşın stiren maddesi ise ahşabın çalışmasını etkileyerek boyutsal stabilitesini azaltmakta ve suya dayanımını da azaltıcı etkiye neden olmaktadır (Öztürk ve Atar, 2023).

Borlu maddelerin emprenyede kullanım miktarları arttıkça ahşabın özgül ağırlığında artışa neden olmaktadır (Var, 2010).

Ahşabın ısı özelliklerinde olumlu değişime neden olan ısı iletim katsayılarının yüksek olduğu çalışmalarda; sarıçam ve doğu kayınından oluşan yapay malzemenin emprenyesinde amonyum sülfat (Kol Şahin ve ark., 2008) kullanılmasıyla, başka bir çalışmada sarıçam için ayrıca monoamonyum fosfat, çinko borat (Demir ve Aydın, 2021) ve borik asit kullanılmasıyla olduğu tespit edilmiştir.

Görsel özelliklerinden renk değişim ve yüzey pürüzlülüğü değerleri incelendiğinde parafinin koku yapmasına rağmen iyileştirme etkisi gösterdiği, Wolmanit-CB ve MCQ maddelerinin ise renk değişim direncini arttırdığı tespit edilmiştir (Var, 2003; Özalp ve Hafizoğlu, 2008; Özgenç ve ark., 2013). Sodyum borat ve Vacsol'un ise yüzey pürüzlülüğünü arttırarak görsel özelliklerini olumsuz olarak etkilediği saptanmıştır (Söğütlü ve Döngel, 2009; Keskin ve ark., 2016).

İncelenen çalışmaların bazılarında içerdiği çoklu parametreler sebebiyle yapılan emprenye işlemlerinin fiziksel özelliklerinde etkinin yanı sıra mekanik özelliklerinde etkisine ve hizmet ömrüne yönelik etkiler de gösterdiği tespit edilmiştir.

4.2. Emprenyenin Ahşap Malzemenin Mekanik Özelliklerinde Etkisine Yönelik Çalışmalar

Bu bölümde, ahşap malzemede emprenye işleminin mekanik özellikler üzerindeki etkilerine odaklanan çalışmalar incelenmiştir. İncelemede, emprenye edilen ahşap

malzemenin türü ve ağaç türü, kullanılan emprenye maddesi, emprenye yöntemleri ve ahşabın mekanik özelliklerindeki etkileri yer almaktadır.

Bu çalışmalarda, hem doğal hem de yapay ahşap malzemelerin kullanıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca kullanılan malzemelerin farklı ağaç türlerinden elde edildiği belirlenmiştir. Çizelge 4.5'te görüldüğü üzere, iğne yapraklı ağaç türleri arasında sarıçam, kızılçam, karaçam, Anadolu karaçamı, sedir, Toros sediri, Uludağ göknarı, Larex odunu ve doğu ladininin bulunduğu tespit edilmiştir. Geniş yapraklı ağaç türleri ise kavak, karakavak, kızılğaç, kayın, doğu kayını, sapsız meşe, karaceviz ve dişbudak olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Emprenyenin ahşabın mekanik özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan ahşap türü ve ağaç türlerinin sınıflandırılması

REF. NO	AHŞAP TÜRÜ Doğal – D / Yapay - Y	AĞAÇ TÜRÜ 1 İğne Yapraklı Ağaçlar	AĞAÇ TÜRÜ 2 Geniş Yapraklı Ağaçlar
8	Y	Kızılçam Karaçam Sedir	Kavak
14	D		Kızılğaç
20	D	Karaçam	
23	D	Sarıçam Uludağ göknarı	Doğu kayını
26	D	Sarıçam	Sapsız meşe Doğu kayını
30	Y	Anadolu karaçamı Kızılçam Toros sediri	Kavak
37	D	Sarıçam	Doğu kayını
40	D	Sarıçam	Sapsız meşe Doğu kayını Karaceviz Karakavak Dişbudak
42	D	Kızılçam Karaçam	
46	D	Sedir	
51	D	Sarıçam	
52	D	Kızılçam	
57	Y	Karaçam	Doğu kayını
59	D	Doğu ladinini	Doğu kayını
60	D	Larex odunu	
61	D		Kayın
67	D	Sarıçam	

Bu çalışmalarda kullanılan emprenye maddelerine bakıldığında, doğal, yağlı, suda çözünen ve organik çözücülü emprenye maddelerine ait örneklerin bulunduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.6’da da görüldüğü üzere, doğal emprenye maddesi olarak kolofan, bezir yağı, çam taneni, meşe palamudu, tara çözültisi ve çiriş otu kullanılmışken, yağlı emprenye maddelerinden alkid reçinesi, bor yağı ve parafin tercih edilmiştir. Suda çözünen emprenye maddeleri arasında ise borik asit (BA), boraks (Bx), amonyum sülfat (AS), bakır sülfat, potasyum bikromat, bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) / (Wolmanit-CB), İmmersol-WR 2000, bakır-krom-arsenik (CCA), bakır azol (Tanalith-E), jeotermal su (Kütahya, Eynal-Çitgöl-Naşa) / (Konya, Ilgın), İmersol aqua, Timber care aqua, diamonyum fosfat (DAP), modern taşsuyu ve alkil keten dimer (AKD) kullanılmıştır. Son olarak organik çözücülü emprenye maddesi olarak da ProtimWR230, beyaz ispiroto, barit (Baso4) ve organosilikon bileşikleri (Dow Corning 1-6184, Z-6341, 2-9034, IE 6683, Z70) kullanılmıştır.

Çizelge 4.6. Emprenyenin ahşabın mekanik özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye maddelerinin sınıflandırılması

REF. NO	EMPRENYE MADDE 1 Doğal Emprenye Maddeleri	EMPRENYE MADDE 2 Yağlı Emprenye Maddeleri	EMPRENYE MADDE 3 Suda Çözünen Emprenye Maddeleri	EMPRENYE MADDE 4 Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri
8	Kolofan	Alkid reçinesi	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Amonyum sülfat (AS) Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) İmmersol-WR 2000	
14			Bakır-krom-arsenik (CCA)	
20			Bakır-krom-bor (Wolmanit-CB)	ProtimWR230
23		Bor yağı		
26	Bezir yağı	Parafin		Beyaz ispiroto
30			Borik asit (BA) Boraks (Bx) Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC)	
37				Barit (Baso4)
40			Bakır azol (Tanalith-E)	
42			Jeotermal su (Kütahya, Eynal-Çitgöl-Naşa)	
46	Çam taneni Meşe palamudu		İmersol aqua Timber care aqua	
51	Tara çözültisi		Borik asit (BA) Boraks(Bx)	
52			Jeotermal su (Konya, Ilgın)	

Çizelge 4.6. Emprenyenin ahşabın mekanik özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye maddelerinin sınıflandırılması (devam)

REF. NO	EMPRENYESİ MADDE 1 Doğal Emprenye Maddeleri	EMPRENYESİ MADDE 2 Yağlı Emprenye Maddeleri	EMPRENYESİ MADDE 3 Suda Çözünen Emprenye Maddeleri	EMPRENYESİ MADDE 4 Organik Çözünümlü Emprenye Maddeleri
57			Borik asit (BA) Bakır-krom-bor (Wolmanit-CB) Bakır sülfat Potasyum bikromat	
59				Organosilikon bileşikler (Dow Corning 1-6184, Z-6341, 2-9034, IE 6683, Z70)
60			Borik asit (BA) Amonyum sülfat (AS) Diamonyum fosfat (DAP) Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) Modern taşıyıcı	
61	Çirişotu			
67			Borik asit (BA) Alkil keten dimer (AKD)	

Emprenye yöntemi olarak bu çalışmalarda basınç uygulanan ve basınç uygulanmayan yöntemler olmak üzere iki farklı yöntem türünün kullanıldığı saptanmıştır. Bu kapsamda, basınç uygulanmayan yöntemler arasında püskürtme, daldırma, batırma ve sıcak-soğuk yöntemlerinin kullanıldığı gözlemlenmiştir. Basınç uygulanan yöntemlerden ise dolu hücre ve vakum yöntemlerinin tercih edildiği belirlenmiştir. Kullanılan emprenye yöntemlerinin sınıflandırılması, Çizelge 4.7'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.7. Emprenyenin ahşabın mekanik özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye yöntemlerinin sınıflandırılması

REF. NO	EMPRENYESİ YÖNTEMİ 1 Basınç Uygulanmayan	EMPRENYESİ YÖNTEMİ 2 Basınç Uygulanan
8	Püskürtme	
14		Vakum yöntemleri
20	Daldırma	
23	Daldırma	Dolu hücre yöntemi
26		Vakum yöntemleri
30	Daldırma	
37		Vakum yöntemleri
40		Vakum yöntemleri
42	Batırma	
46	Daldırma	
51		Vakum yöntemleri
52	Sıcak-soğuk yöntemi	
57		Dolu hücre yöntemi
59		Dolu hücre yöntemi
60		Vakum yöntemleri
61		Vakum yöntemleri
67		Dolu hücre yöntemi Vakum yöntemleri

Buna göre ahşabın mekanik özelliklerinde etki gösteren bu çalışmalarda kullanılan ağaç türü, emprenye maddesi ve yönteminin ahşabın elastisite modülünde, basınç, çekme, eğilme ve dinamik eğilme direncinde etki oluşturduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4.8. Emprenyenin ahşabın mekanik özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri

REF. NO	EMPRENYE ETKİSİ	AĞAÇ TÜRÜ Doğal - D Yapay - Y	AĞAÇ TÜRÜ	EMPRENYE MADDESİ (Türkçe)	EMPRENYE YÖNTEMİ	FİZİKSEL ÖZELLİKLER										MEKANİK ÖZELLİKLER							
						Nem ve Çalışma	Özellik	Ağırlık	Isı	Elektriksel	Akustik	Görsel	Permeabilite	Yanma	Elastisite Modülü	Basınç Direnci	Çekme Direnci	Eğilme Direnci	Yanılma Direnci	Kesme Direnci	Sertlik Direnci	Dinamik Eğilme D.	Aşınma Direnci
8	Mekanik özelliklerde etki	Y	Kızılcım Karaçam Sedir Kavak	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Amonyum sülfat (AS) Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) İmmersol-WR 2000 Alkid reçinesi Kolo fan (Çam reçinesi)	Püskürtme																		
14	Mekanik özelliklerde etki	D	Kızılağaç	Bakır-krom-arsenik (CCA)	Vakum yöntemleri																		
20	Mekanik özelliklerde etki Fiziksel özelliklerde etki	D	Karaçam	Bakır-krom-bor (Wolmanit-CB) ProtimWR230	Daldırma																		
23	Mekanik özelliklerde etki	D	Sarıçam Uludağ göknarı Doğu kayını	Bor yağı	Daldırma Dolu hücre yöntemi																		
26	Mekanik özelliklerde etki	D	Sarıçam Sapsız meşe Doğu kayını	Bezir yağı Parafin Beyaz ispirto	Vakum yöntemleri																		
30	Mekanik özelliklerde etki	Y	Anadolu karaçamı Kızılcım Toros sediri Kavak	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC)	Daldırma																		
37	Mekanik özelliklerde etki Hizmet ömrüne etki	D	Sarıçam Doğu kayını	Barit (Baso4)	Vakum yöntemleri																		
40	Mekanik özelliklerde etki	D	Sarıçam Sapsız meşe Doğu kayını Karaceviz	Bakır azol (Tanalith-E)	Vakum yöntemleri																		
42	Mekanik özelliklerde etki	D	Kızılcım Karaçam	Jeotermal su (Kütahya, Eynal-Çitgöl-Naşa)	Batırma																		
46	Mekanik özelliklerde etki Fiziksel özelliklerde etki	D	Sedir	Çam taneni Meşe palamudu İmersol aqua Timber care aqua	Daldırma																		
51	Mekanik özelliklerde etki	D	Sarıçam	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Tara çözeltisi	Vakum yöntemleri																		

Çizelge 4.8. Emprenyenin ahşabın mekanik özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalardaki ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri (devam)

REF. NO	EMPRENYE ETKİSİ	AHŞAP TÜRÜ Doğal - D Yapay - Y	AĞAÇ TÜRÜ	EMPRENYE MADDESİ (Türkçe)	EMPRENYE YÖNTEMİ	FİZİKSEL ÖZELLİKLER								MEKANİK ÖZELLİKLER									
						Nem ve Çalışma	Özellik Ağırlık	Isı Özellikleri	Elektriksel Özellikler	Akustik Özellikler	Görsel Özellikler	Permeabilite	Yanma	Elastisite Modülü	Basınç Direnci	Çekme Direnci	Eğilme Direnci	Yarılma Direnci	Kesme Direnci	Sertlik Direnci	Dinamik Eğilme D.	Aşınma Direnci	
52	Mekanik özelliklerde etki Fiziksel özelliklerde etki	D	Kızılcıam	Jeotermal su (Konya, Ilgın)	Sıcak-soğuk yöntemi																		
57	Mekanik özelliklerde etki	Y	Karaçam Doğu kayını	Borik asit (BA) Bakır- krom- bor (Wolmanit- CB) Bakır sülfat Potasyum bikromat	Dolu hücre yöntemi																		
59	Mekanik özelliklerde etki Fiziksel özelliklerde etki	D	Doğu ladini Doğu kayını	Organosilikon bileşikleri (Dow Corning 1-6184 Z-6341, 2-9034, IE 6683, Z70)	Dolu hücre yöntemi																		
60	Mekanik özelliklerde etki	D	Larex odunu	Borik asit (BA) Amonyum sülfat (AS) Diamonyum fosfat (DAP) Bakır-krom- bor (Tanalith- CBC) Modern taşıyıcı	Vakum yöntemleri																		
61	Mekanik özelliklerde etki Hizmet ömrüne etki	D	Kayın	Çirişotu	Vakum yöntemleri																		
67	Mekanik özelliklerde etki Fiziksel özelliklerde etki	D	Sarıçam	Borik asit (BA) Alkil keten dimer (AKD)	Dolu hücre yöntemi Vakum yöntemleri																		

İncelenen çalışmalarda ahşabın elastisite modülünde değişime neden olan emprenye maddelerinden yapay ahşap malzemelerde borik asit (Var ve ark., 2002), kayın ve dışbudakta Tanalith-E (Keskin ve Dağlıoğlu, 2016) ve Larex odununda taşıyıcı (Ulusoy ve Peker, 2020) kullanımının arttırıcı etki sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca Tanalith-E ve taş suyu eğilme direncine karşı da olumlu etki göstermektedir. Bor yağı kullanımının mekanik özelliklerinde düşürücü etki yaptığı bilinmekle birlikte Konya-Ilgın'dan alınan jeotermal su elastisite modülünü düşürmektedir (Özçiftçi ve Batan, 2009; Var ve Kaplan, 2019).

Ahşabın basınç direncine arttırıcı etki veren maddeler CCA, Wolmanit-CB, barit çözeltisi ve borik asit ile alkil keten dimer (AKD) karışımıdır (Temiz ve ark., 2004; Özalp ve

Hafizoğlu, 2008; Tan ve Peker, 2015; Köse Demirel ve Temiz, 2022). Bu direnci azaltıcı yönde etki gösteren maddeler ise Kütahya- Eynal/Çitgöl/Naşa ‘dan alınan jeotermal su ve doğal sepi maddelerinden çam taneni ve meşe palamududur. Ancak bu jeotermal ve doğal maddeler eğilme direncine olumsuz etki etmektedir (Var ve Kardaş, 2017; Yaşar ve ark., 2017).

Ahşabın çekme direncini arttırıcı etki veren maddeler İmmersol ve boraks iken vida tutma (çekme) performansını etkileyen maddeler bezir, parafin ve tara çözeltisidir (Var ve ark., 2002; Altınok ve Doruk, 2020; Var, 2012; Alkan ve ark., 2018).

Ahşabın eğilme direncini amonyum sülfat maddesi de arttırıcı yönde etkilemektedir (Var ve ark., 2002). Ayrıca Wolmanit- CB maddesinin eğilme direnci üzerinde de olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir (Özalp ve Hafizoğlu, 2008; Doruk ve ark., 2019).

Organosilikon bileşikler ile çiriş otu çözeltisi ahşap malzemenin dinamik eğilme (şok) direncini olumsuz olarak etkilediği tespit edilmiştir (Kılıç ve Yıldız, 2020; Ulusoy ve Peker, 2020).

İncelenen çalışmaların bazılarında içerdiği çoklu parametreler sebebiyle yapılan emprenye işlemlerinin mekanik özelliklerinde etkinin yanı sıra fiziksel özelliklerinde ve hizmet ömrüne yönelik etkiler de gösterdiği tespit edilmiştir.

4.3. Emprenyenin Ahşap Malzemenin Biyolojik Dayanımına Etkisine Yönelik Çalışmalar

Emprenye işlemi ahşap malzemede çeşitli biyolojik zararlıların verdiği tahribatlara karşı ahşabın biyolojik dayanımına yönelik etki sağlayabilmektedir. Bu etkiye yönelik olarak yapılan çalışmalar incelendiğinde kullanılan ahşap türünün tamamının doğal olduğu tespit edilmiştir. Doğal olarak kullanılan bu ahşapların ağaç türleri arasında Çizelge 4.9.’da da görüldüğü gibi iğne yapraklı ağaçlardan sarıçam, kızılçam ve doğu ladini; geniş yapraklı ağaçlardan ise doğu kayını, adi kızılğaç, sakallı kızılğaç ve kavak bulunmaktadır.

Çizelge 4.9. Emprenyenin ahşabın biyolojik dayanımına etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan ahşap türü ve ağaç türlerinin sınıflandırılması

REF. NO	AHŞAP TÜRÜ Doğal – D / Yapay - Y	AĞAÇ TÜRÜ 1 İğne Yapraklı Ağaçlar	AĞAÇ TÜRÜ 2 Geniş Yapraklı Ağaçlar
18	D	Doğu ladini Sarıçam	Doğu kayını Adi Kızılağaç
21	D	Sarıçam	
45	D		Kavak
66	D	Sarıçam	
68	D	Sarıçam	Sakallı kızılalğaç
70	D		Doğu kayını

İncelenen bu çalışmalarda, emprenye işlemi ile ahşabın biyolojik dayanımına yönelik iki farklı emprenye maddesi türü kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu türler doğal emprenye maddeleri ve suda çözünen emprenye maddeleridir.

Doğal emprenye maddeleri arasında mazı, sumak, palamut ekstratı ve çameks kullanıldığı belirlenmiştir. Suda çözünen emprenye maddeleri kategorisinde ise bakır-krom-arsenik (CCA), bakır-krom-bor (CCB), jeotermal su (İzmir-Seferihisar-Doğanbey kaplıca alanı), bakır azol (CuA), CX-8, çinko klorür (ZnCl₂), nano seryum oksit (CeO₂), nano çinko oksit (ZnO), bakır II sülfat (CuSO₄), bakır azol (Tanalith-E), celcure AC 500, borik asit (BA), boraks (Bx) ve amonyum sülfat (AS) kullanılmıştır (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.10. Emprenyenin ahşabın biyolojik dayanımına etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye maddelerinin sınıflandırılması

REF. NO	EMPRENYESİ MADDE 1 Doğal Emprenye Maddeleri	EMPRENYESİ MADDE 2 Yağlı Emprenye Maddeleri	EMPRENYESİ MADDE 3 Suda Çözünen Emprenye Maddeleri	EMPRENYESİ MADDE 4 Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri
18	Mazı ekstratı Sumak ekstratı Palamut ekstratı (valeks) Çameks		Bakır-krom-arsenik (CCA)	
21			Bakır-krom-arsenik (CCA) Bakır-krom-bor (CCB) Bakır azol (Tanalith-E)	
45			Bakır azol (Tanalith-E) CX-8	
66			Çinko klorür (ZnCl ₂) Nano seryum oksit (CeO ₂) Nano çinko oksit (ZnO) Bakır II sülfat (CuSO ₄)	
68			Bakır azol (Tanalith-E) Celcure AC 500	
70			Borik asit (BA) Boraks (Bx) Amonyum sülfat (AS)	

Ahşap malzemenin biyolojik dayanımına yönelik yapılan emprenye işlemlerinde, ahşaba yalnızca basınç uygulanan emprenye yönteminin uygulandığı tespit edilmiştir. Çizelge 4.11.'de bulunan verilere bakıldığında basınç uygulanan yöntemler arasında dolu hücre ve vakum yöntemlerinin tercih edildiği görülmektedir.

Çizelge 4.11. Emprenyenin ahşabın biyolojik dayanımına etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye yöntemlerinin sınıflandırılması

REF. NO	EMPRENYE YÖNTEMİ 1 Basınç Uygulanmayan	EMPRENYE YÖNTEMİ 2 Basınç Uygulanan
18		Dolu hücre yöntemi
21		Dolu hücre yöntemi
45		Vakum yöntemleri
66		Vakum yöntemleri
68		Vakum yöntemleri
70		Vakum yöntemleri

Buna göre emprenye işleminin ahşabın biyolojik dayanımına yönelik etki gösterdiği bu çalışmalarda kullanılan ahşap/ağaç türü, emprenye maddesi ve yönteminin ahşabın özgül ağırlığı ve permeabilitesi üzerinde etki oluşturduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12.).

Çizelge 4.12. Emprenyenin ahşabın biyolojik dayanımına etkisine yönelik yapılan çalışmalardaki ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri

REF. NO	EMPRENYE ETKİSİ	AHSAP TÜRÜ Doğal - D Yapay - Y	AĞAÇ TÜRÜ	EMPRENYE MADDESİ (Türkçe)	EMPRENYE YÖNTEMİ	FİZİKSEL ÖZELLİKLER								MEKANİK ÖZELLİKLER										
						Nem ve Çalışma	Özgül Ağırlık	Isı Özellikleri	Elektriksel Özellikler	Akustik Özellikler	Görsel Özellikler	Permeabilite	Yanma	Elastisite Modülü	Basınç Direnci	Çekme Direnci	Eğilme Direnci	Yarılma Direnci	Kesme Direnci	Sertlik Direnci	Dinamik Eğilme D.	Ayırma Direnci		
18	Biyolojik dayanımına etki	D	Doğu ladini Sarıçam Doğu kayını Adi Kızılağaç	Bakır-krom-arsenik (CCA) Mazı ekstratı Sumak ekstratı Palamut ekstratı (valeks) Çameks	Dolu hücre yöntemi																			
21	Biyolojik dayanımına etki	D	Sarıçam	Bakır-krom-arsenik (CCA) Bakır-krom-bor (CCB) Bakır azol (Tanalith-E)	Dolu hücre yöntemi																			
45	Biyolojik dayanımına etki	D	Kavak	Bakır azol (Tanalith-E) CX-8	Vakum yöntemleri																			

Çizelge 4.12. Emprenyenin ahşabın biyolojik dayanımına etkisine yönelik yapılan çalışmalardaki ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri (devam)

REF. NO	EMPRENYE ETKİSİ	AHSAP TÜRÜ Doğal – D Yapay - Y	AĞAÇ TÜRÜ	EMPRENYE MADDESİ (Türkçe)	EMPRENYE YÖNTEMİ	FİZİKSEL ÖZELLİKLER								MEKANİK ÖZELLİKLER							
						Nem ve Çatlama	Özgül Ağırlık	Isı Özellikleri	Elektriksel Özellikler	Akustik Özellikler	Görsel Özellikler	Permeabilite	Yanma	Elastisite Modülü	Basınç Direnci	Çekme Direnci	Eğilme Direnci	Yarılma Direnci	Kesme Direnci	Sertlik Direnci	Dinamik Eğilme D.
66	Biyolojik dayanımına etki	D	Sarıçam	Çinko klorür (ZnCl2) Nano seryum oksit (CeO2) Nano çinko oksit (ZnO) Bakır II sülfat (CuSO4)	Vakum yöntemleri																
68	Biyolojik dayanımına etki	D	Sarıçam Sakallı kızılğaç	Bakır azol (Tanalith-E) Celcure AC 500	Vakum yöntemleri																
70	Biyolojik dayanımına etki	D	Doğu kayını	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Amonyum sülfat (AS)	Vakum yöntemleri																

Ahşabın özgül ağırlığında değişime neden olan etki tahribatın etkisini ortaya koymaya yönelik olarak incelenen ağırlık kayıplarıdır. Ağırlık kayıplarının etkisi çürüklük sonrası alınan tam kuru ağırlıklarına göre tespit edilmektedir. Bu bağlamda ağırlık kaybının az olduğu durumlarda emprenyenin biyolojik dayanımına etkisinin yüksek olduğu söylenebilmektedir. İncelenen çalışmalarda ağırlık kayıplarında azaltıcı etkisi bulunan bakır-krom-bor (CCA) maddesinin ahşabın biyolojik dayanımına olumlu etkisi bulunmaktadır (Şen ve Hafizoğlu, 2008; Şen ve Yalçın, 2009). Tanalith-E isimli maddenin ise kavak ve kızılâğaç türlerinde ağırlık kaybını azaltıcı etkisi bulunurken sarıçamda bu etki arttırıcı yöndedir (Can ve Sivrikaya, 2017; Kılınç ve ark., 2022; Şen ve Yalçın, 2009). Borlu bileşiklerin ağırlık kaybını azaltarak biyolojik dayanımına olumlu etki ederken, amonyum silikat maddesinin ters etkide bulunduğu sapanmıştır (Altay ve Özdemir, 2023). Çinko klorür maddesinin de ağırlık kaybını azaltan maddeler arasında bulunmaktadır (Tomak ve ark., 2022).

Ahşap malzemede emprenyenin etkili olma durumları permeabilite değerlerine göre söylenmektedir. Malzemenin permeabilitesindeki değerlerin değişimleri yıkanma durumlarına göre farklılaşmaktadır. Buna göre yıkanma miktarı arttıkça permeabilitesi yani emprenye etkinliği azalmakta böylelikle dayanım etkisi de azalmaktadır. İncelenen

çalışmalarda ahşabın biyolojik dayanımına olumlu etkisi bulunan Ćinko klorürün yıkanmaya karşı düşük etki gösterdiği tespit edilmiştir (Tomak ve ark., 2022).

4.4. Emprenyenin Ahřap Malzemenin Yanma Özelliklerinde Etkisine Yönelik Ćalıřmalar

Emprenye işlemi ile ahşabın yanma özelliklerinde etkisine yönelik gerćekleřtirilen bazı çalışmalar incelenmiştir. Bu incelemelerde, kullanılan ahşap türünün doğal ve yapay olarak iki farklı kategoride olduğu belirlenmiştir. Ćizelge 4.13'te belirtildiği üzere, bu çalışmalarda kullanılan ahşap malzemeler arasında ięne yapraklı ağaĉlardan duglas, sarıçam, Anadolu karaçamı, kızılçam ve Toros sediri yer almaktadır. Kullanılan geniş yapraklı ağaĉ türleri arasında ise okaliptüs, karakavak, kayın, doęu kayını, sapsız meře ve ceviz bulunmaktadır.

Ćizelge 4.13. Emprenyenin ahşabın yanma özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan ahşap türü ve ağaĉ türlerinin sınıflandırılması

REF. NO	AHşAP TÜRÜ Doğal – D / Yapay - Y	AĞAĀ TÜRÜ 1 İğne Yapraklı Aęaĉlar	AĞAĀ TÜRÜ 2 Geniş Yapraklı Aęaĉlar
3	D	Duglas	
4	D		Okaliptus
7	Y	Sarıçam	
11	D	Sarıçam	
12	Y		Karakavak
17	Y	Anadolu karaçamı Kızılçam Toros sediri	Karakavak
28	D	Sarıçam	Doğu kayını
35	Y		Kayın
48	D	Sarıçam	Sapsız meşe Doğu kayını
54	D		Ceviz

Yapılan bu çalışmalarda dört farklı emprenye maddesi türüne ait örnekler bulunmaktadır. Doğal emprenye maddelerinden kızılçam kabuğu, sumak yaprağı, valeks (palamut), mazi meşesinin meyveleri ve kolofan; yağlı emprenye maddelerinden ise alkid reĉinesi kullanılmıştır. Suda özünen emprenye maddelerinden kullanılan örnekler arasında borik asit (BA), boraks (Bx), fosforik asit (FA), monoamonyum fosfat (MAP), Pyresote (Pyr), polietilen glikol (PEG-400) / (PEG-1000), amonyum sülfat (AS), bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) / (Wolmanit-CB), İmmersol-WR, Vacsol-WR, sodyum perborat, sodyum

tetra borat, potasyum karbonat, amonyum tetra flu borat, çimento-boraks karışımı, bakır azol (Tanalith-E), diamonyum fosfat (DAP), çinko klorür ve sodyum silikat yer almaktadır (Çizelge 4.14.).

Çizelge 4.14. Emprenyenin ahşabın yanma özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye maddelerinin sınıflandırılması

REF. NO	EMPRENYE MADDE 1 Doğal Emprenye Maddeleri	EMPRENYE MADDE 2 Yağlı Emprenye Maddeleri	EMPRENYE MADDE 3 Suda Çözünen Emprenye Maddeleri	EMPRENYE MADDE 4 Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri
3			Borik asit (BA) Boraks (Bx) Fosforik asit (FA) Monoamonyum fosfat (MAP) Pyresote (Pyr) Polietilen glikol (PEG-400) Polietilen glikol (PEG-1000)	Stiren (St) Metilmetakrilat (MMA) İzosiyanat (ISO)
4			Borik asit (BA) Boraks (Bx) Amonyum sülfat (AS) Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) İmmersol-WR Vacsol-WR Polietilen glikol(PEG-400)	
7			Sodyum Perborat Sodyum Tetra Borat Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) İmersol-WR 2000	
11	Kızılçam kabuğu Sumak yaprağı Valeks (palamut) Mazı meşesinin meyveleri		Borik asit (BA) Boraks (Bx)	
12			Boraks (Bx) Bakır-krom-bor (Wolmanit-CB) Potasyum karbonat	
17	Kolofan	Alkid reçinesi	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) İmmersol-WR	
28			Amonyum tetra flu borat Çimento-boraks karışımı	
35			Borik asit	
48			Bakır-krom-bor (Wolmanit-CB) Bakır azol (Tanalith-E)	
54			Borik asit (BA) Boraks (Bx) Amonyum sülfat (AS) Diamonyum fosfat (DAP) Çinko Klorür Sodyum silikat	

Bu çalışmalarda uygulanan emprenye işlemlerinde kullanılan emprenye yöntemleri basınç uygulanmayan ve basınç uygulanan yöntemlerdir. Kullanılan emprenye yöntemlerinin sınıflandırılması Çizelge 4.15'te verilmiştir. Bu doğrultuda, basınç uygulanmayan emprenye yöntemi olarak fırça ile sürme, püskürtme ve daldırma yöntemleri tercih edilmiştir. Basınç uygulanan yöntem olarak ise vakum yöntemleri kullanılmıştır.

Çizelge 4.15. Emprenyenin ahşabın yanma özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye yöntemlerinin sınıflandırılması

REF. NO	EMPRENYE YÖNTEMİ 1 Basınç Uygulanmayan	EMPRENYE YÖNTEMİ 2 Basınç Uygulanan
3		Vakum yöntemleri
4		Vakum yöntemleri
7	Daldırma	
11		Vakum yöntemleri
12	Fırça ile sürme Daldırma	
17	Püskürtme	
28		Vakum yöntemleri
35	Fırça ile sürme	
48		Vakum yöntemleri
54	Daldırma	

Buna göre emprenyenin ahşabın yanma özelliklerine yönelik etki gösterdiği bu çalışmalarda kullanılan ağaç türü, emprenye maddesi ve yönteminin ahşabın yanma ve permeabilite özelliklerinde etki oluşturduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.16.).

Çizelge 4.16. Emprenyenin ahşabın yanma özelliklerinde etkisine yönelik yapılan çalışmalarda ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri

REF. NO	EMPRENYE ETKİSİ	AHSAP TÜRÜ Doğal - D Yapay - Y	AĞAÇ TÜRÜ	EMPRENYE MADDESİ (Türkçe)	EMPRENYE YÖNTEMİ	FİZİKSEL ÖZELLİKLER										MEKANİK ÖZELLİKLER							
						Nem ve Çatılma	Özellik	Ağırlık	Isı Özellikleri	Elektriksel	Akustik Özellikler	Görsel Özellikler	Permeabilite	Yanma	Elastisite Modülü	Başınç Direnci	Çekme Direnci	Eğilme Direnci	Yarılma Direnci	Kesme Direnci	Sertlik Direnci	Dinamik Eğilme	Aşınma Direnci
3	Yanma özelliklerine etki	D	Duglas	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Fosforik asit (FA) Monoamonyum fosfat (MAP) Pyresote (Pyr) Polietilen glikol (PEG-400) Polietilen glikol (PEG-1000) Stiren (St) Metilmetakrilat (MMA) İzosiyanat (ISO)	Vakum yöntemleri																		
4	Yanma özelliklerine etki	D	Okalıptus	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Amonyum sülfat (AS) Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) İmersol-WR Vacsol-WR Polietilen glikol (PEG-400)	Vakum yöntemleri																		
7	Yanma özelliklerine etki	Y	Sarıçam	Sodyum Perborat Sodyum Tetra Borat Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) İmersol-WR 2000	Daldırma																		
11	Yanma özelliklerine etki	D	Sarıçam	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Kızılcık kabuğu Sumak yaprağı Valeks (palamut) Mazı meşesinin meyveleri	Vakum yöntemleri																		
12	Yanma özelliklerine etki	Y	Karakavak	Boraks (Bx) Bakır-krom-bor (Wolmanit-CB) Potasyum karbonat	Fırça ile sürme Daldırma																		
17	Yanma özelliklerine etki	Y	Anadolu karaçamı Kızılcık Tos sediri Karakavak	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) İmersol-WR Alkid reçinesi Kolo fan (Çam reçinesi)	Püskürtme																		
28	Yanma özelliklerine etki	D	Sarıçam Doğu kayını	Amonyum tetra flu borat Çimento-boraks karışımı	Vakum yöntemleri																		
35	Yanma özelliklerine etki	Y	Kayın	Borik asit	Fırça ile sürme																		
48	Yanma özelliklerine etki	D	Sarıçam Sapsız meşe Doğu kayını	Bakır-krom-bor (Wolmanit-CB) Bakır azol (Tanalith-E)	Vakum yöntemleri																		
54	Yanma özelliklerine etki	D	Ceviz	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Amonyum sülfat (AS) Diamonyum fosfat (DAP) Çinko Klorür Sodyum silikat	Daldırma																		

Ahşabın yanma özelliklerinde değişime neden olan etkiler yanma direnci, yanıcılık özellikleri ve tutuşma sıcaklığı gibi özellikleridir. Bu bağlamda emprenye işlemi sonucunda yanma direnci yüksek olduğunda ve yanıcılık özelliği az olduğunda ahşabın yanma dayanımına etkisinin yüksek olduğu söylenebilmektedir. İncelenen çalışmalarda borlu bileşikler (borik asit, boraks) kullanıldığında yanma direncini arttırıcı özellik gösterdiği tespit edilmiştir (Yalınkılıç ve ark., 1998; Baysal, 2003; Var, 2008; Yuca ve ark., 2014). İçeriğinde bor bileşeni sebebiyle Wolmanit- CB isimli emprenye maddesinin de yanma direncini arttıran özellik gösterdiği bilinmektedir (Yaşar ve Atar, 2017). Potasyum karbonat maddesi de yanma dayanımına olumlu etkisi bulunan maddelerden biridir (Aslan ve Özkaya, 2004). Olumlu özelliklerine karşın içeriğindeki yanıcı bileşenler sebebiyle doğal sepi maddelerinin yanmaya karşı dayanımının az olduğu, sodyum perborat ve Tanalith-CBC maddelerinin de yanıcılık özelliklerinin yüksek olduğu bilinmektedir (Baysal, 2003; Özen ve ark., 2001; Örs ve ark. 1999).

Ahşap malzemede emprenyenin etkinliğine etki eden permeabilite değerlerinin değişimi retensiyon miktarına göre farklılaşmaktadır. Buna göre retensiyon miktarı arttıkça permeabilitesi yani emprenye etkinliği de artmaktadır. İncelenen çalışmalarda Vacsol ve çimento-boraks karışımının yüksek retensiyon oranlarına sahip olduğu tespit edilmiştir (Örs ve ark. 1999; Atılğan ve Peker, 2012).

4.5. Emprenyenin Ahşap Malzemenin Hizmet Ömrüne Etkisine Yönelik Çalışmalar

Bu bölümde, emprenyenin ahşap malzemenin hizmet ömrüne etkisine yönelik yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmaların incelenmesi sonucunda doğal ve yapay ahşap türlerinin kullanıldığı belirlenmiştir. Kullanılan ahşap türleri ve bu türlerin sınıflandırması Çizelge 4.17.'de sunulmuştur.

Buna göre, kullanılan doğal ahşap türünde ağaç türleri arasında iğne yapraklı ağaçlardan sarıçam, doğu ladini, karaçam, Anadolu karaçamı, kızılçam ve melezin kullanıldığı; geniş yapraklı ağaç türlerinden ise doğu kayını, kızılğaç, okaliptüs, kavak ve irokonun kullanıldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.17. Emprenyenin ahşabın hizmet ömrüne etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan ahşap türü ve ağaç türlerinin sınıflandırılması

REF. NO	AHŞAP TÜRÜ Doğal – D / Yapay - Y	AĞAÇ TÜRÜ 1 İğne Yapraklı Ağaçlar	AĞAÇ TÜRÜ 2 Geniş Yapraklı Ağaçlar
2	D	Sarıçam Doğu Ladini	Doğu Kayını Kızılağaç
15	D	Sarıçam	
16	D	Anadolu karaçamı	
27	D		Okaliptus
31	D	Kızılçam	
32	D	Sarıçam Karaçam	Kavak İroko
34	D	Kızılçam Karaçam	
36	D	Kızılçam Karaçam	
37	D	Sarıçam	Doğu kayını
38	D	Sarıçam	Doğu kayını
41	D	Kızılçam	
44	D	Karaçam	
49	D		Dişbudak
50	D		Karakavak
56	D	Sarıçam	
61	D		Kayın
65	Y	Sarıçam	Kavak Kızılağaç

Ahşabın hizmet ömrüne etkisine yönelik kullanılan emprenye maddelerine ait örnekler doğal, yağlı, suda çözünen ve organik çözücülü emprenye maddeleri olmak üzere dört farklı türden bulunmaktadır.

Çizelgeye göre doğal emprenye maddeleri arasında çay bitki ekstratı, ayva yaprağı, nar ve ceviz meyvesi kabuklarından elde edilen bitkisel boyalar, tara çözültisi, tall yağı, keten yağı ve çiriş otu bulunmaktadır. Yağlı emprenye maddeleri olarak ise parafin ve metil hidrojen silikon kullanılmıştır. Suda çözünen emprenye maddeleri arasında borik asit (BA), boraks (Bx), amonyum sülfat (AS), diamonyum fosfat (DAP), Vacsol, Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC), polietilen glikol (PEG-400), İmmersol aqua, İmmersol-WR, Vacsol-WR, jeotermal su (İzmir-Seferihisar-Doğanbey kaplıca alanı), (Afyonkarahisar, Ömer-Gecek- Gazlıgöl), (Kütahya, Eynal-Çitgöl-Naşa), (Sakarya, Kuzuluk-Taraklı-Geyve), (Aydın, Alangüllü-Çamköy-Germencik), (Antalya, Demreburguş), bakır azol (Tanalith-E), alkali/bakır/kuat (ACQ), mikronize bakır kuat (MCQ), Nano bor (NB) , sodyum

silikat, monoamonyum fosfat (MAP) ve çinko borat yer almaktadır. Organik çözücülü emprenye maddeleri arasında ise stiren (St), metilmetakrilat (MMA), izosiyanat (ISO) ve barit (Baso4) bulunmaktadır (Çizelge 4.18.).

Çizelge 4.18. Emprenyenin ahşabın hizmet ömrüne etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye maddelerinin sınıflandırılması

REF. NO	EMPRENYE MADDE 1 Doğal Emprenye Maddeleri	EMPRENYE MADDE 2 Yağlı Emprenye Maddeleri	EMPRENYE MADDE 3 Suda Çözünen Emprenye Maddeleri	EMPRENYE MADDE 4 Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri
2			Borik asit (BA) Boraks (Bx) Amanyum sülfat (AS) Diamonyum fosfat (DAP) Vacsol Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) Polietilen glikol (PEG-400)	Stiren (St) Metilmetakrilat (MMA) İzosiyanat (ISO)
15		Parafin	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Amonyum sülfat (AS) Diamonyum fosfat (DAP) Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) Vacsol (V) Polietilen glikol (PEG-400)	Stiren (St) Metilmetakrilat (MMA) İzosiyanat (ISO)
16			İmmersol aqua	
27			Borik asit (BA) Boraks (Bx) Polietilen glikol-400 (PEG-400) Amonyum sülfat (AS) İmmersol-WR Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) Vacsol-WR	Stiren (St) Metilmetakrilat (MMA)
31			Jeotermal su (İzmir-Seferihisar-Doğanbey kaplıca alanı)	
32	Çay Bitki Ekstraktı			
34			Jeotermal su (Afyonkarahisar, Ömer-Gecek-Gazlıgöl)	
36			Jeotermal su (Kütahya, Eynal-Çitgöl-Naşa)	
37				Barit (Baso4)
38				Barit (Baso4)
41			Jeotermal su (Sakarya, Kuzuluk-Taraklı-Geyve)	
44			Jeotermal su (Aydın, Alangüllü-Çamköy-Germencik)	
49			Bakır azol (Tanalith-E)	
50	Ayva yaprağı, nar ve ceviz meyvesi kabuklarından elde edilen bitkisel boyalar		Jeotermal su (Antalya, Demreburguç)	
56	Tall yağı Keten yağı	Metil hidrojen silikon	Borik asit (BA) Alkali/bakır/kuat (ACQ) Mikronize bakır kuat (MCQ) Nano bor (NB) Sodyum silikat	
61	Çirişotu			
65			Amonyum sülfat (AS) Monoamonyum fosfat Çinko borat	

Bu çalışmalarda kullanılan emprenye işlemlerinde iki tür emprenye yöntemi kullanılmıştır: basınç uygulanmayan ve basınç uygulanan yöntemler. Kullanılan emprenye yöntemlerinin sınıflandırılması Çizelge 4.19'da belirtilmiştir. Bu göre, basınç uygulanmayan yöntemler arasında daldırma ve sıcak-soğuk yöntemlerinin kullanıldığı, basınç uygulanan yöntemler arasında ise dolu hücre ve vakum yöntemlerinin tercih edildiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.19. Emprenyenin ahşabın hizmet ömrüne etkisine yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan emprenye yöntemlerinin sınıflandırılması

REF. NO	EMPRENYE YÖNTEMİ 1 Basınç Uygulanmayan	EMPRENYE YÖNTEMİ 2 Basınç Uygulanan
2		Vakum yöntemleri
15		Vakum yöntemleri
16	Daldırma	
27		Vakum yöntemleri
31	Sıcak-soğuk yöntemi	
32		Vakum yöntemleri
34	Daldırma	
36	Daldırma	
37		Vakum yöntemleri
38		Vakum yöntemleri
41	Sıcak-soğuk yöntemi	
44	Daldırma	
49		Vakum yöntemleri
50	Daldırma	
56		Dolu hücre yöntemi
61		Vakum yöntemleri
65	Daldırma	

Buna göre emprenyenin ahşabın hizmet ömrüne yönelik etki gösterdiği bu çalışmalarda kullanılan ağaç türü, emprenye maddesi ve yönteminin ahşabın nem ve çalışma, özgül ağırlık ve permeabilite özelliklerinde etki oluşturduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.20.).

Çizelge 4.20. Emprenyenin ahşabın hizmet ömrüne etkisine yönelik yapılan çalışmalardaki ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri

REF. NO	EMPRENYE ETKİSİ	AHSAP TÜRÜ Doğal - D Yapay - Y	AĞAÇ TÜRÜ	EMPRENYE MADDESİ (Türkçe)	EMPRENYE YÖNTEMİ	FİZİKSEL ÖZELLİKLER								MEKANİK ÖZELLİKLER										
						Nem ve Çalgına	Özgül Ağırlık	Isı Özellikleri	Elektriksel Özellikler	Akustik Özellikler	Görneği Özellikler	Permeabilite	Yanma	Elasite Modülü	Başlangı Densite	Çekme Densite	Eğilme Densite	Yanılma Densite	Kesme Densite	Sertlik Densite	Dinamik Eğilme D.	Ayırma Densite		
2	Hizmet ömrüne etki	D	Sarıçam Doğu Ladını Doğu Kayını Kızılağaç	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Amanyum sülfat (AS) Diamonyum fosfat (DAP) Vacsol Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) Polietilen glikol (PEG-400) Stiren (St) Metilmetakrilat (MMA) İzosiyanat (ISO)	Vakum yöntemleri																			
15	Fiziksel özelliklerde etki Hizmet ömrüne etki	D	Sarıçam	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Amonyum sülfat (AS) Diamanyum fosfat (DAP) Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) Vacsol (V) Polietilen glikol(PEG-400) Metilmetakrilat (MMA) Stiren (St) İzosiyanat (ISO) Parafin	Vakum yöntemleri																			
16	Hizmet ömrüne etki	D	Anadolu karaçamı	İmmersol aqua	Daldırma																			
27	Hizmet ömrüne etki Fiziksel özelliklerde etki	D	Okaliptus	Borik asit (BA) Boraks (Bx) Polietilen glikol (PEG-400) Amonyum sülfat (AS) İmmersol-WR Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC) Vacsol-WR Metilmetakrilat (MMA) Stiren (St)	Vakum yöntemleri																			
31	Hizmet ömrüne etki Fiziksel özelliklerde etki	D	Kızılcıam	Jeotermal su (İzmir-Seferihisar-Doğanbey kaplıca alanı)	Sıcak-soğuk yöntemi																			
32	Hizmet ömrüne etki Fiziksel özelliklerde etki	D	Sarıçam Karaçam Melez Kavak İroko	Çay Bitki Ekstraktı	Vakum yöntemleri																			
34	Fiziksel özelliklerde etki Hizmet ömrüne etki	D	Kızılcıam Karaçam	Jeotermal su (Afyonkarahisar, Ömer-Gecek- Gazlıgöl)	Daldırma																			
36	Hizmet ömrüne etki Fiziksel özelliklerde etki	D	Kızılcıam Karaçam	Jeotermal su (Kütahya, Eynal-Çitgöl-Naşa)	Daldırma																			
37	Hizmet ömrüne etki Mekanik özelliklerde etki	D	Sarıçam Doğu kayını	Barit (Baso4)	Vakum yöntemleri																			
38	Hizmet ömrüne etki Fiziksel özelliklerde etki	D	Sarıçam Doğu kayını	Barit (Baso4)	Vakum yöntemleri																			
41	Hizmet ömrüne etki	D	Kızılcıam	Jeotermal su (Sakarya, Kuzuluk-Taraklı-Geyve)	Sıcak-soğuk yöntemi																			
44	Hizmet ömrüne etki Fiziksel özelliklerde etki	D	Karaçam	Jeotermal su (Aydın, Alangüllü-Çamköy-Germencik)	Daldırma																			

Çizelge 4.20. Emprenyenin ahşabın hizmet ömrüne etkisine yönelik yapılan çalışmalardaki ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri (devam)

REF. NO	EMPRENYE ETKİSİ	AHŞAP TÜRÜ Doğal - D Yapay - Y	AĞAÇ TÜRÜ	EMPRENYE MADDESİ (Türkçe)	EMPRENYE YÖNTEMİ	FİZİKSEL ÖZELLİKLER								MEKANİK ÖZELLİKLER									
						Nem ve Çalışma	Ogullu Ağırlık	Isı Özellikleri	Elektriksel Özellikler	Akustik Özellikler	Görsel Özellikler	Permeabilite	Yama	Elastisite Modülü	Başarı Diresi	Çekme Diresi	Eğilme Diresi	Yarılma Diresi	Kesme Diresi	Sevrik Diresi	Dinamik Eğilme D.	Ayrılma Diresi	
49	Fiziksel özelliklerde etki Hizmet ömrüne etki	D	Dişbudak	Bakır azol (Tanalith-E)	Vakum yöntemleri																		
50	Hizmet ömrüne etki	D	Karakavak	Jeotermal su (Antalya, Demreburguç) Ayva yaprağı Nar kabuğu boyası Ceviz kabuğu boyası	Daldırma																		
56	Hizmet ömrüne etki	D	Sarıçam	Borik asit (BA) Alkali/bakır/kuat (ACQ) Mikronize bakır kuat (MCQ) Nano bor (NB) Tall yağı Keten yağı Sodyum silikat Metil hidrojen silikon	Dolu hücre yöntemi																		
61	Hizmet ömrüne etki Mekanik özelliklerde etki	D	Kayın	Çirişotu	Vakum yöntemleri																		
65	Hizmet ömrüne etki	Y	Sarıçam Kavak Kızılağaç	Amonyum sülfat (AS) Monoamonyum fosfat Çinko borat	Daldırma																		

Emprenye genel amaç olarak ahşap malzemenin hizmet ömrünü arttırmaya yönelik yapılmaktadır. Ancak emprenye işleminin kalitesini ve etkisini etkileyen, emprenye işlemi sonucunda ahşabın özelliklerinde meydana gelen bazı değişiklikler bulunmaktadır. Bunlar nem ve çalışma özelliğinde şişme ve daralma değerleri, özgül ağırlığında değişime neden olan yoğunluk değerleri ve permeabilitesini etkileyen retensiyon miktarları, yıkanma oranları ve absorbsiyon değerleridir. Buna göre incelenen çalışmalarda, polietilen glikol (PEG-400) maddesinin suya dayanımı azaltıcı etki oluşturduğu ve ahşabın şişme ve daralma değerlerini etkilediği tespit edilmiştir (Baysal ve ark., 2005; Bardak ve ark., 2011; Var ve ark., 2013). Ayrıca yapılan bu çalışmalarda PEG-400 isimli maddenin retensiyon miktarının da yüksek olduğu saptanmıştır. Retensiyon miktarının artması permeabilitesini yani emprenye etkinliğini arttırmaktadır. Yüksek retensiyon ve absorbsiyon miktarına sahip olan jeotermal suların (İzmir-Doğanbey, Afyonkarahisar-Gecek, Kütahya-Eynal, Sakarya-Kuzuluk/Geyve, Aydın-Alangüllü/Çamköy/Germencik, Antalya-Demreburguç) ahşap malzemenin hizmet ömrünü olumlu yönde etkilediği söylenebilmektedir (Var ve ark. 2013; Var ve ark., 2014; Var ve ark., 2015; Var ve Soygüder, 2017; Var ve Yıldız, 2017; Var ve Özkan, 2018). Ladin ağaç türünde Vacsol, kayın ağaç türünde çiriş otunun yüksek retensiyon miktarına sahip olduğu belirtilmektedir

(Yalınkılıç ve ark., 1996; Ulusoy ve Peker, 2020). Kayın ağaç türünde çay bitki ekstratının ve %50 barit çözeltisinin retensiyon miktarlarının yüksek olduğu saptanmıştır (Atılğan ve ark., 2013; Tan ve Peker, 2015). Ayrıca %1 'lik barit çözeltisinin kayında yüksek özgül ağırlığına sebep olduğu belirtilmektedir (Tan ve Peker, 2015). Nano bor emprenye maddesinin ise yıkanma direncini arttırdığı böylelikle de hizmet ömrüne etki ettiği söylenebilmektedir (Can ve Sivrikaya, 2019).

İncelenen çalışmaların bazılarında içerdiği çoklu parametreler sebebiyle yapılan emprenye işlemlerinin ahşabın hizmet ömrüne etkinin yanı sıra biyolojik dayanımına, fiziksel ve mekanik özelliklerine yönelik etkiler de gösterdiği tespit edilmiştir.

4.6. Bölüm Sonucu ve Tartışma

Tezin bu bölümünde, araştırma sonuçlarına dayalı bilgiler, oluşturulan sınıflandırmalar ve hazırlanan kategorizasyon göz önünde bulundurularak, emprenye işlemlerinde tercih edilen ahşap ve ağaç türleri belirlenmiştir. Ayrıca kullanılan emprenye maddeleri ve uygulanan yöntemlerin etkileri ayrıntılı olarak incelenmiş ve tartışılmıştır.

Emprenye hakkında yapılan çalışmalarının analizi, ahşap malzemenin kullanımında doğal ve yapay olmak üzere iki kategoride çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Çizelge 4.21'de, bu iki kategoriye ait kullanılan ağaç türlerinin ahşap türlerine göre dağılımı gösterilmiştir.

Çizelge 4.21. Kullanılan ağaç türlerinin ahşap türlerine göre dağılımı

Ağaç türü		Ahşap türü	
		Doğal	Yapay
İğne yapraklı ağaçlar	Kızılçam	✓	✓
	Sarıçam	✓	✓
	Karaçam	✓	✓
	Anadolu karaçamı	✓	
	Duglas	✓	
	Ladin	✓	
	Doğu ladini	✓	
	Sedir	✓	
	Toros sediri		✓
	Göknar	✓	
	Uludağ göknarı	✓	
	Melez	✓	
	Larex odunu	✓	
Geniş yapraklı ağaçlar	Kayın	✓	✓
	Doğu kayını	✓	✓
	Kızılağaç	✓	✓
	Adi kızağaç	✓	
	Sakallı kızağaç	✓	
	Ceviz	✓	
	Karaceviz	✓	
	Anadolu cevizi	✓	
	Kavak	✓	✓
	Karakavak	✓	✓
	Meşe	✓	
	Sapsız meşe	✓	
	Okalıptüs	✓	
	İroko	✓	
	Cennet Odunu	✓	
	Dişbudak	✓	

Elde edilen verilere göre doğal olarak kullanılan ahşap malzemeler iğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaçlar olmak üzere iki ana ağaç türü altında gruplanmaktadır. İğne yapraklı ağaç örnekleri arasında kızılçam, sarıçam, karaçam, Anadolu karaçamı, duglas, ladin, doğu ladini, sedir, göknar, Uludağ göknarı, melez ve larex odunu bulunmaktadır. Geniş yapraklı ağaç türlerinden kullanılanlar arasında ise kayın, doğu kayını, kızağaç, adi kızağaç, sakallı kızağaç, ceviz, karaceviz, anadolu cevizi, kavak, karakavak, meşe, sapsız meşe, okalıptüs, iroko, cennet odunu ve dişbudak bulunmaktadır.

Yapay olarak kullanılan ahşap malzemeler de iğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaç türlerini içermektedir. İğne yapraklı ağaçlardan kızılçam, sarıçam, karaçam ve Toros sediri, geniş yapraklı ağaçlardan ise kayın, doğu kayını, kızılgağaç, kavak ve karavak kullanılmaktadır.

Çalışma kapsamında incelenen çalışmalarda kullanılan emprenye maddeleri doğal, yağlı, suda çözünen ve organik çözücülü olmak üzere dört kategoride bulunmaktadır. Bu kullanılan emprenye maddeleri ile yapılan çalışmalardaki emprenye işlemleri sonucunda meydana gelen etkiler derlenerek Çizelge 4.22.'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.22. Emprenye maddelerinin ahşaptaki emprenye etkilerine göre dağılımı

Emprenye Maddesi Türü		Emprenye Etkisi				
		Fiziksel özelliklerde etki	Mekanik özelliklerde etki	Biyolojik dayanımına etki	Yanma özelliklerinde etki	Hizmet ömrüne etki
Doğal Emprenye Maddesi	Atık ayçiçek yağı	✓				
	Ayva yaprağı, nar ve ceviz meyvesi kabuklarından elde edilen bitkisel boyalar					✓
	Bezir yağı	✓	✓			
	Çam taneni	✓	✓			✓
	Çay Bitki Ekstraktı	✓				✓
	Çiriş otu		✓			✓
	Çameks			✓		
	Kolofan (çam reçinesi)	✓	✓		✓	
	Keten yağı					✓
	Kızılçam kabuğu				✓	
	Mazı ekstratı			✓	✓	
	Sumak ekstratı			✓	✓	
	Palamut ekstratı (valeks)	✓		✓	✓	
	Tall yağı					✓
	Tara çözeltisi					✓
Yağlı Emprenye Maddesi	Baz yağı	✓				
	Bor yağı	✓	✓			
	Alkid reçinesi	✓	✓		✓	
	Metil hidrojen silikon					✓
	Parafin	✓	✓			✓

Çizelge 4.22. Emprenye maddelerinin ahşaptaki emprenye etkilerine göre dağılımı (devam)

Emprenye Maddesi Türü		Emprenye Etkisi				
		Fiziksel özelliklerde etki	Mekanik özelliklerde etki	Biyolojik dayanımına etki	Yanma özelliklerinde etki	Hizmet ömrüne etki
Suda Çözünen Emprenye Maddesi	Alkaline Bakır Kuat (Celcure AC500)			✓		✓
	Alkali/bakır/kuat (ACQ)					✓
	Alkil keten dimer (AKD)	✓	✓			
	Amonyum sülfat (AS)	✓	✓	✓	✓	✓
	Amonyum tetra flu borat				✓	✓
	Bakır azol (Tanalith-E)	✓	✓	✓	✓	✓
	Bakır-krom-arsenik (CCA)		✓	✓		✓
	Bakır-krom-bor (CCB)					✓
	Bakır-krom-bor (Tanalith-CBC)	✓	✓		✓	✓
	Bakır-krom-bor (Wolmanit-CB)	✓	✓		✓	
	Bakır sülfat		✓			
	Bakır II sülfat (CuSO4)			✓		✓
	Borik asit (BA)	✓	✓	✓	✓	✓
	Boraks (Bx)	✓	✓	✓	✓	✓
	Fosforik asit (FA)	✓			✓	
	CX-8			✓		
	Çinko borat	✓			✓	
	Çinko klorür	✓		✓	✓	✓
	Çimento-boraks karışımı				✓	✓
	Diamonyum fosfat (DAP)	✓	✓		✓	✓
	İmmersol aqua	✓	✓			✓
	İmmersol-WR	✓	✓		✓	
	Jeotermal su (Afyonkarahisar, Ömer-Gecek- Gazlıgöl)	✓				
	Jeotermal su (Afyonkarahisar-Denizli-Kütahya)	✓				
	Jeotermal su (Antalya, Demreburguç)					✓
	Jeotermal su (Aydın, Alangüllü-Çamköy-Germencik)	✓				✓
	Jeotermal su (İzmir-Seferihisar-Doğanbey kaplıca alanı)			✓		✓

Çizelge 4.22. Emprenye maddelerinin ahşaptaki emprenye etkilerine göre dağılımı (devam)

Emprenye Maddesi Türü		Emprenye Etkisi				
		Fiziksel özelliklerde etki	Mekanik özelliklerde etki	Biyolojik dayanımına etki	Yanma özelliklerinde etki	Hizmet ömrüne etki
Suda Çözünen Emprenye Maddesi	Jeotermal su (Kütahya, Eynal-Çitgöl-Naşa)	✓	✓			✓
	Jeotermal su (Sakarya, Kuzuluk-Taraklı-Geyve)	✓				
	Jeotermal su (Konya, Ilgın)	✓	✓			
	Mikronize bakır kuat (MCQ)					✓
	Monoamonyum fosfat (MAP)	✓			✓	
	Modern taşsuyu		✓			
	Nano bor (NB)					✓
	Nano seryum oksit (CeO ₂)			✓		✓
	Nano çinko oksit (ZnO)			✓		✓
	Nano Titanyum dioksit	✓				
	Nano Bor nitrür	✓				
	Polietilen glikol-400 (PEG-400)	✓			✓	✓
	Polietilen glikol-1000 (PEG-1000)				✓	
	Pyresote (Pyr)				✓	
	Potasyum karbonat				✓	
	Potasyum bikromat		✓			
	Sodyum borat	✓				
	Sodyum perborat	✓			✓	
	Sodyum Tetra Borat				✓	
	Sodyum silikat				✓	✓
	Timber care aqua	✓	✓			✓
	Vacsol aqua	✓				
	Vacsol	✓			✓	✓
Organik Çözücülü Emprenye Maddesi	Barit (Baso ₄)	✓	✓			✓
	Beyaz ispirto	✓	✓			
	Organosilikon bileşikleri (Dow Corning 1-6184, Z-6341, 2-9034, IE 6683, Z70)	✓	✓			
	ProtimWR230	✓	✓			
	Stiren (St)	✓			✓	✓
	Metilmetakrilat (MMA)	✓			✓	✓
	İzosiyanat (ISO)	✓			✓	✓

Bu kullanılan maddeler, emprenye etkilerine göre değerlendirildiğinde, bazı maddelerin çoklu etkilere neden olduğu gözlenmektedir. Bu durum, bir maddenin ahşap üzerinde birçok etkiye neden olması olabileceği gibi, yapılan çalışmalarda birden fazla maddenin kullanıldığı durumlarda görülen etkinin bu maddelerin birleşik etkisi olarak değerlendirildiği anlamına da gelmektedir.

Bu bağlamda, doğal emprenye maddesi olarak kullanılan maddeler şu şekildedir: Atık ayçiçek yağı, ayva yaprağı, nar ve ceviz meyvesi kabuklarından elde edilen bitkisel boyalar, bezir yağı, çam taneni, çay bitki ekstraktı, çiriş otu, çameks, kolofan (çam reçinesi), keten yağı, kızılçam kabuğu, mazı ekstratı, sumak ekstratı, palamut ekstratı (valeks), tall yağı ve tara çözeltisidir. Yapılan çalışmalarda kullanılan maddeler emprenye etkilerine göre değerlendirildiğinde, çoğunluğunun birden fazla emprenye etkisi gösterdiği belirlenmiştir. Tek emprenye etkisi gösteren ayva yaprağı, nar ve ceviz meyvesi kabuklarından elde edilen bitkisel boyalar, keten yağı, tall yağı ve tara çözeltisi hizmet ömrüne etki ederken, çameks biyolojik dayanım etkisine ve kızılçam kabuğu yanma özelliklerinde etkiye sebep olmaktadır.

İncelenen çalışmalarda, yağlı emprenye maddeleri kategorisinde en az sayıda madde çeşidi bulunmaktadır. Bu kategoride kullanılan yağlı emprenye maddeleri şunlardır: Bor yağı, baz yağı, alkid reçinesi, metil hidrojen silikon ve parafindir. Yapılan çalışmalarda kullanılan bu maddeler, emprenye etkilerine göre değerlendirildiğinde, tek emprenye etkisine sahip metil hidrojen silikon ile baz yağıdır. Metil hidrojen silikon hizmet ömrüne etki ederken baz yağı fiziksel özelliklerde etki oluşturmaktadır. Bor yağı, alkid reçinesi ve parafin ise fiziksel ve mekanik özelliklerde etkide bulunmanın yanı sıra alkid reçinesi yanma özelliklerine, parafin ise hizmet ömrüne yönelik de etki göstermektedir.

Bu çalışmalarda kullanılan suda çözünen emprenye maddeleri en çok çeşidin yer aldığı kategoridir. Bu kategoride kullanılan suda çözünen emprenye maddeleri şunlardır: Alkaline Bakır Kuat (Celcure AC500), Alkali/bakır/kuat (ACQ), Alkil keten dimer (AKD), Amonyum sülfat (AS), Amonyum tetra flu borat, Bakır azol (Tanalith-E), Bakır-krom-arsenik (CCA), Bakır-krom-bor (CCB) / (Tanalith-CBC) / (Wolmanit-CB), Bakır sülfat, Bakır II sülfat (CuSO4), Borik asit (BA), Boraks (Bx), Fosforik asit (FA), CX-8 , Çinko borat, Çinko klorür, Çimento-boraks karışımı, Diamonyum fosfat (DAP),

İmmersol aqua, İmmersol-WR, Jeotermal su (Afyonkarahisar, Ömer-Gecek- Gazlıgöl) / (Afyonkarahisar-Denizli-Kütahya) / (Antalya, Demreburguç) / (Aydın, Alangüllü-Çamköy-Germencik) / (İzmir-Seferihisar-Doğanbey kaplıca alanı) / (Kütahya, Eynal-Çitgöl-Naşa) / (Sakarya, Kuzuluk-Taraklı-Geyve) / (Konya, Ilgın), Mikronize bakır kuat (MCQ), Monoamonyum fosfat (MAP), Modern taşsuyu, Nano bor (NB), Nano seryum oksit (CeO_2), Nano çinko oksit (ZnO), Nano Titanyum dioksit, Nano Bor nitrür, Polietilen glikol-400 (PEG-400), Polietilen glikol-1000 (PEG-1000), Pyresote (Pyr), Potasyum karbonat, Potasyum bikromat, Sodyum borat, Sodyum perborat, Sodyum Tetra Borat, Sodyum silikat, Timber care aqua, Vacsol aqua ve Vacsol'dur. İncelenen çalışmalarda kullanılan bu maddeler, emprenye etkilerine göre değerlendirildiğinde; amonyum sülfat (AS), borik asit (BA) ve boraks (Bx) maddelerinin ahşap malzemede, biyolojik dayanımına yönelik, fiziksel, mekanik ve yanma özelliklerinde ve hizmet ömrüne etki olmak üzere tüm emprenye etkilerini gösterdiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, söz konusu maddelerin ahşap malzemenin emprenye işlemlerinde etkili bir performansa sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

İncelenen çalışmalarda organik çözücülü emprenye maddesi olarak kullanılan maddeler şu şekildedir: Barit (BaSO_4), Beyaz ispirto, Organosilikon bileşikler (Dow Corning 1-6184, Z-6341, 2-9034, IE 6683, Z70), Protim WR230, Stiren (St), Metilmetakrilat (MMA) ve İzosiyanat (ISO). Bu maddeler emprenye etkilerine göre değerlendirildiğinde, ahşapta biyolojik dayanımına yönelik etki gösteren bir emprenye maddesi bulunmadığı tespit edilmiştir. Özellikle sıkça birlikte kullanılan stiren (St), metilmetakrilat (MMA) ve izosiyanat (ISO) adlı maddeler ise fiziksel özelliklerde, yanma özelliklerinde ve hizmet ömrüne etki açısından benzer emprenye etkilerine sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Yapılan analizler, incelenen çalışmalarda ahşap malzemeye uygulanan emprenye yöntemlerinin basınç uygulanmayan ve basınç uygulanan olmak üzere iki ana kategoride olduğunu ortaya koymaktadır. Çizelge 4.23'te, bu iki kategoriye ait emprenye yöntemlerinin ahşaptaki emprenye etkilerine göre dağılımı belirtilmiştir.

Çizelge 4.23. Emprenye yöntemlerinin ahşaptaki emprenye etkilerine göre dağılımı

Emprenye yöntemi		Emprenye Etkisi				
		Fiziksel özelliklerde etki	Mekanik özelliklerde etki	Biyolojik dayanımına etki	Yanma özelliklerinde etki	Hizmet ömrüne etki
Basınç Uygulanmayan	Fırça ile sürme	✓			✓	
	Püskürtme	✓	✓		✓	
	Daldırma	✓	✓		✓	✓
	Batırma	✓	✓			✓
	Sıcak-soğuk yöntemi	✓	✓	✓		✓
Basınç Uygulanan	Dolu hücre yöntemi	✓	✓	✓		✓
	Vakum yöntemleri	✓	✓	✓	✓	✓

İncelemeler, basınç uygulanmayan yöntemler arasında fırça ile sürme, püskürtme, daldırma, batırma ve sıcak-soğuk yöntemlerinin kullanıldığını göstermektedir. Fırça ile sürme yöntemi, yanma ve fiziksel özellikler üzerinde etkili olurken, püskürtme yöntemi, mekanik özellikler üzerinde de etkili olmaktadır. Daldırma ve batırma yöntemleri, fiziksel ve mekanik özellikler üzerinde etki ve hizmet ömrü üzerinde etkili olmaları bakımından benzerlik gösterirken, daldırma yöntemi ayrıca yanma özelliklerine yönelik de etkili olmaktadır. Sıcak-soğuk yöntemi, basınç uygulanmayan yöntemler arasında en çok emprenye etkisinde kullanılan yöntem olup, yalnızca yanma özelliklerine yönelik etkili olmamaktadır.

Basınç uygulanan yöntemler arasında ise dolu hücre ve vakum yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Her iki yöntem de biyolojik dayanımına yönelik, fiziksel özelliklerde, mekanik özelliklerde ve hizmet ömrüne yönelik etkili olurken, vakum yöntemleri ayrıca yanma özelliklerine yönelik de etkili olmaktadır. Ayrıca vakum yönteminin tüm emprenye etkilerinde etkili olması, emprenye işlemlerinde yüksek bir performansa sahip olduğunu ifade etmemize olanak tanımaktadır.

5. SONUÇ

Ahşap, tarih boyunca mimarlık başta olmak üzere çeşitli alanlarda kullanılan doğal bir yapı malzemesidir. Ahşabın gelecek nesiller için sürdürülebilir bir yapı malzemesi olarak kullanımının yaygınlaştırılması ise mevcut hammadde kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılmasına bağlıdır. Bu bağlamda ahşabın çeşitli etkiler karşısındaki dayanımını arttırmak ve hizmet ömrünü uzatmak için çeşitli işlemler yapılması gerekmektedir. Bu işlemlerin en yaygın olanı ise emprenye işlemidir.

Tez kapsamında Türkiye’deki akademik makalelerin yer aldığı Dergipark veri tabanından elde edilen ve ahşap malzemenin emprenye işlemine odaklanan 70 adet makale; ahşap / ağaç türü, emprenye maddesi, emprenye yöntemi, emprenye işleminin ahşap malzemenin çeşitli özelliklerine ve dayanımına etkisi yönünden sistematik olarak analiz edilmiştir. Analizler sonucunda emprenye işleminin ahşap üzerindeki etkilerine göre çeşitli kategorizasyonlar elde edilmiştir.

Emprenyenin ahşap malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisine yönelik çalışmalarda; ağaç / ahşap türü olarak hem doğal hem de yapay örneklerin; emprenye maddesi olarak doğal, yağlı, suda çözünen ve organik çözücülü maddelerin, emprenye yöntemi olarak hem basınç uygulanmayan hem de basınç uygulanan yöntemlerin yer aldığı görülmüştür. Emprenyenin ahşap malzemenin fiziksel özelliklerine etkisine odaklanan çalışmaların bazılarında, malzemenin bazı mekanik özelliklere ilişkin deneylere de yer verildiği, benzer şekilde ahşap malzemenin mekanik özelliklerine etkisine odaklanan çalışmaların bazılarında ise malzemenin fiziksel özelliklerine ilişkin deneylere yer verildiği tespit edilmiştir.

Emprenyenin ahşap malzemenin biyolojik dayanımına etkisine yönelik çalışmalarda; ağaç / ahşap türü olarak doğal ahşap örneklerin; emprenye maddesi olarak doğal veya suda çözünen emprenye maddelerinin, emprenye yöntemi olarak basınç uygulanan yöntemlerin yer aldığı görülmüştür.

Emprenyenin ahşap malzemenin yanma özelliklerine etkisine yönelik çalışmalarda; ağaç / ahşap türü olarak hem doğal hem de yapay örneklerin; emprenye maddesi olarak doğal,

yağlı, suda çözünen ve organik çözücülü maddelerin, emprenye yöntemi olarak hem basınç uygulanmayan hem de basınç uygulanan yöntemlerin yer aldığı görülmüştür.

Emprenyenin ahşap malzemenin hizmet ömrüne etkisine yönelik çalışmalarda; ağaç / ahşap türü olarak doğal ve yapay örneklerin; emprenye maddesi olarak doğal, yağlı, suda çözünen ve organik çözücülü maddelerin, emprenye yöntemi olarak hem basınç uygulanmayan hem de basınç uygulanan yöntemlerin yer aldığı görülmüştür.

Tez kapsamında analiz edilen çalışmalarda farklı ağaç türleri için, farklı emprenye madde ve yöntemleri ile çeşitli etkiler açısından deneyler yapıldığı tespit edilmiştir. Tespit edilen farklılıkların ayrıntılarının okunabilmesi için bu tezin analizleri kapsamında; ağaç / ahşap türü, emprenye maddesi, emprenye yöntemi, ahşap dayanımına etki içerikli matrisler hazırlanmıştır. Bu tezde, ahşap emprenyesine yönelik olarak yapılmış deneysel içerikli bilimsel araştırmaların sistematik bir şekilde analiz edilmesi ve oluşturulan matrisler aracılığı ile ilgili bilim alanının gelecek araştırmalarına ışık tutulduğuna ve bunun yanı sıra uygulama yapan ilgi grupları için de yardımcı bir kaynak oluşturulduğuna inanılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Alkan, E., Şen, S., Fidan, M. S., Yaşar, Ş. Ş. (2018). Tara ve Farklı Borlu Bileşikler ile Emprenye Edilen Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Odununun Vida Tutma Direncinin Belirlenmesi . Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(2), 525-531.
- Altay, Ç., Özdemir, E. (2023). Yanmayı geciktirici maddelerle muamele edilen ve epoksi ile poliürea reçineleriyle kaplanan Doğu kayını odununun çürüklük direnci . Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi , 24 (1), 106-112 .
- Altınok, M., Doruk, Ş. (2010). Doğal Ortam Şartlarının (Kış Mevsiminin) Bazı Ağaç Malzemenin Vida Tutma Performansına Etkisi . Politeknik Dergisi, 13(4), 305-311.
- Aktar, İ. H. (2017). Yapıda kaplama malzemesi olarak ahşap ve ahşap esaslı ürün kullanımının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Bursa.
- Anonim. (1980). The encyclopedia of wood. New York: Sterling Publishing Co Inc.
- Anonim. (1988). Ahşap Malzemenin Korunması. Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları.
- Arango, R., Lebow, S.T., Glaeser, J.A. (2021). Wood handbook ,Wood as an engineering material. Chapter 14 Biodeterioration of Wood.
- Aslan, S., Usta, İ. (2009). Ağaç Malzemede Mavi Renk Oluşumu ve Mavileşmenin Ahşabın Kullanımına Etkileri. Yapı Dünyası Dergisi, 164-165.
- Aslan, S., Özkaya, K. (2004). Farklı kimyasal maddelerle emprenye edilmiş ahşap esaslı levhaların yanma mukavemetinin araştırılması. Turkish Journal of Forestry, 5(2), 122-140.
- Atılğan, A., Peker, H. (2012). Çeşitli Emprenye Maddelerinin Mobilya ve Yapı Endüstrisinde Kullanılan Odun Türlerinin Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri . Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13(1), 67-78.
- Atılğan, A., Ersen, N., Peker, H. (2013). Çay Bitki Ekstraktı İle Muamele Edilen Odun Türlerinde Retensiyon Değerleri . Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 13(2), 278-286.
- Ayar, S. (2008). Basınç ve Bekletme Süresinin Emprenye Maddelerinin Ağaç Malzemeye Nüfuzuna Etkisinin Belirlenmesi. Bilim Uzmanlığı Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Karabük.
- Bardak, S., Yel, H., Bakır, D., Peker, H. (2011). Effects of treatment materials on the physical properties of Eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) wood. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 12(1), 26-34.

Baysal, E. (2003). Borlu Bileşikler ve Doğal Sepi Maddeleriyle Emprenye Edilen Sarıçam Odununun Yanma Özellikleri . Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 19(1), 59-69.

Baysal, E., Peker, H., Çolak, M. (2004). Borlu bileşikler ve su itici maddelerin cennet ağacı odununun fiziksel özellikleri üzerine etkileri . Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 20(1), 55-65.

Baysal, E., Peker, H., Çolak, M. (2005). Çeşitli emprenye maddeleri ile muamele edilen sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) odununda retensiyon ve higroskopisite miktarları . Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 21(1), 166-179.

Berkel, A. (1972). Ağaç Malzeme Teknolojisi: Ağaç Malzemenin Korunması ve Emprenye Tekniği, 2. Cilt, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.

Berkin, G. (2022). Ağacın izinde: Tasarımda orman ürünleri sözlüğü. İstanbul: Yem Yayın.

Bilgin, H. (2009). Ahşap yapıların tarihsel süreç içindeki gelişimi ve günümüzde ahşap yapı kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.

Bozkurt A., Y., Erdin, N., (2011). Ağaç Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayınları
Erişim adresi: <http://nek.istanbul.edu.tr:4444/ekos/KITAP/2012-02062.pdf>

Bozkurt, A.Y., Göker, Y., Erdin, N. (1993). Emprenye Tekniği. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın No: 3779, 425. İstanbul.

Bozkurt, Ö. (2008). Tarihi yapıların restorasyonunda ahşabın biyolojik bozulmalarına karşı yerinde emprenye tekniklerinin uygulanabilirliği. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Edirne.

Brashaw, B., Bergman, R. (2021) Wood handbook, Wood as an engineering material. Chapter 1 Wood as a renewable and sustainable resource. 1–11.

Can, A., Sivrikaya, H. (2017). Mantar Tahribatına Uğramış Titrek Kavak Odununun FT-IR Yöntemiyle Kimyasal Analizi . Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(1), 139-147.

Can, A., Sivrikaya, H. (2019). Su itici maddeler ile kombine edilmiş bakırlı ve borlu bileşiklerin yıkanma özellikleri . Turkish Journal of Forestry, 20(3), 261-266.

Cichowlaz, S. D. (2004). Wood preservation & wood products treatment pest control study guide. Nevada state department of agriculture, 10, 1-59.

Çalışkan, Ö. , Meriç, E., Yüncüler, M. (2019). Ahşap ve ahşap yapıların dünü, bugünü ve yarını. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6 (1), 109-118. DOI: 10.35193/bseufbd.531012

Çelik, M. (2013). Ahşap malzemenin iç mekan ve mobilya tasarımında kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.

Çelik, H. K., Şakar, G. (2022). Geçmişin ve geleceğin yapı malzemesi olarak ahşap: yapı mühendisliği çerçevesinde bir inceleme. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 298-304. DOI: 10.31590/ejosat.1108072

Çolak, M. ve Değirmen-tepe, S. (2020). İç ve dış mekanlarda ahşap malzemelerin mobilya ve yapı malzemesi olarak kullanımı. Türk Doğa ve Fen Dergisi, 9 (Özel Sayı), 190-199.

Demir, A., Aydın, İ. (2021). Yangın geciktirici kimyasallarla emprenye edilmiş kontrplakların en iyi ısı iletim özellikleri için optimum çözelti konsantrasyonunun yapay sinir ağları ile belirlenmesi . Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 22(2), 161-169.

Desch, H. E., Dinwoodie, J. M. (1996). Timber: Structure, Properties, Conversion and Use, 7th Edition, MacMillan, New York

Dizman Tomak, E., Günaydın, A., Arpacı, S. S. (2021). Bakır, çinko ve seryum içeren kimyasal maddeler ile odunun antifungal özelliklerinin iyileştirilmesi . Turkish Journal of Forestry, 22(1), 56-61.

Doğan, D. (1997). Ahşap yapı malzemesinin dış atmosfer koşullarındaki davranışı sonucu meydana gelen sorunlar ve koruma yöntemleri. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.

Doruk, Ş., Perçin, O., Yörür, H. (2019). Deniz İçi ve Sahilde Bekletilen Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemenin Eğilme Direnci . Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 21(3), 771-776.

Duru, M. O., Koç, İ. (2022). Ekolojik bir malzeme olarak ahşabın konut üretiminde kullanımının önemi üzerine bir araştırma. Mimarlık, Planlama ve Tasarımda Güncel Araştırmalar. Ankara: Gece Kitaplığı Yayını. 205-258.

Eriç, M., (2002). Yapı fiziği ve malzemesi. 2. Baskı, Literatür Yayınları, İstanbul.

Erşen, N. (1976). Ahşap yapılar: problem ve çözümleri. İstanbul Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi Yayınları.

Erten, P. (1988). Ahşap malzemeninin korunmasında kullanılan başlıca teknikler. Ahşap Malzemenin Korunması. Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları. 127-135.

Freeman, M. H., Shupe, T. F., Vlosky, R. P., Barnes, H. M. (2003). Past, present, and future of the wood preservation industry. Forest products journal, 53(10), 8.

Güler, S. B. (2011). Ahşabın yaşam döngüsü çerçevesinde koruma ve onarım metotlarının analizi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.

González-Laredo, R. F., Rosales-Castro, M., Rocha-Guzmán, N. E., Gallegos-Infante, J. A., Moreno-Jiménez, M. R., & Karchesy, J. J. (2015). Wood preservation using natural products. *Madera y bosques*, 21(SPE), 63-76.

Green, M., Taggart, J. (2017). Tall wood buildings: Design, construction and performance, Chapter 3 Material. Birkhäuser. 25-31.

Güller, B. (2001). Odun kompozitleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, (2), 135-160.

Günay, R. (2002). Geleneksel ahşap yapılar sorunları ve çözüm yolları. İstanbul: Birsan Yayınevi.

Hegger, M., Drexler, H., ve Zeumer M. (2012). Adım adım yapı malzemeleri. Volkan Atmaca (Çev.). İstanbul: YEM Yayın.

Herzog, T., Nattere, J., Schweitzer, R., Volz, M., Winter, W. (2004). Timber construction manual. Basel: Birkhäuser.

Hoadley, R. B. (2000). Understanding wood : A craftsman's guide to wood technology. USA.: The Taunton Press, Inc.

Hülagü, B. (2021). Ahşap yapı malzemesinin korunmasında çevreci yaklaşım: bitkisel yağların kullanılabilirliği. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.

İlter, E., Saraçbaşı, A., Balkız, Ö. D., Sözen, A. E. V. M. (2010). Çeşitli Emprenye Maddeleri İle Emprenye Edilmiş Ağaç Malzemenin Açık Hava Testleri İle Dayanıklılık Sürelerinin Tespiti (20. Yıl Sonuçları). İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, S, 290, 13-17.

Karaman, Ö. Y., Zeren, M. T. (2010). Geleneksel Türk konutunda kullanılan ve kargir sistemi destekleyen ahşap yapısal elemanların önemi ve bozulma nedenleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 12(2), 75-87.

Kartal, B. (2015). Yapılarda ahşap kullanımı ve çağdaş yapı teknolojisinde ahşap kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.

Kartal, S. N. (2009). Neden Emprenye?. Mimarlıkta Malzeme Dergisi. TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, 4(12), 79- 84.

Kartal, S.N. (2016). Tarihi ahşap yapılarda biyotik/abiyotik bozunmalar ve koruma/bakım Önlemleri. Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi, (16), 51-58.

Kesik, H. İ., Keskin, H., Temel, F., Öztürk, Y. (2016). Vacsol Aqua ile Emprenye Edilmiş Bazı Ağaç Malzemelerin Yüzey Pürüzlülüğü ve Yapışma Direnç Özellikleri . Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 16(1), 0-0.

Keskin, H., Bülbül, R. (2019). Tanalith-e ile emprenye işleminin masif ağaç malzemenin yüzey pürüzlülüğüne etkileri . Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 2(2), 67-78.

Keskin, H., Dağlıoğlu, N. (2016). Bazı odun türlerinde tanalit-e emprenye maddesinin eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülüne etkileri. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 17(1), 62-69.

Kılınç, S., Temiz, A., Köse Demirel, G. (2022). Tanalith E ve Celcure AC 500 ile emprenye edilerek hazırlanan kızılâğaç kamelyalarının biyolojik dayanımı ve yıkanma mekanizması . Ormancılık Araştırma Dergisi, 363-368.

Kızılırmak, S., Aydemir, D. (2019). Çeşitli Nano Partiküllerle Emprenyelenmiş Isıl İşlemli Ahşap Malzemelerin Bazı Özellikleri . Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 21(3), 722-730

Kirker, G.T., Lebow, S.T. (2021). Wood handbook ,Wood as an engineering material. Chapter 15 Wood preservatives. 15-1, 15-26.

Kol, H. Ş., Özçifçi, A., Altun, S. (2008). Üre Formaldehit ve Fenol Formaldehit Tutkalı ile Üretilen Lamine Ağaç Malzemelerin Isı İletkenliği Katsayısı Üzerine Emprenye Maddelerinin Etkileri . Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 8(2), 125-130.

Köse Demirel, G., Temiz, A. (2022). Alkil keten dimer / borik asit kombinasyonları ile emprenye edilen sarıçam (Pinus sylvestris L.) örneklerinin boyutsal kararlılığı ve mekanik özellikleri . Ormancılık Araştırma Dergisi, 142-147.

Kretschmann, D. E. (2010). Wood handbook ,Wood as an engineering material. Chapter 5. Mechanical Properties of Wood. 5-1, 5-26.

KUDEB. (2009). Kudeb ahşap eğitim atölyesi geleneksel ahşap yapı uygulamaları. İstanbul: İ.B.B. Kudeb Yayınları.

Mehrkhah, R., Goharshadi, E. K., Lichtfouse, E., Ahn, H. S., Wongwises, S., Yu, W., & Mahian, O. (2023). Interfacial solar steam generation by wood-based devices to produce drinking water: a review. Environmental Chemistry Letters, 21(1), 285-318.

Milton, F. T. (1995). The preservation of wood. Minnesota Extension Service.

Naval Facilities Engineering Command. (1990). Wood protection. Chapter 2. Wood as a construction material, 2-1/ 28.

Örs, Y. , Atar, M. , Peker, H. (1999). Okalıptus (Eucalyptus Comaldulensis Dehn.) odununun yanma özellikleri . Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 5(3), 1195-1201.

Örs, Y., Keskin, H. (2001). Ağaç malzeme bilgisi. Ankara: Atlas Yayınevi.

Özalp, M., Hafızoğlu, H. (2008). Investigation of physical and mechanical characteristics change of Pinus Nigra and its use water cooling towers. Journal of Science and Technology of Dumlupınar University, (17), 129-138.

Özcan, U., Erol, İ. (2018). Mimari Tasarımda Endüstriyel Ahşap Yapı Elemanları, II. Uluslar arası multidisipliner akademik çalışmalar sempozyumu, 16-17.

Özçifçi, A., Batan, F. (2009). Bor Yağının Ağaç Malzemenin Bazı Mekanik Özelliklerine Etkisi . Politeknik Dergisi, 12(4), 287-292.

Özen, R., Özçifçi, A. (2001). Emprenyeli sarıçam (Pinus Sylvestris L.) odunundan üretilen lamine ağaç malzemelerin yanma özellikleri. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7(1), 131-138.

Özgenç, O., Yıldız, Ü., Yıldız, S. (2013). Odun Yüzeylerinin Bazı Yeni Nesil Emprenye Maddeleri ve Üst Yüzey İşlemleri ile Açık Hava Etkilerine Karşı Korunması. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 14(2), 203-215.

Öztürk, B., Atar, M. (2023). Ahşap Lavabo ve Küvetlerde Boyutsal Kararlılık Tasarımına Emprenye İşleminin Etkisi . Politeknik Dergisi , 26 (1) , 477-485.

Pelit, H., Korkmaz, M., Budakçı, M. (2017). Farklı ahşap malzemelerin bazı fiziksel özelliklerine su itici maddelerin etkileri. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 6(3), 1027-1036.

Perker, Z. S. (2004). Geleneksel ahşap yapılarımızda kullanım sürecinde oluşan yapı elemanı bozulmalarının Cumalıkızık örneğinde incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Bursa.

Richardson, B. A. (2002). Wood preservation. Routledge.

Richter, C. (2015). Wood characteristics: Description, causes, prevention, impact on use and technological adaptation. Switzerland: Springer International Publishing
DOI: 10.1007/978-3-319-07422-1_2

Robert, H. F. (2010). Wood handbook, Wood as an engineering material. Chapter 1 Wood as a sustainable building material. Centennial Edition.

Schultz, T. P., Nicholas, D. D., Preston, A. F. (2007). A brief review of the past, present and future of wood preservation. Pest Management Science: formerly Pesticide Science, 63(8), 784-788.

Seçkin, N. P. (2006). Ekolojik değerlere göre ahşap kompozit malzemenin seçim kriterleri. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.

Smith, I., Snow, M. A. (2008). Timber: An ancient construction material with a bright future. *The Forestry Chronicle*, 84(4), 504-510.

Söğütlü, C., Döngel, N. (2009). Emprenye İşleminin Ağaç Malzeme Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Değişimine Etkisi . *Politeknik Dergisi*, 12(3), 179-184.

Sundararaj, R. (Ed.). (2022). *Science of Wood Degradation and Its Protection*. Springer Singapore.

Şen, S., Hafızoğlu, H. (2008) .Bazı Bitkisel Ekstraktların Toprakla Temasta Odun Koruyucu Etkinliklerinin Belirlenmesi . *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 4(1-2), 69-82.

Şen, S., Yalçın, M. (2009). Çeşitli Koruyucu Maddeler ile Emprenye Edilmiş Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Odununda Deniz Şartlarında Oluşan Ağırlık Kayıplarının İncelenmesi . *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 5(2), 1-10.

Şimşek, Z. (2020). Tarihi yapılarda yangın güvenliği: örnek bir yapı üzerinden yangın güvenliğinin değerlendirilmesi. *Social Science Development Journal*, 5(21), 15-39.

Tan, H., Peker, H. (2015). Barit (BaSO_4) Maddesinin Ahşapta Emprenye Edilebilme Özelliği ve Yoğunluk Üzerine Etkisi . *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(1), 29-33.

Tan, H., Peker, H. (2015). Barit (BaSO_4) Maddesinin Ahşapta Emprenye Edilme Özelliği ve Basınç Direnci Üzerine Etkisi . *Politeknik Dergisi*, 18(1), 15-19.

Tan, H., Özbayram, M., Peker, H., Yıldız, Ü. C. (2003). Effects of some boron compounds on the leachability of eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) wood. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 4(1), 127-136.

Teaca, C. A., Roşu, D., Mustaţă, F., Rusu, T., Roşu, L., Roşca, I., & Varganici, C. D. (2019). Natural bio-based products for wood coating and protection against degradation: A Review. *BioResources*, 14(2), 4873-4901.

Temiz, A., Yıldız, Ü. C., Yıldız, E. D., Yıldız, S., Dizman, E. (2004). The effect of CCA on the mechanical properties of alder wood . *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 5(1), 18-23.

Thomasson, G. L., Capizzi, J., Dost, F., Morrell, J., & Miller, D. (2006). *Wood preservation and wood products treatment: training manual*. Erişim adresi: https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/em8403_1.pdf

Ulusoy, H., Peker, H. (2020). Larex (*Larix decidua* Mill.) Odununda Modern/Klasik Yangın Geciktiricilerin Bazı Teknolojik Özellikler Üzerine Etkileri . Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 194-198.

Ulusoy, H., Peker, H. (2020). Tıbbi Aromatik Bitki Çirişotu (*Asphodeline taurica*) Özütünün Kayın Odununda Emprenye Edilebilme Yeteneği ve Bazı Teknolojik Özelliklere Etkisi . Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 199-203.

Var, A. (2001). Ahşap Malzemede Su Alımının Parafin Vaks / Bezir Yağı Karışımıyla Azaltılması . Turkish Journal of Forestry, 2(1), 97-110.

Var, A. (2003). Parafinle emprenye edilen ahşabın makroskopik özellikleri üzerine kuru sıcaklığın etkisi . Turkish Journal of Forestry, 4(2), 61-68.

Var, A.A. (2008). Farklı Katılım Oranlarında Uygulanan Çesitli Emprenye Maddelerinin Yongalevhanın Yanma Özellikleri Üzerine Etkileri . Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi, 4(1-2), 26-45.

Var, A. (2010). Borlu Madde Katılım Oranının Yongalevhanın Fiziksel Özelliklerine Etkileri . Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 14(3), 235-245.

Var, A. A., Kaplan, Ö. (2019). Bazı Jeotermal Sularla Muamele Edilmiş Kızılçam Odununun Yoğunluk, Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü: Konya Bölgesinden Bir Çalışma . El-Cezeri, 6(1), 181-192.

Var, A. A., Kardaş, İ. (2017). Kütahya-Simav jeotermal sularıyla emprenyeli çam odunlarının çekme ve şişme özellikleri ile kullanım yeri stabilitesi . Turkish Journal of Forestry, 18(1), 57-62.

Var, A. A., Kardaş, İ. (2017). Simav Yöresi Jeotermal Sularıyla Muamele Edilen Çam Odunlarının Eğilme Direnci, Liflere Paralel Basınç Direnci ve Statik Kalite Değeri . Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(1), 93-101.

Var, A. A., Özkan, M. (2018). Bitki boyası ve doğal mineralli su muamelesinin karakavak (*Populus nigra* L.) odununda absorpsiyon, retensiyon ve yoğunluk değerleri üzerine etkisi. Turkish Journal of Forestry, 19(4), 435-441.

Var, A. A., Soygüder, A. (2017). Kuzuluk, Taraklı ve Geyve (Sakarya) Jeotermal Sularının Emprenye Maddesi Potansiyeli ve Kızılçam (*P. Brutia* Ten.) Odununda Bazı Fiziksel Özellikler Üzerine Etkisi . Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(1), 102-116.

Var, A. A., Yalçındağ, A. (2021). Jeotermal kaynak sularının ahşabın hacimsel daralma ve genişleme özelliklerine karşı önleyici etkinliği. Turkish Journal of Forestry, 22(4), 444-448.

Var, A. A., Yıldız, M. Y. (2017). Alangüllü, Çamköy ve Germencik (Aydın) jeotermal kaynaklarının ahşap emprenye maddeleri potansiyeli ve bu sularla muamelenin karaçam odununda absorpsiyon, retensiyon ve yoğunluk üzerine etkisi. El-Cezeri, 4(3), 482-496.

Var, A. A. (2012). Borlu madde katılım oranlarının yongalevhanın yüzey sağlamlığına katkıları. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 14 (Special Issue), 112-119.

Var, A. A., Genç, A. , Kardaş, İ. (2014). Afyonkarahisar–Ömer–Gecek–Gazlıgöl jeotermal suları ile emprenyeli karaçam (P. nigra Arnold.) ve kızılçam (P. brutia Ten.) diri odunlarında bazı özelliklerin incelenmesi . Turkish Journal of Forestry, 15(2), 114-122.

Var, A. A., Göncü, D., Karsantıöz, F. (2013). Investigation of absorption, retention and swelling in Izmir-Doğanbey geothermal waters-treated pine wood (Pinus brutia Ten.) . Turkish Journal of Forestry, 14(2), 127-133.

Var, A. A., Kardaş, İ., Genç, A. (2015). Kütahya–Simav yöresi jeotermal sularının emprenye maddesi potansiyeli ile ahşaptaki absorpsiyon, retensiyon ve yoğunluk üzerine etkilerinin belirlenmesi . Turkish Journal of Forestry, 16(1), 42-49.

Var, A., Öktem, E., Yıldız, Ü. (2000). Kuru Sıcaklığın Kolofan İle Emprenye Edilmiş Ahşap Malzemenin Makroskopik Özellikleri Üzerine Etkisi . Turkish Journal of Forestry, 1(1), 75-86.

Var, A., Yıldız, Ü., Kalaycıoğlu, H. (2002). Çeşitli emprenye maddelerinin yongalevhanın mekanik özelliklerine etkileri. Turkish Journal of Forestry, 3(1), 19-38.

Yalınkılıç, M. K. , Baysal, E., Demirci, Z. (1995). Bazı borlu bileşiklerin ve su itici maddelerin kızılçam odununun higroskopisitesi üzerine etkileri. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1(3), 161-168.

Yalınkılıç, M. K. , Baysal, E. , Demirci, Z., Peker, H. (1996). Sarıçam, kayın, ladin ve kızılğaç odunlarının çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilebilme özellikleri. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2(2), 147-156.

Yalınkılıç, M. K. , Demirci, Z., Baysal, E. (1998). Çeşitli emprenye maddelerinin duglas [Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco] odununun yanma özellikleri üzerine etkileri . Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 4(2), 613-624.

Yaşar, M., Yaşar, Ş., Fidan, M., Ertaş, M., Altınok, M. (2017). Doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile emprenye edilen sedir (Cedrus libani A.Rich.) odununun direnç özelliklerinin tespiti . İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 6(3), 463-470.

Yaşar, Ş., Atar, M. (2017). Ahşap koruyucularla muamele edilmiş bazı ağaç malzemelerin yanmasıyla ortaya çıkan gaz emisyon miktarları. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 6(3), 503-514.

Yıldız, Ü. C., (2011). Dış mekanda ahşap kullanımı. KTÜ Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Ders Notu.

Yıldız, Ü. C., (2021). Odun Koruma. KTÜ Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Ders Notu.

Yuca, B., Kurt, Ş., Korkmaz, M., Aysal, S. (2014). Determination of the influence of some boric acid added adhesives on combustion properties of beech wood . Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 14(2), 182-190.

URL-1: <https://www.exploringnature.org/db/view/Tree-Anatomy-Mini-Posters> (Erişim Tarihi: 10.12.2023)

URL- 2: <https://www.woodmarket.in/blog/types-of-cuts-wood/>

URL-3: <https://www.trees-sa.co.za/anatomy-of-a-tree/> (Erişim Tarihi: 10.12.2023)

URL-4: <https://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/FOR/FOR126/FOR126.pdf>

URL- 5:https://workshopcompanion.com/KnowHow/Wood/Hardwoods_&_Softwoods/1_Wood_Botany/1_Wood_Botany_Images/H&S_1_D.jpg

URL-6 :https://workshopcompanion.com/KnowHow/Wood/Hardwoods_&_Softwoods/1_Wood_Botany/1_Wood_Botany_Images/H&S_1_A.jpg

URL- 7:https://www.researchgate.net/publication/265085397_Agricultural_Biomass_Raw_Materials_The_Current_State_and_Future_Potentialities

URL-8: <http://mywoodshop.weebly.com/wood-properties.html>

URL- 9: <https://www.connerindustries.com/is-it-really-mold-or-just-staining/>

URL- 10: <https://www.vecteezy.com/photo/2840616-wooden-bricole-wooden-mooring-poles-in-the-water-venice-italy-2019> (Erişim Tarihi: 10.12.2023)

URL-11:<https://theconstructor.org/building/preservation-of-timber-methodsmaterials/17324/> (Erişim Tarihi: 10.12.2023)

URL- 12: <https://www.bochemit.eu/en/about-impregnation/impregnation-methods/a-27/>

URL- 13: <https://www.isvewood.com/en/impregnators-wood-imp-vp/>

URL- 14: <https://santiyede.com/emprenye-nedir-kullanilan-maddeler/>

URL- 15: <https://woodhandlerske.com/blog-details.html>

URL- 16: <https://www.canakciahsap.com/ahsabin-yapidaki-kullanimi/>

EK Çalışmada Yer Alan Makalelere Ait Künye Bilgileri

REFERANS NO	MAKALE ADI	DERGİ ADI	YAZAR	YIL
1	Bazı Borlu Bileşiklerin ve Su İtici Maddelerin Kızılçam Odununun Higroskopisitesi Üzerine Etkileri	Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi	M. Kemâl YALINKILIÇ, Ergün BAYSAL, Zafer DEMİRCİ	1995
2	Sarıçam, Kayın, Ladin Ve Kızılağaç Odunlarının Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilebilme Özellikleri	Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi	M. Kemâl YALINKILIÇ, Ergün BAYSAL, Zafer DEMİRCİ, Hüseyin PEKER	1996
3	Çeşitli Emprenye Maddelerinin Douglas [Pseudotsuga Menziesii (Mirb.) Franco] Odununun Yanma Özellikleri Üzerine Etkileri	Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi	M. Kemâl YALINKILIÇ, Ergün BAYSAL, Zafer DEMİRCİ	1998
4	Okaliptus (Eucalyptus Comaldulensis Dehn.) Odununun Yanma Özellikleri	Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi	Yalçın ÖRS, Musa ATAR, Hüseyin PEKER	1999
5	Kuru Sıcaklığın Kolofan ile Emprenye Edilmiş Ahşap Malzemenin Makroskopik Özellikleri Üzerine Etkisi	Türkiye Ormancılık Dergisi	Ahmet Ali VAR, Erol ÖKTEM, Ümit C. YILDIZ	2000
6	Ahşap Malzemede Su Alımının Parafin Vaks / Bezir Yağı Karışımıyla Azaltılması	Türkiye Ormancılık Dergisi	Ahmet Ali VAR	2001
7	Emprenyeli Sarıçam (Pinus Sylvestris L.) Odunundan Üretilen Lamine Ağaç Malzemelerin Yanma Özellikleri	Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi	Ramazan ÖZEN, Ayhan ÖZÇİFTİ, Burhanettin UYSAL	2001
8	Çeşitli Emprenye Maddelerinin Yongalevhanın Mekanik Özelliklerine Etkileri	Türkiye Ormancılık Dergisi	Ahmet Ali VAR, Ümit C. YILDIZ, Hülya KALAYCIOĞLU	2002
9	Parafinle Emprenye Edilen Ahşabın Makroskopik Özellikleri Üzerine Kuru Sıcaklığın Etkisi	Türkiye Ormancılık Dergisi	Ahmet Ali VAR	2003
10	Çeşitli Borlu Bileşiklerin Okaliptus (Eucalyptus Camaldulensis Dehn.) Odununun Boyutsal Stabilizasyonu Üzerine Etkileri	Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi	Hüseyin TAN, Mehmet ÖZBAYRAM, Hüseyin PEKER, Ümit C. YILDIZ	2003
11	Borlu Bileşikler ve Doğal Sepi Maddeleriyle Emprenye Edilen Sarıçam Odununun Yanma Özellikleri	Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi	Ergün BAYSAL	2003

12	Farklı Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilmiş Ahşap Esaslı Levhaların Yanma Mukavemetinin Araştırılması	Türkiye Ormancılık Dergisi	Salih ASLAN, Kadir ÖZKAYA	2004
13	Borlu Bileşikler ve Su İtici Maddelerin Cennet Ağacı Odununun Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri	Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi	Ergün BAYSAL, Hüseyin PEKER, Mehmet ÇOLAK	2004
14	Cca'Nın Kızılağaç Odununun Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi	Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi	Ali TEMİZ, Ümit C. YILDIZ, Engin Derya GEZER, Sibel YILDIZ, Eylem DİZMAN	2004
15	Çeşitli Emprenye Maddeleri ile Muamele Edilen Sarıçam (Pinus Sylvestris L.) Odununda Retensiyon ve Higroskopisite Miktarları	Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi	Ergün BAYSAL, Hüseyin PEKER, Mehmet ÇOLAK	2005
16	Anadolu Karaçamında [Pinus Nigra Arnd. Subsp. Pallasiana (Lamb.) Holmboe] İmersol Aqua® Absorpsiyonunun Ağacın Yönlerine Göre Değişimi	Türkiye Ormancılık Dergisi	Ahmet Ali VAR, Önder AKYÜREKLİ, Samim YAŞAR	2005
17	Farklı Katılım Oranlarında Uygulanan Çeşitli Emprenye Maddelerinin Yongalevhanın Yanma Özellikleri Üzerine Etkileri	Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi	Ahmet Ali VAR	2008
18	Bazı Bitkisel Ekstraktların Toprakla Temasta Odun Koruyucu Etkinliklerinin Belirlenmesi	Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi	Selim ŞEN, Harzemşah HAFIZOĞLU	2008
19	Üre Formaldehit ve Fenol Formaldehit Tutkalı ile Üretilen Lamine Ağaç Malzemelerin Isı İletkenliği Katsayısı Üzerine Emprenye Maddelerinin Etkileri	Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi	Hamiyet ŞAHİN KOL, Ayhan ÖZÇİFÇİ, Suat ALTUN	2008
20	Su Soğutma Kulelerinde Kullanılan Karaçam Örneklerinde Fiziksel ve Mekanik Özelliklerde Meydana Gelen Değişimin İncelenmesi	Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi	Murat ÖZALP, Harzemşah HAFIZOĞLU	2008
21	Çeşitli Koruyucu Maddeler İle Emprenye Edilmiş Sarıçam (Pinus Sylvestris L.) Odununda Deniz Şartlarında Oluşan Ağırlık Kayıplarının İncelenmesi	Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi	Selim ŞEN, Mesut YALÇIN	2009
22	Emprenye İşleminin Ağaç Malzeme Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Değişimine Etkisi	Politeknik Dergisi	Cevdet SÖĞÜTLÜ, Nihat DÖNGEL	2009
23	Bor Yağının Ağaç Malzemenin Bazı Mekanik Özelliklerine Etkisi	Politeknik Dergisi	Ayhan ÖZÇİFÇİ, Faruk BATAN	2009

24	Atık Bor Yağının Ağaç Malzemenin Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi	Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi	Ayhan ÖZÇİFÇİ, Faruk BATAN	2010
25	Borlu Madde Katılım Oranının Yongalevhanın Fiziksel Özelliklerine Etkileri	Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi	Ahmet Ali VAR	2010
26	Doğal Ortam Şartlarının (Kış Mevsiminin) Bazı Ağaç Malzemenin Vida Tutma Performansına Etkisi	Politeknik Dergisi	Mustafa ALTINOK, Şemsettin DORUK	2010
27	Emprenye Maddelerinin Okalıptüs (Eucalyptus Camaldulensis Dehn.) Odununun Fiziksel Özelliklerine Etkileri	Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi	Selahattin BARDAK, Hüsnü YEL, Davut BAKIR, Hüseyin PEKER	2011
28	Çeşitli Emprenye Maddelerinin Mobilya ve Yapı Endüstrisinde Kullanılan Odun Türlerinin Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri	Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi	Abdi ATILGAN, Hüseyin PEKER	2012
29	Hızlı Eskitme Testlerinde Emprenyeli Yongalevhaların Bazı Fiziksel Özelliklerinin Değişimi	Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi	Ahmet Ali VAR	2012
30	Borlu Madde Katılım Oranlarının Yongalevhanın Yüzey Sağlamlığına Katkıları	Bartın Orman Fakültesi Dergisi	Ahmet Ali VAR	2012
31	İzmir-Doğanbey Jeotermal Suları ile Emprenye Edilmiş Kızılçam (Pinus Brutia Ten.) Odununda Absorpsiyon, Retensiyon ve Genişlemenin İncelenmesi	Türkiye Ormancılık Dergisi	Ahmet Ali VAR, Doygun GÖNCÜ, Fatih KARSANTIÖZÜ	2013
32	Çay Bitki Ekstraktı ile Muamele Edilen Odun Türlerinde Retensiyon Değerleri	Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi	Abdi ATILGAN, Nadir ERSEN, Hüseyin PEKER	2013
33	Odun Yüzeylerinin Bazı Yeni Nesil Emprenye Maddeleri ve Üst Yüzey İşlemleri ile Açık Hava Etkilerine Karşı Korunması	Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi	Özlem ÖZGENÇ, Ümit Cafer YILDIZ, Sibel YILDIZ	2013
34	Afyonkarahisar-Ömer-Gecek-Gazlıgöl Jeotermal Suları İle Emprenyeli Karaçam (P. Nigra Arnold.) ve Kızılçam (P. Brutia Ten.) Diri Odunlarında Bazı Özelliklerin İncelenmesi	Türkiye Ormancılık Dergisi	Ahmet Ali VAR, Ahmet GENÇ, İbrahim KARDAŞ	2014
35	Borik Asit İlave Edilen Bazı Tutkalların Kayın Odununun Yanma Özelliklerine Etkisinin Belirlenmesi	Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi	Bilal YUCA, Şeref KURT, Mustafa KORKMAZ, Sema AYSAL	2014

36	Kütahya-Simav Yöresi Jeotermal Sularının Emprenye Maddesi Potansiyeli ile Ahşaptaki Absorpsiyon, Retensiyon ve Yoğunluk Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi	Türkiye Ormancılık Dergisi	Ahmet Ali VAR, İbrahim KARDAŞA, Ahmet GENÇ	2015
37	Barit (Baso4) Maddesinin Ahşapta Emprenye Edilme Özelliği ve Basınç Direnci Üzerine Etkisi	Politeknik Dergisi	Hüseyin TAN, Hüseyin PEKER	2015
38	Barit (Baso4) Maddesinin Ahşapta Emprenye Edilebilme Özelliği ve Yoğunluk Üzerine Etkisi	Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi	Hüseyin TAN, Hüseyin PEKER	2015
39	Vacsol Aqua ile Emprenye Edilmiş Bazı Ağaç Malzemelerin Yüzey Pürüzlülüğü ve Yapışma Direnç Özellikleri	Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi	Hakan KESKİN, H. İsmail KESİK, Fatih TEMEL, Yasemin ÖZTÜRK	2016
40	Bazı Odun Türlerinde Tanalit-E Emprenye Maddesinin Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastiklik Modülüne Etkileri	Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi	Hakan KESKİN, Nihat DAĞLIOĞLU	2016
41	Kuzuluk, Taraklı ve Geyve (Sakarya) Jeotermal Sularının Emprenye Maddesi Potansiyeli ve Kızılçam (P. Brutia Ten.) Odununda Bazı Fiziksel Özellikler Üzerine Etkisi	Bartın Orman Fakültesi Dergisi	Ahmet Ali VAR, Abdulkadir SOYGÜDER	2017
42	Simav Yöresi Jeotermal Sularıyla Muamele Edilen Çam Odunlarının Eğilme Direnci, Liflere Paralel Basınç Direnci ve Statik Kalite Değeri	Bartın Orman Fakültesi Dergisi	Ahmet Ali VAR, İbrahim KARDAŞ	2017
43	Kütahya-Simav Jeotermal Sularıyla Emprenyeli Çam Odunlarının Çekme ve Şişme Özellikleri ile Kullanım Yeri Stabilitesi	Türkiye Ormancılık Dergisi	Ahmet Ali VAR, İbrahim KARDAŞ	2017
44	Alangüllü, Çamköy Ve Germencik (Aydın) Jeotermal Kaynaklarının Ahşap Emprenye Maddeleri Potansiyeli Ve Bu Sularla Muamelenin Karaçam Odununda Absorpsiyon, Retensiyon ve Yoğunluk Üzerine Etkisi	El-Cezeri	Ahmet Ali VAR, Mehmet Yaşar YALDIZ	2017
45	Mantar Tahribatına Uğramış Titrek Kavak Odununun Ft-Ir Yöntemiyle Kimyasal Analizi	Bartın Orman Fakültesi Dergisi	Ahmet CAN, Hüseyin SİVRİKAYA	2017
46	Doğal ve Kimyasal Emprenye Maddeleri İle Emprenye Edilen Sedir (Cedrus Libani A.Rich.) Odununun Direnç Özelliklerinin Tespiti	İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi	Mehmet YAŞAR, Ş. Şadiye YAŞAR, M. Said FİDAN, Murat ERTAŞ, Mustafa ALTINOK	2017
47	Farklı Ahşap Malzemelerin Bazı Fiziksel Özelliklerine Su İtici Maddelerin Etkileri	İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi	Hüseyin PELİT, Mustafa KORKMAZ, Mehmet BUDAKÇI	2017
48	Ahşap Koruyucularla Muamele Edilmiş Bazı Ağaç Malzemelerin Yanmasıyla Ortaya Çıkan Gaz Emisyon Miktarları	İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi	Ş. Şadiye YAŞAR, Musa ATAR	2017

49	Aralama Şiddetinin Dar Yapraklı Dışbudak Odununun Emprenye Edilebilirliğine (Retensiyon) ve Yoğunluğuna Etkisi	Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi	Mesut YALÇIN, Ali Kemal ÖZBAYRAM, Çağlar AKÇAY, Emrah ÇİÇEK	2018
50	Bitki Boyası Ve Doğal Mineralli Su Muamelesinin Karakavak (Populus Nigra L.) Odununda Absorpsiyon, Retensiyon ve Yoğunluk Değerleri Üzerine Etkisi	Türkiye Ormancılık Dergisi	Ahmet Ali VAR, Mustafa ÖZKAN	2018
51	Tara ve Farklı Borlu Bileşikler ile Emprenye Edilen Sarıçam (Pinus Sylvestris L.) Odununun Vida Tutma Direncinin Belirlenmesi	Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi	Elif ALKAN, Selim ŞEN, M. Said FİDAN, Ş. Şadiye YAŞAR	2018
52	Bazı Jeotermal Sularla Muamele Edilmiş Kızılçam Odununun Yoğunluk, Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü: Konya Bölgesinden Bir Çalışma	El-Cezeri	Ahmet Ali VAR, Ömer KAPLAN	2019
53	Emprenyeli Sarıçam Ağaç Malzemeye Uygulanan Üstyüzey İşlemlerinin Isı İletkenliğine Etkisinin Belirlenmesi	Bartın Orman Fakültesi Dergisi	Raşit ESEN	2019
54	Emprenye ve Üst Yüzey İşlemi Uygulanmış Ceviz Ağaç Malzemenin Yanma Özelliklerinin Belirlenmesi	Bartın Orman Fakültesi Dergisi	Cemal ÖZCAN	2019
55	Çeşitli Nano Partiküllerle Emprenyelenmiş Isıl İşlemli Ahşap Malzemelerin Bazı Özellikleri	Bartın Orman Fakültesi Dergisi	Samet KIZILIRMAK, Deniz AYDEMİR	2019
56	Su İtici Maddeler ile Kombine Edilmiş Bakırlı ve Borlu Bileşiklerin Yıkanma Özellikleri	Türkiye Ormancılık Dergisi	Ahmet CAN, Hüseyin SİVRİKAYA	2019
57	Deniz İçi ve Sahilde Bekletilen Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemenin Eğilme Direnci	Bartın Orman Fakültesi Dergisi	Şemsettin DORUK, Osman PERÇİN, Hüseyin YÖRÜR	2019
58	Tanalith-E ile Emprenye İşleminin Masif Ağaç Malzemenin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri	Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi	Hakan KESKİN, Ramazan BÜLBÜL	2019
59	Silikon Bazlı Kimyasal Maddelerle Emprenye İşleminin Odunun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etkisi	Ormancılık Araştırma Dergisi	Ceyhun KILIÇ, Ümit Cafer YILDIZ	2020
60	Larex (Larix Decidua Mill.) Odununda Modern/Klasik Yangın Geciktiricilerin Bazı Teknolojik Özellikler Üzerine Etkileri	Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi	Hatice ULUSOY, Hüseyin PEKER	2020
61	Tıbbi Aromatik Bitki Çirişotu (Asphodeline Taurica) Özütünün Kayın Odununda Emprenye Edilebilme Yeteneği ve Bazı Teknolojik Özelliklere Etkisi	Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi	Hatice ULUSOY, Hüseyin PEKER	2020
62	Atık Yağ ile Emprenye İşleminin Ahşap Malzemenin Fiziksel Özelliklerine Etkisi	Ağaç ve Orman	Esra ÖZKAN, Şebnem S. ARPACI, Eylem DİZMAN TOMAK, Nadir YILDIRIM	2020

63	Yangın Geciktirici Kimyasallarla Emprenye Edilmiş Kontrplakların En İyi Isı İletim Özellikleri İçin Optimum Çözelti Konsantrasyonunun Yapay Sınır Ağları ile Belirlenmesi	Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi	Aydın DEMİR , İsmail AYDIN	2021
64	Jeotermal Kaynak Sularının Ahşabın Hacimsel Daralma ve Genişleme Özelliklerine Karşı Önleyici Etkinliği	Türkiye Ormancılık Dergisi	Ahmet Ali VAR, Aykut YALÇINDAĞ	2021
65	Yangın Geciktirici Kimyasallarla Emprenye Edilmiş Kontrplakların Formaldehit Emisyonlarının Yapay Sınır Ağları ile Tahmini	Turkish Journal of Forest Science	Aydın DEMİR, İsmail AYDIN	2021
66	Bakır, Çinko ve Seryum İçeren Kimyasal Maddeler ile Odunun Antifungal Özelliklerinin İyileştirilmesi	Türkiye Ormancılık Dergisi	Eylem Dizman TOMAK, Ayşegül GÜNEYDİN, Şebnem Sevil ARPACI	2021
67	Alkil Keten Dimer / Borik Asit Kombinasyonları ile Emprenye Edilen Sarıçam (Pinus Sylvestris L.) Örneklerinin Boyutsal Kararlılığı Ve Mekanik Özellikleri	Ormancılık Araştırma Dergisi	Gaye KÖSE DEMİREL, Ali TEMİZ	2022
68	Tanalith E Ve Celcure Ac 500 ile Emprenye Edilerek Hazırlanan Kızılağaç Kamelyalarının Biyolojik Dayanımı Ve Yıkınma Mekanizması	Ormancılık Araştırma Dergisi	Serkan KILINÇ, Ali TEMİZ, Gaye KÖSE DEMİREL	2022
69	Ahşap Lavabo ve Küvetlerde Boyutsal Kararlılık Tasarımına Emprenye İşleminin Etkisi	Politeknik Dergisi	Betül ÖZTÜRK, Musa ATAR	2023
70	Yanmayı Geciktirici Maddelerle Muamele Edilen ve Epoksi ile Poliürea Reçineleriyle Kaplanan Doğu Kayını Odununun Çürüklük Direnci	Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi	Çağlar ALTAY, Emir ÖZDEMİR	2023

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Habibe Öztürk
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa/ 19.12.1996
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Bursa Anadolu Erkek Lisesi
Lisans : Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi

Çalıştığı Kurum/Kurumlar :

İletişim (e-posta) : habibeeoztrk@gmail.com

Yayınları :

Öztürk, H., Perker, Z.S. (2023). Bibliometric Profile Of Articles On Wood Impregnation. 3RD International Artemis Congress on Life, Engineering, and Applied Sciences, İzmir, Turkey.