

MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AHŞAP YAPI MALZEMESİNİN KORUNMASINDA ÇEVRECİ YAKLAŞIM:
BİTKİSEL YAĞLARIN KULLANILABİLİRLİĞİ**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

Betülnur HÜLAGÜ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Fiziği ve Malzemesi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nazire Papatya Seçkin

MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AHŞAP YAPI MALZEMESİNİN KORUNMASINDA ÇEVRECİ YAKLAŞIM:
BİTKİSEL YAĞLARIN KULLANILABİLİRLİĞİ**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

Betülnur Hülagü

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Fiziği ve Malzemesi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nazire Papatya Seçkin







ÖNSÖZ

“Ahşap Yapıların Korunmasında Çevreci Yaklaşım; Bitkisel Yağların Kullanılabilirliği” adlı bu çalışma Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Öncelikle tez çalışmam süresince değerli bilgileri ve yardımlarıyla bana destek olan, katkılarıyla beni yönlendiren değerli danışmanım Nazire Papatya Seçkin hocama,

Çalışmanın her aşamasında sevgi ve destekleriyle güç veren, aynı okuldan mezun olma şerefine layık olduğum canım annem Ümmühan Hülagü’ye, sevgili babam Prof.Dr. Saddetin Hülagü’ye, abim Dr. Kemal Taha Hülagü’ye ve ablam Y.Tarihçi Göksu Hülagü’ye

Destek ve yardımını hiçbir zaman esirgemeyen sevgili kuzenim Sena Karataş’a, ve diğer tüm dostlarıma

En içten dileklerle teşekkür ederim.

Betülnur Hülagü



AHŞAP YAPI MALZEMESİNİN KORUNMASINDA ÇEVRECİ YAKLAŞIM:

BİTKİSEL YAĞLARIN KULLANILABİLİRLİĞİ

ÖZET

Yüz yıllardır insanoğlu ahşabı yapılarında, ev içlerinde ve hatta su oluklarında bile kullanmıştır. Yapılarda sıkça kullanılan bir malzeme olmasına rağmen ahşap biyolojik, kimyasal, mekanik, termal, açık hava şartları gibi birçok yıpratıcı unsurun hedefi olmaktadır. Ahşabı bu unsurlardan korumak zor ve maliyetli olabilmektedir. Geçmişte ahşabı korumak amacıyla bazı bitkisel yağlar kullanılmış olsa da sanayinin ve teknolojinin gelişmesiyle kimyasal kullanımına geçilmiştir. Korumada kullanılan arsenik gibi ağır kimyasalların çevreye ve dolaylı olarak insanlara oldukça zarar verdiği anlaşılmıştır. Dolayısıyla doğaya zarar vermeyen ve ekolojik yaklaşımı destekleyen bitkisel yağlar, ahşap korumada tekrar önem kazanmış ve küresel ısınmaya karşı destek olarak görülmüştür.

Bu tezde ilk olarak ahşaba hasar veren etkenlerden bahsedilmiş ardından geçmişten günümüze kullanılmış kimyasalların ne gibi çevresel zararlarının olduğuna değinilmiştir. Ardından antik çağlardan günümüze kadar uygulanmış bitkisel yağlar ele alınmış, etkinlikleri, kullanım alanları ve diğer farklı bileşimlerle karışımları irdelenmiştir. Bilinen bitkisel yağların yanı sıra çok dikkat çekmeyen ama koruma potansiyeli olan çok sayıdaki bitkisel yağların işlevinin incelendiği bu tez çalışmasının ahşap korumada yağların performansını arttırmak için yapılacak laboratuvar çalışmalarına katkısı olması beklenmektedir.

Yapılan araştırmalar sonucunda uygulanan zeytinyağı kaplamasında ahşabı UV ve bazı zararlı mantarlardan koruyan biyofilm kaplamasına rastlanmıştır. Nar çekirdeği yağı, sedir yağı ve tung yağında ise günümüzde tarihi yapıların korumasında kullanılan bezir yağından daha etkin bulunmuştur. Nar çekirdeği yağı atık nar kabuklarından ve posasından yapılmakla beraber düşük maliyet ve geri dönüşüm imkânı vermektedir. Bu da gelecek araştırmalar için umut vadetmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel yağlar, Ahşap koruma, Atık ahşap zararları

ENVIRONMENTALIST APPROACH TO PRESERVATION OF TIMBER STRUCTURE

MATERIAL: USABILITY OF VEGETABLE OILS

ABSTRACT

For hundreds of years, people have used wood in their structures, interiors and even in penstocks. Although wood is a frequently used material in buildings, it is the target of many abrasive factors such as biological and outdoor conditions. In the past, various oils had been used to protect wood, but with improved industry the use of chemicals were begun. It understood that chemicals such as arsenic used in the preservation are harmful to the environment and humans. Hereby, oils that have no harm to the nature and support the ecological approach have gained importance again wood protection.

In this thesis, firstly, damaging factors of wood are mentioned, then the environmental damage of the chemicals used from past to present is mentioned. Then, oils that have been applied from ancient times to the present are discussed, their effectiveness, usage areas and combine with other compounds are examined. It is expected that which examines the functions of a large number of oils that do not attract much attention, but has protection potential will contribute to laboratory studies.

As a result of these researches, a biofilm coating was found in olive oil, which protects the wood from UV rays and some harmful fungi. Pomegranate seed oil and tung oil were found to be more effective than linseed oil, used in the protection of historical buildings today. Pomegranate seed oil is made from waste pomegranate so it has low cost and recycling opportunities. This gives hope for future researches.

Keywords: Vegetable oils, Wood preservation, Waste wood damages



İÇİNDEKİLER

ÇİZELGE LİSTESİ	xvii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xix
KISALTMALAR	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Amaç, Kapsam ve Yöntem	3
2. AHŞAP MALZEME VE BOZULMAYA ETKİ EDEN FAKTÖRLER.....	5
2.1 Günümüze Kadar Ulaşmış Ahşap Yapı Örnekleri.....	6
2.2 Ahşap Malzemenin Yapısı ve Özellikleri	8
2.2.1 Ahşap malzemenin su ile ilişkisi	9
2.3 Açık Hava Faktörleri.....	11
2.4 Ahşaba Zarar Veren Biyolojik Faktörler.....	11
2.4.1. Bakteriler	12
2.4.2 Mantarlar	12
2.4.3 Böcekler.....	14
2.4.4 Termitler.....	15
2.3.5 Deniz canlıları	16
2.4.6 Termal Faktörler.....	16
2.5 Kimyasal ve Mekanik Faktörler	18
3. GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE AHŞAP KORUYUCULAR.....	19
3.1 Emprenye Maddelerin Gelişim Dönemi ve Uygulanış Yöntemleri	21
3.1.1 Yağ bazlı emprenye maddeleri.....	23
3.1.2 Su bazlı emprenye maddeleri.....	24

3.1.3	Organik çözücülü empenye maddeler	25
3.1.4	Ahşap Korumada Borun Yeri	26
3.2	Emprenye Maddelerin Ekolojik Açıdan Etkileri	28
3.2.1	Kreozot	29
3.2.2	Arsenik ve Bakır Kullanımı	29
3.2.3	PCP ve TBT	32
3.2.4	Atık emprenyeli ahşapların çevresel etkileri	33
4.	AHŞAP KORUYUCU OLARAK BİTKİSEL YAĞLARIN KULLANIM POTANSİYELİ ...	37
4.1	Bitkisel Yağların Etkinliği	37
4.1.1	Bezir yağı	38
4.1.2	Tall yağı	43
4.1.3	Soya yağı	47
4.1.4	Hindistancevizi yağı	49
4.1.5	Palm yağı	49
4.1.6	Kenevir yağı	51
4.1.7	Portakal yağı	52
4.1.8	Kanola yağı	52
4.1.9	Fındık yağı	54
4.1.10	Kaju Fıstığı Kabuğu	55
4.1.11	Zeytinyağı	56
4.1.12	Nar Çekirdeği Yağı	57
4.1.13	Sedir Yağı	58
4.1.14	Neem Yağı	60
4.1.15	Susam Yağı	61

4.1.16	Ayçiçek Yağı.....	62
4.1.17	Kürkas (Jatropha) Yağı.....	63
4.1.18	Tik Yağı	64
4.1.19	Tung Yağı.....	65
4.1.20	Tütün	66
4.1.21	Tanen ve Reçineler.....	66
4.1.22	Bitki Özleri (Uçucu Yağlar).....	68
4.1.23	Atık Yağların Ahşap Koruyuculuğu	71
4.2	Bitkisel Yağ ve Borun Kombinesi.....	72
4.3	Bitkisel Yağların Ahşaba Uygulanış Yöntemi	73
4.4	Yeni Nesil Koruyucuların Kullanım Yerleri ve Ömrü	75
5.	SONUÇ.....	79
	KAYNAKÇA.....	87
	ÖZGEÇMİŞ	



ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1	Malzemelerin Gömülü Enerjileri	5
Çizelge 2.2	İşlem görmüş ve görmemiş ahşabın zaman içerisindeki olası şişme oranı.....	10
Çizelge 3.1	Farklı ortamlardaki salyangozların metal birikimi	32
Çizelge 4.1	30 ay boyunca sahadaki	41
Çizelge 4.2	Ahşapta oluşan ağırlık artış oranları numunelerde görülen nem yüzdesi	44
Çizelge 4.3	Sahadaki işlem görmüş bambuların 6 ay sonra oluşan ağırlık kayıpları.....	50
Çizelge 5.1	Bitkisel yağların ahşap koruyucu olarak değerlendirilmesi	82



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Beyaz çürükçül mantar oluşumu.....	13
Şekil 2.2 Leke mantarının dış cephedeki renk değişimi.....	14
Şekil 2.3 Böceklerin ahşaba açmış olduğu uçma delikleri.....	15
Şekil 2.4 Milas 2019 yaz yangını.....	17
Şekil 4.1 500 saat boyunca iklimlendirilen ahşapta renk değişimi.....	46
Şekil 4.2: Yağ ile işlem görmüş çamın doğal biyo-kaplama oluşumu ve biyo-kaplama olmayan açık hava şartlarına maruz kalmış çam örnekleri.....	57
Şekil 4.3 Farklı sıcaklıklarda yağ ile işlem görmüş ahşapların renk değişimi.....	76





KISALTMALAR

ACA: Amonyaklı Bakır Arsenik

ACQ: Amonyak Bakır Quat

ACZA: Amonyaklı Bakır Çinko Arsenik

BY: Bezir Yağı

°C: Santigrat Derece

CCA: Bakır Krom Arsenik

CCB: Bakır Krom Bor

DO: Demir Oksit

EBY: Epoksitlendirilmiş Bezir Yağı

ESY: Epoksitlendirilmiş Soya Yağı

ETYE: Epoksitlenmiş Tall Yağ Esteri

HKO: Hindistancevizi Kabuğu Yağı Özü

KKS: Kaju Kabuğu Sıvısı

MA: Maleik Anhidrit

MPEA: Melamin Modifiye Polyester Amid

PAH: Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar

PCP: Pentaklorfeno

PYÖ: Portakal Yağı Özütü

PUA: Üretan Akrilat

SA: Sodyum Askorbati

TBT: Tributilkalay

TBTO: Tribütünil Oksit

TY: Tall Yağı

USEPA: Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansına

UV: Ultraviyole



1. GİRİŞ

Küresel ısınmanın kritik seviyelere ulaştığı bu dönemde sürdürülebilirlik kavramı ileri sürülmüş ve mimari estetik kaygısının önüne geçmiştir. Birçok çevreci tarafından sürdürülebilir bir tasarım ve ekolojik bir malzeme ile yapıların ön plana çıkması gerektiği aksi takdirde doğal kaynakların hızla tükeneyeceği vurgusu yapılmaktadır. Bu bağlamda dünyanın birçok yerinde çevreci tasarımcılar kendi enerjisini üreten sürdürülebilir evlere yönelmiş ve üretim aşamasından yıkım aşamasına kadar çevreye daha az zararlı malzemeler seçmeye çalışmışlardır.

Ahşap doğadan elde edilen, geri dönüşümü kolay ve çevre kirliliği oluşturmayan sürdürülebilir bir malzemedir. Ahşabın yük taşıma özelliği fazla olduğu için açık mesafeli yerlerde tercih edilebilmektedir. Aynı zamanda kolay monte edilebilmesi birçok alanda kullanımını da arttırmaktadır (Falk, 2010).

Tüm bu yapıya ve çevreye yansıyan olumlu özelliklere rağmen ahşap, nemden dolayı şişer ve boyut değiştirir, uygun koşullar oluşursa biyolojik etkenlere maruz kalır, ham madde elde etme aşamasında bilinçsiz orman tüketimi yaşanabilir, kullanım aşamasında ise düzenli bakım gerektirdiği için maliyeti arttırabilir. Bazı olumsuz özellikleri ortadan kaldırmak amacıyla geçmiş yıllarda ahşabın hava ile olan temasını kesmek ve bozulmasını engellemek amacıyla çeşitli kaplamalar yapılmıştır. Diğer bir yandan ahşabın su almasını önlemek için birçok farklı yağ çeşidi kullanılmış böylelikle biyolojik hasarların önüne geçilmek istenmiştir.

Sanayinin gelişmesiyle ahşabı daha etkin koruyan farklı kimyasal koruyucular araştırılmış ve uygulanmaya başlanmıştır. Bu kimyasallar genellikle ahşabın korunması zor olan iskelelerde, toprakla temas eden yüzeylerde ve trafolarda kullanılmış ve her ne kadar etkin bir sonuç alınmış olsa da zaman içerisinde yapılan araştırmalarda bu kimyasalların hem çevreye hem de memelilere zararlı olduğu anlaşılmıştır. Örneğin kuvvetli ahşap koruyucu olan kreozot, kanserojen bir malzeme

olup direk el teması ve solunumdan kaçınılması gerekmektedir (Thomasson ve diğ., 2015). Benzer bir şekilde gemi ve sandallarda kullanılan TBTO (tribütiltin oksit) solüsyonun su altı ekolojisindeki zararsız canlılara da zarar verdiği anlaşılmıştır (Callow, 1990).

Ahşap her ne kadar çevreci bir malzeme olsa da içerisinde kullanılan zehirli kimyasallar çevreye oldukça zarar vermiş ve birçok ülke bununla ilgili mücadele başlatmıştır. Bu bağlamda çevreciler tarafından ahşabı tüketen biyolojik canlılara karşı zehirli fakat insanlara ve çevreye karşı ekolojik bir tutum sergileyen maddeler araştırılmaya başlanmıştır. Bu süreçte oldukça zehirli olan arsenik gibi maddeler ahşap solüsyonlarından çıkarılıp bor ve türevleri ilave edilerek insanlara ve doğaya daha az zararlı solüsyonların elde edilmesi hedeflenmiştir. Aynı şekilde iyi bir hidrofobik özelliğe sahip olan bitkisel yağlar, ahşapta alternatif bir emprenye maddesi olarak denenmekte fakat bitkisel yağların üretimi masraflı olduğundan bazı yerlerde modifiye yağlar kullanılmaktadır. Sürdürülebilirlik açısından ele alındığında ise bazı deneylerde ahşap koruyucu olarak atık yağların kullanılması halen denenmektedir. Sadece bitkisel yağlar denenmekle kalmamış son 10 yıl içerisinde farklı bitki özleri, kuruyemişlerin ve meyvelerin kabukları, tütün, ağaçların yaprakları ve dalları gibi birçok eko malzeme ahşapta denenmiş ve koruyuculuklar tespit edilmiştir.

Günümüzde ahşap koruyucuların içerisinde bor ve türevleri bulunmaktadır. Sıkça tercih edilen kimyasal koruyucularda bakırın akmasından dolayı deniz canlıları etkilenmektedir (S. Weis ve Weis, 1992). Bor suda çözünen ve yıkanabilen bir mineraldir. Bundan dolayı ahşaba tek başına uygulandığında kolayca akabilmekte ve ahşap üzerinde koruyuculuğu azalabilmektedir. Borun bitkisel yağlarla desteklenerek akmasını engelleyen çalışmalar önem kazanmıştır. Bu çalışmalar bitkisel yağların borun ahşaptan yıkanmasını ve akmasını azalttığını göstermiştir.

1.1 Amaç, Kapsam ve Yöntem

Tüm dünyanın ortak problemi olan küresel ısınma ve çevresel kirlilik canlılar üzerinde birçok olumsuz etkilere sahiptir. Çevresel kirliliğin üst seviyelerde olduğu bu dönemde çevreciler tarafından sürdürülebilir, gelecek nesilleri etkilemeyecek yaşayış biçimleri aranmaktadır. Çevreyi kirleten birçok faktörün yanısıra ahşap koruyucu kimyasalların da çevreyi oldukça kirlettiği bilinmektedir.

Bu tez kapsamında, literatür verileri araştırılarak ahşap koruyucu kimyasalların çevrede oluşturduğu kirliliğe dikkat çekilmiş, bitkisel yağların ahşap yapı malzemesinin korunmasında kullanılabilirliği sorgulanmıştır. Bu yolla, ahşapta kullanılan kimyasal solüsyonların hem çevreye hem de hedefte olmayan canlılara zararlı olduğu gerçeğinin vurgulanması ve alternatif bir koruyucu olarak bitkisel yağların kullanılabilirliğinin tespiti amaçlanmıştır.

Çalışmada öncelikle ahşabın genel özelliklerinden bahsedilerek, ahşaba zarar veren faktörler üzerinde durulmuştur. Bu faktörlerden korunmak amacıyla, geçmişte hangi yağların ve/veya yöntemin kullanıldığı, bu yöntemlerin olası zararları ve günümüzde artık neden tercih edilmediklerine değinilmiştir. Son bölümde ise ahşap üzerinde denenmiş bitkisel yağların olumlu ve olumsuz özellikleri, koruma performansları, bor ve türevi maddelerle karışımı, kullanım yerleri ve ömrü gibi konular irdelenmiştir.

Literatüre bakıldığında bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda sınırlı sayıda bitkisel yağlara odaklanıldığı, diğer performansı yüksek, maliyeti düşük yağların yok sayıldığı dikkati çekmektedir. Bu tez çalışması ile, ahşap korumada ekolojik yaklaşımla sürdürülebilirlik bağlamında yapılacak laboratuvar çalışmaları için kapsamlı bir kaynak oluşturulmaya çalışılmıştır.

Literatür çalışması kapsamında, başta makaleler ve tezler olmak üzere birçok yazılı kaynağa ulaşılarak, özellikle konu üzerinde yapılmış deneysel çalışmalar incelenmiştir. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi'nde kaynak taraması yapılmıştır. Kocaeli-Karamürsel'de sit alanı olan tarihi ahşap evlerin tahribat fotoğrafları çekilerek nedenleri belirlenmiştir. Ayrıca firma temsilcileriyle bireysel

görüşmeler yapılarak günümüzde Türkiye’de emprenye amacıyla hangi kimyasalların ve hangi ürünlerin kullanıldığı kaydedilmiştir. Ardından ürün içeriğindeki bileşenler belirlenerek çevresel zararlar araştırılmıştır.

Ahşabın yapı malzemesi olarak ele aldığı bu tez çalışmasında birçok farklı konuya değinerek aşağıdaki soruların cevabını irdelenmiştir.

- Neden ahşap malzeme diğer malzemelere göre daha ekolojik?
- Ahşabı neden koruma gereği duyuyoruz?
- Geçmişte kullanılan bitkisel yağlardan neden vaz geçildi?
- Ahşapta kullanılan kimyasallar nedir?
- Geçmişten gelen ve git gide artan işlenmiş atık ahşabın çevreye zararları nedir?
- Bitkisel yağların ahşap malzemeyi korumasındaki performansı nedir?
- Hangi bitkisel yağlar ahşap üzerinde daha etkilidir?
- Maliyeti düşük bitkisel yağlar üretilebilir mi?
- Bitkisel yağlarla işlenmiş ahşabı yapılarda nerelerde kullanabiliriz?
- Kullandığımız yağların ömrü ne kadar olur?
- Ahşap koruyucularda çevreci bir tutum sergileyebilir miyiz?

2. AHŞAP MALZEME VE BOZULMAYA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Ahşap kelimesi “odundan mamul eşya” anlamına gelen Arapçadaki Haşep kelimesinden çevrilmiştir (Eriç, 2010). İnsanoğlunun hayatında vazgeçilmez bir yere sahip olan ahşap malzemenin oldukça geniş bir kullanım alanı vardır. Örneğin, mobilyalar, parke vb döşeme malzemeleri, enstrümanlar, kâğıtlar vb. birçok ürünün hammaddesi ahşaptır. Ahşap birçok malzemenin aksine geri dönüştürülebilir, gömülü enerjisi¹ az, statik olarak sağlam, doğal izolasyonu iyi ve kolay şekil verilebilir bir yapı malzemesidir. Tablo 2.1’de ahşap ile diğer yapı malzemelerinin toplam gömülü enerjilerinin karşılaştırılması verilmiştir.

Çizelge 2.1: Malzemelerin Gömülü Enerjileri (Yeang, 2012)

Malzeme Gömülü Enerjileri	MJ/kg
Fırınlanmış yumuşak ağaç	2,0
Havayla kurutulmuş sert ağaç	0,5
Kontrplak	10,4
Plastik	90,0
Sentetik kauçuk	110,0
Stabilize toprak	0,7
İthal-yerli granit	13,9-5,9
Kil tuğla	2,5
Yerinde dökme beton	1,7
Yumuşak çelik	34,0
Alüminyum	170,0

¹ Bir hammaddenin üretiminden yıkımına kadar harcanan toplam enerji

2.1 Günümüze Kadar Ulaşmış Ahşap Yapı Örnekleri

Ahşap yapısı gereği her ne kadar biyolojik saldırılara maruz kalsa da havayla temasının kesildiği, korunduğu veya ağaç türünün özelliklerine dikkat edildiği takdirde yüzyıllarca hizmet verebilen bir malzemedir.

Tarih öncesi çağlarda bazı ağaçların diğer ağaç türlerine göre daha dayanıklı olduğunu keşfedilmiştir. Örneğin, Avustralya yerlileri M.Ö. 5000 yıllarında mezarlarında kullandıkları ahşapları termit ve mantar saldırılarına karşı korumak için dayanıklı bakkam ağacını (*Haematoxylon Campechianum*) tercih etmiş; Mayalar M.S. 700 yılları civarında tapınaklarını biyolojik etkenlerden korunmak için dayanıklı ahşaptan inşa etmişlerdir. Ayrıca Theophrastos (M.Ö. 371-287) yapılarda kullanılacak dayanıklı ahşapların bir listesini yapmıştır (Unger ve diğ., 2001).

Dünyanın en eski ahşap yapısı olan ve 607 yılında inşa edildiği tahmin edilen Japonya'daki Horyuji tapınağı masif ahşap yapısıyla hem tarihe ışık tutmakta hem de ustaca yerleştirilmiş ahşap kolonların ağır kiremit çatıyı taşıması dikkat çekmektedir (World History Encyclopedia, 2017).

Norveç'in batısında bulunan ve eski liman şehirlerinden biri olan Bryggen, 12. Yüzyılda kurulmuş olup geriye sadece 62 ahşap ev kalmıştır. Evler geleneksel kütük konstrüksiyon yapılmıştır. Günümüzde geriye kalan tarihi ahşap şehirlerin önemli bir parçasıdır (UNESCO,2021).

Birçok ahşap yapıdan daha büyük olan ve Japonya'nın en büyük kalesi Himeji kalesi ahşap ve taş malzemeler kullanılarak 17. yüzyılda inşa edilmiştir. 6 katlı bu devasa ahşap yapının bodrum katı taş duvarlardan oluşmaktadır. Birçok katmanlı çatıdan oluşan bu kale yangından korunmak amacıyla dış cephesi beyaz bir sıvayla kaplanmıştır (Himeji Rojyo Lions Club, 2000; Turnbull, 2003) .

Günümüze ulaşan tarihi ahşap yapılar çoğunlukla Doğu Asya ülkelerinde bulunsa da ülkemizde de kültür mirası listesine alınmış birçok yapı bulunmaktadır.

M.Ö. 800 yıllarında Ankara civarındaki Kral Gordion mezarlığında ve M.S. 734 yıllarında Japonya'daki Todaiji tapınağında sağlam ahşap kirişler bulunmuştur

(Bozkurt ve Erdin, 2011). Selçuklu döneminde yapılan camilerden Harput Ulu Camii, Siirt Ulu Camii, Konya Ulu Camii ve Ankara Kale Camilerinin ahşap minberleri günümüze kadar sağlam ulaşmıştır (Güler ve A. Kolay, 2006).

Konya'da 13. Yüzyılda Selçuklu döneminde inşa edilmiş ahşap direkli Beyşehir Eşrefoğlu Cami, Unesco tarafından Dünya Miras Aday Listesine alınmıştır. Günümüzde camii halen faaliyetini sürdürmektedir (Uzun, 2018). Samsun'un Çarşamba ilçesinde yer alan Göğceli Camisinde ise, çivi kullanılmadan, kalasların birbirine geçirilmesiyle inşa edilmiştir. Türkiye'nin en büyük yığma camilerinden biri olan ve temelsiz inşa edilmiş bu cami, taşlarla yükseltilmiştir (Denge Gazetesi, 2013; Can, 2004). Böylece toprağın ahşapla olan teması kesilerek, malzemenin günümüze kadar gelmesini sağlamıştır.

1272-77 yılları arasında yapılan Afyon Ulu Camisi'nde, geçmişte yapılan onarımlar sonucu ahşap kirişler, sütun başlıklar ve ahşap kaplamalar hasar almış olmakla birlikte, bazıları günümüze kadar ulaşmıştır (Uysal, 1993). Benzer bir eser 13. Yüzyılda yapıldığı tahmin edilen Sivrihisar Camisi mermer üzerine yerleştirilmiş toplam 63 ahşap sütun tarafından taşınmaktadır. İçerisinde bulunan ahşap oyma ve süslemeler Selçuklu Dönemine ait en önemli eserlerden birisi olarak nitelendirilmiştir (Aslanapa, 2007; Karakuş, 2021).

Osmanlıda öncelikle temeli taş, üstü ahşap, dolgusu toprak olan konut mimarisi tercih edilirken daha sonraki dönemlerde şehir tamamen ahşap yapıya geçmiştir. Bununla birlikte büyük ahşap saraylar gelişmiş ve hızlı inşasından dolayı ahşap büyük önem kazanmıştır (Kuban, 2001).

Avrupa'nın en büyük dünyanın ise ikinci büyük ahşap yapısı olan Büyükkada Rum Yetimhanesi 1898 yılında inşa edilmiştir (Fendoğlu, 2010). Yapının yangına daha dayanıklı olması için merdivenler mermerden yapılmıştır (Millas, 2014). İstanbul'daki bu büyük ahşap yapı uzun süre önce terk edildiği için şu an atıl durumdadır.

Osmanlı döneminin 18. ve 19. Yüzyıllarındaki tarihi dokusunu koruyan ve 1950 yıllarında modern şehirleşmeden etkilenmeyen Safranbolu evleri UNESCO

tarafından Dünya Mirası Listesi'ne girmiştir. Tarihi ahşap evler yarı ahşap olup, ahşaplar arasındaki boşluklar kerpiç gibi çeşitli malzemelerle doldurulmuştur.

2.2 Ahşap Malzemenin Yapısı ve Özellikleri

Canlı bir yapıdan meydana gelen ahşabın içeriğinde %50 oranında Selüloz, %20-35 oranında hemiselüloz, %15-25 oranında lignin ve %0-25 oranında ise yabancı maddeler (ekstraktif)² bulunmaktadır (Bozkurt,1996). Bitkisel hücre çeperinin ana maddesi olan selüloz aynı zamanda biyolojik canlılar için ahşabı besin kaynağına çeviren maddedir. Ahşaba esneklik özelliği veren selüloz, hem ahşaptaki ısı hem de elektrik iletkenliğini düşürmektedir. Selüloz, ahşapta oluşan eğilme ve çekme kuvvetine; lignin ise basınç kuvvetine negatif yönde direnç göstermektedir (Bozkurt ve Erdin, 2011).

Odun kesitine bakıldığında açık renkli olan dış kısım diri odun, koyu renkli olan iç kısım öz odun olarak adlandırılır. Diri odun canlı hücrelerden oluşur ve besi suyu iletimini sağlar. Öz odununda ise zamanla hücreler ölür. Öz odunun içerisinde bulunan maddeler, öz odunun diri oduna göre rengini daha koyu yapmaktadır. Ahşabı tüketen biyolojik etkenler ekstraktif maddenin olduğu yeri kısmen tercih etmemektedirler. Bu sebeple böcekler öz odundan ziyade diri odunu tercih etmektedir. Ekstraktif maddelerden dolayı ahşap malzeme seçiminde öz odunun fazla olduğu ağaç türleri seçilmeye özen gösterilmelidir.

Ahşap malzemenin bazı özellikleri diğer yapı malzemeleriyle karşılaştırıldığında, üstün olduğu görülmektedir. Örneğin ahşap çelikten minimum 9 kat daha iyi enerjiyi absorbe eder bu nedenle kritik deprem yerlerindeki binalarda ve köprülerde ahşap malzeme daha fazla tercih edilir. Douglas göknarının eğilme direncinin, çeliğin eğilme direncinden 2,6 kat fazla olması veya cevizin çekme direncinin çeliğin 2,4 katı olması, verilebilecek diğer örneklerdir. Ahşabın içerisinde bulunan hemiselüloz ve

² Odunun yapısında bulunan, mantar ve böceklere karşı koruyan maddelerdir; reçine, mineraller vb.

lignin sayesinde ahşap düşük konsantrasyondaki asitlere karşı çelikten daha dirençli olurken, baz içerikli kimyasal saldırılara karşı hassastır (Bozkurt ve Erdin, 2011).

Ahşabın içerisinde bulunan selüloz ve hava boşlukları ahşaba iyi bir yalıtım ve akustik özelliği sağlamaktadır (Eriç, 2010). Ahşap tuğladan 6, camdan 8, betondan 15, çelikten 390, alüminyumdan 1700 defa daha fazla ısı yalıtımı sağlamaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2011). Ahşabın esnekliği ve yoğunluğuyla akustik özelliği doğrudan bağlantılıdır. Eğer sıcaklık artarsa ahşabın içerisindeki ses hızı azalır (Glass ve Zelinka, 2010).

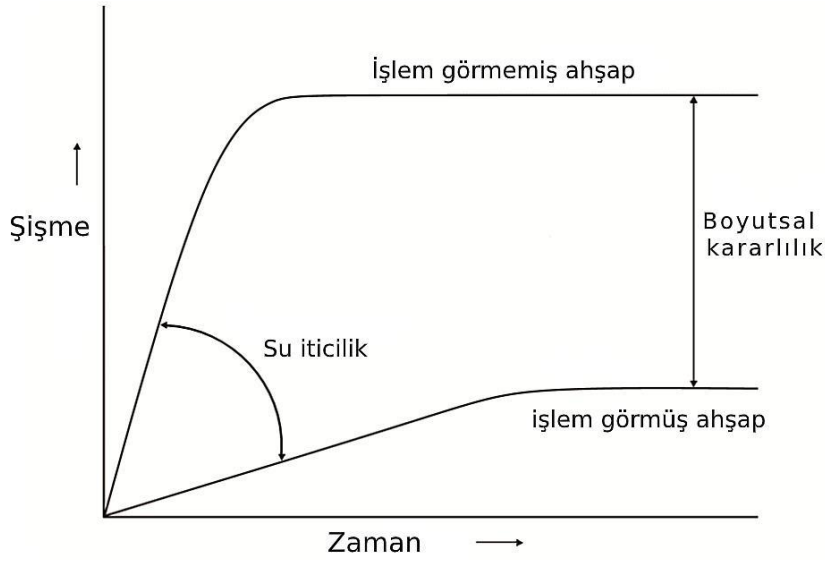
2.2.1 Ahşap malzemenin su ile ilişkisi

Ahşabın hücre çeperi yapısında bulunan selüloz nedeniyle çevresinde bulunan suyu çekme yatkınlığı diğer malzemelerden daha fazladır. Bu oran yüzdeye vurulduğunda taştaki %0.3-5, betonda %1-8, çimento harcında %30-50, tuğlada %9-18 iken, ahşapta bu oran %15-100 arasındadır (Eriç, 2010). Ahşap ve hava arasındaki nem alışverişi havadaki neme, sıcaklığa ve ahşabın içinde bulunan suya göre değişim göstermektedir (Glass ve Zelinka, 2010).

Ahşap içerisindeki nem oranı arttıkça direnç, esneklik ve ısı iletimi azalmaktadır. Hem ahşabın içindeki nemin havaya göre değişmesi hem de biyolojik canlıların rutubetten dolayı ahşabı tercih etmesi ahşabın yapı elemanı olarak kullanımını zorlaştırmaktadır. Bundan dolayı ahşabın içerisindeki nem oranını bilmek gerekir. Sürdürülebilirlik açısından ele alındığında ahşap malzeme her ne kadar az gömülü enerjiye sahip olsa da içerisinde daha fazla su bulunan ağacın ahşap malzemeye dönüşme aşamasında oldukça enerji harcanmakta bu da gömülü enerjisini arttırmaktadır.

Ahşabın nem almasını engellemek için farklı hidrofobik malzemeler uygulayarak su alımı ve ahşabın şişme boyutu azaltılabilir. İşlem görmemiş ahşabın, işlem görmüş ahşaba kıyasla su alımının ve boyutsal kararlılığın maksimum düzeyde olduğu Şekil 2.2'de görülmektedir (Rowell ve Banks, 1985; Koski, 2008).

Çizelge 2.2: İşlem görmüş ve görmemiş ahşabın zaman içerisindeki olası şişme oranı



Su oranı %1 artarsa basınç direncinde %5, çekme dirence ise %3 oranında bir azalma meydana gelir. Ahşaptaki rutubet azaltılmadığı takdirde, %18-20 oranında mantar, %10 oranında böcek oluşumu gözlenir. (Bozkurt ve diğ., 1993)

Ahşaptaki rutubet miktar yüzdesini (RM) hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılmaktadır (2.2).

$$RM(\%) = \frac{\text{su ağırlığı}}{\text{Tam kuru ağırlık}} \times 100 \quad (2.2)$$

Tam kuru ağırlık fırınlanmış ahşabın kütlesini temsil etmektedir. Belirli bir ahşap numunenin içerisindeki rutubet miktarını ölçmek için ise aşağıdaki formül kullanılmaktadır (2.3).

$$RM(\%) = \frac{\text{Yaş ağırlık} - \text{Tam kuru ağırlık}}{\text{Tam kuru ağırlık}} \times 100 \quad (2.3)$$

Ahşabın içerisinde bulunan nem oranı emprenyenin ahşap hücrelerine nüfus etmesi için önemlidir. Emprenye maddesinin nüfuz derinliği her ağaç cinsi için bile farklılık göstermektedir. Eğer ahşap malzeme basınçlı bir ortamda kolay emprenye ediliyorsa, permeabilitesi yüksek, eğer emprenye maddesi malzemenin derinine gitmiyorsa permeabilitesi düşük anlamı taşımaktadır. Örneğin kırmızı meşenin permeabilitesi yüksek olduğundan emprenye işlemi kolay uygulanırken, Douglas

göknarının permeabilitesi düşük olduğu için empenye uygulamak oldukça zordur (Bozkurt ve diğ., 1993).

2.3 Açık Hava Faktörleri

Rüzgâr, yağmur, kar, güneş gibi açık hava şartlarının etkisi altında kalan ahşap yapılarda zaman içerisinde lif bağları zayıflar ve çatlaklar oluşur. Açık hava şartlarından olumsuz etkilenen ahşap malzemenin ilk olarak rengi değişir ve griye dönüşür, ilerleyen zamanlarda ise mekanik zayıflık meydana gelmektedir. Havanın sıcak ve soğuk değişimlerinde ve neme bağlı büzölmelerde lif bağlarında kopmalar meydana gelmektedir. Özellikle ultraviyole (UV) ışınları ahşabın yapısında kimyasal bozulmalara yol açar ve yavaş etki eder.

Hiç bir işlem uygulanmamış ve açık hava etkilerine maruz kalmış bir ahşap yapıda yüzölçümünde toplam 6-12mm arası aşınma gözlemlenmiştir. Bu yavaş ilerleyen ve ahşaba zarar veren değişimlerden korunmak amacıyla su itici maddelerin empenye maddeleriyle karıştırılıp ahşaba uygulanması gerekmektedir (Bozkurt ve Erdin, 2011; Moncmanova, 2007).

2.4 Ahşaba Zarar Veren Biyolojik Faktörler

Ağaçtan üretilen ahşap canlı hücreleri barındırdığı için birçok biyolojik etkenin hedefi altındadır. Geçmiş dönemde her ne kadar koruma sağlanmış olsa da ahşabın tam olarak hasar nedeni tespit edilememiştir. 1784 yılında Kraliyet Sanat Derneği, evlerde ahşap çürümesinin nedenini keşfedene ve etkin bir koruma sağlayana altın madalya vereceği kayıtlara geçmiştir (Unger ve diğ., 2001). Ahşabı korumak için öncelikli olarak ahşaba hasar veren faktörleri belirlemek gerekmektedir.

Ahşaba ciddi oranlarda tüketen ve hem mekanik hem de fiziksel zararlar veren biyolojik etkenler; bakteriler, mantarlar, termitler ve deniz canlıları olarak sınıflandırılmaktadır.

2.4.1. Bakteriler

Bakteriler işlem görmemiş ahşabın ıslak veya nemli olması halinde ahşabın içine nüfuz ederek malzeme bünyesinde kahverengi ve ıslak bir görünüm ortaya çıkarır. Bakterilerin yapmış olduğu fermantasyon odunda ekşi kokuya neden olmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2011). Bakterilerin çoğalabilmesi için ahşapta belirli bir serbest suyun bulunması gerekir, bu su seviyesi mantarların gelişmesine ve çoğalmasına uygun zemin hazırlamaktadır (Rowell ve Banks, 1985).

2.4.2 Mantarlar

Mantarlar sporla çoğalarak ahşabın içerisine nüfuz eder ve malzemedeki selüloz, hemiselüloz ve lignini besin kaynağı olarak tüketir. Mantarların çoğalabilmesi için uygun sıcaklık, nem, oksijen ve pH değerinin ortamda bulunması gerekir. Bunlardan birinin eksikliği mantarın gelişimini olumsuz yönde etkiler veya mantarın gelişmesini durdurur ya da mantarı öldürür. Ahşaba zarar veren çürüklükler en başta yüzeyde renk bozulmaları olarak gözlemlenirken ilerleyen zamanlarda büyük ölçüde mekanik tahribata yol açmaktadır. Genellikle 10 °C'nin altındaki ve 35 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda ahşapta oluşan çürümeler yavaşlamaktadır. Sıcaklık 2 °C'ye düştüğünde ve 38 °C'ye yükseldiğinde gelişim tamamen durmuş olur (Clausen, 2010).

Sıcaklığın ya da oksijen miktarının kontrol edilmesinden ziyade ahşaptaki nem içeriği daha pratik bir yöntemdir. Bundan dolayı ahşaptaki mantar oluşumunun engellenmesi ya da durdurulması için ilk olarak nem faktörünün ortadan kaldırılması önemlidir. Ahşapta bulunan nem oranı lif doygunluğun³ altında tutulduğu takdirde uzun yıllar hizmet verebilmektedir (Koski, 2008).

Çürüklük mantarlar için genellikle uygun nem seviyesi %40-80 arasında olmasına rağmen bu cins mantarın oluşması için ahşapta minimum %30 yeterli olmuştur (Scheffer, 1973). Ahşap malzemede düzgün kurutma sağlanmadığı takdirde çürükçül mantarların oluşumu hızlanmakta ve malzemenin direnci azalmaktadır. Bu

³ Ahşabın alabileceği maksimum su miktarı

da ahşap yapıların daha hızlı yıpranmasına ve bakım maliyetinin artmasına neden olmaktadır.

Ahşabı en çok tahribata uğratan esmer çürüklük mantarları, ahşabın direncini %60-75 arası düşürür ve ahşaptaki selülozu tüketerek geriye sadece lignini bırakırlar. Geriye kalan lignin ve ekstraktif maddeler ahşaba koyu kahverengi rengini kazandırmaktadır (Bozkurt ve diğ., 1993). İleri düzey tahribatlarda ise ahşap kömür görünümünü alır ve un gibi ufalanır.

Bunun tam aksine beyaz çürüklük mantarları genellikle lignini tüketir. Ahşapta hemen fark edilmemesine rağmen ilk aşamasında yüzeyde renk bozulmaları meydana gelir (Şekil 2.1). En son aşamada ise ahşapta süngerimsi ya da lifli bir görünüm oluşur.



Şekil 2.1: Beyaz çürükçül mantar oluşumu (*Kaynak: Betülner Hülagü*)

Yumuşak çürüklük mantarlarında ise tahribat alanı esmer ve beyaz çürüklükten fazla olmasına rağmen ilk aşamada kazınarak çıkarılabilir. İlerleyen aşamalarda ahşap süngerimsi yumuşak bir dokuya sahip olur. Genellikle nemin yoğun olduğu su soğutma kuleleri gibi alanlarda görülmektedir.

Ahşaba zararı olan diğer bir mantar türü leke mantarıdır. Ahşapta direnç bakımından fazla etkisi olmamakla birlikte fiziksel özelliği bozan renklenmelere yol açar (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Leke mantarının dış cephedeki renk değişimi (*Kaynak: Betülner Hülagü*)

Leke mantarı genellikle mavimsi yeşilimsi ve grimsi bir görünüşü alır bundan dolayı ticarete görsel kusur olarak değerlendirilir. Binalarda görsel özelliğin önemli olmadığı yerlerde kullanılabilir. Ahşabı zararlı mantarlardan korumanın en pratik yolu, kesildikten sonra yaş ahşabın içerisindeki nemi azaltmak için kurutmak ve kullanım aşamasına kadar uygun koşullarda saklamaktır (Koski, 2008).

2.4.3 Böcekler

Böcekler besin sağlamak amaçlı ahşap malzemeyi tercih etmektedir. Odunda bulunan öz ya da diri odundan besin sağlamaktadır. Bazı böcek türleri ise (Ambrosia) ahşaptaki küf mantarını besin olarak tüketmektedir. Ahşapta görünen aşağıdaki belirtilerden böceğin var olduğu anlaşılabilir. Bazı böcekler ağaç kurduktan birkaç yıl sonra gelişimini tamamlayıp ortaya çıkabilir (Clausen, 2010). Şekil2.3'de böceklerin ahşap yapıda yaptığı hasar ve uçma deliklikleri görülmektedir.

- Böcek öğüntü tozlarının görülmesi
- Ahşabın dış yüzeyinde uçma deliklerinin saptanması
- Larvanın çıkardığı seslerin duyulması
- Malzemede zayıflıkların oluşması



Şekil 2.3: Böceklerin ahşaba açmış olduğu uçma delikleri (*Kaynak: Betülner Hülagü*)

Böcekler odunun dışındaki diri odunu tüketmeye başlayarak galeri boşlukları açar. Açtıkları tünellerden yumurtalarını bırakırlar. Larvalar dışarıdan bakıldığında anlaşılabilir ancak ahşabın içerisini tüketir ve mekanik zayıflığa yol açar. Bundan dolayı ahşaba asıl zarar veren larvalardır(Bozkurt ve diğ., 1993).

Böceğin çok fazla larvası olacağından ahşap yapılarda başa çıkılması oldukça güçtür. Mücadelenin daha etkili olması açısından, larvaların yumurtandan çıkış zamanı göz önünde bulundurularak müdahale edilir.

2.4.4 Termitler

Termitler görünüş ve yaşayışları bakımından genellikle karıncalarla karıştırılmaktadır. Termitlerin kendi içerisinde oldukça fazla türü bulunmaktadır. Dünya çapında yaklaşık 2.650 termit türünün varlığı, bunlardan 200 türünün yalnızca Hindistan'da bulunduğu ve Amerika'da ise yaklaşık 56 termit türünün olduğu bilinmektedir (Clausen, 2010; Shiny ve Remadevi, 2014). Termitler ölü ağaçları organik maddeye dönüştürerek ekosisteme fayda sağlarken, ahşap mimarisinde yaklaşık 1,92 milyar ABD dolarıyla, diğer tüm afetlerin toplamından daha fazla zarara neden olmaktadır (Shiny ve Remadevi, 2014).

Termitin varlığı dış yüzeyden anlaşılabilir, ancak ahşaptan kesit alındığında termitin açmış olduğu galeri boşlukları görünür, bu nedenle ahşap malzemeye en fazla zarar veren canlılardır. Ahşabın selülozunu tüketerek ahşabı tahrip eder. Bununla birlikte bazı termit türleri besin maddesi olarak ahşapta oluşan mantarları tüketir (Bozkurt ve diğ., 1993). Bazı türler çatıda uzun süreli sızıntının olduğu yerlerde yuva

kurabilmektedirler. Yerin altında yaşayan termitler bina inşa edildikten sonra topraktan çıkarak yapıya nüfuz eder. Dış yüzeyde yaşayan termitler ise istila edilmiş mobilyalarda yapıdan yapıya taşınır. Dış yüzeyde yaşayan termitler yeraltı termitlerine göre daha yavaş mekanik hasara yol açarlar (Clausen, 2010). Termit saldırısının erken döneminde akustik ve karbondioksit ölçümleriyle termitlerin varlığı tespit edilebilmektedir.

Bazı emprenye maddeleri termitlere karşı etkili olmadığından termitlerle mücadele etmek oldukça zordur. Bundan dolayı termitten korunmak için termit ihtimali bulunan yerlerde binayı inşa etmeden önce tüm ağaç kalıntılarını ve köklerini araziden uzaklaştırmak gerekmektedir. Eğer arazide termit varlığı kesinse üst toprak kaldırılır ve geriye kalan kısım uygun solüsyonlarla sterilize edilerek termitlerden temizlenir (Bozkurt ve diğ., 1993).

2.3.5 Deniz canlıları

Yumuşakçalar ve kabuklular iskele direklerini ve küçük gemi gibi tuzlu suda bulunan ahşap elemanlarını kısa bir zaman içerisinde tahrip etmektedir. Yumuşakçaların larvaları ahşap malzemede bir delik açarak, içerisinde lif yönünde ahşabı tüketmeye başlar ve mekanik zayıflığa yol açar (Bozkurt ve diğ., 1993).

Christopher Columbus'un 4. seyahatindeki raporda deniz canlı saldırısının ne kadar ciddi olabileceğini "*gemi kurtları gemilere o kadar şiddetli saldırdı ki, bal peteği gibi görünüyorlar ve bunu önlemek için hiçbir çözüm yok*" olarak belirtmiştir (Unger ve diğ., 2001, s. 3-4).

Geçmiş yıllarda deniz canlılarının ahşaba zarar vermesini engellemek için kreozot ve arsenik gibi çevreye zararları olan kimyasallar kullanılmıştır. Günümüzde doğal dayanımı yüksek olan tik ağacı gibi türler tercih edilip kurutulmakta, ardından koruyuculuğu olan vernik ve boyalarla desteklenmektedir.

2.4.6 Termal Faktörler

Ahşap malzemeyi en çok yıpratıcı faktörlerden biri olan yangın, ağacın yapısı gereği hızla tutuşmakta ve yayılmaktadır. Orman Genel Müdürlüğü (2018) verilerine göre

sadece 2018 yılında 355 adet orman yangını meydana gelmiş ve toplam 232,42 hektar alan yanmıştır. Bu da yaklaşık olarak 325 futbol sahası büyüklüğü etmektedir. Yangın doğal tahribatın yok olmasının yanında insan hayatını da ciddi bir şekilde tehdit etmektedir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Milas 2019 yaz yangını (Kaynak: Betülner Hülagü)

Her yıl dünya genelinde ormanlar ne kadar yansa da aslında ahşap bazı malzemelerden daha iyi termal koruma sağlamaktadır. 250-300 derecede tutuşmaya başlayan ahşabın dış kısmı kömürleşerek yalıtım tabakası oluşturur. Bu da yangın sırasında alevlerin daha yavaş ilerlemesine neden olur (Akıncıtürk ve diğ., 2003). İlk tutuşma anında ahşap malzeme her ne kadar hızlı tutuşsa da diğer malzemelerle kıyaslandığında, 600 °C'ye ulaşan bir yangında 18 m'lik uzunluğundaki bir ahşap kirişte toplam 39 mm'lik bir uzama meydana gelirken, aynı sıcaklıkta ve aynı boyutta olan bir çelik kirişte toplam 125 mm uzama görülür. Uzayan çelik kiriş daha fazla kendi ağırlığını taşıyamadığı için bina çökerken ahşaptaki uzama miktarı daha az olduğu için ahşap bina ayakta kalır. Betonda ise yüksek sıcaklıktan dolayı parçalanma ve çatlamlar meydana gelir (Bozkurt ve Erdin, 2011 ; Hafizoğlu ve diğ., 1994).

Diğer bir ifade ile bir yapıda ahşap malzemenin kesiti ne kadar fazlaysa yangına direnci o kadar fazladır. Ahşaba bor gibi yangını geciktiren çeşitli bileşenler emprenye edilerek malzemenin yanma direnci arttırılır.

2.5 Kimyasal ve Mekanik Faktörler

Fabrikaların havaya salmış olduğu kimyasal gazların ve diğer birçok kirletici faktörün etkisiyle gerçekleşen asit yağmurları ahşabı aşındırmakta ve kimyasal bozulmasına yol açmaktadır. Kimyasal yollarla bozulan ahşabın lifleri pamukçuk halinde parçalanmaktadır. Aynı zamanda çelik ve çivinin ahşabın nemli olması halinde temas ettiği yerlerde korozyon oluşturmakta ve kimyasal bozulma olarak adlandırılmaktadır. Oluşan korozyon ahşabın içerisinde bulunan ekstraktif maddelerin yapısını bozarak ahşaba zarar vermektedir (Heckroodt, 2002).

Ahşabı yıpratın diğer bir faktör ise mekanik kaynaklı aşınmadır. Çok fazla kullanılan merdiven basamakları, kapılar ve yük altında kalan ahşap yüzeylerde mekanik aşınma görölmektedir.

3. GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE AHŞAP KORUYUCULAR

Ahşap en eski çağlardan günümüze kadar kullanılan önemli bir yapı malzemesidir. Ahşap çatı sistemlerinin ilk örneklerine Frigya'da rastlanmıştır. Benzer şekilde M.Ö. 1500 yıllarında Mısır firavunu Tutankamon'un mezarında sedir ağacından kaplama bir sandık bulunmuştur. Selçuklularda ise 9. Yüzyıldan sonra ahşap oymacılık gözlemlenmektedir (Eriç, 2010). Neolitik çağda ahşap çatı sistemi ile ev yapıldığı ve evin duvarının ağaç dallarla örülüp balçıkla sıvandığı kayıtlara geçmiştir (NTV Yayınları, 2009).

Ahşabı besin unsuru olarak gören biyolojik canlılardan ve çevresel faktörlerden korumak amacıyla geçmişten günümüze birçok koruyucu yöntem ve solüsyon kullanılmıştır. Bazı eski kaynaklara göre Nuh'un gemisinde bulunan sac ya da abanoz ağacından elde edilen ahşaplar önce kurutulmuş sonra da ahşapta bulunan çivilerin su sızdırmaması için geminin iç ve dış kısımları ziftlenmiştir (Köksal, 2004).

Çinlilerin binlerce yıl önce ahşabın dayanıklılığını attırmak için deniz suyu ve tuzlu su ile işlem yaptığı bilinmektedir (Suolahti, 1961). Deniz altında bulunan ve geçmişte 4000 yıl önceye dayanan batık gemilerde ise arkeolojik çalışmalar sonucunda kısmen kömürleştirme gözlemlenmiştir. Kömürleştirme yöntemine diğer bir örnek ise Efes'te bulunan Diana mabedidir. Mabedin zemininde kısmen kömürleştirilmiş ahşap direkler olduğu anlaşılmış ve eski çağların kömürleştirme yöntemi ile ahşabı koruduğu ortaya çıkmıştır. M.Ö 1000 yıllarında Yunanlılar yapılarında taşın üstüne ahşap malzeme kullanarak ahşabın toprak ve suyla olan temasını kesmiş ve tasarımsal bir koruma yöntemi uygulamışlardır. M.Ö 500 yıllarında ise eski Yunan Uygarlığı ahşaba delik açarak sedir ve zeytinyağını nüfuz ettirmişlerdir. Romalılar ahşap yapılarını alüminyum ile sararak yangına karşı önlem almışlardır (Bozkurt ve diğ., 1993).

Vikingler 8-11 yüzyıl arasında hayvanların yününü katran ya da hayvansal yağ ile karıştırarak gemi ve sandallarındaki boşluklara uygulamışlardır (Royal Museums Greenwich, 2020). Vikinglerin bu kullandığı yöntem ahşabı su geçirmez hale getirmiş ve organik yalıtım sağlanmıştır.

Leonardo da Vinci (1452-1519) resimlerinde kullandığı ahşap panellerini cıva(II) klorür ve arsenik(III) oksit ile kapladığı bilinmektedir (Unger ve diğ., 2001). İlerleyen dönemlerde emprenye ile ilgili bir gelişme olmamakla birlikte, 1590 yılında İspanyol donanmasına ait 100 adet geminin yumuşakçalar tarafından tahrip edilmesi sonucunda ahşabın korunması tekrar önem kazanmıştır. 1657 yılında, Alman kimyager Johann Glauber en başta ahşabı kömürleştirmiş daha sonra üzerine odun destilasyonu⁴ sonucu oluşan asidi uygulamıştır (Bozkurt ve diğ., 1993). 18. Yüzyılda bir bakır madenindeki vitriol⁵ çözeltisine temas eden kütüklerin bozulmadığı fark edilmiştir (Kaila, 2000). Bakır veya demir vitriol, geleneksel İsveç kırmızı boyalarda koruyucu katkı maddesi olarak halen kullanılmaktadır (Koski, 2008). 18. Yüzyılda ahşap koruyucu maddeler için cıva klorür ve bakır sülfat önerilirken çinko klorürse 1815’de tavsiye edilmeye başlanmıştır (Freeman ve diğ., 2003).

İngiliz mühendis Tredgol (1853) ahşabın korunması için kaynamış bezir yağıyla zifti karıştırarak sıcak halde ahşap yüzeye sürülmesi gerektiğini belirtmiştir. Aynı koruma biçimi Osmanlıda 19. yüzyılın başlarında inşa edilen Çağlayan Kasrının dış cephesinde görülmektedir. Kurşun içeren bezir yağlı boyalar dış cephedeki ahşap malzemeye uygulanmıştır (Acar, 2015).

Gemi ve sandal yapımında, dış etkenlere dayanıklı meşe, çam, karaağaç gibi ağaçlar seçilmiştir. Önce ahşabın kurutulduğu, ardından suyun geçişini engellemek için halat parçaları, keten ya da kenevirle boşlukların doldurulduğu; son olarak da ahşabı su ve nemden korumak amacıyla zift sürüldüğü ve yağlandığı bilinmektedir. Bu sayede sağlam bir yalıtım elde edilmiştir (Bostan ve Özbaran, 2009).

⁴ Damıtma işlemi, iki farklı sıvının kaynama noktasını kullanarak birbirinden ayrılması

⁵ Sülfür tuzları

3.1 Emprenye Maddelerin Gelişim Dönemi ve Uygulanış Yöntemleri

Ahşap korumada sanayi devrimine kadar fazla çalışma olmamakla birlikte sanayinin gelişen döneminde oluşan emprenyeli ahşap ihtiyacı doğrultusunda farklı kimyasallar denenmiş ve ahşabı uzun vadede açık hava koşullarına karşı dayanıklılığını arttırmaya çalışmışlardır. Ahşabı koruyan emprenye maddelerinin; ahşabı tüketen canlılar için zehirli olmasına karşın insanlar için zehirsiz olması, ekonomik ve kolay taşınabilmesi, ahşabın fiziksel ve mekanik özelliklerini zayıflatmaması, açık hava şartlarından minimum derecede etkilenmesi ve metal bileşimlerle korozyon oluşturmaması gibi özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bu arayışlar doğrultusunda kömür destilasyonu sonucu elde edilen kreozot, kuvvetli ahşap koruma sağlamıştır.

19. yüzyılın başlarında kreozot kayın ağacının katranından elde edilirken sonraki yıllarda kömür katranından elde edilmeye başlanmış ve bu kreozotun patenti 1836 yılında Franz Moll tarafından alınmıştır. Zaten 1796 yılına kadar gemi bozunmasını engellemek amacıyla kullanılmıştır. Dünyada sanayi devrimi ile birlikte demir yollarının da genişlemesi kreozotun kullanımını arttırmıştır (Freeman ve diğ., 2003, Kaila 2000).

1831 yılında Fransız Jean Robert Breant farklı denemeler sonucunda basınçlı çelik kapta ahşaba koruyucu maddelerin nüfus etmesini sağlayarak emprenye yöntemini geliştirmiştir. Takip eden yıllarda çeşitli ve farklı emprenye yöntemleri denenmiş ve keşfedilmiştir. Türkiye’de 1915 yılında Devlet Demir Yollarının traverslerinin ihtiyacını karşılamak amacıyla ilk olarak Denizli’de ardından 1931’de Kocaeli-İzmit’te 1956’da Bolu’da emprenye tesisleri kurulmuştur (Bozkurt ve diğ., 1993). Türkiye’nin 1980 yıllarında ele aldığı ‘elektriksiz ve telefonsuz köy kalmayacak’ politikası ile ahşap direklerinin ülkenin her yerine dağıtılması nedeniyle emprenyeli ahşaba olan talep büyük oranda arttırmıştır (Bakır, 2008).

Ahşabın korunması, çeşitli kimyasal karışımlarla sağlandığı gibi farklı yöntemlerle de sağlanabilir. Toprak ahşapla temas ettiğinde, malzeme zarar görür. Olası bu zararları engellemek amacıyla geçmişten bu yana farklı tasarım yolları denenmiştir. Ahşabın

toprak ile temas ettiği yeri kesmek için ahşap evleri taş ile yükseltmişlerdir. Böylelikle tasarımsal bir korunma sağlanmışır. Benzer bir şekilde öz odunu diri odundan daha fazla olan ağaçlar seçilerek doğal korunma yöntemleri kullanılabilir.

Teknolojinin gelişmesi ve gereksinimlerin her geçen gün artmasına bağlı olarak bazı yenilikçi ahşap koruma yöntemleri ortaya çıkmıştır. İleri teknoloji yöntemlerinden kimyasal modifikasyon yöntemi, hücre çeperini doldurarak su alımını azaltsa da en etkili yöntem, kimyasal işlemlerle selüloz, hemiselüloz ve lignin yapısını değiştirmektir. Diğer bir koruma yöntemi ise ahşabı koruyucu maddelerle empenye ederek, biyolojik zararlılara karşı zehirli hale getirmektir.

Emprenye metotları ahşabın cinsine, kullanım yerine veya empenye maddesine göre değişiklik göstermektedir. Geçmiş yıllardan beri kullanılan empenye yöntemleri aşağıda belirtilmiştir (Bozkurt ve Erdin, 2011).

1. Basınç Uygulanmayan Metotlar
 - Kurutulmuş ahşaba fırça veya püskürtme ile empenye madde uygulama
 - Emprenye maddesine daldırma ve batırma metodu
 - Sıcak ve soğuk metodu; bu kategorideki en etkili yöntemdir. Sıcaklık farkından yararlanılmaktadır.
2. Basınç Uygulanan Metotlar
 - Dolu hücre metodu; Hücre çeperindeki hava alınarak empenye maddesinin maksimum düzeyde içeri nüfus edilmesi sağlanmaktadır.
 - Boş hücre metodu; Başlangıçta vakum uygulanmaması ve daha ekonomik olması dışında dolu hücre metoduna benzer.
3. Besi Suyunu Çıkarma Metodu; Bu metot besi suyu ile empenye maddesinin yer değiştirmesine bağlıdır.
4. Difüzyon Metotları; karıştırılmış empenye maddelerini yeni kesilmiş ahşaba uygulayarak besi suyuyla empenye maddelerinin arasında oluşan yoğunluk farkından dolayı kaynaklanan akışa bağlıdır.
5. Yerinde Bakım Metotları; genellikle elektrik direklerinde uygulanır.
 - Bandaj Metodu; Temelinde difüzyon yöntemine bağlı bir metottur.

- Kobra Metodu; Özel bir aletle emprenye maddesi enjekte edilmektedir. Bu işlemle ahşap direklerin ömrü 15-20 sene uzamaktadır.
- Oyma Delik Metodu; genellikle ahşap yapılarda çürümüş kiriş başlarında kullanılmaktadır. Bu metotta delik açılarak içerisine emprenye maddeleri doldurulur.

6. Ahşap Yüzeyde Katman Oluşturarak Koruma Yöntemleri

- Ahşap yüzeyi kömürleştirme yöntemi
- Ahşap yüzeyin hava geçirmeyen erimiş mum gibi tabakalarla kaplanması

Emprenyenin canlılara ve ekolojiye verdiği zarar göz önünde bulundurulursa son zamanlarda gelişen teknolojiyle birlikte ortaya çıkan, 'ahşapta modifikasyon uygulaması' çevreci bir koruma yöntemi olmuştur. Aynı zamanda bazı emprenye yöntemlerinin ahşap boyutunda değişimlere yol açması, boyutsal değişiklik yapmayan yöntemlerinde pahalı olması nedeniyle modifikasyon tercih edilmeye başlanmıştır (Demirel ve Temiz, 2015).

Modifikasyon uygulamasının asıl amacı, ahşabın hücre çeperinin içinde bulunan ve hidrofilik⁶ yapıya sahip olan selüloz, hemiselüloz ve ligninin yapısı değiştirilerek hidrofobik⁷ özellik kazandırılması ve biyolojik zararların (özellikle mantardan dolayı oluşan hasarlar), açık hava şartlarına bağlı ısı, nem, UV ışınlar gibi faktörlerin zararını minimum seviyeye indirmektir.

3.1.1 Yağ bazlı emprenye maddeleri

Yağ bazlı emprenye maddeleri açık hava şartlarıyla birebir temas halinde olan ahşap malzemede kullanılmıştır. Genellikle demir yolları traverslerinde, elektrik direklerinde, toprak ve betonla temas eden ahşap malzemelerde ve iskelelerde tercih edilmiştir. Kreozot, karbolineum, maden kömürü katranı, odun katranı, katran

⁶ Suyu seven, suyu çeken

⁷ Suyu sevmeyen, suyu iten

yağı ve petrol ürünleri başlıca yağlı emprenye maddelerdir. Bunların aralarından en çok bilinen ve kullanılmış olanı kreozottur.

Kreozot, odun destilasyonu sonucu oluşan siyah bir sıvıdır. Mantarlar, böcekler ve deniz canlıları için oldukça zehirlidir. Yağ bazlı olduğu için düşük yıkanma derecesine sahip, sıvı olduğu için kolay uygulanabilmekte, çatlama ve yarılmaları önlemektedir. Metallerle korozyon oluşturmaz.

Kreozotla emprenye edilmiş bir çam direğinin açık hava şartlarında 90 yıldan fazla, denizde 40 yıldan fazla bozulmadığı tespit edilmiştir. Eğer bir ahşap malzeme kreozotla emprenye edildikten kısa bir süre sonra tahrip oluyorsa ya ahşap iyi kurutulmamış ya da emprenye düzgün yapılmamıştır (Bozkurt ve diğ., 1993).

3.1.2 Su bazlı emprenye maddeleri

Su bazlı emprenye maddeleri genellikle maden ocaklarında, soğuk hava depolarında ve boyanacak ahşap yüzeylerde kullanılır. Bu emprenye maddelerin olumlu özellikleri, çözücü maddesi su olduğundan kolay hazırlanabilmesi, ucuz olması, yanmayı önleyici özelliği ve kokusuz olması olarak sayılabilir. Olumsuz özellikleri ise, bazı solüsyonları arsenik içerdiği için çevreye zararlı olması ve emprenye işleminden sonra ahşabın tekrar ısıtılması gerektiği için boyutsal değişimlere neden olmasıdır. Suda çözüldüğü için yağmur gibi hava şartlarında da yıkanabilmektedir. Bu maddelerden bazıları CCA (bakır-krom-arsenik), ACA (amonyaklı bakır arsenik), ACZA (amonyaklı bakır çinko arsenik), CCB (bakır-krom-bor), ACQ (amonyak-bakır-quat) dır.

1933 yılında Hintli bilim adamı tarafından ahşabı korumak amacıyla bakır, krom, arsenik formülü icat edilmiştir. Bu formül (CCA) 10 yıl boyunca açık hava şartlarında kalan direklerde denenmiş ve çok iyi sonuçlar elde edilmiştir. Daha sonrasında ise American Wood Preserves Association (AWPA) tarafından kabul görmüştür (Connel,1991). Metallerle korozyon yapmaz ve farklı tutkallarla uyumludur. Her birleşimin ayrı bir görevi vardır. Bakır mantarlarda, krom malzeme yıkanmasını engellemede, arsenik böcek ve termitlerde etkilidir.

CCA tuzları genellikle dolu hücre metodu ile emprenye edilir ve deniz içerisinde kullanılan alanlarda 15 yıl çit direklerinde ise 40 yıla kadar dayanım göstermektedir. Emprenye edilen ahşabı yanmaya daha dayanıklı yapmak için çinko ve fosforlu maddeler eklenmektedir (Bozkurt ve diğ, 1993).

3.1.3 Organik çözücülü emprenye maddeler

Organik çözücülü emprenye maddelerinde % 95 i organik çözücü olan petrolün destinasyonu sonucu elde edilen hidrokarbonlar kullanılmaktadır (Bozkurt ve diğ, 1993). Daldırma, vakum, püskürtme metotlarıyla ahşaba uygulanır. Genellikle pencere, tekne gövdelerinde ve bahçe mobilyalarında kullanılır. Organik çözücü emprenye maddeleri başlıca; TBTO (tribütiltin oksit), naftenatlar, bakır 8-kinolinolat ve PCP (pentaklorfenol) dir.

Organik çözücülü emprenye maddeleri petrolün yan ürünüyle çözündükleri için yağmurda akma yapmaz, bu nedenle zehirli toksinler toprağa karışamaz, ancak petrol kullanıldığı için maliyeti fazlasıyla artar. Petrol içerikli olması, yanıcılığını da artırır. Bazı çeşitleri kreozot gibi kullanım sonrası kötü bir görüntü elde edilmediği için uygulama sonrası boyanmayabilir.

Ahşaptaki mantar oluşumunu engellemek için en çok kullanılan organik çözücü emprenye maddelerinden biri PCP'dir. 1928'de patenti alınan pentaklorfenol, klor ve fenolün tepkimeye girmesiyle oluşmaktadır (Freeman ve diğ., 2003). PCP yıkanmaz, metallere korozyon oluşturmaz ve uçucu değildir (Bozkurt ve diğ, 1993). Böceklere ve mantarlara karşı zehirlilik etkisi göstermektedir. Renksiz olduğu için basınç altında çeşitli boyalarla karıştırılabilir ve su itici maddelerle kolaylıkla birleştirilebilir. Bunların aksine PCP, deniz canlılarında ve bitkilerin olduğu yerlerde kullanılmamaya özen gösterilmektedir. Tekne gövdelerinde ise en yaygın kullanılan ahşap koruyucu madde TBTO dur. TBTO pentaklorfenolden daha zehirli bir yapısı olduğundan çözücüde seyreltilerek kullanılır.

Bakır naftenat 1889 yılından beri koruyucu olarak kullanılmaktadır. İlk olarak Almanya'da kullanılmıştır (Freeman ve diğ., 2003). Bakır 8-hidrokdikinolinolat, bakır naftenatlara alternatif olarak çıkmıştır. Bakır naftenatların aksine asit

kokmamaktadır. Ayrıca çok memeliler için düşük toksik içermektedir. Su itici bileşenlerle karıştırıldığı takdirde meyve kutuları gibi gıda ambalajlarında kullanılmaktadır (Richardson, 1993).

3.1.4 Ahşap Korumada Borun Yeri

Ahşap korumada, arsenik gibi doğaya zararlı maddelerin kullanımını azaltmak adına bor mineralleri denenmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bor doğada bulunan birçok mineralleri olan bir elementtir. Türkiye’de ise kayalarda ve sularda %70 den fazla bor mineralleri bulunmaktadır.

Ahşap korumada ise adı en çok bilinen bor mineralleri boraks, borik asit ve disodyum oktaborattır. Bor mineralleri ahşaba zarar veren biyotik faktörler için oldukça etkili olmasının yanısıra, metallerle korozyon oluşturmaz ve kokusu yoktur (Bozkurt ve diğ., 1993).

Ahşaba emprenye edilen borlu mineraller yangını geciktirme özelliğine sahiptir. Bor suda çözünen bir element olduğu için yağmur ile yıkanabilmekte; bu nedenle genellikle toprak üstü ahşaplarda, kompozitlerde ya da iç mekânlarda tercih edilmektedir. Borun suyla akmasını engellemek için farklı hidrofobik kimyasallar kullanılmaktadır. Bor, suyun bulunacağı yerlerde ahşabı mantar, termit, böcek ve bazı zararlı karınca çeşitlerinden çok iyi korur (Lebow, 2010).

Boratlar TBTO ile karıştırıldığında, beyaz çürükçül mantarlarına karşı oldukça etkili olduğu test edilmiştir (Richardson, 1978). En çok kullanılan borlu emprenye maddelerinden biri olan CCB tuzları, ahşaba zarar veren canlılara karşı zehirli ancak insanlara daha az zararlıdır.

Ahşap korumada yaygın olarak kullanılan çinko borat böceklerde ve mantarlarda oldukça etkilidir. Bileşimde çinkonun fazla olması, yıkanmanın önüne geçmektedir. Normal şartlar altında yangın önleyici bir madde kullanılmadığında alevler yayılır ve yangın genişler. Çinko borat alevlerin genişlemesini engellemektedir (Bardakçı, 2011). Genellikle yanmaya dayanıklı plastiklerde, kablolarda, boyalarda, uçak içlerinde ve ahşap korumada duman engelleyici olarak kullanılır (TMMOB, 2003).

Bor içeren mineral tuzlarını petrole karıştırarak ahşapta oluşan yıkanmanın önüne geçilmeye çalışılmış ve bu karışım organik borlu bileşikler olarak adlandırılmıştır. Organik borlu bileşikler ileri teknoloji ürünüdür. Bu bileşikler petrole dayalı bir ürün olduğundan hem yangına karşı dayanıksız hem de pahalıdır. Çevreye zararsız olmasından dolayı son zamanlarda yaygın kullanılan diğer bir bileşik ise inorganik borlu bileşiklerdir. İnorganik borlu bileşikler ekonomik, böceklere karşı etkili, yanmaya dayanıklı ve çevreye az zararlı olmasından dolayı tercih edilmektedir.

Borun yapısı gereği ahşaplarda tek başına kullanılmasının yanı sıra krom, amonyum gibi maddelerle karıştırılarak kullanılabilir. Bu da borun kullanım alanlarını genişletmektedir. AWWA'ya göre bor içerikli bileşenler, tehlike sınıfı 4 ve 5⁸ olan yerlerde kullanılmalıdır (Obanda ve diğ., 2008).

Kolofan reçinesi katkılı borlu bileşiklerle daldırma metoduyla emprenye edilmiş Sarıçam malzemedeki yıkanmanın geciktiği, bor minerallerinin ise yangın geciktirici olarak görev yaptığı gözlemlenmiştir. Emprenye edilmiş sarıçamda yıkanma oranı ve yanma direnci hazırlanan karışıma bağlı olarak farklılık göstermektedir (Keskin ve Aşçı, 2019).

Borun canlılar üzerindeki etkisinin oldukça az olduğu tespit edilmiştir. Bor insan vücuduna besinlerle, solunum veya deri yollarıyla girdiği takdirde vücut borun %90-95 kadarını 24 saat içerisinde idrarla atmaktadır. Eser miktardaki kısmı kemik, tırnak, saç, karaciğer ve dalak gibi bölgelerde birikmektedir (Şaylı ve diğ., 1998; Priscilla, 1998). 15-30 g boraksa doğrudan maruz kalan bir bireyde baş ağrısı, kusma, ishal çocuklarda ise havale, koma ve beyin zarı iltihabı görülebilmektedir (Erdoğan ve diğ., 2004).

Bor rezervi bakımından oldukça zengin olan Türkiye'de bor, ucuz ve kolay hazırlanıp elde edilmesinden dolayı ahşap endüstrisinde çokça talep edilmektedir. Çözücüsünün su olması da bor minerallerinin hazırlanmasını kolay ve ekonomik

⁸ Toprak ve suyun doğrudan temas ettiği yerler

kılar. Buradan hareketle, arsenik gibi diğer zehirli ve çevreye oldukça zararlı maddeleri kullanmak yerine mümkün olduğunca çevreye zararsız, doğal koruyucular tercih edilmelidir.

3.2 Emprenye Maddelerin Ekolojik Açısından Etkileri

Çevresel kirliliğin ve salgınların arttığı, küresel ısınmanın her geçen gün telafisi olmayacak boyutlara ulaştığı ve ormanların bilinçsizce tahrip edildiği bir yüzyılda yaşamaktayız. Her ne kadar ahşaba uygulanan emprenye maddeleri, ahşaba uzun yıllar hizmet ömrü sunsa da, bu maddelerin sadece doğaya değil aynı zamanda insanlara da ciddi zararları bulunmaktadır. Hizmet ömrünü dolduran işlem görmüş ahşap malzemelerin içerisinde bulunan zehirli atıklar çevreye ciddi derece zarar vermektedir. Bundan dolayı zehirli toksin bulduran bazı emprenye maddelerinin kullanımı birçok ülkede yasaklanmıştır.

Yeraltı kaynakları birçok toplum için içme suyudur. Yeraltı suları kirlendiğinde temizlenmesi oldukça güç ve maliyetlidir. Birçok ülkede yeraltı kirliliğinin sebebi ahşabın emprenye edildiği kimyasallar olarak bildirilmiştir. Sadece yeraltı kaynaklarını değil aynı zamanda toprakta da kirliliklere yol açmaktadır. Kimyasal maddelerin nakliyesi sırasında dökülmesi, geri dönüşüm yapılırken sızması, kimyasalların toprakla direk temasında kullanılması gibi durumlar çevresel kirliliğe yol açmaktadır (Thomasson ve diğ., 2015).

Ülkemizde birçok emprenye şirketinde vakum basınç yöntemi ile 1-4 arası riskli⁹ olan bölgelerde su bazlı ACQ ile CCB, çok nadiren ise CCA karışımı kullanılmaktadır. Daldırma ve püskürtme yöntemiyle ahşap yüzeye tanalith ve diğer ithal yenilikçi solüsyonların kullanıldığı bilinmektedir. Yeni üretilen ithal solüsyonlara bakıldığında her ne kadar Avrupa Standartları onaylı olsa da arsenik gibi bazı ağır kimyasalları belli oranda içerdiği ve arılara zararlı olduğu belirtilmektedir.

⁹ Kapalı alanlardan toprak ve suyla temas eden yerlere kadar

3.2.1 Kreozot

Açık hava şartlarına maruz kalmış bir ahşaba uzun bir hizmet ömrü sunmaktadır. Suda çözünmediği için yağmurda akma yapmaz. Tüm bu olumlu özelliklerinin yanında kreozot zehirli duman içerdiği ve kötü kokuya sahip olduğu için evlerde ve yaşam alanlarında kullanımı tercih edilmemektedir. Sıcak havalarda ahşaptan akma yapmaktadır ve yağlı bir yapıya sahip olduğu için ahşap yüzeyde boya tutmamaktadır. Yağ içerikli olduğu için yanıcı özelliği vardır. Kreozotun dumanları gözde ve solunum yollarında tahrişe neden olabilmektedir. Direk temasında ise ciltte yanıklara neden olabilmektedir. (Cichowlaz, 2005).

Geçmişte sıkça kullanılan kreozot, kuvvetli bir ahşap koruyucu olsa da kullanımı insanları ve çevreyi oldukça tehdit eden bir kimyasaldır. Her ne kadar geçmişte sıkça kullanılan kreozot biyolojik zararlılar için etkili bir koruma yöntemi olsa da insanları ve çevreyi oldukça tehdit eden zehirli bir kimyasaldır. Çevresel sakıncalardan ve zararlarından dolayı günümüzde artık kullanılmamaktadır.

Kreozot bileşenlerinin birçoğu biyolojik yapılar tarafından parçalanmasına rağmen içerisinde bulunan polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) kanserojen bir yapıya sahiptir (Thomasson ve diğ., 2015). Kreozotun laboratuvar hayvanlarında kansere yol açtığı ve çalışan işçilerde ise cilt kanseri görüldüğü tespit edilmiştir (EPA, 1984).

3.2.2 Arsenik ve Bakır Kullanımı

Su bazlı emprenye maddelerin içerisinde çoğunlukla arsenik vardır. Arsenik içeren emprenye maddelerden CCA ve ACA bileşenleri halen birçok ülkede kullanılmaktadır. CCA ahşapta çürümeye yol açan biyolojik canlılar için yüksek zehirlilik içermektedir. CCA insanlar için kanserojen bir maddedir. Günümüzde yapılarda kullanılan birçok ahşap ürünler, park alanları güverteler CCA ile emprenye edilmiştir.

2003 yılında EPA, Amerika'da kullanılacak olan CCA bileşeninin ahşaba emprenye edilmesine izin vermeyeceğini açıklamıştır. Bu kapsamda piknik masaları, bahçe çitleri, peyzajda ve yapılarda kullanılan birçok ahşabın CCA içermesi yasaklanmıştır.

Bu yasaklanmanın üzerine oyun alanlarında ve peyzaj düzenlemelerinde bor içerikli emprenye maddeler, sedirden yapılmış ahşap, metal ya da plastik tercih edilmeye başlanmıştır. 2003 yılında ACA bileşeninin kullanımı kısıtlanmış ve denetimli satış yapılmaya başlanmıştır. Bu kimyasalların yasaklanmasının asıl nedeni içerdiği arseniktir. İnorganik arseniğin yutulması halinde bulantı, baş dönmesi ve kas spazmı gibi bulgular gözlemlenir. Uzun dönemli etkilerde ise tırnak ve saç kaybı, anemi ve karaciğer hasarı ortaya çıkabilmektedir (Cichowlaz, 2005).

Ahşabı korumak amaçlı demiryolu traverslerindeki deliklere tuz, arsenik ve cıva klorür içeren kuru toz ile tedavi edilmeye çalışılmıştır. Uygulanan kimyasallar süblime olmuştur ve büyükbaş hayvanlar traverslerde bulunan tuzları yalayıp ölmüşlerdir. Kilometrelerce ölü hayvan sürüsüne rastlanmıştır (Graham, 1973).

Oyun park alanlarında 5 yıl boyunca arseniğe maruz kalmış maksimum 500 çocukta 1 kanser vakası, minimum 1.000.000 çocukta 1 kanser vakasına kadar değişiklik göstermektedir (Environmental Working Group, 2001 & Gradient Corporation, 2001). Arseniğe maruz kalmış kişilerdeki kanser etkisi 15-20 yıl sonra ortaya çıktığı bilirse de yapılan bir çalışmada arseniğe maruz kalma ihtimali olan kişilerin kanser vaka sayılarının fazla olmadığıdır. Bu çalışma Ulusal Kanser Enstitüsü tarafından alınan rakamlar doğrultusunda Amerika'da 1970 yıllarında yaygın olarak oyun park alanlarında kullanılan arseniğin 20 yıl sonraki kanser vaka sayısı ile diğer dönemlerin kanser vakası karşılaştırıldığında vaka sayısının fazla olmadığı gözlemlenmiştir. Bu sonuç Ulusal Kanser Enstitüsüne kayıt olmayan insanların var olduğu düşünülerek göz önünde bulundurulmalıdır (West, 2004).

CCA ile emprenye edilmiş bir ahşap direkte 27 gram arsenik bulunmaktadır. Bu miktar 250 insanı öldürmeye yetecek zehirliliktedir. Arseniğin belli bir tadı ve kokusu olmadığından dolayı kişi maruz kaldığının farkına varamayabilir (Anonim, 2008).

CCA ahşaplarının kullanıldığı bir hayvanat bahçesinde arseniğe (As) maruz kalmış kafeslerin temas ettiği topraklar, hayvan yemleri, belirlenmiş 9 timsah türünün yumurtası, 4 farklı kuş tüyü, 1 maymunun saçı ve bir kirpi oku analiz edilmiştir. İncelenen topraklarda 1.0-110 mg/kg As gözlemlenmiştir. Nesli tükenmekte olan 43

ve 46 mg/kg kuşlar ve memelilerde As değerleri Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansına (USEPA) göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Maymun saçı araştırıldığında normal referans değerinden 30 kat daha fazla As ye rastlanılmıştır. Kirpi okunda ise 0.38–0.91mg/kg arası As bulunmuştur. Tüm hayvan yemlerinde inorganik arseniğe rastlanırken özellikle av kuşunun ve timsahın yemlerinde bu değer oldukça fazladır. Bunun yanı sıra bazı kuş tüylerinde ve timsah yumurtalarında As seviyesi diğer vahşi hayvanlara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Hayvanlar yerdeki yemlerini yerken CCA ile kirlenmiş toprağı yutma olasılıkları yüksektir bu da birçok hayvan için sağlık sorunlarına yol açabilir. Hayvanat bahçelerinde özellikle nesli tükenmekte olan hayvanlar günlük kirletici kimyasallara maruz kaldığı için ahşaplarda CCA kullanılmaması önemlidir (Gress ve diğ., 2016).

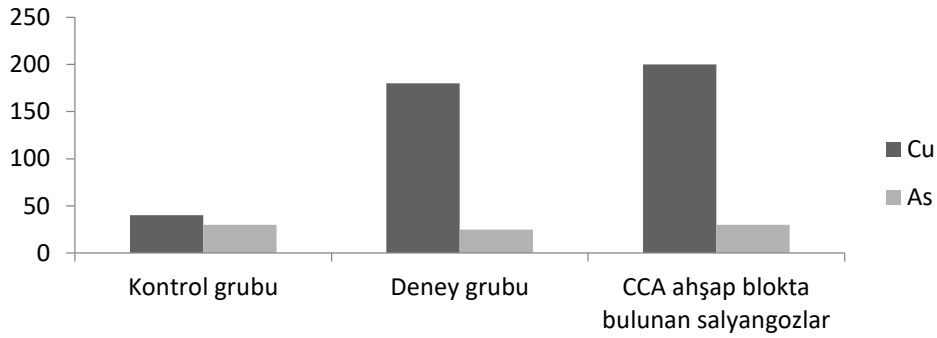
Bakır suda kullanıldığında arseniğin doğaya zararlı olduğu kadar bakır da ekolojiye zararlı olmaktadır. İşlem görmüş ahşapla hiç temas edilmemiş olsa da besin aracılığıyla dolaylı olarak canlılara ağır metaller geçebilmektedir. Yapılan bir çalışmada CCA ile emprenye edilmiş ahşabın üzerinde bulunan algler salyangozlara besin olarak verildiğinde salyangozlarda büyük ölçüde bakır elementi gözlemlenmiştir (S. Weis ve Weis, 1992).

Diğer bir çalışma ise 30 yıl boyunca hizmet veren ve yıkanan CCA kaplı ahşap direklerin temas ettiği toprak incelenmiştir. Toprak seviyesinden 30.5 cm aşağısında ve 15.2 cm yanındaki topraklardan alınan örneklerde yüksek derece bakır, krom ve arseniğe rastlanılmıştır. Yıkanan bakır oranının arsenik ve kromdan iki kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Degroot ve diğ., 1979).

Weis ve Weis, (1993) yaptığı laboratuvar deneyinde etçil salyangoz türü olan *Thais haemastoma* iki gruba ayrılarak deney grubuna CCA emprenyeli ahşapta bulunan istiridyeye 8 hafta boyunca verilmiştir. Kontrol grubuna ise kayalarda bulunan istiridyeler verilmiştir. Deney grubunda bulunan salyangozların kontrol grubuna göre yaklaşık 4 kat fazla daha bakır (Cu) seviyesi gözlemlenmiştir (Çizelge 3.1). Deney grubunda bulunan salyangozların içerdiği bakır seviyesi CCA ile emprenye

edilmiş bir ahşap blokta bulunan salyangozların bakır seviyesiyle kıyaslanabilir ölçüye ulaşmıştır.

Çizelge 3.1: Farklı ortamlardaki salyangozların metal birikimi



Organik çözücülü empenye maddesi olan bakır-8 kinolinolat suda çözünmez ve termitler dışındaki diğer biyolojik zararlılara karşı etkilidir (Bozkurt ve diğ., 1993). Bakır diğer bileşenlere göre daha ekolojik olsa da su da yaşayan canlılar için zehirli toksin içermektedir bu da suda bakır kökenli ahşap koruyucu kullanımı çevreciler tarafından tepki çekmiştir (Thomasson ve diğ., 2015).

Ahşap koruyucu çözeltilerinde kullanılan bakırın çevresel etkilerini memeliler deniz canlılarından daha iyi tolere ederler. Bundan dolayı sulak olmayan yerlerde dengeli kullanıldığında daha az ekolojik zararları bulunmaktadır (Wood Preservers Institute ve diğ., 2012).

3.2.3 PCP ve TBT

Pentaklorfenol (PCP) kansorejen bir madde olduğundan kullanımı giderek azalmaktadır. Binalarda çok nadir kullanılan bu empenye maddesi kısıtlamalardan dolayı böcek ilacı kategorisinde yer almaktadır. Doğrudan temasta yanıklar teneffüsünde ise tahriş edici olabilmektedir. Ahşabın ağırlığını %25 ile %50 oranında arttırmaktadır. Yapılan araştırmalarda PCP ile doğrudan yutma, solunum ve doğrudan temas halinde bulantı, terleme, ateş gibi bulgular rastlanmıştır. Yüksek miktarda maruz kalındığında kişiye koordinasyon kaybı ve hatta ölüm

gözlemlenebilir. Uzun dönemli etkilerde ise tırnak ve saç kaybı, anemi ve karaciğer hasarı ortaya çıkabilmektedir (Cichowlaz, 2005).

Pentaklorfenol özellikle deniz canlılarına ciddi derece zararları vardır. Bu empenye maddesinin milyarda biri bile çeşitli somon ve ton balıklarını öldürebilecek bir zehirliliğe sahiptir. PCP sulak bölgelerde kullanıldıktan 6 ay sonra göllerde ve balıklarda rastlanmıştır (Cichowlaz, 2005). Pentaklorfenol tesislerinden çıkan atık sular çevresel kirliliğin asıl sebebidir. Amerika'da Pentaklorfenol çözeltilsinin nehre karışması sonucu 2 milyon balığın öldüğü raporlanmıştır (Bozkurt ve diğ., 1993). Yağmur sularıyla taşınan pentaklorfenole hem atık sularda hem de yüzey sularında az miktarda rastlanmaktadır. Penta suda ve toprakta orta derece kalıcıdır. Toprakta 21 gün ile 5 yıl arasında kalıcılığı olduğu bildirilse de penta toprakta mikroorganizmalar tarafından parçalandığı için toprakta 9 ay sonra bulunması nadirdir. Pentaklorfenol toprağa direk uygulanmadığından toprakta oluşan olası kirlenmeler pentanın işlenmiş ahşaptan sızması veya kanaması şeklinde olmaktadır (Thomasson ve diğ., 2015).

Deniz ulaşımlarında kullanılan tributilkalay (TBT), gemilerin yoğunlukla bulunduğu yerlerde TBT miktarının oldukça fazla olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda bu bölgede bulunan istiridye ve midyelerde TBT konsantrasyonun çok fazla olduğu gözlemlenmiştir (Callow, 1990). TBT maddesinin gelişme dönemindeki istiridyeler ve midyelerin çoğalmasını engellediği ve büyümeyi yavaşlatıcı etkisi olduğu anlaşılmıştır (Thain ve Waldock, 1986). 1954 yılında Fransa'da kullanılan ve içerisinde trictilikalay bulunan "stalinon" adlı ilaç 217 kişinin zehirlenmesine 100 kişinin ise ölmesine neden olmuştur. Bu durum organokalay bileşiklerinin incelenmesinde önemli bir rol oynamıştır (Stoner ve Barnes, 1955). Ayrıca TBT bileşiminin doğrudan temasında ciltte yanıklar oluştuğu görülmüştür (Goh,1984).

3.2.4 Atık empenyeli ahşapların çevresel etkileri

Gün geçtikçe gelişen sanayinin ve insanların ihtiyaçları doğrultusunda her geçen yıl empenyeli ahşap miktarı artmaktadır. Sadece İngiltere'nin ürettiği yıllık travers miktarı 1.3 milyon bunlardan 45.000 adedi ise eski direklerin yenilenmesinde

kullanılmakta ve atık ahşap miktarı çoğalmaktadır. Amerika'da ise bir yılda 1.000.000 adetten fazla direk kreozotla, 2.6 milyon adet ise pentaklorfenol ile empenye edilmektedir. Yaklaşık olarak Amerika bir yıl içerisinde 450.000 ton kreozot, 20.000 ton pentaklorfenol tüketmektedir (Bozkurt ve diğ., 1993). Dünyada yaklaşık olarak 30 milyon metreküp ahşabın ve 500.000 ton kimyasalın kullanıldığı tahmin edilmektedir. Bu işlenen ahşapların yarısından fazlası CCA ile empenye edilmektedir (Humphrey, 2002). Emprenyeli ahşaplar halka arz edilip satılmakta halkta ihtiyaçların doğrultusunda yakacak olarak bile kullanılmaktadır (Şen ve Yalçın, 2009). Her ne kadar günümüzde ağır metal içeren empenye maddeler birçok ülkede kullanılsa da geçmişte fazlasıyla üretilmiş ve halen işlevini devam ettirmekte olan zehirli empenye maddeler bulunmaktadır. Ağır kimyasallar içeren bu ahşap malzemeler hizmet ömrünü doldurduktan sonra atık halde her geçen gün çoğalmakta ve ekolojik dengeyi tehdit etmektedir.

Türkiye'de atık empenyeli ahşap miktarı tam olarak bilinmemekle birlikte, dünyada oluşan atık ahşap miktarı kritik seviyelere ulaşmıştır. Bu da geri dönüşü olmayan çevre sorunlara, doğal yaşamın tahribatına ve ekosistemin bozulmasına yol açmaktadır. İşlem görmüş atık ahşabı depolarken meydana gelen yer altı sularının kirlenmesi, depolanma işleminin yapıldığı alandaki toprağın kimyasallar yüzünden verimsizleşmesi gibi başlıca çevresel problemler gözükmektedir.

Konutlarda hizmet ömrünü tamamlamış işlenmiş ahşaplar etkin bir şekilde toplanamamakta ve sınıflandırılmamaktadır. Bu açıdan atık işlenmiş ahşap toplamak elektrik direklerinde ve traverslerde daha kolaydır. Kreozot ve pentaklorfenol ile empenye edilmiş traversler ve elektrik direkleri donanımlı tesislerde yakılarak oluşan enerji ihtiyaçları karşılanabilir. Fakat oluşan zehirli gazlar ve küllerin uzaklaştırılması için farklı yöntemler gerektirmekte bu da maliyeti oldukça arttırmaktadır (Lebow, 2010).

CCA tuzlarını içeren bir ahşap yakıldığında fazlasıyla zehirli kimyasallar ve arsenik gazları çıkmaktadır. Depolanma sırasında ise yıkanan empenyeli ahşapların içerisinde bulunan zehirli bileşimlerin yer altı sularına karıştığı bildirilmiştir. CCA

emprenyeli ahşapların yakılması ve yıkanması ekosisteme zarar vermektedir (Taşçıoğlu ve Tufan, 2011).

Zehirli atıkların çevreye en az zarar verecek şekilde hem ekonomik hem de çok fazla enerji gerektirmeyen yeniden geri dönüştürme yöntemleri geliştirilmelidir. İşlenmiş ahşabı toprağa gömmek ya da yıkamak yerine işlem görmüş ahşabı çimento ile karıştırarak yonga levha üretmek, biyolojik etkenlerle veya kimyasallarla ağır metalleri ahşaptan uzaklaştırmak gibi bazı çevreci yöntemler bulunmaktadır. Emprenyeli ahşabın içerisinde bulunan zehirli kimyasallardan dolayı ahşabın yok edilmesi çevreci bir yaklaşım olmamakla birlikte malzemenin geri dönüştürülmesi ve kimyasal maddelerin çeşitli yöntemlerle ahşaptan uzaklaştırılması daha çevreci bir tutum olmaktadır.

Çimento ve atık CCA'lı ahşaptan elde edilen yonga levhada bakır ve arsenik sayesinde suyun neden olduğu akma azalmıştır. Levhadaki mekanik özelliğin ise su veya çimento miktarının artması ile doğru orantılı olduğu saptanmıştır. Ayrıca atık ahşapla yapılan bu levha diğer emprenyesiz ahşaptan üretilen levhalardan daha üstün şok direnci, elastiklik ve çekme direnci görülmüştür (Huang ve Cooper, 2000). Oluşan çimento-yonga levhalarda ahşabın hafifliği ve elastikiyeti, çimentonun sahip olduğu çürüme, yangın ve su alma dayanıklılığı görülmektedir (Kalaycıoğlu, 2012).

Sitrik, formik, nitrik, sülfirik ve asetik asit gibi farklı asitler kullanılarak CCA maddesinin ahşaptaki tutunmasını azaltarak ayrıştırmalar denenmektedir (Clausen, 2003). Benzer bir ayrıştırma yönteminde ise biyolojik canlıları kullanılarak başarı elde edilmiştir. Bu yöntemde atık ahşabın lifleri hasar görmeden *Basillus licheniformis* CC01 bakterileri, bazı mantarlar, biyoabsorbant özelliği olan algler ve bitkiler ahşaptan ağır metalleri uzaklaştırmak için kullanılır (Clausen, 2000; Şen ve Yalçın, 2009). Diğer bir yöntem ise emprenyeli ahşap soyularak kimyasalın olmadığı ahşap elde edilerek tekrar üretime katılmasıdır (Felton ve De Groot 1996).

Kömürleştirme (chartherizasyon) yönteminde ise ahşapta bulunan kimyasal maddelere bakılmaksızın atık ahşaplardan saf kömür elde edilmiştir. İşlenmiş ahşap küçük parçalara ayrılır ardından ısıtılarak kömür haline getirilir. Ortaya çıkan zehirli

gazlar basınç ve yoğunluk farkı yardımıyla ayrışır ve geriye kalan ahşaptan saf temiz kömür elde edilmiş olunur. İşleme giren atık ahşabın sadece %25'i kömür olarak ortaya çıkar. Oluşan kömürün toplam enerji değeri 6500 kcal/kg olarak gözlemlenmiştir. Kömürleştirme işlemi ekonomik, kolay uygulanabilir ve zararsız bir yöntemdir (Şen ve Yalçın, 2009).

Atık ahşapların çoğalmasını engelleyerek çevreye olan zararları minimuma indirmek adına yeni bir malzeme kullanmadan enerji kaynağı üretmek oldukça çevreci bir yaklaşım olmaktadır. Bundan dolayı çevreye ve canlıların sağlığına zararlı olan atık ahşapların yıkanması veya gömülmesi yasaklanmalı bu yöntemlerin kullanımı mümkün olduğunca çoğaltılmalıdır.



4. AHŞAP KORUYUCU OLARAK BİTKİSEL YAĞLARIN KULLANIM POTANSİYELİ

Ahşap çevreye duyarlı bir yapı malzemesi olmakla birlikte zarar verecek etkenlerden korunmadığı takdirde bakım maliyetleri artmaktadır. Ahşaba uygulanan kimyasal maddeler her ne kadar biyolojik zararlılara karşı oldukça güçlü olsa da hem çevreyi hem de insan sağlığını tehdit etmektedir. Örneğin, CCA maddesiyle emprenye edilmiş ahşap malzemeyle temas, uzun dönem içerisinde kanser riskini artırmakta, malzeme atık hale geldiğinde yer altı sularına karışarak ekolojiye zararlar vermektedir. Birçok ülkede yasaklanan CCA ve onun gibi zehirli emprenye maddeleri ahşap koruma endüstrisinde yeni çevreci yöntemler aranmasına yol açmıştır. Reçineler, vakslar, bitkisel yağlar, silikon çeşitleri gibi çevreye zararı olmayan ve ahşapta su alımını azaltıcı maddeler denenmeye başlanmıştır.

4.1 Bitkisel Yağların Etkinliği

Bitkisel yağların ahşap koruma tarihinde önemli bir rolü vardır. Hidrofobik yapıya sahip olan bitkisel yağlar ahşabı korumak için uzun yıllar farklı medeniyetlerde suya karşı bir bariyer olarak kullanılmıştır. Halen günümüzde restorasyonu süren tarihi yapılarda işlenmiş ahşabın korunmasına destek olarak ahşap yapıların üzerine bezir yağı uygulanmaktadır.

Yağlar gibi su itici özelliğe sahip olan hidrofoblar ahşaba uygulandığı takdirde kimyasalların sızmasını azaltabileceği belirtilmiştir (Lesar ve diğ., 2011 ; Tomak ve diğ., 2011).

Ahşabı fazlasıyla tahrip eden mantarlar suyun yokluğunda oluşamaz ve gelişemezler. Bundan dolayı emprenye edilen çoğu maddenin birincil öncelliği ahşaptaki nem miktarını düşük tutarak çürükçül mantar oluşumunu engelleyebilmektir. Yapılan bazı çalışmalarda bitkisel yağların ahşaptaki rutubet oranını %20'lerin altına düşürdüğü görülmüştür. Bundan dolayı bitkisel yağların su iticilik özelliği öne çıksa da hücre

çeperiyle kuvvetli bağlar oluşturmadığı için daldırma gibi kolay yöntemler uygulanabilmektedir. Toprakla temas edilen 4. sınıf tehlike yerlerinde diğer kimyasal emprenye maddeleri kadar yeterli olmadığı bildirilmiştir (Koski, 2008).

Ahşaba uygulanan bitkisel yağların hava koşullarına maruz kalmasından sonra daha az renk değişiminin olduğu, dolayısıyla bitkisel yağların ligninin sarı kinonların¹⁰ bozulmasını engellediği bildirilmiştir (Özgenç ve diğ., 2013). Keten tohumu yağı, portakal yağı, soya fasulyesi yağı, fındık yağı ve kenevir yağının ahşap korunmasında etkili olduğu kanıtlanmıştır (Treu ve diğerleri 2001; Nakayama ve Osbrink 2010).

4.1.1 Bezir yağı

Geçmiş yıllardan bu yana kullanılan bezir yağı, ahşap korumada vazgeçilmez bir yere sahiptir. Bezir yağı keten tohumunun ısıtılmasıyla elde edilmektedir. Bir keten tohumu yaklaşık %33-47 oranında yağ, % 48-60 oranında linolenik asit içermektedir (Temiz ve diğ., 2013 ; Dubey, 2010). Keten tohumu yağı ahşabın alt tabakasını hem nem alımından korumak ve hem de hidrofobik bir tabaka oluşturmak için kullanılmaktadır (Fredriksson ve diğ., 2010). Bezir yağı kuruyan yağlar kategorisine girdiği için ahşapta oksijenle temas ettiği anda kurur ve sert film tabakası oluşturur. Bundan dolayı açık hava şartlarına karşı iyi bir koruyucudur. Aynı zamanda zayıf asitlere ve bazlara karşı dayanıklıdır. Alkali rafine edilmiş bezir yağı parlaklık sağladığı için dış cephelerde kullanılmaktadır (MEB, 2013).

1822'de ahşabın keten tohumu yağı içeren vernikle kaplandığı ardından 1826 yılında ahşabın keten tohumu yağı, yeşil vitriol, arsenik ve şap gibi kimyasallardan oluşan karışım içinde 3-4 saat kaynatıldığı görülmüştür (Clausnitzer, 1990). İlerleyen dönemlerde 1924 yılında ahşap numunelerin 2 ay boyunca alkole bekletildikten sonra 10 dakika boyunca keten tohumu yağında bekletilmesi gerektiği, 1926'da ahşabın karbolik asitle birlikte sıcak keten tohumu yağına batırılarak korunduğu bildirilmiştir (Rathgen, 1924; Abede ve Koller, 1968). Ardından 1956 yılında keten

¹⁰ Naftalin vb. gibi maddelerden türetilen bileşik

tohumu yağı neme ve mantara karşı koruyucu olarak tercih edildiği kaydedilmiştir (Plenderleith, 1956).

Karakavak ağacından alınan numunelere sıcak yağ işlemiyle bezir yağı uygulanan bir araştırmada, işlem gören numunelerde su alma oranında ciddi bir düşüş görülmüştür (K. Demirel, 2018; Bazıyar, 2010). Bu da bezir yağının ahşaba su iticilik özelliği kazandırdığını göstermektedir.

Var (2001)'in çalışmasında, bezir yağı ve parafin vakstan elde edilen karışım belirli ağaç türlerine uygulamış ve numunelerde oluşan hidrofobi özellikleri incelemiştir. Çözeltide %3 parafin vaks, %10 bezir yağı ve organik çözücü olarak %87 white spirit (sentetik tiner) kullanılmıştır. Kayın, Kızılağaç, Ladin ve Sarıçam tomrukları kesildikten sonra kurutulmuş, ardından 1/3, 3 ve 24 saat daldırma metodu ile elde edilen karışım uygulanmıştır. Karışım uygulanan örnekler ile kontrol örnekleri suda belli saat aralıklarla bekletilerek ölçüm alınmıştır. İşlem gören örneklerin su alımının, kontrol örneklerine oranla %50 daha az olduğu gözlemlenmiştir. Hazırlanan çözeltide bekleme süresi arttıkça tutunma ve su iticilik oranı artmış, suda bekletilme süresi arttıkça ise su alma oranı artmış, su iticilik oranı azalmıştır. Bu çalışma sonucunda bezir yağı ile parafin vaks karışımıyla emprenye edilmiş kayın ve kızağaç örneklerinin emprenyeli sarıçam ve ladin örneklerine göre daha fazla su aldığı hesaplanmıştır.

Uygulanan karışım, su alma oranını her ne kadar azaltsa da hidrofobi özelliği olan bir yağ uygulandığı takdirde su alma oranı ağacın cinsine, emprenye uygulama süresine ve suya maruz kalma zamanına göre değişiklik göstermektedir.

K. Demirel (2018), bezir yağıyla emprenye ettiği sarıçam örneklerini kahverengi çürükçül mantarına (*Coniophora puteana*) maruz bıraktığında %3.00'lık bir kayıp görülürken, kontrol örneklerinde bu oran %61,47 olmuştur.

Bezir yağı ile yapılan diğer bir çalışmada ise termit türü olan Heterotermes indicola'ya karşı dirençli bir karışım elde edilmeye çalışılmıştır. 4 cins doğal dayanımı yüksek olan *Tectona grandis* (Tik Ağacı), *Dalbergia sissoo* (Hint Gül Ağacı), *Cedrus deodara* (Himalaya Sediri), ve *Pinus roxburghii* (Hint Çamı) ağaçlarının ekstraktifleri

ile bezir yağı (%20) karıştırılmıştır. Hazırlanan karışımların termite karşı etkisini anlamak için dayanıksız ağaç türü olan güney çamı ve pamuk ağacına basınçlı vakum emprenye edilmiştir. Karışımlarla emprenye edilen güney çamı ve pamuk ağacı örnekleri diğer emprenyesiz kontrol grubuna göre termitlere karşı daha dirençli olmuştur. İki yıl boyunca örneklere uygulanan Tik ağacı + bezir yağı ve Hint Gül ağacı + Bezir yağı karışımlarında termitlere karşı daha iyi direnç gösterdiği gözlemlenmiştir (Hassan ve diğ., 2020).

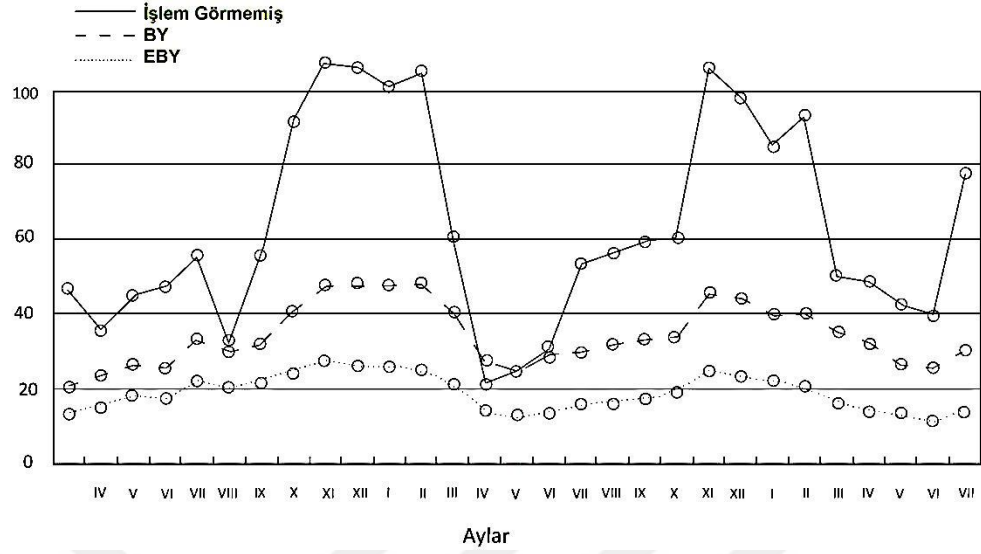
Ulvrona ve diğ.(2012) yaptıkları çalışmayla, keten tohumu yağı ile emprenye edilmiş sarıçamın içerdiği nem oranının, işlem görmemiş sarıçamdan daha az olduğu tespit edilmiştir. Bu da keten tohumu yağının su alımını azaltıcı etkisi olduğunu göstermektedir. Aynı deneyde kahverengi çürükçül mantarına maruz kalan keten tohumu yağlı emprenyeli sarıçamlar, emprenyesiz sarıçamlara göre daha az kütle kaybına uğramışlardır. Yapılan bu çalışma bezir yağının ahşabı biyolojik etkenlerden koruduğunu kanıtlamaktadır.

Temiz ve diğ. (2013) bezir yağıyla ilgili yaptıkları çalışmada, epoksitlendirilmiş¹¹ bezir yağı (EBY) ile ahşaptan termal modifikasyon yöntemiyle oluşan ve yan ürün olan bio yağ kullanılmıştır. %20 oranında biyo yağ uygulanan ahşapta su alımı % 43.03 iken epoksitli bezir yağı eklendiği takdirde bu oran %21.29'a düşmüştür. Bu da bezir yağının ahşaba hidrofobik özellik kazandırdığını göstermektedir.

Panov ve Terziev (2014), bezir yağını (BY), epoksitli bezir yağını (EBY) ve kreozotu kullanarak sarıçama vakumlu emprenye işlemi uygulamışlardır. 30 ay boyunca toprak üstünde bırakılan ahşaplarda nem yüzdesi işlenmemiş ahşapta özellikle kış aylarında % 100'ün üzerine çıkarken, bezir yağı ile emprenye edilmiş ahşap numunelerde büyük oranda düşüş yaşanmıştır (Resim 4.1). Bezir yağının epoksitlendirilmiş haliyle kıyaslandığında ise epoksitlendirilmiş bezir yağının yıllık nem ortalaması %18.7 ile daha yüksek performans göstermiştir.

¹¹ Doymamış çift bağların reaktifleştirilmesi

Çizelge 4.1: 30 ay boyunca sahadaki numunelerde görülen nem yüzdesi



EBY ile işlem görmüş ahşapta açık hava şartlarına karşı dayanımın arttığı ve küf oluşmadığı gözlemlenmiştir (Jebrane ve diğ., 2017a; Can, 2018).

Cai ve diğ. (2016) yaptıkları çalışmada, potasyum persülfat katalizörüyle elde edilen EBY, sarıçam örneklerine empenye edilmiştir. İşlem görmüş ahşap örneklerin hidrofobik özelliğinin %35-47 arasında iyileştiği görülmüştür.

Kreozot ve epoksitlenmiş bezir yağının 1/2.5 oranında karışımıyla empenye edilen sarıçam örnekleri üzerinde yapılan çalışmada, bu karışımın kahverengi çürükçül mantar türü olan *Lentinus lapideus'a* karşı etkili olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca saf kreozot kullanımı ile kıyaslandığında elde edilen yağlı karışımda kreozot miktarı %30'a düşürülerek 3. ve 4. sınıf tehlike yerlerde kullanılabilceği belirtilmiştir (Panov ve Terziev, 2014). Bu da sadece kreozot kullanılan bölgelerde kreozot miktarını düşürüp karışımdaki oranı seyrelterek olası çevresel zararları minimuma indirmektedir.

Keten yağıyla ısıtılma tabii tutulan çam örneklerinin iklimlendirme kabininde 100 saatlik hızlandırılmış UV etkisine maruz bırakıldığı bir diğer araştırmada, yağla işlem görmüş örneklerin, işlem görmemiş örneklere göre rengini ve boyutsal kararlılığını daha iyi koruduğu görülmüştür (Kumar ve diğ., 2010).

Lee ve diğ. (2004), bezir yağının beyaz çürüklük mantarlarına (*Tyromyces palustris*) ve kahverengi çürük mantarlarına (*Trametes versicolor*) karşı Japon Kızılçamına direnç kazandırdığı ve hidrofobik özelliği artırdığı belirtmiştir.

Benzer bir çalışma ise melamin modifiye polyester amid (MPEA) ile keten tohumu yağı amidinin sentezlenerek pas önleyici kaplamalar elde edilmeye çalışılmasıdır. Elde edilen sentezde kaplamanın fiziksel ve mekanik özellikleri açısından iyi performans gösterdiğini ve sürdürülebilir kaynak kullanımı için yenilikçi bir yol sağladığını ortaya koymuştur (Ahmad ve diğ., 2006).

Jebrane ve diğ. (2017b) yaptıkları çalışmada bezir yağını epoksitleyerek vinil asetat ile su ve potasyum persülfatı karıştırarak alkali emülgatör ile sentezlenmesiyle elde edilen solüsyon ahşaba empenye edilmiştir. Farklı oranlardaki solüsyonlar ahşaba uygulandıktan sonra beyaz ve kahverengi çürükçül mantarlara karşı dayanıklılığı değerlendirilmiştir. Ahşapta %23'lük ağırlık artışına neden olan solüsyon miktarı beyaz çürüklük (*Trametes versicolor*) ve kahverengi çürük mantarlarına (*Postia plasenta* ve *Coniophora puteana*) dayanıklılığı büyük oranda artmıştır. Ancak uygulanan solüsyon miktarı ahşabı oldukça ağır yapmakta ve solüsyondaki maliyeti arttırmaktadır. Bu nedenle ahşapta %8'lik ağırlık artışı olacak şekilde uygulanan solüsyonun da çürükçül mantar direnci gösterdiği belirtilmiştir.

Keten tohumu yağı tek başına ahşaba uygulandığı gibi çevreye daha az zararlı ahşap kaplamalar üretmek için de sıkça diğer kimyasallarla denenmektedir. Chang ve Lu (2013) tarafından modifiyeli keten tohumu yağı ile su bazlı poliüretan dispersiyon karışımı farklı UV kürlenme yollarıyla ahşap kaplama üretimi denenmiştir. İşlem görmüş örneklerin UV ile külendikten sonra havayla kurutulması ahşap kaplamaların performansını arttırmıştır. Aynı zamanda kürlenme sonrası havayla kurutma, oluşan film tabakanın daha iyi yapışmasına neden olmuştur. Sonuç olarak keten tohumu yağı ve su bazlı kaplamalar çevre dostu olarak ahşap kaplama ve mobilya endüstrisinde kullanıma sunulmaktadır.

4.1.2 Tall yağı

Tall yağı (talol) iğne yapraklı ağaçlardan elde edilen hamurun Kraft hamuru üretim aşamasında yan ürün olarak ortaya çıkan sarı-siyah renkli bir sıvıdır (Hugo, 2002). Elde edilen ham tall yağının miktarı, işleme giren toplam hammaddenin yaklaşık %50-70'ine karşılık gelmektedir (Allen, 2000). Fakat tesis bu ortaya çıkan tall yağını satarak sadece %1-1,5 oranında gelir sağlayabilir (Gullichsen ve Lindeberg, 1999). Tall yağı diğer bitkiler gibi toprağa ve havaya bağlı olmayıp, selüloz ve kraft kâğıdı üretimi sırasında ayrıştırıldığı için dünya pazarında en ucuz bitkisel yağlardan biri olarak kabul edilir. Tall yağının kalitesi ahşabın cinsine, içerisinde bulunan ekstraktların miktarına ve üretim öncesi saklanma koşullarına bağlıdır (Sales, 2007).

Tall yağı rafine edilerek birçok alanda kullanılabilir. Boya yağları, sabunlar, deterjanlar, mürekkepler, köpük önleme maddeleri gibi geniş kullanım alanlarına sahiptir. Ayrıca kükürt içermeyen alternatif bir yakıt olarak kireç fırınlarında kullanılabilir (Gullichsen ve Lindeberg, 1999; Allen, 2000; Koksi, 2008).

İskoç çam özlerinin kahverengi çürüklük mantarına karşı dayanıklı olduğu ve ayrıca tall yağının içerisindeki karbonhidratlarının, reçinelerin ve ekstraktif yağ asitlerinin mantar büyümesini engellediği belirtilmiştir (Durmaz ve diğ., 2015).

Jermer ve diğ. (1993) tarafından ahşaba uygulanan tall yağının iki türevinin, neredeyse kreozot ve CCA kadar iyi koruma sağladığı ve ahşaba tutunma oranının oldukça yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Terziev (2006), ham tall yağıyla işleme tabi tuttuğu ve toprağa temas eden kazıkların, 5 yıl sonrasında hiç bozulmadığını ve CCA'ya benzer koruma sağladığını iddia etmiştir.

Sivrikaya ve Can (2016), ham tall yağını (TY) %5, 10 ve 15 konsantrasyonunda etanolde çözüldürdükten sonra, kırmızı boya maddesi (Kırmızı 119), demir oksit (DO) pigmenti ve antioksidan olarak sodyum askorbatı (SA) belirli birkaç ölçekte karıştırarak, İskoç çamı diri odununa uygulamıştır. İşlem görmüş ahşap örnekler iklimlendirilerek 15 dakika su spreyine, 8 saat UV ışınlarına daha sonrasında 3.45 saat 50 ° C sıcaklığa maruz bırakılarak bu periyot 500 saat uygulanmıştır.

Yapılan araştırma sonucunda bulunan ağırlık artışı tablosunda tall yağının yüzdesiyle birlikte ağırlığının da arttığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2: Ahşapta oluşan ağırlık artış oranları

Uygulanan İşlem	Ağırlık Artış Oranı (%)
TY 5 %	10,29 ± 0,34
TY 10 %	17,24 ± 0,70
TY 15 %	26,05 ± 0,45
TY 5 % + DO	6,45 ± 0,20
TY 10 % + DO	7,39 ± 0,78
TY 15 % + DO	9,23 ± 0,40
TY 5 % + SA	6,92 ± 0,90
TY 10 % + SA	13,52 ± 0,78
TY 15 % + SA	15,01 ± 2,15

Tall yağının uyguladığı çam diri odununda su alımının azaldığı gözlemlenmiş ve tall yağıyla saf suyun emülsiyonundan oluşan sıvı, ihtiyaç duyulan tall yağı miktarını neredeyse yarıya azaltmıştır (Hyvönen ve diğ., 2006).

Ahşaba hidrofobik özellik kazandıran Tall yağı, mantar için özel bir inhibe alanı oluşturmadan ahşapta bulunan kılcalların su alımını azalttığı ve ahşapta boyutsal kararlılık sağlandığı için mantar gelişmesinin sınırlı olabileceği üzerinde durulmuştur (Paajanen ve diğ., 1999; Van Eckveld ve diğ., 2001a; Koski, 2008).

Temiz ve diğ. (2008), ahşabın su alımını azaltmak için silikon ile birlikte tall yağını, bezir yağını ve aynı zamanda farklı biyositleri (PBA, Formik asit, BA, mandalik asit) ekleyerek oluşturdukları karışımı kullanmışlardır. Karışım uygulanan ahşap örneklerde lümenlerin yağ kaplamasından dolayı su alımının azaldığı gözlemlenmiştir (K. Demirel, 2018).

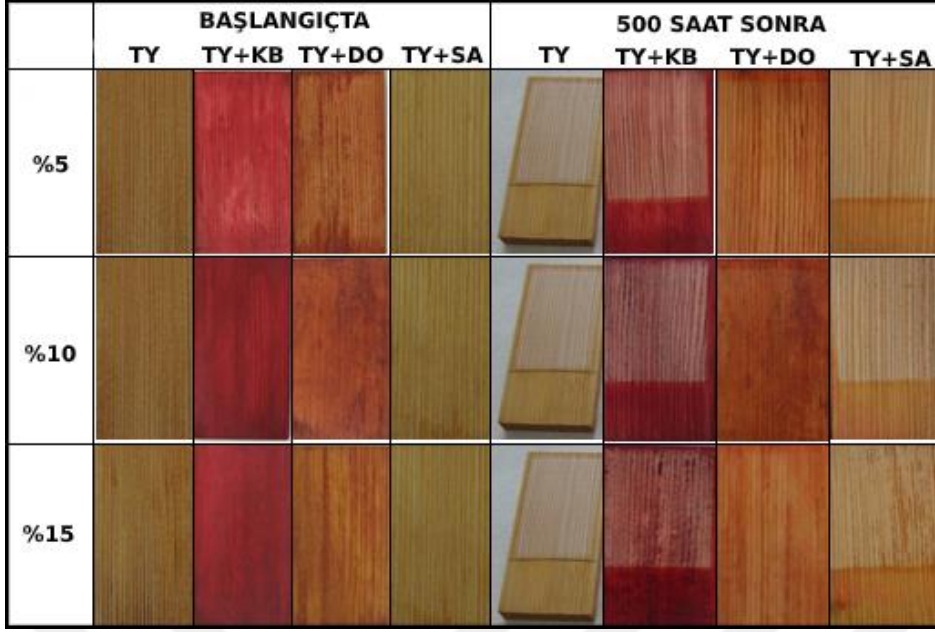
Hyvönen ve diğ. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada eğer ham tall yağı ahşap korumada kullanılacaksa kuruma özelliğinin oldukça düşük olduğu, ham tall yağının

kuruma özelliğinin demir katalizörler sayesinde önemli derece arttığı belirtilmiştir. Böylelikle yağın ahşaptan taşması önlenmektedir.

Yapılan bir diğer çalışmada kavak ve göknar odunları %10 ve %20 tall yağı içeren konsantrasyonla emprenye edildikten sonra farklı sıcaklıklarda ve farklı sürelerde ısıtım işlemi uygulanmıştır. Mantar testine tabii tutulan işlenmiş numunelerde tall yağının oranı %10'dan %20'ye çıkarıldığında ağırlık kaybının büyük ölçüde azaldığı ve tall yağının çözeltideki oranı artmasıyla ahşaptaki biyolojik dayanımın arttığı görülmüştür (Gökmen, 2017).

Sarıçam diri odun örnekleri, epoksitlendirilmiş bezir yağı (EBY), ham tall yağı (TY) ve tall yağıyla reaksiyona giren etanolden elde edilen epoksitlenmiş tall yağ esteri (ETYE) vakum ve basınç kullanılarak emprenye edilmiştir. İşlem görmüş ahşap örnekler %98 bağıl neme 60 gün boyunca maruz bırakılmış ve hacimsel şişmenin azaldığı görülmüştür. İşlem görmemiş ahşapta şişme boyutu %12 civarındayken ETYE ile işlenmiş ahşapta %6-7, EBY emprenyeli ahşapta %7-8 oranında bulunmuştur. Fakat 60. gün sonunda EBY'li ahşapta %10 oranında şişme gözlemlenmiş ve ahşabın daha uzun süre kalması halinde işlenmemiş ahşabın şişme boyutlarına ulaşacağı tahmin edilmiştir. Sonuç olarak bu deneyde epoksitlendirilmiş bitkisel yağların ahşap hücre duvarında hidrofobik özelliğın oluşmasına yol açtığı görülmüştür (Panov ve diğ., 2010).

Özellikle tall yağıyla birlikte demir oksitin uygulanması ahşaptaki ağırlık artışını ve bozulmayı ciddi bir şekilde düşürmüştür. Ahşap rengindeki en az değışiklik ise %10 oranında tall yağı ve demir oksit karışımında gözlemlenmiştir (Şekil 4.1). Kırmızı boya ve tall yağındaki karışımında en fazla renk değışikliği %5 tall yağı uygulananda gözükümüştür. Bunun nedeni olarak kırmızı boyanın suda çözünerek akma yapması gösterilmiştir. Deney sonucunda tall yağının ve demir oksitin kombinasyonu hava koşullarına karşı diğeri karışımlardan daha iyi performans sergilemiştir.



Şekil 4.1: 500 saat boyunca iklimlendirilen ahşapta renk değişimi

Paajanen ve Ritschkoff (2002), yaptıkları çalışmada, ham tall yağının kahverengi çürükçül mantarı *Coniophora puteana* ve *Poria plasenta*, beyaz çürükçül mantarı *Coriolus versicolor*'un gelişimini durdurduğunu bulmuşlardır. Aynı çalışmada ham tall yağının, beyaz çürükçül mantarlarına göre kahverengi çürükçül mantarları üzerinde daha etkili olduğu tespit edilirken, Alfredsen ve diğ. (2004), tam tersi sonuca varmıştır. Bu tür farklılıklar ham yağının kalitesine ve ortam koşullarına göre değişiklik göstermesinden kaynaklanabilmektedir. (Koski, 2008).

Tall yağının ahşaba işlenmesinin olumlu özellikleri kadar bazı olumsuzlukları da vardır. Diri odunun derinine işlemesi için ahşaba fazla miktarda tall yağı uygulanmaktadır. Bu da tall yağının sızmasına ve ahşapta ağırlık artışına neden olmaktadır. Aynı zamanda çoğu yağ ahşaba uygulandığında ahşap ile havanın temasını kestiğinden kurumaz. Bu olumsuz özellikler, su ile ham tall yağının emülsiyonuyla ve uygulanan demir katalizörle çözüme kavuşmuştur. Emülsiyon tekniğiyle ve demir katalizörlerle yağ alımı sınırlandırılmış, yağın dışarı sızması engellenmiş, su iticilik özelliği ve kuruma oranı artmıştır. Olumsuz özellikleri ortadan kaldıran bu işlemler tall yağını daha ekonomik ve kullanılabilir hale getirmektedir (Koski, 2008).

Vahaoja ve diğ. (2005), tall yağı ve bezir yağının yeraltı sularındaki çevresel etkilerini inceledikleri araştırmada, deneyi yapılan alanda tall yağının ve bezir yağının herhangi bir çevresel zararlarının olmadığı ve kısmen biyolojik olarak parçalanabilecekleri sonucuna varmışlardır.

4.1.3 Soya yağı

Soya fasulyesinin tohumu dünyanın en önemli yağlı tohumları arasında yer almakta olup, soya fasulyesinden toplam %19 oranında yağ çıkmaktadır (MEB, 2013). Soy yağı, soğuk pres yöntemiyle elde edilmektedir (Demir, 2018). Soya yağı birçok kozmetik, gıda, sağlık gibi farklı alanlarda kullanılırken ahşap korumada son zamanlarda önemli bir yere sahip olmuştur. Soya yağının ahşaba kazandırdığı gerek hidrofobiklik gerekse borun akmasını engelleyici bir yan ürün olmasına dair çok sayıda çalışma yapılmış ve bazı olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Soya yağı bezir yağı gibi ikincil epoksi grupları içerdiği için ahşabın hidroksil gruplarıyla reaksiyona girmesi uygundur. Bu oluşan reaksiyon sonucunda ahşaptaki koruyucu maddelerin sızması engellenebilir ve böylelikle ahşabın hizmet ömrü uzatılabilir (Olsson, 2014).

Bezir yağına empenye edilen ahşap örneklerde bozulma sıcaklığı 345,51 °C'ken soya yağıyla empenye edilen ahşaplarda bozulma sıcaklığı 159,30 °C olmuş ve bezir yağından daha iyi performans göstermiştir (Demir, 2018).

Honary (2002)'e göre soya yağı ahşap korumada büyük bir öneme sahiptir. Bunun nedeni, vakumlu basınç yöntemiyle ahşaba empenye edilen soya yağının ahşapta zamanla oluşacak çatlaklardan sızarak, atmosfere maruz kaldığında polimerleşerek sertleşmesi ve çatlağı doldurmasıdır. Aynı zamanda ahşapta bulunan diğer koruyucu malzemeleri sızdırmaz hale getirir. Böylelikle ahşap kendi kendini tedavi etmiş olur.

Treu ve diğ. (2001) tarafından yapılan çalışmada ahşaba empenye edilen soya yağının %80 oranında su iticilik özelliği kazandırdığı belirtilmiştir.

Awoyemi ve diğ. (2009)'nin yaptıkları araştırmada ise, soya yağı ısı işlem yöntemiyle ponderosa çamı (*Pinus Ponderosa*) ve kara ladin (*Picea Mariana*) numunelerine uygulandığında, suyun yüzeye yaptığı temas açısından azalma (hidrofobik özellikte artış) gözlemlenmiştir.

K. Demirel (2018)'in araştırması kapsamında, soya yağıyla emprenye edilen sarıçam örnekleri üzerinde kahverengi çürükçül mantarları için yapılan testlerde, kontrol örneğine göre %58 oranında daha az kütle kaybı görülmüştür.

Mohebbi ve diğ. (2014) tarafından, soya fasulyesi yağı ile maleik anhidrit (MA) karışımını oleotermal¹² modifikasyonu işlemiyle göknar ağacına farklı sıcaklıklarda (100, 120, 140, 160 ve 180 °C) ve farklı sürelerde (30, 60 ve 180 dk.) uygulanmıştır. Uygulama sırasında sıcaklık arttıkça işlem görmüş ahşabın nem emiliminin azaldığı, mukavemet özelliğinin ise iyileştiği belirtilmiştir. En iyi performansın 160 °C sıcaklıkta 60 dakikalık işleme süresinin olduğu kaydedilmiştir.

Yapılan diğer bir çalışmada reaktif bir UV emici ile epoksitli soya yağı (ESY) karışımından elde edilen ürün, dış mekânlarda kullanmak üzere ahşaba uygulanmıştır. Epoksi yağının kullanımının ahşabın UV ışınlarına direncini arttırabileceği ortaya koyulmuştur (Olsson, 2014).

Mandal ve diğ., (2018) tarafından ESY akrilik asit ve maleik anhidrit (MA) ile reaksiyona sokulduktan sonra odun talaşlarıyla modifiye edilmiş ardından bentonit kullanarak ahşap polimer nanokompozitler elde edilmiştir. Oluşturulan kompozit yapıların mukavemet ve hidrofobik özelliklerinin daha fazla arttığı belirtilmiştir.

Baştürk ve diğ. (2013) akrilatlı ESY elde etmek için epoksitli soya yağını metakrilik asit ve vinil fosfonik asit ile modifiye ederek UV ile kürlenebilen sol-jel formülasyonlar elde etmişlerdir. Elde edilen soya yağı bazlı organik-inorganik hibrit

¹² Oleotermal işlemi, ahşabın özelliklerini iyileştirmek için uygulanan termal modifikasyon tekniklerinden biridir (Tjeerdsma ve diğ., 2005).

kaplamaların düşük maliyetli, biyolojik olarak parçalanabilen, su itici ve alev geciktirici özelliğe sahip olduğu belirtilmiştir.

4.1.4 Hindistancevizi yağı

Yapılan bir çalışmada İskoç çamı diri odunları 40 °C'de hindistancevizi yağı, bezir yağı, tall yağı ve odun yağı ile emprenye edilmiştir. Suyu daldırıp kurutulmuş 7 döngü içerisinde su alım performansları ölçülmüştür. En iyi performans hindistancevizinde, ikinci iyi performans tall yağında elde edilmiştir. Hindistancevizi yağı doymuş yağlardan oluştuğu için ahşaptaki kılcal damarları kaplayarak su almasını engelleyici bariyer oluşturmuştur (Van Eckeveld ve diğ., 2001b).

Biyo-yenilebilir olan ve tropik ülkelerde çokça bulunan atık Hindistancevizi kabuğuyla yapılan bir deneyde, hindistancevizi kabuklarının pirolizi sonucunda yağ elde edilir. Elde edilen hindistancevizi kabuğu yağı (HKO), termite karşı kullanılan bifentrinle kıyaslanmıştır. 18 ay saha deneyine bırakılan numunelerde HKO fırçayla uygulandığında termitler tarafından %34.2'lik bir kayıp olurken, bifentrin (0.05%) uygulandığında %20 'lik bir kayıp olmuştur. HKO basınçla emprenye edildiğinde bu oran %3.3'e düşerken kontrol grubunda termitler ahşabı %100 tüketmiştir (Shiny ve Remadevi, 2014).

4.1.5 Palm yağı

Palm yağı diğer adıyla palmiye yağı ucuz olmasından dolayı genellikle gıda sektöründe kullanılmasıyla popüler olsa da ahşap üzerinde çokça denenilen bir yağ olmuştur. Palm yağı tropik alanda yetişen palmiye ağacının meyvesinden üretilmektedir.

Palmiye meyvesinin kabuğunun piroliz edilmesiyle oluşan biyo-yağ ahşaba uygulandığında 5. ve 49. günler arasında termitlerin hepsinin öldüğü; çam (*Pinus merkusii*) üzerinde mavi leke mantarını tamamen engelleyici bir etkisi olduğu belirtilmiştir (Sunarta ve diğ., 2011).

Wahab ve diğ. (2005)'nin yaptıkları araştırmada, dayanıksız olarak bilinen ve toprak temasında hemen bozulabilen bambu bitkisi, farklı sürelerde (30, 60, 90 dakika) ve

farklı sıcaklıklarda (140 °C, 180 °C ve 220 °C) palm yağına daldırılmıştır. Bu numunelerin %80'i toprağa gömük olacak şekilde çürümenin çok olduğu mezarlık sahasına yerleştirilmiş ve termitlere 6 ay boyunca maruz bırakılmıştır. 6 ay sonra oluşan kütle kaybı çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3: Sahadaki işlem görmüş bambuların 6 ay sonra oluşan ağırlık kayıpları

Sıcaklık	Uygulama Süresi (dk)	Kaybedilen ağırlık (%)
140 °C	30	33.62
	60	26.83
	90	19.62
180 °C	30	27.98
	60	22.66
	90	10.77
220 °C	30	16.20
	60	10.20
	90	4.81

Palm yağı ile işlem görmemiş bambuda ağırlık kaybı %48 iken, bu oran uygulanan ısı ile işlem ile %5-34 arasına düşürülmüştür. Uygulanan sıcaklık ve süreyle bu oran değişmektedir. Sıcaklığın 220°C ve işlem süresinin 90 dakika olduğu şartlarda mantarlara ve böceklere en dayanıklı bambu elde edilmiş olur. Bunu sırasıyla 60 ve 30 dakikalık uygulanma süreleri takip etmektedir. Isıl işlem süresi arttıkça bambunun dayanıklılığının arttığı görülmektedir.

Diğer yandan palm yağı ahşap yapıları yıpratıcı UV ışınlarına karşı koruyucu kaplama olarak kullanılabilir. Azam Ali ve diğ. (2001)'nin yaptıkları çalışmayla rafine edilmiş reçinelerle palm yağı UV radyasyon altında kürlenerek ahşap koruyucu kaplama malzeme elde edilmiştir.

4.1.6 Kenevir yağı

Kenevir birçok farklı alanda da kullanılmaktadır. Tıpta ilaç yapımı, kâğıt sektöründe kâğıt hamurunun yapımı vb. alanlarda kullanıldığı gibi çevreye zararlı kimyasal ahşap koruyucuların azaltılması adına ahşap korumada da kenevir ile yapılan bazı çalışmalar mevcuttur.

Kenevir tohumu yağı kuruyan yağlardan olup çoklu doymamış yağ asitleri içermektedir. Yaklaşık %50-60 oranında linoleik asit içermektedir (Deferne ve Pate 1996; Leizer ve diğerleri 2000). Genellikle yağlar 200 °C'nin üstünde ısıtıldığında trans yağ asitlerinin deformasyonu sonucu yağda küflenme gözükmesine karşın Mölleken ve Theimer (1997), yaptığı çalışmada muhtemelen kenevir yağının içerisinde bulunan antioksidan γ -tokoferol varlığı nedeniyle 250 °C'ye kadar kenevir yağı ısıtıldığında stabilitesinde herhangi bir değişiklik meydana gelmemiştir.

Baar ve diğ. (2020) tarafından yapılan deneyde bazı kayın ağacı örneklerine kenevir yağı emdirilmiş, bazılarında ise 200 °C'de ısıtılma işlemi yapılmıştır. Ardından her iki yöntem birleştirilerek ahşap özellikleri incelenmiştir. 16 hafta boyunca mantara maruz bırakılan işlenmiş ahşaplardaki bozulmalar incelendiğinde, kenevir yağıyla işlem görmüş numunede kontrol örneğine kıyasla kütle kaybında önemli ölçüde azalma meydana gelmiştir. İki yöntemin birleştirilmesiyle sadece yağın empenye edilmesi kıyaslandığında aralarındaki kütle kaybı farkı belirgin olmayacak derece düşüktür. Özellikle yağla işlenmiş ahşap numunelerde su alım oranı önemli ölçüde azalmıştır.

Sailer ve diğ. (1998)'nin yaptığı çalışmada, ahşap örnekler kenevir yağı ve bezir yağı ile empenye edildiğinde %25'den az nem miktarı bulunurken, sarıçamda %100, kayında %50 civarında ağırlık artışı olmuştur.

Yapılan diğer bir çalışmada ladin, huş ağacı ve kenevir bitkisinden farklı piroliz sıvıları elde edilmiştir. Seyreltilerek kullanılan piroliz sıvılarının en çok görülen kahverengi çürükçül mantar olan *Coniophora puteana*, *Rhodonia plasenta* ve *Gloeophyllum trabeum* türlerine karşı dayanıklılıkları test edilmiştir. Sonuç kenevir piroliz

çözültüsünün açık ara farkla diğer piroliz çözültülerine göre daha iyi performans gösterdiği yönündedir (Barbero-Lopez ve diğ., 2019).

4.1.7 Portakal yağı

Portakal kabuğundan elde edilen portakal yağı, genellikle ahşap mobilyalarını temizlemek için kullanılmaktadır (Teaca ve diğ., 2019). Turunçgillerin kabuğunda bulunan d-limonen genel olarak böceklere zehirli olarak bilinmektedir (Raina ve diğ., 2007).

Treu ve diğ. (2001)'nin yaptığı çalışmada portakal yağıyla emprenye edilen ahşap numunede iki hafta sonrasında kontrol numunelerine göre %7 oranında hidrofobiklik gözlemlenmiştir.

Termitlerin ileri derecede hasar verdiği ahşap yapılarda geleneksel yöntemle termitlerin açtığı galeri boşluklarına portakal yağı enjekte edildiği takdirde termitlerin öldürülebileceği belirtilmiştir (Mashek ve Quarles, 2008).

Raina ve diğ. (2007) portakal yağı özütü (PYÖ) ile yaptıkları çalışmada, heksan içerikli %0.2 ve %0.4 PYÖ ile kum karıştırılmış, ardından heksan buharlaştırılmıştır. Kumun içerisine yerleştirilen termitlerin açacağı galeri boşluklar incelenmiştir. Tüm termitler, tüpün üçte birini geçmeden ölmüşlerdir. PYÖ düşük maliyetli olması ve memeliler için düşük toksin içermesi umut verici bir gelişme olmasına rağmen bazı insanlarda alerjik durum göstermiş ve kumda etkisi çok uzun sürmemiştir.

4.1.8 Kanola yağı

Kanola yağı kolza tohumlarından elde edilir ve kolza bitkisine göre daha az zararlı asit içerir. Geçmiş tarihten bu yana kullanılan kanola yağının, Hindistan'da 4000 yıl önce, Japonya'da ve Çin'de ise 2000 yıl önceye kadar kullanıldığı belgelenmiştir. Kuzey Avrupa'da ise 13. Yüzyılda kullanımı görülmüştür (Snowdon ve diğ., 2007). Sağlığa zararlı bazı bileşimler içerdiği için Türkiye'de üretimi yasaklanmıştır. Yağlar ahşaba uygulandığında hidrofobiklik özellik kazanmasından dolayı diğer yağlar gibi kanola yağı da birçok çalışmanın konusu olmuştur.

Treu ve diğ. (2001), yağların su iticilik özelliğini ölçmek amacıyla yaptıkları deneyde kanola yağıyla emprenye edilen ahşap numunede iki hafta sonrasında su iticilik özelliğinde %80'lik bir artış tespit etmişlerdir.

Bezir, tall ve kanola yağıyla yapılan bir çalışmada, yağların mantar gelişimini tam engelleyemedikleri, fakat kütle kaybının olmamasının yağların ahşaba kazandırdığı hidrofobik özellik olabileceği belirtilmiştir (Pajaanen ve Ritschkoff, 2002; Tomak, 2011).

Mantar direncini ölçen bir başka çalışmada, 180 °C, 200 °C ve 220 °C'de kanola yağı termal modifikasyon yöntemiyle sakız ağacına 2 ve 4 saat uygulanmıştır. Ardından sakızdan elde edilen ekstrakt ve kozal yağı solüsyonuyla soğutma işlemi yapıldıktan sonra beyaz çürükçül ve küf mantarlarına maruz bırakılmıştır. Sonuçta 200-220 °C sıcaklıklarda sakız ekstraktın mantar direncine bir etkisi olmamasıyla birlikte 180 °C den 220 °C 'ye sıcaklık çıkarıldığında mantara olan direncin arttığı görülmüştür. Beyaz çürükçül mantarı hücre çeperinden beslenirken, küf mantarı ahşapta depolanan şeker ve nişastayı tükettiğinden, termal sıcaklık direnci artmış olsa da küf mantarı için tam bir koruyucu çözüm olmamaktadır (Kia ve diğ., 2020).

Diğer bir çalışmada, kanola yağıyla işlem gören sarıçam numunelerinin termitlere karşı dayanıklılık göstermesinin nedeni, kanola yağının zehir etkisi göstermediği ancak kontrol örneklerine kıyasla işlem görmüş ahşabın içerisindeki nemin yarıya inmesi olarak ifade edilmiştir (Nunes ve diğ.,2006).

Smith ve diğ. (2003)'nin, farklı sarıçam keresteleri üzerinde yaptıkları çalışmada, termal modifikasyon işlemiyle su alımını azalttıkları numunelerle, kanola yağıyla emprenye ettikleri numuneleri termitlere karşı dayanıklılık açısından karşılaştırdıkları, kanola yağıyla emprenye edilen kerestenin daha başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Ecotan projesi kapsamında denenen bir çalışmada, modifiye edilmiş bezir yağı reçinesi ve kanola yağı birleşimiyle emprenye edilen odunların, tehlike sınıfı 3 olana çit direklerinde, pencere doğramalarında ve açık alanda kullanılan mobilyalarda kullanımı uygun bulunmuştur (Ecotan Project, 2005; Tomak ve Yıldız, 2012).

4.1.9 Fındık yağı

Nakayama ve Osbrink (2009), kukui fındık ağacının¹³ (*Aleurites moluccanus*) fındığından elde edilen yağ ile asetonu farklı konsantrelerde karıştırılarak sarıçama basınçlı vakum yöntemiyle uyguladıktan sonra termite maruz bırakmışlardır. 1 hafta sonrasında %27 ve üzerinde kukui fındık yağı konsantresi içeren ahşaplarda önemli ölçüde termit direnci görülmüş ve ahşap ağırlık kayıplarının daha az olduğu belirtilmiştir.

Tomak (2011)'in araştırmasında, fındık yağı ile emprenye edilen sarıçam numuneleri 336 saat suda beklettikten sonra su alma oranı %16,873 olurken, kontrol örneklerinde bu rakam % 146,24 olmuştur. Kullanılan diğer yağlara (kanola, mısır, ayçiçek, soya ve atık yağ) göre en düşük su alma oranı fındık yağında görülmüştür. Bu oranı sırasıyla ayçiçek ve soya yağı takip etmiştir. Kayında ise bu oran % 25-31 arası olup en iyi performansı atık yağ; en düşük performansı soya yağı göstermiştir.

Saf sıkım deneylerinin yanı sıra, sürdürülebilirlik bağlamında atık ürünlerin geri dönüştürülmesi ve çevreye daha az zararlı olması bakımından fındık, ceviz ve yer kabuğu gibi kabuklu yemişlerin kabukları değerlendirilerek ahşabı zararlı biyolojik faktörlere karşı korumak ve hidrofobik özellik kazandırmak amacıyla denenmektedir.

Kartal ve diğ. (2011a)'nin yaptıkları çalışmada, Makademya fındık¹⁴ kabuklarının pirolizi ile oluşan katran yağıyla, İskoç çam numuneleri vakumlu emprenye edilmiştir. Yıkama işleminden sonra çürümeye tabii tutulan ahşaplarda katran yağının kahverengi ve beyaz çürükçül mantarlar üzerinde oldukça etkili olduğu görülmüştür. Termite maruz bırakıldığında ise işlenmiş numunelerde daha az kütle kaybı görüldüğü ve termit ölümlerinin %20 olduğu, uygulanan katran yağının termit öldürmekten çok termitleri uzaklaştırdığı belirtilmiştir.

¹³ Çiçekli bir ağaç olup kekuna ağacı olarak da bilinmektedir (Wikipedia, 2021).

4.1.10 Kaju Fıstığı Kabuğu

Kaju fıstığının yaprakları, ağaç kabukları ve kökleri tıbbi değere sahip olmakla birlikte meyve ve çekirdeği gıda sektöründe önemli bir yere sahiptir. Kaju fıstığının üzerinde bulunan kabuk yağlı yapısından dolayı organik çözücülerle kolaylıkla çözünmektedir. Bundan dolayı kaju kabuğu sıvısı (KKS) ve kabukları deterjanlar, antioksidanlar, fren balataları, debriyaj kaplamaları için sürtünme tozu, yapıştırıcılar, sentetik boyalar, böcek ilaçları, mantar öldürücüler ve dezenfektanlar gibi birçok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır (Jof, 1998; Tyman, 1979; Chittenden ve Paddon, 1973).

Formaldehit ile işlenen KKS, saf fenolik reçine verniği veya alkid reçinesi ile belli bir oranda karıştırıldığı zaman deniz kaplamalarında, cilalarda, elektirik yalıtımı gerektiren verniklerde ve bobinlerde kullanılabilir. KKS esaslı oluşturulan filmlerde yüksek elastikiyet, parlaklık ve üstün dayanıklılık göstermektedir (Mwangi ve diğ., 2013).

Adetogun ve diğ. (2003)'nin çalışmasında, kırma yöntemiyle elde ettikleri kaju kabuğu sıvısı (KKS) ile hazırlanan %4, %8, %12 ve %16'lık konsantreler ahşaba uygulanmıştır. Mantara maruz bırakıldıktan 2 hafta sonra en iyi performansı %12 ve %16 konsantreleri göstermiştir.

Oladejo ve diğ. (2016), fırça yöntemiyle ahşap bloklara farklı konsantrelerde (%10, %20, %30 ve %40) KKS ekstresi muamele etmiştir. İşlem görmüş numuneler ve kontrol örnekleri 8 hafta boyunca toprağa gömülü halde termitlerin saldırısına maruz bırakılmıştır. Kontrol örneğine kıyasla işlenmiş numunelerde termit saldırılarında azalma görülürken konsantre yüzdesinin artmasıyla termit saldırısına karşı direncin de arttığı belirtilmiştir.

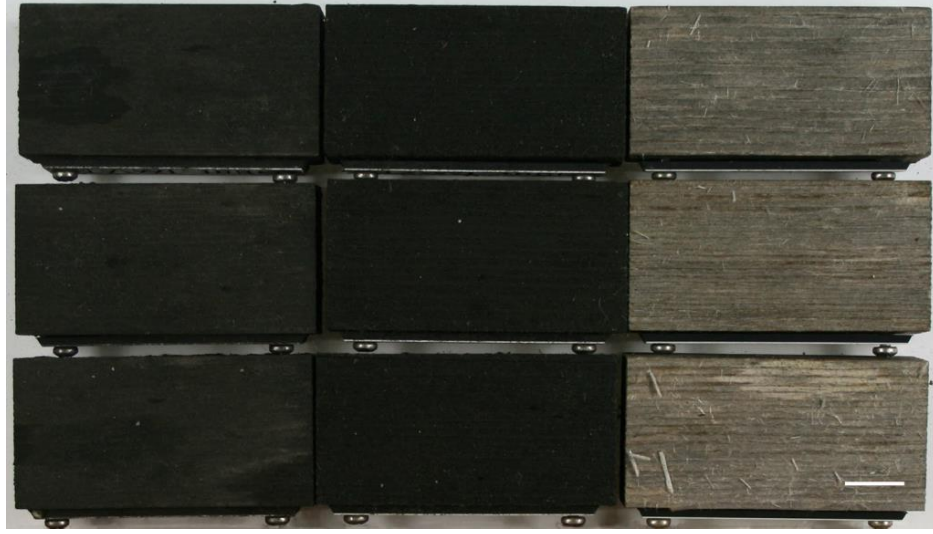
Owoyemi ve diğ. (2011) tarafından KKS uygulandıktan sonra ahşap numuneler 36 ay boyunca termitlerin olduğu sahada bırakılmıştır. Seyreltilmemiş KKS ilk 6 ay boyunca termitlere karşı dayanıklılık göstermiş olsa da diğer aylarda yetersiz kalmıştır. Termitlere karşı zehirli maddelerle karıştırıldığı zaman daha etkin bir sonuç alınacağı belirtilmiştir.

Termitlerle mücadelede çevreci bir tutum sergilemek amacıyla KKS, sülfatlı akasya tanenleri ve bakır tuzlarının karışımı farklı ağaç türlerine uygulanmıştır. 108 gün boyunca sahada termitlere maruz bırakıldıktan sonra en dayanıklı karışım oranı %40 KKS +% 1 CuCl₂ ve % 40 KKS +% 2 CuCl₂ olarak belirlenmiştir (Mwalongo ve diğ., 1999).

Shiny ve Remadevi (2014) yaptığı saha çalışmasında biyo yağ olan kaju fıstığı kabuğu piroliz sonucu yağ elde edildikten %20 oranında metanolde karıştırılarak ahşaba uygulanmıştır. Yağı fırçayla uygulandığı zaman termitler %67.5 oranında ahşabı tükettiği, basınçla emrenye edildiği takdirde bu oran %4.2'ye düştüğü belirtilmiştir. Bunun sonucunda ahşap için en tehlikeli canlısı olan termitlere karşı biyo-y yağların emrenye edilerek kullanılması sürdürülebilir ahşap koruyucu solüsyonlar için gelecek vaat etmektedir.

4.1.11 Zeytinyağı

Nieuwenhuijzen ve diğ. (2017), yaptıkları çalışmada, zeytinyağı ve ham bezir yağı ile emrenye edilmiş ahşap malzemenin yüzeyinde doğal biyo-kaplamaların bir parçası olan *Aureobasidium* mantarlarının oluştuğunu belirtmektedir. Ahşaptaki koyu renk oluşumlar istenmeyen bir mantar istilası olarak görülse de biyo-kaplamada koyu renkli pigment ahşaba işlevsel özellik kazandırmaktadır. Biyo-kaplamalar ahşabın temel strüktürüne temas etmeden yüzeyin neredeyse tamamını kaplayarak koyu bir renk almasını sağlar. Ağaç cinsi, yağ türü ve bulunduğu konum biyo-kaplamadaki *Aureobasidium* kolonilerinin miktarını etkileyebilmektedir. Şekil 4.2'de solda ham keten tohumu yağla ortada zeytinyağı ile emrenye edilmiş sağda ise işlem görmemiş üç farklı ağaç türünün renk değişimi görülmektedir. Bezir yağı ile emrenye edilen ahşap örneklerde baskın olarak (%59-89) *Aureobasidium* kolonileri görülürken bu sayı zeytinyağlı ahşaplarda yarıya (%31-55) düşmüştür.



Şekil 4.2: Yağ ile işlem görmüş çamın doğal biyo-kaplama oluşumu ve biyo-kaplama olmayan açık hava şartlarına maruz kalmış çam örnekleri

Ayrıca *Aureobasidium* kültürünün ahşabın UV ışığına ve diğer çevresel etkilere karşı koruyucu rol oynayan melanin pigmentini ürettiği ve hayatta kalmasına yardımcı olduğu gözlemlenmiştir (Pal ve diğ.,2014; Gniewosz ve diğ., 2008; Hernandez, 2015; Satow ve diğ., 2008). Ahşaba uygulanan beziryağı ve zeytinyağı yararlı mantar olan *Aureobasidium* kültürünü arttırarak ahşapta koruma sağladığı görülmektedir. Biyo-kaplamalar bazı belirli mantar türlerinin oluşumunda ve ahşap korumasında önemli rol oynansa da diğer mantar türleri ahşaba zarar vermektedir.

Ham zeytinyağının ahşap koruyucu olarak kullanımı maliyeti arttırabilmektedir. Maliyeti düşürmek adına Schwarzkopf ve diğ., (2018) modifiyeli zeytinyağı (lampant zeytinyağı) ile aşıl原因an ahşap numuneler kahverengi çürükçül mantara (*Gloeopyllum trabeum*) maruz bırakıldığında kütle kaybı %7 iken kontrol numunelerde bu oran iki katı olmuştur.

4.1.12 Nar Çekirdeği Yağı

Nar üretiminde dünyanın önde gelen ülkelerinden olan Türkiye’de Ege ve Akdeniz kesimlerinde artan yoğunlukla nar yetiştirilmektedir. Türkiye’de sadece 2008-2010 yılları arasında 86.276 ton nar üretilmiş ve ihraç edilmiştir. Birçok farklı alanda kullanılan nar tekstilde de yün ve iplik boyama da kullanılmaktadır (Kurt ve Şahin, 2013). Nar üretimi ülkemizde önemli bir ekonomik değere sahiptir.

Özgenç ve diğ., (2013) yaptığı çalışmada maydanoz, nar çekirdeği, çörek otu, kanola, soya, susam ve keten tohumunun yağlarını İskoç çamına uyguladıktan sonra 600 saatlik iklimlendirme kabine maruz bırakıldıktan sonra en az renk değişimi nar çekirdeği yağında ardından sırasıyla çörek otu yağı ve keten tohumu yağında tespit edilmiştir. Maydanoz tohumu, kanola, susam ve soya yağında renk değişimleri benzer olmasına rağmen kontrol örneklerine kıyasla üstün performans sergilemiştir. Hava koşullarına maruz kalan kontrol örneklerinde basınç dayanım değeri %3,80 düşerken nar çekirdeği yağı %0,60'lık düşüşle en iyi sonucu vermiştir.

4.1.13 Sedir Yağı

Sedir yağı isim olarak sedir adını alsa da sadece sedir ağacından yapılmamaktadır. Ardıç, selvi ve diğer kozalaklı ağaçlardan da elde edilmektedir. Ağaç yapraklarından, kesim sonrası artan kütüklerden ve köklerden yapılan sedir yağı, bakteri ve mantar öldürücü olarak da bilinmektedir (Wikipedia, 2021a). Sıvı karbondioksitle karıştırılan sedir yağında keneleri öldürücü ve karıncaları kovucu etki gözlemlenmiştir (Eller ve diğ., 2014). Öz - diri odundan, kabuktan ve talaşlardan elde edilen sedir yağı termitlere karşı da sıkça kullanılmaktadır.

Ardıç ağacından (*Juniperus Virginiana*) üretilen sedir yağının, yer altı termitlerini bir haftadan kısa sürede %100'ünü öldürdüğü görülmüştür (Adams ve diğ., 1988).

Süperkritik karbondioksit ve etil alkol içeren sedir yağı çam bloklarına basınçla empenye edildikten sonra termitlere maruz bırakılmıştır. Toplam ağırlık kaybı işlem görmemiş örneklere göre yarıya düşmüş ve ahşap çürükçül mantarlarına karşı etkili olmuştur (Eller ve diğ., 2010).

Atlas sediri talaşlarından yapılan sedir yağının mantarlar üzerinde engelleyici bir etkisi vardır. Özellikle ahşabı tüketen *Oligoporus Placenta* ve *Coniophora Puteana* mantarlarına karşı çok dayanıklı olduğu test edilmiştir (Fidah ve diğ., 2016).

Kırmızı sedir ağacının metanol ekstraksiyonundan elde edilen bordo parçası ile amiloz inklüzyon kompleksi ahşaba empenye edildiğinde termitlere karşı düşük etki gösterirken karışıma sedir yağı eklendiğinde termit ölümleri %100 olmuştur. Ayrıca

beyaz ve kahverengi çürükçül mantarlar üzerinde büyümesini önleyici bir işlevsellik kazanmıştır (Eller ve diğ., 2021).

Karbondioksitle işlenmiş 3 farklı cinsten yapılan sedir yağları ahşabı en çok çürüten kahverengi ve beyaz çürükçül mantarlar üzerinde denenmiştir. Tüm yağlar mantarlara karşı etkiliyken Nutka Servisinden ¹⁵ (*Cupressus nootkatensis*) elde edilen yağ diğer ağaç türlerine göre en etkili olmuştur (Du ve diğ., 2009).

Benzer bir çalışmada Tumen ve diğ., (2013) 3 farklı ardıç ağacından elde edilen yağların çürükçül dayanımlarını incelemiştir. Hekzan, etanol ve metanol ile çözdürülen yağlar basınçlı fırınlarda ahşap numunelere empenye edilmiştir. Çürükçül mantarlara karşı en yüksek biyo-aktiviteye sahip Ashe ardıcı¹⁶ (*Juniperus Ashei*) olmuştur.

Gupta ve diğ., (2011) sedir yağı ve diğer 5 bitkisel yağ ile (nane, karanfil, limon otu, okaliptüs ve mısır anasonu) yaptıkları çalışmada %0.12-10 arasında yağlar eklenerek polipropilen glikolkom ile çözdürülmüştür. Termitlere karşı mücadelede ilk 30 dakikada %10 yağ içeren tüm kombinasyonlar termitlerin tamamını öldürmüştür. Daha kısa sürelerde ise nane yağının performansı termit öldürmede diğer yağlardan daha üstün bulunmuştur. Bunun olası sebebi nanenin içerisinde bulunan aktif bileşen mentoldür. En yavaş termit ölümü okaliptüs yağı ardından sedir yağı olmuştur. Mantar testinde ise saf çözücü kullanıldığında hiç yavaşlama olmazken %10-20 yağ konsantrisinde en iyi performansı karanfil yağı ardından mısır anasonu yağı ve limon otu yağı göstermiştir.

Sedir yağında doğrudan temas halinde deride ve gözde tahrişlerin oluştuğu rapor edilse de EPA, bu etkilerin insan sağlığı açısından göz ardı edilebileceğini vurgulamıştır. Sedir yağının ahşaba uygulanması sırasında oluşacak alerjik

¹⁵ Kuzey Amerika kıyılarında bulunan ağaç türü, Alaska Servisi

¹⁶ Kuraklığa dayanıklı ardıç cinsinin alt sınıfından ağaç

reaksiyonların engellenmesi için eldiven ve maskenin takılmasını önerilmiştir (Cedar Oil Industries, 2006; Baker ve diğ., 2018).

4.1.14 Neem Yağı

Neem ağacı (*Azadirachta indica*) genellikle Hint yarımadasında, İnanın güney adalarında ve Afrika'da yetişen bir ağaç türüdür. Meyveleri ve tohumları neem yağı kaynağıdır (Wikipedia,2021b). Neem yağı böcekleri doğrudan öldürme de beslenmelerini, büyümelerini ve çoğalmalarını engeller (Thlana ve diğ., 2012).

Ahşaba uygulanan neem yağının 12 gün içerisinde *S. Commune* mantarlarını tamamen inhibe ettiği gözlemlenmiştir (Islam ve diğ., 2009).

Çürükçül mantarlara ve termitlere karşı dayanıksız olarak bilinen kauçuk ağacıyla yapılan çalışmada, termitlere maruz bırakılan ahşap numuneler 6. ayın sonunda tamamen imha edilirken neem yağı ve bakırlanmış neem yağı örnekleri 9 ay boyunca bozulma belirtisi göstermemiştir (Venmalar ve Nagaveni, 2005).

Sıcak neem yağı ahşaba daldırma yöntemiyle uygulandığında termitlere karşı kontrol numunelerinden 8 kat daha fazla dayanım göstermiştir (Fatima ve diğ., 2021). Ayrıca neem yağının çeşitli çürükçül mantarlara ve küflere karşı dirençli olduğu belirtilmiştir (Rawat ve diğ., 2017; Hussaina ve diğ., 2013).

Neem, Karite (*shea butter*), maun ağaçlarının tohumları ahşap örneklerine uygulandıktan sonra termitlere maruz bırakılmıştır. Kontrol örneklerine tüm yağlar üstün başarı göstermiştir. Yağlar arasından en iyi performansı neem yağı vermiştir (Thlana ve diğ., 2012).

Farklı oranlarda ahşaba uygulanan neem, bezir, kürkas, okaliptüs, jojoba yağları etonolle çözdürüldükten sonra ahşaba uygulanmıştır. Yağlar %15 oranında uygulandığında termitlerin tamamının öldüğü gözlemlenirken en düşük kütle kaybı %15 konsantre ile bezir yağında (%3,1), ardından neem yağında (%3,8) görülmüştür (Fatima ve Morrell, 2015).

Adebawo, (2019) yaptığı çalışmada neem yağını ve çözücülerini karıştırarak farklı oranlarda (0-100 ml) ahşaplara empenye etmiştir. Kullanılan karışımlardan beyaz

çürükçül mantara (*Pleurotus ostreatus*) ve kahverengi çürükçül mantara (*Sclerotium rolfsii*) en dayanıklı oran 75 ml olmuştur. 16 hafta sonra işlenmiş ahşapta en az kütle kaybı sırasıyla 8,2 - 11,8 olurken bu oran kontrol örneklerinde 36,4 – 47,8 olmuştur.

Rawat ve diğ., (2017) yaptığı deneyde genel olarak %1 neem yağı içeren çözeltinin çürükçül mantarların büyümesinde keskin bir azalmanın görüldüğünü, %2 ve üstü oranlarda test edilen tüm çürükçül mantarların gelişiminin durduğu belirtilmiştir.

Neem yağı çözücülerle bakır-etanolamin çözeltisi Ayaous ağacı (*Triplochiton scleroxylon*) ve Mavi sakız ağacına (*Eucalyptus saligna*) empenye edilmiştir. Bakır-etanolamin ve neem yağı çözeltisi uygulanan ağaçlara uygun olmadığı ve kolayca yıkanabildiği bulunmuş buna rağmen Mavi sakız ağacında termitlere karşı korumanın geliştiği belirtilmiştir. Yıkanma olmadığı takdirde kontrol örnekleri tamamen tükenirken işlem görmüş ahşaplarda (%6,3-7,4) oranlarında kayıp görülmüştür (Tchebe ve diğ., 2020).

Cookson ve diğ., (2013) beyaz ispirotoyla % 0.01, 0.1, 1.0, 2.5 ve 5.0 oranlarında neem yağı eklenerek çözelti hazırlanmıştır. Ahşaplara uygulanan çözeltiler çürükçül mantarla koruma sağlayamamış, buna rağmen %1 konsantreyle empenye edilen ahşaplarda termit saldırısının azaldığı ve termitlerin biyoanalizler sonucu öldüğü görülmüştür. Neem yağının yeni formülasyonlarla denenmesi çevreye zararsız ahşap koruyucular için umut vadetmektedir.

Neem ağacı yağı toprakta kullanıldığı zaman akma yapabilmektedir. Bu durum termitlere ve mantarlara karşı koruyuculuğu azaltır (Machado ve diğ., 2013).

4.1.15 Susam Yağı

Neem yağının toprakta akmasını engellemek amacıyla Fatima ve diğ., (2021) yaptığı çalışmada kavak ağacına belli oranlarda susam yağı ve neem yağı uygulamıştır. 60 gün boyunca saha testinde termitlere maruz bırakıldıktan sonra ağırlık kayıpları gözlemlenmiştir. İşlem görmemiş ahşapta ağırlık kaybı minimum %80'ken 200 °C'de 6 saat boyunca susam yağıyla banyo yaptırılan ahşapta ağırlık kaybı %12,3 olmuştur. Isıl işleme uygulanan yağ karışımında %75 neem yağı ile %25 susam yağı toplamda

%5,90 kütle kaybı göstererek en yüksek performansı vermiştir. Tek başına uygulanan neem yağına kıyasla susam yağının kombinasyonu ahşabı termitlere karşı daha dayanıklı yapmıştır.

İskoç çamına uygulanan susam yağı 600 saatlik iklimlendirme kabininden sonra kanola yağına kıyasla daha yüksek basınç direnci göstermiştir (Özgenç ve diğ., 2013).

4.1.16 Ayçiçek Yağı

Gıda sektöründe sıkça kullanılan Ayçiçek yağı ülkemizde önemli bir tarım değerine sahiptir. Bitkisel yağların ahşap korumadaki yerini sağlamlaştırmak ve ahşapların su itici özelliklerini arttırmak adına ayçiçek yağıyla ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Tomak, (2011) yaptığı çalışmada 336 saat suda bekletilen kontrol sarıçam numunelerinde su alma oranı %146,24'ken ayçiçek yağıyla işlem görmüş örneklerde bu oran %17,395 olmuştur.

Gökmar ağacı örnekleri 160°C-220°C arası sıcaklıklarda ayçiçek yağı ısıtma işlemiyle uygulanmıştır. 2 saat suda bekletilen örneklerde kontrol örneklere kıyasla su alımında azalma görülürken en düşük su alımı 160°C görülmüş sıcaklık arttıkça yağ alımının azaldığı su alımının arttığı gözlemlenmiştir (Bal, 2016).

Bui ve diğ. (2017), ayçiçek ve keten tohumu yağıyla yaptığı deneyde bambu örneklerden bazıları farklı derecelerde kurutulmuş ve yağ banyosu yapılmış bazılarına da doğrudan sıcak yağ banyosu yapılmıştır. Bambu örnekler 10 hafta suda bekletildikten sonra su alımına bağlı olarak ağırlık artışları belirlenmiştir. En iyi performansı 180°C'de (1 ya da 2 saat) kurutulduktan sonra 20 °C ayçiçek yağı banyosunun yapıldığı kombinasyon vermiştir. Ayçiçek yağıyla uygulanan bu işlemde %10'luk basınç dayanım artışı gerçekleşmiştir.

Ayçiçek yağıyla işlem görmüş keçiboynuzu ağacıyla kavak ağacı kısa süreli UV ışınlarına maruz bırakıldıktan sonra işlenmemiş ahşaba göre daha iyi performans göstermiştir (Nemeth ve diğ., 2016).

4.1.17 Kürkas (*Jatropha*) Yağı

Sıkça kullanılan kürkas ağacı (*Jatropha curcas*) dünya çapında genellikle jatropha olarak bilinmektedir. Ülkemizde ise Hint fıstığı ya da kürkas olarak bilinmektedir. Kürkas ağacının tohumları ve meyvesi yağlı bir yapıya sahip olduğundan¹⁷ biyoyakıt ve biyodizel olarak tercih edilir. Bunun yanı sıra kozmetikte, ağır metallerin atık sularından ayrıştırılmasında ve toprak erozyonunu durdurmak için kullanılmaktadır (Kheira ve Atta, 2009; Francis ve diğ., 2005; Hsu ve diğ., 2014; Abobatta, 2019).

Fatima ve Morrell, (2015) %10 ve %15 konsantrelerde kürkas yağı ve etonolle emprenye edilmiş ahşapların termit ölümleri 10. ve 14. günlerde %100 olduğu, toplam kütle kaybının sadece etonolle işlenmiş örneklerde %15,3'ken kürkas yağında bu oranın sırasıyla %4,5 ve %5 olduğu belirtilmiştir.

Ahmed ve diğ. (2020), yaptığı çalışmada kürkas, keten tohumu, okaliptüs, neem ve jojoba yağları etanol ile karıştırılarak %15'i basınçla ahşaplara emprenye edilmiştir. Termitlere maruz bırakılan emprenyeli ahşaplarda kontrol örneklerine kıyasla kütle kaybında önemli düşüşlerin olduğu belirtilmiştir. Okaliptüs yağı hariç diğer yağlarda termitlerin tamamı ölmüştür. Yapılan testlerde öz ve dirin odundaki minimum ağırlık kayıpları keten tohumu, kürkas ve ardından jojoba yağında görülmüştür.

Kürkas yağıyla yapılan 60 günlük termit çalışmasında işlem görmemiş ahşap numunelerde ağırlık kaybı %50,84 olurken bu oran %20 kürkas yağıyla emprenye edilmiş ahşaplarda %10,48'e düşmüştür (Singh ve Kumar, 2008).

Souza ve diğ., (2020) kürkas yağı tek başına yumuşak çürükçül mantara maruz bırakıldığında ağırlık kaybı %6,15'ken %3 oranında süblimleştirilmiş iyot eklendiğinde ile ağırlık kaybı %1,29'a düşmektedir.

¹⁷ Bir tohumunda %32-40 oranında yağ bulunmaktadır.

4.1.18 Tik Yağı

Tik ağacı yaprak, tohum ve ağaç kabuğu gibi parçalarının çok amaçlı kullanılmasıyla ve görselliğinin yanında dayanıklılığıyla da dünya çapında ün yapmıştır. Yüksek kaliteli kereste sunan tik ağacı termitlere karşı dirençli olup, mekanik ve fiziksel özellikleri birçok ağaçtan üstündür (Anonim, 1996; Maleskar, 1983). Tik ağacı meşeden daha dayanıklı olduğu ve az tanen içerdiği için genellikle güvertelerde ve gemi yapımında tercih edilmektedir (Bülbül ve Filik, 2019).

Ulusoy ve diğ. (2016) tik ve bezir yağını ahşap örneklerle emprenye ettikten sonra farklı süre zarflarında suyun içerisinde bekletmişlerdir. 6 saatlik suda bekletme sürecinde en az su alan ağaçlar tik yağıyla işlem görmüş olanlardır. Süre arttıkça bezir yağındaki performans tik yağını geçmiş fakat aralarındaki fark minimal kalmıştır.

Adegeye ve diğ., (2009) Farklı tür ağaçlara %8-4 oranlarında tik yağı ve farklı kimyasalları uyguladıktan sonra 12 hafta boyunca beyaz çürükçül mantarlara (*Pleurotus squarrosullus* ve *Lentinus subnundus*) maruz bırakılmıştır. Diğer kimyasallara kıyasla en iyi performansı %4 oranındaki tik yağı vermiştir. Özellikle mantarın verdiği hasarda oluşan kütle kaybında tik yağı önemli bir rol oynamıştır. İşlem gören ahşap örnekte kütle kaybı %20'den %4'e düşerken diğer ahşap cinsinde bu oran %15'den %5'e düşmüştür. Diğer bir benzer çalışmada ise tik ağacının talaşlarından elde edilen farklı özlerin kahverengi ve beyaz çürükçül mantarların gelişimini durdurduğu belirtilmiştir (Sumthong ve diğ., 2008).

Astiti ve Suprpta, (2012) ahşap malzemelerde oluşan çürükçül mantara (*Arthrimum Phaeospermum*) tik ağacı yapraklarının özütü %0.5-4 oranlarında uygulanmıştır. En az oran bile (%0.5) etkin bir sonuç göstererek çürükçül mantarın gelişmesini %81.4 engellemiştir. Tik ağacı özü ne kadar artarsa mantarlar üzerinde o kadar etkili olduğunu göstermiş, %4 oranındaki öz karışımında hiç mantar büyümesi görülmemiştir.

Söğütlü ve Sönmez, (2006) yaptığı çalışmada %5-%10'luk gomlak cilasası çözeltisi, tik yağı ve sıvı parafin sıvıları farklı ağaç türlerine sürülerek 72 saat boyunca UV

ışınlarına maruz bırakılmıştır. En az renk değişimi tik yağıyla işlem görmüş meşe ve akasya ağaçlarında görülmüştür.

4.1.19 Tung Yağı

Tung yağı tung ağacının fındıklarından elde edilir. Bu yağı Çin asırlardan beri kullanırken diğer ülkeler 19. Yüzyılın sonunda tanımıştır. Tung yağı bezir yağından pahalı olmasına rağmen yüksek hidrofobi özelliğinden dolayı boya, vernik ve kaplama endüstrisinde sıkça kullanılmaktadır (Hoadley, 2000).

1890 yılından itibaren Avrupa'da kaplamada kullanılan tung yağı 1924 yılında böcekler tarafından ciddi derece zarar gören ahşapların sağlamlaştırılmasında sıcak tung yağının kullanılması önerilmiştir (Schiessl,1989; Rathgen, 1924).

He ve diğ., (2019) ahşap kesitlere tung yağı empenye edildikten sonra ahşap örneklerin karakteristik özelliklerini incelemişlerdir. Teğetsel ve radyal kesitlerdeki şişme kat sayısı sırasıyla %30,8 ve %29,6 oranında azalmıştır. Tung yağı işleminden sonra nem emiliminde %51,53'lük bir azalma gözlemlenmiştir. Tung yağı uygulandığında ahşabın iç katmanında nem geçiş kanallarını tıkayan bir film oluşmuş ve ahşabın boyutsal kararlılığını iyileştirmiştir.

Peng ve diğ., (2021) yaptığı çalışmada bitkilerden elde edilen tanen asidini sarıçama empenye ettikten sonra basınçla tung yağına daldırılmıştır. Ayrıca tung yağı ve tanen asidi tek başına uygulanarak ahşabın yapısal özellikleri de incelenmiştir. İşlenmiş ahşap örnekler hızlandırılmış UV'ye ve kahverengi çürükçül mantarlara (*Gloeophyllum trabeum*) maruz bırakılmıştır. Tung yağı hava koşullarında çok iyi performans göstererek UV, su ve biyolojik deformasyon için koruyucu bir bariyer oluşturmuştur. Tanen asidiyse UV'yi emerek renk bozulmasına yol açmıştır. Sarıçam örneklerinde en iyi dayanıklılığı tanen asidi ve tung yağı birleşimindeki işlem vermiştir.

Ahşap örneklere uygulanan bezir ve tung yağı kahverengi ve beyaz çürükçül mantarlara karşı etkili bulunmuş; ancak, tung yağı hem mantar saldırısı hem de kazandırdığı hidrofobiklik açısından daha başarılı bulunmuştur. Su alımına karşı

koruma sadece kısa süreli olmayıp orta ve uzun vadede etkin bir koruma sağlamıştır (Humar & Lesar, 2013).

4.1.20 Tütün

Tütün bitkisinin yaprakları hasat edildikten sonra sapları toprağa karışır ya da yakılır. Atık tütün sapı selüloz, hemiselüloz ve ligninden oluşan bir biyokütledir. Ancak tütün sapı atık durumda olduğunda içeriğindeki nikotin kirlilik sorunlarına yol açmaktadır (Shakhes ve diğ., 2011; Schmeltz, 1971). Atık tütün sapları mobilya, sunta, yonga levha, kapı kaplamaları ve enerji kaynağı olarak kullanılabilir (Acda ve Cabangon, 2013).

Tütünün biyolojik dayanımını test etmek amacıyla Acda ve Cabangon, (2013) yaptığı çalışmada ahşap parçaları atık tütün saplarıyla birleştirilerek elde ettikleri yonga levhalar termitlere maruz bırakılmıştır. Yonga levhadaki tütün saplarının miktarı %25 den %100'e çıkarıldığında termitler ölümleri %16'dan %100'e çıkmıştır. Ayrıca yeraltı termitlerine karşı mücadelede bu oranın en az %50 olması gerektiği belirtilmiştir. Fakat yonga levhanın diğer ahşap malzemeye göre su emilimi artmış, mukavemeti azalmıştır. Buna rağmen sunta mukavemetinde belirtilen standartların üzerinde mukavemet sergilemiştir.

Ayrıca Booker ve diğ., (2010) tütün yağının pirolizi sonucu bazı bakteri ve mikroorganizmaların gelişmesini engellediği belirtilmiştir. Ahşaba zarar veren biyotik ve abiyotik faktörler üzerinde de tütün yağının ve bileşiklerinin detaylı araştırılması gereken önü açık bir konudur.

4.1.21 Tanen ve Reçineler

Tanen ve reçineler bakteri, mantar ve böceklere karşı korunmak için bitkiler tarafından üretilen doğal bileşimdir. Tanenler kökten yaprak, tohum ve ağaç kabuklarına kadar neredeyse bitkinin her yerinde bulunmaktadır (Pizzi, 2019). Ayrıca ahşap korumadaki çevreye duyarlı, sürdürülebilir malzeme arayışı biyo yağların kullanılması ön plana çıkarmıştır. Biyo yağlar tanenler gibi biyolojik atıklardan elde edilmektedir. Biyo kütleden oluşan yağların birçok ismi bulunmaktadır. Bunlar;

piroliz yağı, biyo-yağ, piroliz sıvısı, biyo-ham yağ, biyo-akaryakıt, odun sıvısı ve odun yağı gibi farklı isimler bulunmaktadır (Temiz ve diğ., 2010; Kartal ve diğ.,2011b; Singh ve Singh, 2012; Okutucu ve diğ., 2011).

Kreozotun içerdiği zehirli PAH moleküllerini biyo yağlar içermez bundan dolayı çevreye daha az zararlı bir yapıdır ve fenolik bileşikler içerir (Okutucu ve diğ., 2011).

Anttila ve diğ., (2013) yaptığı çalışmada Norveç ladinin ve İskoç çamının kozalak ve kabuklarından elde edilen tanen çözeltiler kahverengi, beyaz ve yumuşak çürükçül mantarlar üzerinde denenmiştir. Kozalak tanenleri mantar büyümesini engellemede kabuk tanenlerine göre daha etkili bulunmuştur. Ancak tanenler diğer mantar türlerine kıyasla kahverengi çürükçül mantarlarda daha etkili olmuştur.

Tomak ve Gonultas, (2018) palamut, kestane, filkulağı ve meşe tanenlerini kullanarak sarıçam ahşap numunelere emprenye etmişlerdir. Tanenler kahverengi çürükçül mantarların gelişmesini engellerken beyaz çürükçül mantarlara karşı etkili olmamıştır. En yüksek mantar önleyici aktivite palamut ve kestane tanenlerinde gözükmesine rağmen ahşabın yıkanması tanenlerin performansını önemli ölçüde düşürdüğü belirtilmiştir.

Yamaguchi ve Okuda, (1998) ahşap örneklere mimoza tanenleriyle bakır-amonyak karışımı uygulamışlardır. İşlem gören ahşaplarda sızıntının oluşmasına ve mantar çürümesine karşı performansın arttığı gözlemlenmiştir.

Okut ve Altınok, (2020) fazla miktarda tanen içeren ceviz kabuğu ve yapraklarını çözeltiye ekleyerek fırçayla sürme ve daldırma yöntemiyle 3 farklı ahşap türüne uygulamıştır. 1 yıl doğal toprak altı yaşlandırma testine tabii tutulan sarıçam ve kestane örnekleri meşeden daha iyi performans göstermiştir. Bunun olası sebebinin meşe hücrelerine daha az çözeltilerin nüfus etmesidir. İşlemden sonra ahşap numunelerde sertlik azalsa da en yüksek sertlik oranı 8 saatlik daldırma işleminden sonra kaydedilmiş ve bu oran işlem görmemiş ahşap örneklerine çok yakın hesaplanmıştır. Sonuç olarak doğal ceviz tanenlerinin ahşabı çürümeden korunduğu görülmüştür.

CCA ve bakır kullanımını azaltmak adına Mohan ve diğ. (2008) çam, meşe ağaç parçalarını ve ağaç kabuklarını farklı sıcaklıklarda piroliz ederek ahşaplara emprenye etmişlerdir. Elde edilen piroliz sıvılarının mantarlara karşı etkili olduğu belirtilmiştir. Yıkama sonrası biyo yağların sızıntısı engellendiği takdirde etkili bir mantar koruma için %20 oranında biyo yağ kullanımına ihtiyaç duyulacağı belirtilmiştir.

Balsam köknarı (*Abies balsamea*-%70), ak ladin (*Picea glauca*-%28) ve karaçam (*Larix laricina*-%2) kabuklarından piroliz sıvısı elde edilmiştir. Elde edildikten piroliz sıvısı kimyasallarla karıştırıldığında mantara karşı etkili olmuş bakır ilave edildiğinde ise performansı artmıştır (Mourant ve diğ., 2005).

İlk olarak 1924 yılında böcekler tarafından ciddi şekilde hasar gören ahşap nesnelere, ksilen ile %25 ve %40 oranlarında reçinelerle birleştirilerek ahşap yüzeyde su iticilik elde edilmiştir (Rathgen, 1924).

1950'li yıllardan beri ahşap üzerinde farklı formülasyonlarla alkol-eter-reçine yöntemi denenmektedir. Reçine kurutulmuş ahşaba uygulandığında çok kararlı ve su iticidir. Şeffaf olduğu için bazı bitkisel yağların aksine ahşabın doğal rengini korur. Alkol-eter-reçine karışımı tehit sınıfı yüksek yerlerde kullanıma uygundur. Tüm bunların yanında patlama ve yangın riski oldukça yüksektir.

4.1.22 Bitki Özleri (Uçucu Yağlar)

Bitki özleri diğer bilinen adıyla uçucu yağlar, farklı çözücüler kullanılarak damıtma, mekanik ekspresyon veya ekstraksiyon¹⁸ yoluyla bitkilerden elde edilen yağlardır (Masango, 2005). Bitkilerin yan ürünü olan ham özütü ve uçucu yağları fungistik özellik gösteren maddeler içermektedir (Venturoso ve diğ., 2011). Bitkilerin özünü kolay elde edilir. Özlerin kullanılması hem ekonomik hem de çevreye diğer kimyasallardan daha az zararlıdır.

¹⁸ Bir karışımdaki maddeleri başka çözücüler yardımıyla ayırmak

Voda ve diğ., (2003) seyreltme yöntemiyle kullanılan anason, fesleğen, kimyon, keklik otu ve kekik yağlarının kahverengi çürükçül mantarına (*Coniophora Puteana*) ve beyaz çürükçül mantarına (*Trametes Versicolor*) karşı yüksek mantar direncine sahip olduğu belirtilmiştir. Benzer bir çalışmada Chittenden ve Singh, (2011) %0,5 konsantrasyonda tarçın ve sardunya yağlarının birçok kahverengi çürükçül ve küf mantarlarına karşı etkili olduğunu bildirilmiştir.

Reinprecht ve diğ., (2019) tarafından fesleğen, tarçın, karanfil, keklik otu ve kekik yağlarının beyaz ve kahverengi çürükçül mantarlara karşı etkinliği deneysel olarak doğrulanmıştır. Bu yağlardan en üstün performansı fesleğen yağı gösterirken en düşük dayanıma sahip olan yağ karanfil yağı olarak kaydedilmiştir.

Panek ve diğ., (2014) huş ağacı, karanfil, lavanta, kekik, eğir otu, adaçayı, çay ağacı, kekik, geyik otu ve okaliptüs yağlarıyla hazırladıkları %10'luk çözeltileri kayın ağacına uygulamışlardır. Ahşaba zarar veren küf ve çürükçül mantara (*Coniophora puteana*) karşı en etkili yağlar keklik otu, kekik, eğir otu ve karanfil yağları olurken en az performansı geyik otu ve huş ağacı yağı vermiştir. Ayrıca kekik, huş ağacı gibi yağların sarımtırak olmasından dolayı kayın ağacının renginde değişimler olsa da yaşlandırma kabininde rengini korumuştur.

Kartal ve diğ., (2006) yaptığı çalışmada ahşap örneklere Çin tarçını yağı ve odun katranı içeren çözeltilerle muamele edilmiştir. Tarçın yağıyla işlem yapılan ahşap örneklerde çürükçül mantarların yol açtığı kütle kaybı %0,7-3,6 olmuştur. Test edilen tüm çözeltiler hava koşullarına maruz bırakıldıktan sonra bile yeraltı termitlerine karşı etkili olmuştur.

Yang ve Clausen, (2007) yaptığı çalışmada mısır anasonu, dereotu, sardunya, limon otu, biberiye, çay ağacı ve kekik yağları sarıçam numunelerine ya daldırılarak ya da yağların buharı kullanılarak uygulanmıştır. Kekik ve sardunya yağı daldırma yöntemiyle, dereotu yağı ise buhar yöntemiyle uygulandığında test edilen tüm mantar türlerinde en az 20 hafta boyunca büyüme gözlenmemiştir.

Tayvan su sedirinin yapraklarından elde edilen esans yağı çürükçül mantarlara karşı etkili olarak kaydedilmiştir. Ayrıca 14. günün sonunda termitlerin tamamında ölüm gerçekleşmiştir (Cheng ve diğ., 2004).

Çay ve kahve dünya çapında yüksek bir tüketime sahip bitkisel mahsullerdir. İçerdiği kafeinden dolayı ahşabı biyolojik etkenlerden korumak amacıyla yapılan çalışmalarda önemli bir yer edinmiştir (Broda, 2020).

Arora ve Ohlan, (1997) yeşil çay özleri beyaz, kahverengi ve yumuşak çürükçül mantarlara karşı genellikle kahve ve siyah çay özlerinden daha etkili olduğu belirtilmiştir.

Lopez ve diğ. (2020) yaptığı çalışmada endüstriyel kahve kavurma sürecinde ortaya çıkan ve atık ürün olan kahve çekirdeği zarının potansiyel ahşap koruyuculuğu incelenmiştir. Kabuğun içerisindeki kafein sayesinde ahşaba zararlı bazı mantarları kısmen engellediği tespit edilmiştir. Her ne kadar %100 mantar gelişimi engellenmese de kahve kabuğu çevreye bakır içerikli birçok kimyasaldan daha az zararlıdır. Kahve kabuğunun geliştirilen formüllere hammadde olarak eklenmesi umut verici olmaktadır.

Sarıçam örneklerine uygulanan saf kafein çözeltileri ahşapta oluşan küf, beyaz ve kahverengi çürükçül mantarları engellemiştir. Fakat ahşapta kolayca yıkanabilen kafein farklı kimyasallarla kullanılarak ahşaptan yıkanma önlenabilir (Sip ve diğ., 2018)

Goktas ve diğ. (2007) zakkum yaprak ve çiçeklerinden hazırlanan zehirli zakkum özleri %96 etil alkolle hazırlandıktan sonra kayın ve sarıçam ağaç örneklerine empenye edilmiştir. 3 ay beyaz (*Trametes Versicolor*) ve kahverengi (*Postia Placenta*) çürükçül mantarlara maruz bırakıldıktan sonra kütle kayıplarında önemli düşüşler görülmüştür. Beyaz çürükçül mantar için en iyi koruyucu değer %3 konsantride zakkum özü olurken kahverengi çürükçül mantar için bu oran %0,25 olmuştur.

Özen, (2005) zehirli bitkilerden keklik çiğdemi ve dağ sümbülü özlerini sarıçam ve kayın ağaçlarına empenye etmiş ardından çürükçül mantarlara karşı

koruyuculuğunu incelemiştir. Test edilen kahverengi çürükçül mantara en etkili keklik çiğdemi özleri olurken beyaz çürükçül mantara en etkili dağ sümbülü özü olmuştur.

Hintyağı bitkisinden elde edilen yağlar %10-15-20 oranlarında metanol ile karıştırılan çözeltiler farklı metotlarla ahşap numunelere uygulanmıştır. En iyi termit direncini vakum ile emprenye edilen %20 oranında çözelti örnekleri vermiştir (Ahmed ve diğ., 2014).

Sitronella yağı¹⁹ (Citronella) ısıyla kürlendikten sonra kauçuk ağacına uygulanmıştır. %50 konsantre örneklerinde 30°C'den 90°C'ye kadar minimum 90 gün spor oluşumu gözlenmemiştir. Bunun olası sebebinin sintronella yağının içerisinde bulunan bileşenlerinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Jantamas ve diğ., 2016).

4.1.23 Atık Yağların Ahşap Koruyuculuğu

Fındık, soya, mısır, ayçiçek, kanola ve atık yağlarla yapılan çalışmada 336 saat suda bekletilen sarıçam örneklerinde su iticiliği ve su alma oranı açısından en yüksek performansı atık yağ vermiştir (Tomak, 2011).

Ladin kütükler öğütüldükten sonra 60 °C'deki atık bitkisel yağlar püskürtülmüştür. Ardından farklı basınç uygulayarak odun pelet²⁰ üretilmiştir. Fakat uygulanan yağların odun peletinde mukavemeti düşürdüğü gözlemlenmiştir (Misljenovi ve diğ., 2014). Büyük ölçekte düşünüldüğünde pres yöntemiyle elde edilen sunta ve benzeri gibi mobilya ve kaplama malzemeler atık yağ ile korunmak istendiğinde malzemenin mukavemeti üzerinde azaltıcı etkisinin olup olmadığı araştırılmalıdır.

Ahşap-çimento kompozitin su almasını engellemek amacıyla yapılan çalışmada atık yağı ve bezir yağı farklı örneklerle uygulanmıştır. Uygulanan atık yağı bezir yağından daha iyi boyutsal kararlılık göstermiştir. Ayrıca atık yağın uygulandığı ahşap talaşlarda önemli ölçüde su iticilik görülmüştür (Ledhem ve diğ., 2000).

¹⁹ Limon otunun farklı türlerinden elde edilen uçucu yağ

²⁰ Talaş, ağaç dalları ve kabukları gibi orman atıklarından elde edilen ürün

4.2 Bitkisel Yağ ve Bor Karışımı

Kayına emprenye edilen %5 borik asit + yağ çalışmasında su alma oranının en iyi performansı ayçiçek ve atık yağ göstermiştir. Bunun olası sebebi yağlarda bulunan iyot sayısına ve kuruma özelliğine bağlı olabileceği vurgulanmıştır (Tomak, 2011).

Patil ve diğ., (2018) yaptığı çalışmada epoksitlenmiş keten tohumu yağı, sentezlenmiş bor, fenilboronik asit ve glisidil metakrilatın karışımıyla elde edilen oligomer yapı üstün yapıştırma özelliği olan alifatik üretan akrilat (PUA) ile %10 ile %40 oranında karıştırılmıştır. Hazırlanan oligomerin UV-kürleme tekniği ile çapraz bağları sertleştirilmiştir. Daha sonrasında ahşap yüzeye uygulanan bu kaplamaların alev geciktirici özelliği incelenmiştir. Hazırlanan oligomerin PUA ile yaptığı karışımda oligomerin oranı arttıkça yangın ve sertlik direncinin arttığı, parlaklığının ise azaldığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak bor ve keten tohumu yağından sentezlenen çevreye zararsız, alev geciktirici kaplamalar üretilmiştir.

Temiz ve diğ., (2006) bezir yağını ve borik asiti ahşaba emprenye ederek boyutsal stabilizesini ve hidrofobik özelliğini test etmişlerdir. Yapılan testte işlenmiş ahşaplar 264 saat suda bekletildikten sonra ahşapta su alma oranının %87 düştüğü ve bezir yağının borik asitin akmasına engel olduğu gözlemlenmiştir.

Kayına emprenye edilen %5 borik asit + yağ çalışmasında su alma oranının en iyi performansı ayçiçek ve atık yağ göstermiştir. Bunun olası sebebi yağlarda bulunan iyot sayısına ve kuruma özelliğine bağlı olabileceği vurgulanmıştır (Tomak, 2011).

Islam ve diğ., (2009) yaptığı çalışmada neem ağacı ekstresine borik asit ve bakır sülfat karıştırarak Mango ağacı numunelerine uygulamıştır. 72 saatlik neem ağacı uygulamasının ardından 12 hafta boyunca çürükçül mantarlara maruz bırakılmıştır. Sadece neem yağıyla uygulanan numunede ağırlık kaybı %5'ken borik asit ve bakır sülfat kombinasyonunda bu oran %3,3 olmuştur. İşlem görmemiş örneklerde ise bu oran %37 olmuştur. Bu işlemlerle ahşabın ömrü 6-7 kat artırılmıştır.

Thevenon ve diğ., (2009) ayçiçek yağıyla yapılan sıcak yağ deneyinde heksamin ve reçineyle birleştirdiği borik asidi ahşaba uygulamıştır. Ardından sıcak ayçiçek yağı

banyosu yaptıktan sonra mantara maruz bırakmışlardır. Sadece heksamineve reçineyle emprenye edilen ahşabın kütle kaybı yağla işlem görmüş ahşaplardan daha az olmuştur.

Meşe ve sumak ağacının yapraklarından elde edilen özler ahşapta yüksek tutunum sağlamış %1 borik asit veya boraks eklendiğinde ise tutunum seviyesi artmış ve ahşapta iyileşme gerçekleşmiştir. Bor seviyesi %3'e çıktığında tutunum azalmış biyolojik saldırılara dirençsiz halde gelmiştir. En iyi karışımın %1 bor karışımı olduğu bildirilmiştir (Sen ve diğ., 2009).

Thevenon ve diğ., (2009) mimoza tanenleriyle borik asit-heksamin karıştırılarak ahşaba emprenye edildiğinde beyaz çürükçül mantara karşı etkinlik artmıştır. Ayrıca bozun ahşaptan sızmasının azaldığı bildirilmiştir. Benzer bir çalışma Tondi ve diğ., (2012) tarafından borik asit ve mimoza tanenlerin ahşaba işlenmesiyle yapılmıştır. İşlem görmemiş ahşapta borun akma oranı %80'ken tanenler eklendiğinde bu oran %30'dan az olmuştur.

4.3 Bitkisel Yağların Ahşaba Uygulanış Yöntemi

Bitkisel yağlar ahşapta mukavemetin azalmasına neden olan oksitlenme sürecinin oluşmasını engeller (Dubey ve diğ., 2011). Ahşapta yüksek yağ alımı daha iyi mekanik özellik göstermesine yardımcı olmaktadır (M ve diğ., 2018). Yağ alımı ahşaba uygulanacak metotlara bağlı olarak değişmekte ve ahşap korumada büyük önem taşımaktadır. Bu metotlardan biri olan ısı modifikasyonu, ahşap korumada kimyasal işleme alternatif olarak sıkça tercih edilmektedir (Awoyemi ve diğ., 2009). Bitkisel yağlar ısı işlem için gereken sıcaklıktan daha yüksek kaynama noktasına sahiptir bu da ahşabın ısı işlemi için zemin hazırlar (Umar ve diğ., 2016). Ahşap malzeme yağla ısı işlem gördüğü zaman çatlama, eğrilme veya bükülme gibi olumsuz durumların önlenildiği belirtilmiştir. Ayrıca ahşap malzemedeki sıcak banyodan sonra soğutma uygulandığı takdirde daha fazla yağ alımı görülmüştür (Dubey ve diğ., 2010; Lee ve diğ., 2018).

Neem ve susam yağında sıcaklık, daldırma saati ve yağ oranı arttıkça termitlerin ahşapta oluşturduğu hasarın azaldığı görülmüştür. Neem yağı sıcak banyo yapmadan uygulandığında ahşapta kütle kaybı %38,8 olurken 6 saat 200 °C sıcak banyo yaptırıldığında bu oran yaklaşık %10'a kadar düşmüştür (Fatima ve diğ., 2021).

Lee ve diğ., (2018) yaptığı çalışmada oksijensiz ortamda ısı işlem ile ahşaba uyguladığı yağlar (bezir, soya ve ayçiçe yağı) ahşabın mukavemetini ve mantarlara karşı direncini arttırmıştır.

Teaca ve diğ., (2019) bir saat suda kaynatılarak elde edilen sedef bitki özleri farklı konsantrelerde hazırlandıktan sonra beyaz ve kahverengi çürükçül mantarlar üzerinde denenmiştir. Bu konsantrelerin, mantarların büyümesini azalttığı özellikle bitki özünün fazla olduğu konsantrelerde daha fungitoksik etki gösterdiği belirtilmiştir.

Awoyemi ve diğ., (2009) soya yağını 200 °C'de ponderosa çamına ve kara ladine 2 saat boyunca ısı işlem uygulamışlardır. Ardından 180 °C ve 135 °C'deki sıcak yağda soğutulmuştur. Uygulanan soğutma işlemi sonrası yağ alımının arttığı görülmüştür. 180°C'de yaklaşık olarak yağ alımı %30 olurken 135 °C'de bu oran dış yüzeylerde %80 iç bölgelerde ise %50 oranına kadar atmıştır.

Akasya ve kavak ağaçlarına 160°C ve 200°C'de bezir, ayçiçek ve kanola yağı ısı işlemle uygulanmıştır. Akasyada en iyi basınç direnci 160°C'de %5-15 artmış, kavakta ise en iyi basınç direncini zaman ve sıcaklıkla doğru orantılı olarak %15-25 artmıştır. Buna rağmen her iki ağaç türünde sıcaklık ve ısı işlem süresi arttığında yağ alımına bağlı olarak eğilme direncinde ciddi düşüş görülmüştür (Bak ve Nemeth, 2012).

Yağlarla uygulanan ısı işlem her ne kadar düşük toksin içeren çevreci bir tutum olsa da bazı olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. Bunlardan bazıları;

- Yağ ile işlem görmüş ahşap tek bir alev kaynağıyla test edildiğinde kolayca yanabilmektedir (Podgorski ve diğ., 2008).
- Isıl işlem görmüş ahşabın tutuşma süresi kısaldığı için yangına direnci daha düşüktür (Jana, 2014).

- Yağın cinsine göre zamanla ahşaptan sızma yapabilir ve istenmeyen kokulara yol açabilir (Lee ve diğ., 2018).
- Her ne kadar mantarlarda yağlı ısıt işlem etkili olsa da termitler üzerinde etkinliği azdır (Smith ve diğ., (2003).

Ahşaba uygulanan sıcak hava ve nitrojenle işlem gören diğer modifikasyon yöntemlerine kıyasla ısıt işlem, daha üstün boyutsal kararlılık sergilemiştir (Lee ve diğ., 2018). Ayrıca Rapp ve Sailer (2001), çam ve ladin örneklerinin sıcak havayla işlenen örneklerle kıyasla yağla ısıt işlem görmüş örneklerin akrilik su bazlı boya ile daha iyi boyanabilir olduğu bildirmiştir.

Ahşap korumada kullanılan bitkisel yağlar sıcak ya da basınçlı vakum yöntemiyle uygulandığında ahşaba daha iyi nüfus ettiği görülmektedir. Her ne kadar farklı yöntemlerle yağlar ahşaba iyi nüfus etse de sızma ve yanma gibi olumsuz özelliklerle karşılaşmıştır.

4.4 Yeni Nesil Koruyucuların Kullanım Yerleri ve Ömrü

Ahşaba uygulanan bitkisel yağların kullanım ömrü; yağların cinsine, ahşaba uygulanış biçimine, ağacın cinsine, yaşına, geçirgenlik özelliğine ve kesit şekline göre şekillenen performans doğrultusunda değişmektedir.

Yapılan bir saha denemesinde, ahşaba uygulanan farklı tall yağları, yer üstünde 9 sene boyunca toprakla temas halinde ise 10 sene boyunca maruz bırakılmıştır. Her ne kadar bakır ahşap koruyucular kadar iyi koruyamamış olsa da işlem görmemiş ahşap örneklerine göre çürümeyi engellemiştir. Tall yağının daha etkin olması için biyositlerle kullanması önerilir (Alfredsen ve Flaete, 2015; Sivrikaya ve Can, 2016).

Isıt işlem görmüş ahşaplar genellikle düşük mukavemet sergilemelerinden dolayı yapısal olmayan yerlerde kullanılmaları tavsiye edilmektedir. Özellikle ısıt işlemle ahşabın nem direnci ve boyutsal kararlılığı geliştiği için zemin ve dış mekan kaplamalarında, bahçe mobilyalarında ve çitlerde kullanılabilir. Ayrıca ısıt işlem görmüş ahşapların döşemelerde kullanıldığında üstün renk kararlılığı, çizilme

ve aşınma direnci sergilediği görülmüştür (Zivkovic ve diğ., 2008; Nejad ve diğ., 2013).

Ahşaba ısı ile işlemle bezir, soya ve ayçiçek yağı uygulayan çalışmada Lee ve diğ., (2018) farklı sıcaklıklarda oluşan ahşaptaki renk değişimi gösterilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3: Farklı sıcaklıklarda yağ ile işlem görmüş ahşapların renk değişimi

Şekil 4.3'de görüldüğü üzere sıcaklık arttıkça rengi koyulaşmaktadır. Bu da doğal koyu renk kaplamaları isteyen mobilya ve benzeri yerlerde kullanılmasına imkân vermektedir.

Yağla ısı ile işlem görmüş ahşabın 3-5 yıl açık havada kaldıktan sonra küf ve çürükçül mantarlara karşı üstün bir performans gösterdiği belirtilmiştir (Palanti ve diğ., 2011; Westin ve diğ., 2006). Hava şartlarına etkili olan yağ ile ısı ile işlem görmüş ahşapların her zaman kaplama gibi dış mekân kullanımı tavsiye edilir (Kesik ve diğ., 2017).

Dış kaplamalarda, bahçe mobilyalarında ve özellikle suyla temas edilen gemi ve güverte gibi yerlerde tik yağının ve tik ağacının kullanılması uygundur. Suya karşı dayanıklılığı arttırmak için bazı çözücülerle tik yağı karıştırılabilir (Tiryaki ve diğ., 2013).

Bitkisel yağlar ahşap malzemeye uygulandığında termal dayanıma karşı dayanıksız hale gelebilmektedirler. Bundan dolayı işlenmiş ahşabın yanıcılık açısından dayanımını arttırmak amacıyla Demir, (2018) bezir yağı, soya yağı, EBY ve ESY

ahşaba emprenye ettikten sonra yangına dayanıklı kil mineral olan montmorillonit %18 oranında ikinci emprenye yapılmıştır. Uygulanan kil mineralinin yangın sırasında bitkisel yağların ahşaptan sızmasını ve yangının büyümesinin engellediği belirtilmiştir.

Bitkisel yağlar işlenmemiş ahşaba göre yüksek su iticiliği göstermiş olsa da yağların epoksitlendilip emprenye edilmesi halinde ahşapta direnç kaybına neden olabilmektedir. Bunun nedeni ise epoksitlendirme sırasında kullanılan asetik asittir (K.Demirel, 2018). Bu sebeple mimaride taşıyıcı yük olarak kullanılan ve işleme tabi tutulacak ahşap malzemelerin epoksitlendirilmiş bitkisel yağlar yerine ham yağların yüzeysel uygulanması statik açıdan daha güvenli olabilir.

Sonuç olarak kullanılan yağların cinsine, performansına, renk stabilitesine ve mukavemet dirençlerine göre kullanım yerleri şekil almaktadır. Tall ve sedir yağı gibi yüksek dayanıklılık gösteren yağların dış alanlarda kullanımı, yüksek ağırlık artışına neden olan bitkisel yağların ise daha çok mobilya, iç kaplama gibi alanlarda kullanımı uygun olmaktadır.



5. SONUÇ

Tarih öncesi çağlardan bu yana kullanılan ahşap malzeme birçok alanda kullanılmakta ve tercih edilmektedir. Ahşap diğer malzemelerle kolayca işlenebildiği için özellikle gemi ve yapılarda kullanılmaktadır. Diğer yapı malzemelerine kıyasla gömülü enerjisinin az olması ahşabı daha çevreci bir yapı elemanı yapsa da ahşap korunmadığı takdirde açık hava şartlarından etkilenmekte, nem almakta ve biyolojik saldırılara maruz kalmaktadır. Ahşap malzemeler iyi muhafaza edildiğinde ve dayanıklı ağaç cinsi seçildiğinde uzun bir kullanım ömrü sunmaktadır. Günümüze sağlam ulaşmış ahşap yapılara en güzel örnek; dünyanın en eski tapınağı olarak kabul edilen Horyuji tapınağı yaklaşık 1415 yıldır hizmet vermektedir. Ülkemizde ise Safranbolu evleri ve Selçuklu Döneminden kalan camiler günümüze kadar ulaşan ahşap yapı örneklerindedir. Geçmiş dönemde ahşap koruma yöntemlerine bakıldığında ise kurutma, kömürleştirme ve çeşitli yağların uygulandığı kaydedilmiştir. Ahşabın ömrünü uzatmak için Çinliler deniz suyunu, Yunanlılar sedir ve zeytinyağını, Vikingler hayvansal yağları, Osmanlı ve diğer medeniyetler ise keten tohumu yağı gibi bitkisel yağları kullanmışlardır. Her ne kadar geleneksel koruma yöntemleri su almaya ve biyolojik saldırılara karşı etkili olsa da uzun süreli tam korunma sağlanamamış, akma ve yanma gibi olumsuz örneklerle karşılaşmıştır.

Teknolojinin gelişmesiyle ahşap korumada birçok kreozot ve arsenik gibi üstün zehirliliğe sahip ağır kimyasallar denenmiş ve başarılı olunmuştur. Telefon direkleri gibi yaygın kullanılan ahşap malzemeler, kreozot ve arsenik içeren CCA kimyasallarıyla işlem görmüş ve tüm dünya genelinde kullanılmıştır. Her ne kadar iyi bir koruma performansı sağlansa da bu ağır kimyasalların çevreye ciddi derece zararları olduğu anlaşılmıştır. CCA kullanılan ahşap direklerin 250 insanı öldürecek zehirlilikte olduğu, direktten sızan arsenik tuzlarını büyükbaş hayvanlarının yalaması sonucu kilometrelerce alanda telef olmuş hayvan sürüsünün olduğu, oyun park

alanlarında kullanılan ise CCA'lı ahşapların çocukları ileriki dönemlerde kanser yapma olasılığını arttırdığı kayıtlara geçmiştir.

Atık işlenmiş ahşaplar bertaraf edilirken ağır kimyasallar ciddi oranlarda hava kirliliği yaratmakta, depolandığında ise yağmurlarla birlikte birçok ülkenin içme kaynağı olan yeraltı sularına karışarak kirletmektedir. Farklı malzemelerle işlenmiş ahşap birleştirilerek çevreci bir tutum sergilenebilir. Çimento-emprenyeli ahşap kompozitlerde diğer emprenyesiz ahşap kompozitlere göre daha üstün şok direnci ve elastike göstermiştir. Birçok ülkede CCA emprenye maddesinin kullanılması yasaklanırken bazı ülkelerde kullanımlara devam edilmektedir. CCA uzun yıllar hizmet ömrü sunsa da hem insanlara hem de hedefte olmayan canlılara oldukça zararlıdır. Bu nedenle ekosistemi ve insan sağlığını korumak adına mümkün olduğunca kimyasalları azaltılıp alternatif çevreye ve insanlara zararsız, ekolojik koruyucular aranmalıdır. Bu bağlamda alternatif bir koruyucu olarak bitkisel yağlar önem kazanmıştır.

Tez çalışması kapsamında ahşap koruyucu olarak kullanılan kimyasalların çevresel zararlarından dolayı kullanımından vaz geçilmesinin gerektiği ayrıca bitkisel yağların da etkin bir şekilde ahşap koruma sektöründe kullanılabileceği vurgusu amaçlanmıştır.

Yapılan araştırmalar sonucunda bitkisel yağların ahşaba hidrofobik özellik sağlayarak biyolojik etkenlerden koruduğu fakat termal dayanımı düşürdüğü gözlemlenmiştir. Termal dayanımı arttırmak için bor gibi yangına dayanıklı maddelerle birlikte bitkisel yağların ahşaba uygulanması termal direnci arttırmıştır. Sadece bor ile emprenye edilen ahşap örneklerde bor + yağ karışımına kıyasla daha erken bozulduğu belirtilmiştir. Borun akması gibi problemler ise bitkisel yağlarla birlikte emprenye edildiğinde ciddi oranda azalmıştır. Bu bağlamda hem yıkanma sonrası oluşan sızıntılar bitkisel yağlarla azaltılmış hem de yıkandığı takdirde çevreye toksin salmayacak alternatif bir ahşap koruyucu olmuştur. Ayrıca bitkisel yağların emprenye edilmesi, bazı böcek saldırılarına karşı yeterli olmamaktadır. Bundan dolayı daha etkin bir korunma için bitkisel yağların bor gibi doğaya zararsız

bileşimlerle karıştırılarak ahşaba uygulanması böcekler ve diğer zararlı canlılar için daha etkili olduğu görülmüştür. Bu çalışmaların çoğaltılması ahşap koruma sektöründe uygulanan kimyasalların zararlarını azaltacaktır. Çevresel atığın fazlaşması dünya çapında oldukça artsa da en azından ahşap korumadan dolayı kirliliğe yol açan çevresel faktörlerin bitkisel yağ kullanarak minimum düzeye indirilmesi sağlanmış olacaktır.

Isıl işlemle uygulanan bezir, kanola ve ayçiçek yağları basınç ve eğilme direnci açısından kıyaslandığında yağlar arasında önemsiz bir fark bulunmuştur (Bak ve Nemeth, 2012). Özellikle açık alana maruz bırakılacak ve taşıyıcı olarak kullanılmayacak ahşap malzemelerde yağların basınç ve eğilme dirençlerinden ziyade biyolojik saldırı, termal ve su dayanımı gibi özellikler kıyaslanarak yağlar seçilmelidir.

Bitkisel yağ seçimi önemli olduğu kadar ahşap depolama yerleri, cinsleri ve kesim zamanları biyotik faktörlerden korunmak için önem arz etmektedir. Hatta Napolyon 1810 yılında savaş gemilerinin kışın kesilen kerestelerden yapılmasını talep etmiş, biyolojik saldırıyı en aza indirmek için kabuk soyma ve dikkatli depolama gibi önerilerde aktarılmıştır (Unger ve diğ., 2001). Fakat günümüzde bu unsurlara yeterince önem verilmemekte biyotik faktörlere zemin hazırlamaktadır.

Bitkisel yağlar bazı çevreci kimyasallar ve doğal minerallerle karıştırılarak tehlike sınıfı yüksek yerlerde kullanım imkânı sunmaktadır. Sadece bitkisel yağlar ahşaba uygulandığında ise özellikle insanların temas ettiği masa, sandalye, iç ve duvar kaplamalarında mümkün olduğunca tercih edilmelidir. Sadece kurutularak kullanılan ahşap malzemedен ziyade bitkisel yağların basınçlı vakumlarla ya da sıcak yağ metoduyla uygulanarak kullanılması ahşabın hem hidrofobikliğini arttırarak böcek ve mantarlardan koruyacak hem de ömrünü uzatacaktır.

Yapılan araştırmalar sonucunda oluşturulan Çizelge 5.1’de ahşapta kullanılan bazı bitkisel yağların etkinliği, dezavantajları ve erişebilirliği listelenmiştir.

Çizelge 5.1: Bitkisel yağların ahşap koruyucu olarak değerlendirilmesi

Bitkisel Yağlar	Etkinliği	Bulunabilirliği & Menşei	Dezavantajları & Olası Yan Etkileri
Bezir yağı EBY	<ul style="list-style-type: none"> • Çürükçül mantara karşı: %3 ağırlık kaybı • Tik ve Hint gül ağacında iki yıl boyunca termitlere karşı dayanıklılık • Yüksek su iticilik • 100 saatlik iklimlendirme kabini: Daha iyi renk stabilitesi • Biyo-kaplama oluşumu • EBY, BY'ye göre daha fazla su iticilik göstermesi • %20 biyo yağına EBY eklendiğinde su alımının yaklaşık yarıya düşmesi 	<ul style="list-style-type: none"> • Kanada • Çin • Hindistan • Rusya • Polonya • Türkiye: İç Anadolu, Karadeniz, Güney Doğu 	<ul style="list-style-type: none"> • Ahşap ağırlığını arttırır. • Ahşapta EBY, BY'ye göre daha fazla direnç kaybına neden olmaktadır.
Tall yağı	<ul style="list-style-type: none"> • Ahşap 5 yıl boyunca toprakta bozulmamıştır. • İki türevi CCA kadar iyi performans göstermiştir. • Demir oksit ilavesi ağırlık artışını azaltmış • Çürükçül mantarlar üzerinde etkili • Demir oksit+tall yağı açık hava şartlarına etkili 	<ul style="list-style-type: none"> • ABD • Kağıt üretimi sırasında çıkan yan ürün 	<ul style="list-style-type: none"> • %15 tall yağı ile %26'lık ağırlık artışı
Soya yağı ESY	<ul style="list-style-type: none"> • Termal açıdan bezir yağından daha iyi performans • Ahşabın çatlaklarından sızan yağ sertleşir ve kendini onarır. • Uygulandığında %80 su iticilik • Kahverengi çürükçül mantarda %58 daha az kütle kaybı • UV'ye karşı dayanıklılık 	<ul style="list-style-type: none"> • Doğu Asya: Çin, Kore, Japonya • ABD • Brezilya • Arjantin • Türkiye; Adana, Osmaniye 	<ul style="list-style-type: none"> • Ham halinin ahşaptan sızması

Çizelge 5.1 (devam): Bitkisel yağların ahşap koruyucu olarak değerlendirilmesi

Bitkisel Yağlar	Etkinliği	Bulunabilirliği &Menşei	Dezavantajları& Olası Yan Etkileri
Palm yağı	<ul style="list-style-type: none">Ahşaba uygulanan meyve kabuğu pirolizinde 50. Gün %100 termit ölümü220 °C'de 90 dk işlem gören bambu 6 aylık saha testinde %4.81'lik ağırlık kaybıUV koruyucu	<ul style="list-style-type: none">EndonezyaMalezyaAfrika Ülkeleri	<ul style="list-style-type: none">Fazla talep doğrultusunda yağmur ormanları katledilerek yerine palm ağacının dikilmesi
Kenevir yağı	<ul style="list-style-type: none">Mantara karşı etkinlikKahverengi çürükçül mantar cinslerinde huş ve ladin ağacına kıyasla en iyi performans	<ul style="list-style-type: none">ÇinGüney AmerikaKanadaTürkiye	<ul style="list-style-type: none">Üretimi sınırlıBezir+kenevir yağı, sarıçamda %100, kayında %50 civarında ağırlık artışı
Hindistan cevizi yağı	<ul style="list-style-type: none">40 °C'de emprenye işlemi sonrası bezir yağı, tall yağı ve odun yağından daha iyi su iticilikMeyve kabuğu pirolizi basınçla emprenye edildiğinde termitlere karşı %3.3'lük kayıp (Kontrol: %100 kayıp)	<ul style="list-style-type: none">EndonezyaFilipinlerHindistan	<ul style="list-style-type: none">Maliyeti yüksek
Portakal yağı	<ul style="list-style-type: none">İki hafta sonrasında kontrol örneklerine kıyasla %7 hidrofobiklik artışıHeksan içerikli %0.2 ve %0.4 yağda %100 termit ölümü	<ul style="list-style-type: none">Akdeniz ülkeleriTürkiyePortekiz	<ul style="list-style-type: none">Bazı insanlarda alerjik durumlara neden olabilmektedir.Kısa süreli etki etmiştir.
Kanola yağı	<ul style="list-style-type: none">Su testinde iki hafta sonra %80 su iticilikBeyaz çürükçül mantara etkiliAhşapta nemi yarıya düşürerek termitte dayanıklılık göstermiş	<ul style="list-style-type: none">ÇinHindistanKanada	<ul style="list-style-type: none">İnsan ve hayvan sağlığına zararlı bazı asit ve bileşimler içermesi

Çizelge 5.1 (devam): Bitkisel yağların ahşap koruyucu olarak değerlendirilmesi

Bitkisel Yağlar	Etkinliği	Bulunabilirliği & Menşei	Dezavantajları & Olası Yan Etkileri
Fındık yağı	<ul style="list-style-type: none"> • %27 yağ konsantresi üstünde termit direnci • 336 saat suda bekleme sonrası su alma oranı %16.8'dir. (Kontrol örneği: % 146.2) • Kabuk pirolizi sonucu %20 termit ölümü, daha çok termit kovucu 	<ul style="list-style-type: none"> • Türkiye • ABD • Çin • Rusya • İran • Gürcistan 	<ul style="list-style-type: none"> • Maliyeti yüksek
Kaju fıstığı kabuğu	<ul style="list-style-type: none"> • Maliyeti düşük • Termit direnci görülmüş • Bazı bileşimlerle etkinliği arttırılmıştır. 	<ul style="list-style-type: none"> • Afrika • Brezilya • Hindistan 	<ul style="list-style-type: none"> • Termite karşı korumada yetersiz kalmış, uzun süre etkili olmamıştır.
Zeytinyağı	<ul style="list-style-type: none"> • UV koruyuculu olan biyo kaplama oluşumu • Aşılama tekniği ile uygulandığında kahverengi çürükçül mantar kayıpları yarıya düşmüştür. 	<ul style="list-style-type: none"> • İspanya • İtalya • Yunanistan • Türkiye • Tunus 	<ul style="list-style-type: none"> • Ham yağın maliyeti yüksek
Nar çekirdeği yağı	<ul style="list-style-type: none"> • Posalardan dahi üretildiği için uygun maliyet • 600 saatlik iklimlendirme kabini sonrası bezir yağından daha iyi bir UV koruma performansı, basınç dayanımında %0.6'lık düşüş (Kontrol örneğinde %3.8 düşüş). 	<ul style="list-style-type: none"> • Akdeniz ülkeleri • Türkiye • Azerbeycan • Hindistan 	<ul style="list-style-type: none"> • Herhangi bir olumsuz özelliği bulunmamıştır.
Sedir (Ardıç) yağı	<ul style="list-style-type: none"> • %100 yeraltı termit ölümü • Çürükçül mantarlara karşı etkili koruma 	<ul style="list-style-type: none"> • Akdeniz iklimi • Anadolu bölgesi 	<ul style="list-style-type: none"> • Alerjik durumlara yol açabilmektedir.
Tik yağı	<ul style="list-style-type: none"> • Üstün mantar engelleme • Yüksek su iticilik 	<ul style="list-style-type: none"> • Hindistan 	<ul style="list-style-type: none"> • Maliyeti yüksek

Çizelge 5.1 (devam): Bitkisel yağların ahşap koruyucu olarak değerlendirilmesi

Bitkisel Yağlar	Etkinliği	Bulunabilirliği &Menşei	Dezavantajları& Olası Yan Etkileri
Neem yağı	<ul style="list-style-type: none">• Termit ve mantarlara karşı etkili• Uzun dayanım süresi	<ul style="list-style-type: none">• Hindistan• İran• Afrika	<ul style="list-style-type: none">• Toprakta akma yapabilmekte bu da dayanım süresini düşürmektedir.
Kürkas yağı	<ul style="list-style-type: none">• 10-14. günde %100 termit ölümü• Mantar ağırlık kaybı %3, süblimleştirilmiş iyot eklendiğinde bu oran %1.2	<ul style="list-style-type: none">• Meksika• ABD	<ul style="list-style-type: none">• Zehirli bir bitki olduğu için yenildiğinde insan ve hayvanlar için ölümcül olabilmektedir.
Tung yağı	<ul style="list-style-type: none">• Yağ ile işlendiğinde nem alımında %51,5'lik bir azalma görülmüş• Hava koşullarına karşı üstün performans• Çürükçül mantarlara karşı bezir yağından daha etkin	<ul style="list-style-type: none">• Asya ülkeleri• Çin• Rodoslar	<ul style="list-style-type: none">• Nadiren alerjik reaksiyonlar gözlemlenebilir
Tanenler Bitki özleri Biyo yağlar	<ul style="list-style-type: none">• Ucuz maliyet• Mantarlara ve termitlere karşı etkili• Hifrofobik özellik	<ul style="list-style-type: none">• Bitkilerden üretilebilen özler Biyo yağ: <ul style="list-style-type: none">• ABD• Almanya	<ul style="list-style-type: none">• Bazı yağlar ahşaptan kolay sızabilmektedir.• Termal dayanım düşük

Birçok yağa göre üstün performans sağlayan bezir yağı, UV korumada nar çerkerdek yağını geçememiş, toprak altı kullanımlarında ise tall yağı üstün performans göstermiştir. Benzer bir şekilde sedir yağı termit ve çürükçül mantar ölümlerinde en etkin yağlardan biri olmuştur. Sedir yağıyla kıyaslandığında termit ölümleri en hızlı nane yağında, mantar ölümleri ise karanfil yağında olmuştur. Diğer bir yandan bitkisel yağlar her ne kadar çevreci bir tutum olsa da maliyeti arttırmaktadır. Bundan dolayı ham bitkisel yağ yerine tanenlerden elde edilmiş, modifiyeli ve atık yağların kullanılması yağların maliyetini düşürmesinde etkin rol oynamaktadır.

Bitkisel yağların çevreye zararsız maddelerle birleştirilmesi hem yanıcılığı azaltmış hem de ahşapta tutunumu arttırmıştır. Günümüzde kullanılan CCB'de (bakır-krom-bor) bakır yerine bitkisel yağlar ve borun kullanılması çevresel kirliliği azaltacak ve bakırın deniz canlılar üzerindeki etkileri ortadan kaldıracaktır.

Maliyeti düşürmek adına nar posalarının atıklarından yapılan nar çekirdek yağının günümüzde restorasyon alanlarında kullanılması geri dönüşüm açısından önemli bir kazanım olacaktır. Ayrıca çeşitli meyve ve yemiş kabuklarının, atık yağların, kâğıt hamuru üretiminde yan ürün olarak çıkan tall yağının, bitki özlerinin, zehirli bitkilerin tohumundan üretilen yağların ve dal gibi orman atıklarının pirolizi sonucu oluşan yağların ahşap korumada farklı bileşiklerle denenmesi hem maliyeti düşürecek hem de sürdürülebilir olacaktır. Etkinliği kanıtlanmış bitkisel yağlarla yapılan çalışmaların çoğaltılması ve farklı bileşimlerle denenerek etkinliğinin artırılması çevreci bir ahşap koruma için gelecek vadetmektedir.

KAYNAKÇA

- Aberle B, Koller M., (1968). Konservierung von Holzskulpturen. Probleme und Methoden. Institut für Österreichische Kunstforschung des Bundesdenkmalamtes, Wien (AATA 8-761)
- Abobatta, W. F. (2019). *Jatropha curcas*: an overview. *Journal of Advances in Agriculture*, 10(5), 1650–1656.
- Acar, D. (2015). 19. YÜZYILIN İKİNCİ YARISINDA İSTANBUL'DA AHŞAP YAPIM SİSTEMLERİNİN DEĞİŞİMİ: GELENEKSELİN RASYONELLEŞTİRİLMESİ. İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ.
- Acda, M. N., & Cabangon, R. J. (2013). Termite resistance and physico-mechanical properties of particleboard using waste tobacco stalk and wood particles. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 85, 354–358. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2013.08.019>
- Adebawo, F. G. (2019). FUNGAL RESISTANCE OF OBEICHE (*Triplochiton Scleroxylon* K. SCHUM) WOOD TREATED WITH NEEM (*Azadirachta indica*, A. JUSS) SEED OIL EXTRACT. *Journal of Research in Forestry, Wildlife & Environment*, 11(3), 90–96. <http://dx.doi.org/10.21688/1681->
- Adegeye, A. O., Ogunsanwo, O. Y., & Olajuyigbe, S. O. (2009). Antifungal Activities of Heart Wood Extract (HWE) of Teak *Tectona grandis* Against Two White Rots in Woods of *Gmelina arborea* and *Triplochiton scleroxylon*. *Academic Journal of Plant Sciences*, 2(4), 279–285. [https://www.idosi.org/ajps/ajps2\(4\).htm](https://www.idosi.org/ajps/ajps2(4).htm)
- Adams, RP, CA McDaniel, and FL Carter. (1988). "Termiticidal Activities in the Heartwood, Bark/sapwood and Leaves of *Juniperus* Species from the United States." *Biochemical Systematics and Ecology* 16 (5): 453–456.
- ADETOGUN, A. C., AINA, O. M., & OGUNSANWO, Y. . (2003). EVALUATION OF CASHEWNUT SHELL LIQUID (CNSL) AS WOOD PRESERVATIVE USING CRUSHING STRENGTH A.C. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 55–61.
- Ahmad, S., Ashraf, S. M., & Alam, M. (2006). Studies on melamine modified polyesteramide as anticorrosive coatings from linseed oil: A sustainable resource. *Journal of Macromolecular Science - Pure and Applied Chemistry*, 43(4–5), 773–783. <https://doi.org/10.1080/10601320600598886>
- Ahmed, S., Fatima, R., Nisar, M. S., & Hassan, B. (2014). Evaluation of castor bean oil on acacia nilotica as wood preservative against *odontotermes obesus* (ramb.)

- (termitidae: Isoptera). *International Wood Products Journal*, 5(1), 5–10.
<https://doi.org/10.1179/2042645313Y.0000000053>
- Ahmed, S., Fatima, R., & Hassan, B. (2020). *EVALUATION OF DIFFERENT PLANT DERIVED OILS AS WOOD PRESERVATIVES AGAINST SUBTERRANEAN TERMITE*.
- Akıncıtürk, N., Perker, S., 2003. 700 Yıllık Tarihi Cumalıkızık Yerleşimindeki Ahşap Yapılarda Yangın Yalıtımı, Yalıtım ve Enerji Yönetimi Kongresi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Yalıtım ve Enerji Yönetimi Kongresi, 21-22-23 Mart, s:151- 159, ISBN:975-395-591-X., MMO Yayın No: E/2003/316.
- Alen R., (2000). Basic chemistry of wood delignification. In: Stenius P (ed) Papermaking science and technology, Forest products chemistry, Book 3. Fapet Oy. Finland: 59104.
- Alfredsen G, Flæte PO, Temiz A, Eikenes M & Militz H., (2004). Screening of the efficacy of tall oils against wood decay fungi. The International Research Group on Wood Preservation. 35th Annual Meeting in Ljubljana, Slovenia, 6-10 June, 2004. Document No: IRG/WP 04-30354.
- Alfredsen, G.; Flaete, P., (2015). Tall oil - performance after a decade of field exposure. IRG/WP 15-30672, 46th IRG Annual Meeting, Viña del Mar, Chile.
- Anonim, (1996). The wealth of India, vol X. CSIR, New Delhi
- Anonim (2008), Origen biomedical, arsenic and cca pressure treated wood, 2525-hartford, Rd. Austin, Texas, USA
22(1), 109–120. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2020005000110>
- Anttila, A. K., Pirttilä, A. M., Häggman, H., Harju, A., Venäläinen, M., Haapala, A., Holmbom, B., & Julkunen-Tiitto, R. (2013). Condensed conifer tannins as antifungal agents in liquid culture. *Holzforschung*, 67(7), 825–832. <https://doi.org/10.1515/hf-2012-0154>
- Arora, D. S., & Ohlan, D. (1997). In vitro studies on antifungal activity of tea (*Camellia sinensis*) and coffee (*Coffea arabica*) against wood-rotting fungi. In *J. Basic Microbiol* (Vol. 37).
- Aslanapa, Oktay. (2007). “Türk Sanatı”, İstanbul, Remzi Kitabevi.
- Astiti, N. P. A., & Suprpta, D. N. (2012). Antifungal activity of teak (*Tectona grandis* L.f) leaf extract against *arthrinium phaeospermum* (Corda) m.b. ellis, the cause of wood decay on *albizia falcataria* (L.) fosberg. *Journal of the International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences*, 18(1), 62–69.
- Awoyemi, L., Cooper, P. A., & Ung, T. Y. (2009). In-treatment cooling during thermal modification of wood in soy oil medium: Soy oil uptake, wettability, water uptake and swelling properties. *European Journal of Wood and Wood Products*, 67(4), 465–470. <https://doi.org/10.1007/s00107-009-0346-9>

- Azam Ali, M., Ooi, T. L., Salmiah, A., Ishiaku, U. S., & Ishak, Z. A. M. (2001). New polyester acrylate resins from palm oil for wood coating application. *Journal of Applied Polymer Science*, 79(12), 2156–2163. [https://doi.org/10.1002/1097-4628\(20010321\)79:12<2156::AID-APP1023>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/1097-4628(20010321)79:12<2156::AID-APP1023>3.0.CO;2-K)
- Baar, J., Brabec, M., Slávik, R., & Čermák, P. (2020). Effect of hemp oil impregnation and thermal modification on European beech wood properties. *European Journal of Wood and Wood Products*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s00107-020-01615-9>
- Bak, M., & Nemeth, R. (2012). Modification of wood by oil heat treatment. *International Scientific Conference on Sustainable Development & Ecological Footprint, March, Hungary*.
- Baker, B. P., Grant, J. A., & Malakar-kuenen, R. (2018). Cedarwood Oil Profile. *New York State IPM Program*, 1–8.
- BAKIR, K. (2008). *TÜRKİYE EMPRENYE ENDÜSTRİSİ, MEVCUT DURUM, SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ*.
- BAL, B. C. (2016). Bitkisel Yağ ile Farklı Sıcaklıklarda Muamele Edilen Toros Göknarı Odununun Bazı Fiziksel Özellikleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2), 20. <https://doi.org/10.17780/ksujes.58765>
- Barbero-López, A., Chibily, S., Tomppo, L., Salami, A., Ancin-Murguzur, F. J., Venäläinen, M., Lappalainen, R., & Haapala, A. (2019). Pyrolysis distillates from tree bark and fibre hemp inhibit the growth of wood-decaying fungi. *Industrial Crops and Products*, 129(July 2018), 604–610. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.12.049>
- Barbero-López, A., Monzó-Beltrán, J., Virjamo, V., Akkanen, J., & Haapala, A. (2020). Revalorization of coffee silverskin as a potential feedstock for antifungal chemicals in wood preservation. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 152(January), 105011. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2020.105011>
- Bardakçı, M. (2011) Çeşitli bor minerallerinden hidrofobik çinko borat üretim yöntemlerinin geliştirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Baştürk, E., Inan, T., & Güngör, A. (2013). Flame retardant UV-curable acrylated epoxidized soybean oil based organic-inorganic hybrid coating. *Progress in Organic Coatings*, 76(6), 985–992. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2012.10.007>
- Bazyar, B., Parsapajouh, D. ve Khademiesalam, H., (2010). An Investigation on Some Physical Properties of Oil Heat Treated Poplar Wood, 41. IRG Annual Meeting, Biarritz, France, IRG-WP 10-40509
- Booker, C. J., Bedmutha, R., Vogel, T., Gloor, A., Xu, R., Ferrante, L., Yeung, K. K. C., Scott, I. M., Conn, K. L., Berruti, F., & Briens, C. (2010). Experimental investigations into the insecticidal, fungicidal, and bactericidal properties of

- pyrolysis bio-oil from tobacco leaves using a fluidized bed pilot plant. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 49(20), 10074–10079. <https://doi.org/10.1021/ie100329z>
- Bostan İ., ÖZBARAN S.,(2009) " Türk Denizcilik Tarihi " s.330
- Bozkurt, A., Y., Göker, Y. ve Erdin, N., 1993. Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 3779, Fakülte Yayın No: 425 İstanbul.
- Bozkurt, A., Y. ve Erdin, N., 2011. Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Yayını, No:5029, İstanbul. ISBN No: 978-975-404-900-9
- Broda, M. (2020). Natural Compounds for Wood Protection against Fungi — A Review. *Molecules Journal MDPI*, 25(3538), 1–24.
- Bryggen - UNESCO World Heritage Centre*. (n.d.). Retrieved June 8, 2021, from <https://whc.unesco.org/en/list/59/>
- Bui, Q. B., Grillet, A. C., & Tran, H. D. (2017). A bamboo treatment procedure: Effects on the durability and mechanical performance. *Sustainability (Switzerland)*, 9(9), 1–11. <https://doi.org/10.3390/su9091444>
- BÜLBÜL, Z., & FİLİK, N. (2019). Gemi Yapımında Kullanılan Ahşap Malzemelerde Oluşan Biyofilm Ve Fouling. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7(1), 1–6. <https://doi.org/10.21923/jesd.399223>
- Cartwright, M. (2017). *Horyuji - World History Encyclopedia*. <https://www.worldhistory.org/Horyuji/>
- Chang, C., & Lu, K. (2013). Progress in Organic Coatings Linseed-oil-based waterborne UV / air dual-cured wood coatings. *Progress in Organic Coatings*, 76(7–8), 1024–1031. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2013.02.020>
- Cheng, S.-S., Wu, C.-L., Chang, H.-T., Kao, Y.-T., & Chang, S.-T. (2004). ANTITERMITIC AND ANTIFUNGAL ACTIVITIES OF ESSENTIAL OIL OF *Calocedrus formosana* LEAF AND ITS COMPOSITION. In *Journal of Chemical Ecology* (Vol. 30, Issue 10).
- Carol A. Clausen, (2010). Wood Handbook, Wood as an Engineering Material. Chapter 14. Biodeterioration of Wood. Centennial Edition
- Callow, M., (1990). Ship Foyling: Problems and Solutions, Chemistry — Industry, 123- 127
- Can, Yılmaz (2004), Samsun Yöresinde Bulunan Ahşap Camiler, İstanbul: Etüt Yayınları, ISBN 9758217542
- Can, Ahmet. (2018). SU İTİCİ MADDELER İLE KOMBİNE EDİLMİŞ BAZI EMPRENYE MADDELERİNİN PERFORMANSININ İNCELENMESİ. (Doktora Tezi) 10.13140/RG.2.2.21605.24808.

- Cai, S., Jebrane, M. ve Terziev, N. (2016). Curing of wood treated with vinyl acetateepoxidized linseed oil copolymer (VAc-ELO). *Holzforschung*, 70 (4): 305- 312.
- Cedar Oil Industries. 2006. "Cedarwood Oil Material Safety Data Sheet." MSDS. San Antonio, TX: Cedar Oil Industries.
- Chittenden A. E. and Paddon A. R. (1973). Cashew nut Shell liquid as an adhesive in particle board manufacture. *Trop. Sci.* 15, 329-352
- Chittenden, C., & Singh, T. (2011). Antifungal activity of essential oils against wood degrading fungi and their applications as wood preservatives Antifungal activity of essential oils against wood degrading fungi and their applications as wood preservatives. *International Wood Products Journal*, 2(1), 44–48. <https://doi.org/10.1179/2042645311Y.0000000004>
- Cichowlaz, S. D. (2005). Wood Preservation & Wood Products Treatment Pest Control Study Guide. In *Nevada state department of agriculture: Vol. X* (pp. 4–36).
- Clausen, C.A., 2000. Isolating Metal Tolerant Bacteria Capable of Removing Copper, Chromium and Arsenic from Treated Wood. *Waste Management Research*. (18):264-268.
- Clausen, C.A., 2003. Reusing Remediated CCA Treated Wood. Microbiologist, U.S. Department of Agriculture, Forest Service Forest Product Laboratory, Special Seminar, Madison, Wisconsin.
- Clausnitzer K-D., (1990). Historischer Holzschutz. okobuch, Staufen bei Freiburg
- Cornelius, J.A.,1996. Cashew nut shell liquid and related material. *Tropical Science* (U.K.) 8 (2): 79-84.
- Cookson, L. J., Christoforo, A. L., Calil, C., & Lahr, F. A. R. (2013). Wood preservation based on neem oil: Evaluation of fungicidal and termiticidal effectiveness. *Forest Products Journal*, 63(5–6), 202–206. <https://doi.org/10.13073/FPJ-D-13-00050>
- De Souza, S. F., Paes, J. B., Arantes, M. D. C., Silva, L. F. da, & Dudecki, L. (2020). Efficiency of andiroba, copaiba and jatropa oils to improve the resistance of pinus elliottii wood to wood-decay fungi. *Revista Arvore*, 44, 1–10. <https://doi.org/10.1590/1806-908820200000030>
- Deferne JL, Pate DW., (1996). Hemp seed oil: a source of valuable essential fatty acids. *J Int Hemp Assoc* 3:4–7
- Degroot, R. C. , T. W. Popham , L. R. Gjovik , and T. Forehand ., (1979). Distribution gradients of arsenic, copper, and chromium around preservative-treated stakes. *J. Environ. Qual.* 8:39–41
- Demir, S. (2018). ODUN KORUMADA BİTKİSEL YAĞLARIN YANMAYA KARŞI ETKİNLİĞİNİN ARTTIRILMASI YÜKSEK [KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ]. In *KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ*.

<https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2009.09.004>

- Demirel Köse, G. ve Temiz, A. (2015), Ahşap korumada çevre dostu modifikasyon yöntemleri, Conference: III. Ulusal mobilya kongresi. Konya, Türkiye. 1016-1032.
- Denge Gazetesi, (2013). "Tek bir çivisi olmayan 800 yıllık cami". *dengegazetesi.com.tr*. 13 Mart 2013. 14 Temmuz 2014 tarihinde kaynağından arşivlendi. (Erişim tarihi: 1 Mayıs 2021) http://www.dengegazetesi.com.tr/news_detail.php?id=88362
- Du, T., Shupe, T. F., & Hse, C. Y. (2009). Antifungal activities of three supercritical fluid extracted cedar oils. *Holzforschung*, 65(2), 277–284. <https://doi.org/10.1515/HF.2011.005>
- Dubey, M. K., (2010). Ph.D dissertation, University of Canterbury, New Zealand
- Dubey, S. Pang, J. Walker, (2010). Color and dimensional stability of oil heat- treated radiata pinewood after accelerated UV weathering, *For. Prod. J.* 60, 453–459.
- Dubey, M. K., Pang, S., & Walker, J. (2011). Effect of oil heating age on colour and dimensional stability of heat treated Pinus radiata. *European Journal of Wood and Wood Products*, 69(2), 255–262. <https://doi.org/10.1007/s00107-010-0431-0>
- Eberhardt TL, Han JS, Micales JA & Young RA., (1994). Decay resistance in conifer seed cones: Role of resin acids as inhibitors of decomposition by white-rot fungi. *Holzforschung* 48(4): 278-284.
- Ecotan Project (2005) Increasing the Durability, Value and Performance of European Timbers by Thermal Treatment with Reactive Vegetable Oils-3rd Report. http://Projects.Bre.Co.Uk/Ecotan/Pdf/ECOTAN_3rdreport_Part1.Pdf (Son Giriş: 05/06/ 2011)
- Eller, F. J., Clausen, C. A., Green, F., & Taylor, S. L. (2010). Critical fluid extraction of Juniperus virginiana L. and bioactivity of extracts against subterranean termites and wood-rot fungi. *Industrial Crops and Products*, 32(3), 481–485. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.06.018>
- Eller, F. J., Meer, R. K. V., Behle, R. W., Flor-Weiler, L. B., & Palmquist, D. E. (2014). Bioactivity of cedarwood oil and cedrol against arthropod pests. *Environmental Entomology*, 43(3), 762–766. <https://doi.org/10.1603/EN13270>
- Eller, Fred J, Mankowski, M. E., Kirker, G. T., & Selling, G. W. (2021). *Effects of Loblolly Pine Extract , Primary and Quaternary Alkyl Ammonium Chlorides Combined with Burgundy Oil from Eastern Red Cedar against Subterranean Termites and Wood- Decay Fungi*. 16(1), 893–910.
- EPA, 1984. <https://www.nytimes.com/1984/08/16/garden/a-wide-creosote-ban-is-proposed-by-epa.html> (Erişim tarihi: 15.02.2021)

- Erdoğmuş, E., Sevinç, S. ve Akçan, K, (2004). "Borun Canlılara ve Çevreye Etkisi", Doğa, Çevre ve Kültür Dergisi, 2:28-33.
- Eriç, M. (1994). "Yapı Fiziği ve Malzemesi." İstanbul: Literatür Yayınları.
- Falk Robert H, (2010). Wood Handbook, Wood as an Engineering Material. Chapter 1. Wood as a Sustainable Building Material. Centennial Edition
- Fatima, R., & Morrell, J. J. (2015). Ability of plant-derived oils to inhibit dampwood termite (*Zootermopsis augusticollis*) activity. *Maderas: Ciencia y Tecnologia*, 17(3), 685–690. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2015005000060>
- Fatima, Z., Ahmed, S., Hassan, B., & Life, D. (2021). *COMBINED EFFECTS OF NEEM (AZADIRACHTA INDICA) AND SESAME (SESAMUM INDICUM) OIL AS WOOD PRESERVATIVE ON. 23, 1–16. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2021005XXXXXX>*
- Felton, C.C., De Groot, R.C., 1996. The Recycling Potential of Preservative Treated Wood. *Forest Product Journal*, 46 (7/8) : 37-46
- Fendoğlu, H. T. (2010). *Büyükada Rum Yetimhanesi*.
- Fidah, A., Salhi, N., Rahouti, M., Kabouchi, B., Ziani, M., Aberchane, M., & Famiri, A. (2016). Natural durability of cedrus Atlantica wood related to the bioactivity of its essential oil against wood decaying fungi. *Maderas: Ciencia y Tecnologia*, 18(4), 567–576. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2016005000049>
- Francis, G., Edinger, R. and Becker, K. (2005). A concept for simultaneous wasteland reclamation, fuel production, and socioeconomic development in degraded areas in India: need, potential and perspectives of *Jatropha* plantations. *Natural Resources Forum*, 29(1): 12–24.
- Fredriksson M, Wadsö L, Ulvcrona T. (2010), Moisture sorption and swelling of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] impregnated with linseed oil, *Wood Material Science and Engineering*, vol. 5, p. 135-142.
- Freeman MH, Shupe TF, Vlosky RP and Barnes HM (2003) Past, present and future of the wood preservation industry. *Forest Products Journal* 53(10): 8-15.
- Gökmen, K. (2017). *TALLYAĞI EMPRENYESİ İLE ISIL İŞLEMİN AĞAÇ MALZEMENİN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ*. Bartın Üniversitesi.
- Goktas, O., Mammadov, R., Duru, M. E., Ozen, E., & Colak, A. M. (2007). Application of extracts from the poisonous plant, *Nerium Oleander* L., as a wood preservative. *African Journal of Biotechnology*, 6(17), 2000–2003. <https://doi.org/10.5897/ajb2007.000-2307>
- Goh, C.L., (1984). Irritant dermatitis from tri-N-butyl tin oxide in paint, *Contact Dermatitis*, 12, 161-163.
- Graham RD (1973) History of wood preservation. In: Nicholas DD (ed) *Wood deterioration and its prevention by preservative treatments*, Volume 1:

- Degradation and protection of wood. Syracuse University Press, New York: 1-30.
- Gref R, Hakansson C, Henningsson B & Hemming J., (2000). Influence of wood extractives on brown and white rot decay in Scots pine heart-, light- and sapwood. *Material und Organismen* 33: 119-128.
- Glass Samuel V., , Zelinka Samuel L., (2011). Materials Research Physical Scientist, Research Engineer. Wood Handbook. Chapter 4.
- Gniewosz M, Duszkiewicz-Reinhard W., (2008). Comparative studies on pullulan synthesis, melanin synthesis and morphology of white mutant *Aureobasidium pullulans* B-1 and parent strain A: p.-3. *Carbohydr Polym.*723:431–8.
- Gullichsen J & Lindeberg H., (1999). Byproducts of chemical pulping. In: Gullichsen J, Fogelholm C-J (eds) Papermaking science and technology. Chemical Pulping. Book 6B. Fapet Oy, Finland.
- Gupta, A., Sharma, S., & Naik, S. N. (2011). Biopesticidal value of selected essential oils against pathogenic fungus, termites, and nematodes. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 65(5), 703–707. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2010.11.018>
- Güler, M., & Aktuğ Kolay, İ. (2006). 12. Yüzyıl Anadolu Türk camileri. *İTÜ Dergisi*, 2(414), 83–90.
- Hafizoğlu, H., Yalınkılıç, K.M., Yıldız, Ü.C., Baysal, E., Peker, H., Demirci, Z., 1994:Türkiye Bor kaynaklarının odun koruma endüstrisinde değerlendirilme imkanları, TOAG projesi, proje no: 875, Trabzon
- Harju AM, Kainulainen P, Venäläinen M, Tiitta M & Viitanen H., (2002). Differences in resin acid concentration between brown-rot resistant and susceptible Scots pine heartwood. *Holzforschung* 56(5): 479-486.
- Hassan, B., Ahmed, S., Kirker, G., & Mankowski, M. E. (2020). *Synergistic effect of heartwood extracts in combination with linseed oil as wood preservatives against subterranean termite Heterotermes indicola (Blattodea : Rhinotermitidae)*. 3076–3085.
- He, Z., Qian, J., Qu, L., Yan, N., & Yi, S. (2019). Effects of Tung oil treatment on wood hygroscopicity, dimensional stability and thermostability. *Industrial Crops and Products*, 140(January), 111647. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111647>
- Heckrodt, R. O. (2002). Guide To The Deterioration And Failure Of Building Materials. London : Thomas Telford.
- Hernandez VA, (2015). Evans PD. Technical note: melanization of the wood-staining fungus *Aureobasidium pullulans* in response to UV radiation. *Wood Fiber Sci.* 471:120–4.
- Himeji Rojyo Lions Club. (2000). *Himeji Castle Guide Book*.

- Hoadley, B. R. (2000). Understanding Wood. In *Understanding Wood*. <http://woodtools.nov.ru/projects2/PlanPDF/Woodwork.Woodworking.Plans.finishing.and.protecting.wood.pdf>
- Hsu, S., Huang, C., Chung, T. W. and Gao, S. (2014). Adsorption of chlorinated volatile organic compounds using activated carbon made from *Jatropha curcas* seeds. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, Vol. 45, Issue 5, 2526 - 2530.
- Huang, C., & Cooper, P. A. (2000). *Cement bonded particle board*. 64(March 1994), 1332–1334.
- Hugo, L. (2002). Norlin "Tall Oil" in *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Wiley- VCH, Weinheim.doi:10.1002/14356007.a26_057
- Humar, M., & Lesar, B. (2013). Efficacy of linseed- and tung-oil-treated wood against wood-decay fungi and water uptake. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 85, 223–227. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2013.07.011>
- Humphrey D.G., (2002). The chemistry of chromated copper arsenate wood preservatives, *Reviews in inorganic chemistry*, 22 (1),1-40
- Hussaina, A., Shrivastava, A., & Jainb, S. K. (2013). Antifungal Activity of Essential Oils against Local Wood. *Advances in BioResearch*, 4(2), 161–167.
- Hyvönen, A., Nelo, M., Piltonen, P., Hormi, O., & Niinimäki, J. (2007). Using iron catalyst to enhance the drying properties of crude tall oil-based wood preservative. *Holz Als Roh - Und Werkstoff*, 65(2), 105–111. <https://doi.org/10.1007/s00107-006-0119-7>
- Hyvönen, A., Piltonen, P., & Niinimäki, J. (2006). Tall oil/water - Emulsions as water repellents for Scots pine sapwood. *Holz Als Roh - Und Werkstoff*, 64(1), 68–73. <https://doi.org/10.1007/s00107-005-0040-5>
- Islam, M.M., Shams, M.I., Ilias, G.N.M., & Hannan, M.O., (2009). Protective antifungal effect of neem (*Azadirachta indica*) extracts on mango (*Mangifera indica*) and rain tree (*Albizia saman*) wood. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 63(2), 241–243. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2008.07.010>
- Jana, M. (2014). Fire Safety Properties of Heat Treated Wood. In *Research Journal of Recent Sciences* (Vol. 3, Issue 11). www.isca.me
- Jantamas, S., Matan, N., Matan, N., & Aewsiri, T. (2016). *IMPROVEMENT OF ANTIFUNGAL ACTIVITY OF CITRONELLA OIL AGAINST ASPERGILLUS FLAVUS ON RUBBERWOOD (HEVEA BRASILIENSIS) USING HEAT CURING*. 28(1), 39– 47.
- Jebrane, M., Cai, S., Sandström, C., & Terziev, N. (2017a). The reactivity of linseed and soybean oil with different epoxidation degree towards vinyl acetate and impact of the resulting copolymer on the wood durability. *Express Polymer Letters*, 11(5), 383–395. <https://doi.org/10.3144/expresspolymlett.2017.37>

- Jebrane, M., Franke, T., Terziev, N. ve Panov, D. (2017b). Natural weathering of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood treated with epoxidized linseed oil and methyltriethoxysilane. *Wood Material Science & Engineering*, 12(4): 220- 227.
- Jermer J, Bergman Ö & Nilsson T., (1993). Fungus cellar and field tests with tall oil derivatives. Final report after 11 years' testing. The international research group on wood preservation. 24th Annual Meeting in Orlando, Florida, USA, 16-21 May, 1993. Document No: IRG/WP 93-30007.
- JOF (1998). Technical Information on Cashew Nut Shell Liquid. JOF Ideal Farms Ltd. Owo, Ondo State, Nigeria, p. 80.
- Kalaycıoğlu, H., (2012). Yongalevha Endüstrisi Basılmamış Ders Notları, K.T.Ü. Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Trabzon.
- Kaila P (2000) Talotohtori – Rakentajan pikkujättiläinen. 6th ed. WSOY, Porvoo, Finland. In Finnish.
- KARAKUŞ, F. (2021). 13. YÜZYILDA ANADOLU'DA İNŞA EDİLEN AHŞAP DİREKLİ CAMİLER ÜZERİNE DEĞERLENDİRME ÇALIŞMASI. *Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 11(1), 131–161. <https://doi.org/10.7456/11101100/008>
- Kartal, N., Hwang, W., Imamura, Y., & Sekine, Y. (2006). *Effect of essential oil compounds and plant extracts on decay and termite resistance of wood*. 455–461. <https://doi.org/10.1007/s00107-006-0098-8>
- Kartal, S. N., Terzi, E., Kose, C., Hofmeyr, J., & Imamura, Y. (2011a). Efficacy of tar oil recovered during slow pyrolysis of macadamia nut shells. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 65(2), 369–373. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2010.08.011>
- Kartal, S. N.; Terzi, E.; Kose, C.; Hofmeyr, J., (2011b); Imamura, Y. *Int. Biodeterior. Biodegradation*, 65, 369.
- Kheira Abou, A. A. and Atta, N. M. M. (2009). Response of *Jatropha curcas* L. to water deficit: yield, water use efficiency and oilseed characteristics. *Biomass and Bioenergy*. 33 (10):1343–1350.
- Kesik H. I., O.E. Ozkan, M. Oncel, (2017). Characteristics of a protective layer on oil heat- treated scots pine and fir wood, *BioResources* 12, 3067–3075.
- Keskin, H., Asçı, T. (2019), Combustion properties of Scots pine (*Pinus sylvestris* Lipsky) wood impregnated with boron compound doped colophony, *Furniture and Wooden Material Research Journal*, 2 (1),11-22
- Kia, M. M., Tarmian, A., Karimi, A. N., Gholamiyan, H., Abdulkhani, A., Reza, M., & Farahani, M. (2020). *THE EFFICIENCY OF Pistacia atlantica GUM FOR INCREASING RESISTANCE OF RAPESEED OIL-HEAT TREATED WOOD TO*. 22(4), 457–466. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2020005000404>
- K. DEMİREL Gaye. (2018). ODUN KORUMADA POLİMERİZE EDİLMİŞ BİTKİSEL

YAĞLARIN KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI. In *KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ*.
<https://doi.org/10.1542/peds.2006-2099>

- Koski A (2008) Applicability of Crude Tall Oil for Wood Protection. PhD Thesis University of Oulu
- KUBAN, D., (2001), Kaybolan Kent Hayalleri Ahşap Saraylar, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.
- Kumar, M., Pang, S., Walker, J. (2010). Color and Dimensional Stability of Oil Heat-Treated Radiata Pinewood after Accelerated UV Weathering. *Forest Products Journal*. 60. 453-459. [10.13073/0015-7473-60.5.453](https://doi.org/10.13073/0015-7473-60.5.453)
- Kurt, H., & Şahin, G. (2013). *Bir ziraat coğrafyası çalışması: Türkiye’de nar (punica granatum l.) tarımı*. 551–574.
- Kwaśniewska-Sip, P., Cofta, G., & Nowak, P. B. (2018). Resistance of fungal growth on Scots pine treated with caffeine. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 132, 178–184. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2018.03.007>
- Laks PE., (1991). Wood preservation as trees do it. *Scottish Forestry* 45: 275-284.
- Ledhem, A., Dheilily, R. M., & Queneudec, M. (2000). Reuse of waste oils in the treatment of wood aggregates. *Waste Management*, 20(4), 321–326. [https://doi.org/10.1016/S0956-053X\(99\)00332-3](https://doi.org/10.1016/S0956-053X(99)00332-3)
- Lee, D.-H., Lee, M.-J., Oh, H.-M., & Son, D.-W. (2004). Properties of Pinus densiflora Timber Wood by High Temperature Linseed Oil Treatment. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 32(2), 50–57.
- Lee, S. H., Ashaari, Z., Lum, W. C., Abdul Halip, J., Ang, A. F., Tan, L. P., Chin, K. L., & Md Tahir, P. (2018). Thermal treatment of wood using vegetable oils: A review. *Construction and Building Materials*, 181, 408–419. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.06.058>
- Leizer C, Ribnicky D, Poulev A, Dushenkov S, Raskin I., (2000). The composition of hemp seed oil and its potential as an important source of nutrition. *J Nutraceut Funct Med Foods* 2:35–53. https://doi.org/10.1300/J133v02n04_04
- Lepage, E.S. and A.T. Delelis, (1980). Protecting wood against drywood termite with casewnut shell oil. *Forest Product J.* 36 (6): 35-36.
- Lesar B, Pavlic M, Petric M, Skapin AS, Humar M., (2011). Wax treatment of wood slows photodegradation, *Polymer Degradation and Stability*, vol. 96, p. 1271- 1278.
- Lou A. T. Honary. (2002). (12) *United States Patent*. 1(12), 4–7.
- Lyona, F., Thevenon, M. F., Hwang, W. J., Imamura, Y., Gril, J., & Pizzi, A. (2007). Effect of an oil heat treatment on the leachability and biological resistance of boric acid impregnated wood. *Annals of Forest Science*, 64(6), 673–678.

<https://doi.org/10.1051/forest:2007046>

- Machado, G.O.; Cookson, L.J.; Christoforo, A.L.; Polito, W.L.; da Silva, M.R.; Junior, C.C.; Lahr F.R. 2013. Wood preservation based on Neem oil: Evaluation of fungicidal and termiticidal Effectiveness. *Forest Prod J* 63 (5-6): 202-206. <https://doi.org/10.13073/FPJ-D-13-00050>.
- Maleskar AR. (1983). Forester's companion. India forest handbook. Jugal Kishore and Co., India
- Mandal, M., Nath, D., & Maji, T. K. (2018). soybean oil and nanoclay. *Wood Science and Technology*, 52(6), 1621–1643. <https://doi.org/10.1007/s00226-018-1043-9>
- Masango, P. (2005). Cleaner production of essential oils by steam distillation. *Journal of Cleaner Production*, 13(8), 833–839. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2004.02.039>
- Mashek, B., & Quarles, W. (2008). Orange oil for drywood termites: magic or marketing madness. *The IPM Practitioner*, 30(1/2), 1–9.
- MEB., (2013). Kimya Teknolojisi, Milli Eğitim Bakanlığı, Yağlar ve Yağ Analizler, Ankara.
- Millas, A. (2014). *Büyükada Prinkipo, Ada-i Kebir*. (S. Roidis, Çev.) İstanbul: Adalı
- Misljenovi, N., Mosbye, J., Schüller, R. B., Lekang, O., & Salas-bringas, C. (2014). *The Effect of Waste Vegetable Oil Addition on Pelletability and Physical Quality of Wood Pellets*. 22.
- Mohan, D., Shi, J., Nicholas, D. D., Pittman, C. U., Steele, P. H., & Cooper, J. E. (2008). Fungicidal values of bio-oils and their lignin-rich fractions obtained from wood/bark fast pyrolysis. *Chemosphere*, 71(3), 456–465. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.10.049>
- Mohebbi, B., Kevily, H., & K. Najafi, S. (2014). *Oleothermal modification of fir wood with a combination of soybean oil and maleic anhydride and its effects on physico-mechanical properties*. 797–809. <https://doi.org/10.1007/s00226-014-0640-5>
- Mourant, D., Yang, D., Lu, X., & Roy, C. (2005). Anti-fungal properties of the pyroligneous liquors from the pyrolysis of softwood bark. *Journal of the Society of Wood Science and Technology*, July.
- Mölleken H, Theimer RR. (1997). Survey of minor fatty acids in *C. sativa* L. fruits of various origins. *J Int Hemp Assoc* 4:13–17
- Mwalongo, G. C. J., Mkyula, L. L., Dawson-Andoh, B., Mubofu, E. B., Shields, J., & Mwingira, B. A. (1999). Environmentally friendly chemical combinations of cashew nut. *Green Chemistry*, February, 8.
- Mwangi, P. M., Kareru, P. G., Thiong'o, G., & Mohammed, A. N. (2013). Cashew Nut Shell Liquid: an Agricultural By-Product With Great Potential for Commercial

- Exploitation in Kenya. *Journal of Agriculture, Science and Technology*, 15(1), 28–44.
<http://elearning.jkuat.ac.ke/journals/ojs/index.php/jagst/article/view/1014>
- Nakayama, F. S., & Osbrink, W. L. (2009). Evaluation of kukui oil (Aleurites moluccana) for controlling termites. *Industrial Crops and Products*, 31(2), 312–315. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.11.009>
- Nejad, M., R. Shafaghi, H. Ali, P. Cooper, (2013). Coating performance on oil-heat treated wood for flooring, *BioResources* 8, 1881–1892.
- Nemeth, R., Tolvaj, L., Bak, M., & Alpar, T. (2016). Colour stability of oil-heat treated black locust and poplar wood during short-term UV radiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 329, 287–292. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2016.07.017>
- Nieuwenhuijzen, E. J. van, Houbraken, J. A. M. P., Punt, P. J., Roeselers, G., Adan, O. C. G., & Samson, R. A. (2017). The fungal composition of natural biofinishes on oil-treated wood. *Fungal Biology and Biotechnology*, 4(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s40694-017-0030-5>
- NTV Yayınları, (2009). Mimarlık-Başvuru Kitapları
- Nunes, L., Dickinson, D., J. ve Murphy, R., J., 1995. Volatile Borates in the Treatment of Wood and Wood Based Panel Products Against Subterranean Termites, 26. IRG Annual Meeting, June, Helsingør, Denmark, IRG-WP 95-30094.
- Obanda, D., Shupe, T. and Barnes, H.M. (2008), Reducing leaching of boron-based wood preservatives – A review of research, *Bioresource Technology* 99, 7312–7322
- Okut, Kasap G., & Altınok, M. (2020). Doğal Ahşap Taneni İle Modifiye Edilmiş Bazı Ağaç Türlerinde Çürümeye Karşı Direncin İncelenmesi. *Journal of Polytechnic*, 23(2), 343–350. <https://doi.org/10.2339/politeknik.526782>
- Okutucu, C.; Duman, G.; Ucar, S.; Yasa, I. (2011); Yanik, J. J. *Anal. Appl. Pyrol.* 91, 140.0
- Oladejo, A. O., Adeleke, A., Musa, F., & John, W. C. (2016). Efficacy of cashew nutshell extract against termite attack on Triplochiton scleroxylon wood. *Annual Research and Review in Biology*, 10(4), 1–7. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2016/26066>
- Olsson, S. (2014). *E Nhancing Uv Protection of Clear Coated Exterior Wood By Reactive Uv Absorber and Epoxy Functional Vegetable Oil* (Issue december). Kunliga Tekniska Högskolan.
- Owoyemi, J. M., Kayode, J., & Olaniran, S. O. (2011). *Pro ligno*. 7.
- Özen, E. (2005). *Zehirli Bitkilerin Geofit Ekstraktları ile Ağaç Malzemenin Mantar Çürüklüklerine Karşı Korunmasına İlişkin Bir Araştırma*. Muğla Üniversitesi.

- Özgenç, Ö., Okan, O. T., Cakir, U., & İlhan, D. (2013). *Wood Surface Protection against Artificial Weathering with Vegetable Seed Oils*. *Wood Surface Protection against Artificial Weathering*. August. <https://doi.org/10.15376/biores.8.4.6242-6262>
- Paajanen L, Koskela K & Viitaniemi P., (1999). Treatment of wood with a mixture of tall oil and maleic anhydride. Espoo, Technical Research Centre of Finland, VTT Julkaisuja 836. In Finnish.
- Paajanen L & Ritschkoff A-C., (2002). Effect of crude tall oil, linseed oil and rapeseed oil on the growth of the decay fungi. The International Research Group on Wood Preservation. 33rd Annual Meeting in Cardiff, United Kingdom, 12-17 May, 2002. Document No: IRG/WP 02-30299
- Pal AK, Gajjar DU, Vasavada, (2014). AR. DOPA and DHN pathway orchestrate melanin synthesis in *Aspergillus* species. *Med Mycol*. 521:10–8.
- Palanti S., E. Feci, A.M. Torniai, (2011). Comparison based on field tests of three low- environmental-impact wood treatments, *Int. Biodeterior. Biodegrad*. 65, 547–552.
- Pánek, M., Reinprecht, L., & Hulla, M. (2014). Ten Essential Oils for Beech Wood Protection - Efficacy Against Wood-destroying Fungi and Moulds, and Effect on Wood Discoloration | Pánek | *BioResources*. *BioResources*, 9(3), 5588–5603. https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_09_3_5588_Panek_Essential_Oils_Beech_Wood/2961
- Panov, Dimitri, Terziev, N., & Daniel, G. (2010). Using plant oils as hydrophobic substances for wood protection. *4th International Conference on Environmentally-Compatible Forest Products, November*, 143–149. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Panov, Dmitri, & Terziev, N. (2014). *Plant oils as “green” substances for wood protection*. May.
- Patil, D. M., Phalak, G. A., & Mhakse, S. T. (2018). Boron-containing UV-curable oligomer-based linseed oil as flame-retardant coatings: synthesis and characterization. *Iranian Polymer Journal (English Edition)*, 27(10), 795–806. <https://doi.org/10.1007/s13726-018-0652-3>
- Peng, Y., Wang, Y., Zhang, R., Wang, W., & Cao, J. (2021). Improvement of wood against UV weathering and decay by using plant origin substances: Tannin acid and tung oil. *Industrial Crops and Products*, 168(March), 113606. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113606>
- Pizzi, A. (2019). *biomolecules Tannins: Prospectives and Actual Industrial Applications*. <https://doi.org/10.3390/biom9080344>
- Plenderleith H.J., (1956). The conservation of antiquities and works of art. Oxford Univ Press, London, part 115, pp 116-143 (Wood).

- Podgorski, L., Bayon, I. Le, ... I. P.-T. T. E., & 2007, undefined. (n.d.). Bi-oleothermal treatment of wood at atmospheric pressure: biological properties, weatherability and coatability. *Costfp1303.Iam.Upr.Si*. Retrieved June 5, 2021, from <http://costfp1303.iam.upr.si/en/resources/files/publications/full-proceedings.pdf#page=101>
- Priscilla, M.C., (1998). "Nutritional Supplements for Weight Gain", *Sports Science Exchange*, 1(11):70-71.
- Raina, A., Bland, J., Doolittle, M., Lax, A., Boopathy, R., & Folkins, M. (2007). Effect of orange oil extract on the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology*, 100(3), 880–885. [https://doi.org/10.1603/0022-0493\(2007\)100\[880:E000EO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0022-0493(2007)100[880:E000EO]2.0.CO;2)
- Rapp A.O., M. Sailer, (2001). Heat treatment of wood in Germany – state of the art, Review on heat treatments of wood, COST Action E22, Environmental optimization of wood protection, in: Proceedings of the special seminar held in Antibes, France. 9th February, Forestry and Forestry Products, France, pp. 45–62.
- Rawat, K., Sahoo, U. K., Hegde, N., & Kumar, A. (2017). Effectiveness of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) Oil against Decay Fungi. *Science & Technology Journal*, 5(1), 48–51. <https://doi.org/10.22232/stj.2017.05.01.06>
- Rathgen F., (1924). Die Konservierung van Alterthumsfunden, Teil II und III. De Gruyter, Berlin, pp 133-149 (Wood)
- Reinprecht, L., Pop, D.-M., Vidholdová, Z., & Timar, M. C. (2019). ANTI-DECAY POTENTIAL OF FIVE ESSENTIAL OILS AGAINST THE WOOD-DECAYING FUNGI SERPULA LACRYMANS AND TRAMETES VERSICOLOR. *ACTA FACULTATIS XYLOLOGIAE ZVOLEN*, 61(2), 63–72. <https://doi.org/10.17423/afx.2019.61.2.06>
- Richardson, B. A. (1993) *Wood Preservation* (second).
- Richardson, B A, (1978) *Wood Preservation*, The Construction Press, New York.
- Rowell RM & Banks WB (1985) Water repellency and dimensional stability of wood. Gen. Tech. Rep. FPL-50. Madison, WI, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.
- Sailer M, Rapp AO, Peek RD., (1998). Biological Resistance of Wood Treated with Waterbased Resins Resins and Drying Oil in a Mini-Block Test. 29. IRG Annual Meeting, Maastricht, IRG-WP 98-40107
- Sales, H. J. S. (2007). Esterificação seletiva para a separação de esteróis, ácidos resínicos e ácidos graxos do residuo oleoso de madeira (tall oil). Instituto de Química - Departamento de Química Orgânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 167 p. Tese de Doutorado.

- Satow MM, Attili-Angelis D, de Hoog GS, Angelis DF, Vicente VA. (2008). Selective factors involved in oil flotation isolation of black yeasts from the environment. *Stud Mycol.* 61:157–63.
- S. Weis, J., & Weis, P. (1992). Transfer of contaminants from CCA-treated lumber to aquatic biota. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 161(2), 189–199. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(92\)90096-5](https://doi.org/10.1016/0022-0981(92)90096-5)
- Scheffer TC (1973) Microbiological degradation and the causal organisms. In: Nicholas DD (ed). Wood deterioration and its prevention by preservative treatments, Vol. I Degradation and protection of wood. Syracuse University Press, Syracuse, New York: 31–106.
- Schiessl, U., (1989). Probleme der Konservierungsstoffe und Festigkeitserhöhung von de- gradiertem Holz. In: Bilfinger M, Meili D (eds) Konservierung van Holzbauten. Haupt. Bern. pp91-114
- Schmeltz, I., 1971. Naturally occurring insecticides. In: Nicotine and Other Tobacco Alkaloids. Marcel Dekker, New York, pp. 99e136.
- Schwarzkopf, M., Burnard, M., Tverezovskiy, V., Treu, A., Humar, M., & Kutnar, A. (2018). Utilisation of chemically modified lampante oil for wood protection. *European Journal of Wood and Wood Products*, 76(5), 1471–1482. <https://doi.org/10.1007/s00107-018-1336-6>
- Smith, W., R., Rapp, A., O., Welzbacher, C. ve Winandy, J., E., 2003. Formosan Subterranean Termite Resistance to Heat Treatment of Scots Pine and Norway Spruce, 34. IRG Annual Meeting, May, Brisbane, Australia, IRG-WP 03-40264
- Singh, T.; Singh, (2012). A. P. *Wood Sci. Technol.*, 46, 851.
- Sigit Sunarta, Purnama Darmadji, Tohru Uehara, and Sadanobu Katoh (2011). Production and Characterization of Palm Fruit Shell Bio-Oil for Wood Preservation. *Forest Products Journal*: 2011, Vol. 61, No. 2, pp. 180-184
- Snowdon R ve diğ., (1997). "Oilseed Rape". Chapter 2 in *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants: Oilseeds*. Ed, Chittaranjan Kole. Springer
- Stoner, H.B., Barnes, J.M., (1995). Studies on teh toxicity of alkytin compounds, *Brit. J. Pharmacol.*, 10, 16-25
- Şaylı, B.S., Tüccar, E. ve Elhan A.H., (1998). "An Assessment of Fertility in Boron-Exposed Turkish Subpopulations", *Reproductive Toxicology*, 31(2):297-304.
- Şen, S., Tascioglu, C., & Tirak, K. (2009). Fixation, leachability, and decay resistance of wood treated with some commercial extracts and wood preservative salts. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 63(2), 135–141. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2008.07.007>
- Şen, S., & Yalçın, M. (2009). Hizmet ömrünü Tamamlamış Emprenyeli Ağaç Malzemenin Çevresel Tehditleri ve Geri Dönüşüm Prosesleri. *Düzce*

Üniversitesi Orman Fakültesi *Ormancılık Dergisi*, 5(1), 91–106.

- Shakhes, J., Marandi, M. A. B., Zeinaly, F., Saraian, A., & Saghafi, T. (2011). Tobacco residuals as promising lignocellulosic materials for pulp and paper industry. *BioResources*, 6(4), 4481–4493. <https://doi.org/10.15376/biores.6.4.4481-4493>
- Shiny, K. S., & Remadevi, O. K. (2014). *Evaluation of termiticidal activity of coconut shell oil and its comparison to commercial wood preservatives*. 139–141. <https://doi.org/10.1007/s00107-013-0755-7>
- Singh, N., & Kumar, S. (2008). Anti termite activity of *Jatropha curcas* Linn. biochemicals. *J. Appl. Sci. Environ. Manage*, 12(3), 67–69. www.bioline.org.br/ja
- Sivrikaya, H., & Can, A. (2016). Effect of weathering on wood treated with tall oil combined with some additives. *Maderas: Ciencia y Tecnologia*, 18(4), 723–732. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2016005000063>
- Söğütü, C., & Sönmez, A. (2006). DEĞİŞİK KORUYUCULAR İLE İŞLEM GÖRMÜŞ BAZI YERLİ AĞAÇLARDA UV IŞINLARININ RENK DEĞİŞTİRİCİ ETKİSİ. *ResearchGate, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 21(1), 151–159.
- Stan T. Lebow, (2010). Research Forest Products. Technologist-Wood Handbook chapter 15.
- Sumthong, P., Romero-González, R. R., & Verpoorte, R. (2008). Identification of anti-wood rot compounds in teak (*Tectona grandis* L.f.) sawdust extract. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 28(4), 247–260. <https://doi.org/10.1080/02773810802452592>
- Suolahti O (1961) Laho ja sen torjunta. WSOY, Porvoo. In Finnish.
- TAŞÇIOĞLU C, TUFAN M (2011). Hizmet ömrünü doldurmuş emprenyeli ağaç malzemenin geri dönüşüm yöntemleri üzerine genel bir değerlendirme. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 12(1), 86 - 91.
- Thain, J.E., Waldock, M.J., (1986). The Impact of Tributyl Tin (TBT) Antifouling Paints on Molluscan Fisheries, *Wat. Sci. Eech.*, 18, 193-302.
- Tchebe, T. M. F., Tchinda, J.-B. S., Kamlo, A. N., Yomeni, D. C., Yona, A. M. C., & Kor, M. N. (2020). Efficiency evaluation of Neem (*Azadirachta indica*) oil and copper-ethanolamine in the protection of wood against a subterranean termite attack. *Les/Wood*, 69(1), 47–56. <https://doi.org/10.26614/les-wood.2020.v69n01a04>
- Teaca, C.-A., Roşu, D., Mustata, F., Rusu, T., & Roşu, L. (2019). *com Natural Bio-Based Products for Wood Coating and Protection against Degradation: A Review*. 14, 4873–4901.
- Temiz, A., Hafren, J. ve Terziev, N., (2006). Bezir Yağı ve Borik Asit ile Emprenye Edilen Ağaç Malzemenin Boyutsal Kararlılığı ve Çürüklüğe Karşı

- Dayanımının Arttırılması, 3. Uluslararası Bor Sempozyumu, Kasım, Ankara, Bildiriler Kitabı:25-27.
- TEMİZ, A., ALFREDSSEN, G., EIKENES, M., TERZIEV, N.(2008). Decay resistance of Wood treated with boric acid and tall oil derivates. *Bioresource Technology*, n. 99, p. 2102-2106
- Temiz, A.; Alma M. H.; Terziev N.; Palanti S.; Feci, E. J., (2010). Biobased Mater. *Bioenergy*, 4, 7.
- Temiz, A., Kose, G., Panov, D., Terziev, N., Alma, M. H. D. L. D. A. L., Palanti, S., & Akbas, S. (2013). Effect of bio-oil and epoxidized linseed oil on physical, mechanical, and biological properties of treated wood. *Journal of Applied Polymer Science*, 130(3), 1562–1569.
<https://doi.org/10.1002/app.39334>
- Terziev N., (2006). Innovative non-metal based formulations for wood protection. Presentation in Current issues in wood preservation and modification, 27-28 April, 2006, Mikkeli, Finland. [Online, cited 24 August 2006] Available from: <http://www.puuoske.com>.
- Thevenon, M. F., Tondi, G., & Pizzi, A. (2009). High performance tannin resin-boronwoodpreservatives for outdoor end-uses Marie-France. *European Journal of Wood and Wood Products*, 67(1), 89–93.
<https://doi.org/10.1007/s00107-008-0290-0>
- Thlama, D. M., Falemara, B. C., Ameh, M. a, & Osasebor, O. F. (2012). *Mitigating Climate Change Effects Using Eco-Friendly Wood Preservatives*. 2(2), 29–39.
- Thomasson, G., Capizzi, J., Dost, F., Morrell, J., & Miller, D. (2015). *Wood Preservation and Wood Products Treatment: Training Manual EM 8403 • Revised December 2015* (pp. 1–24).
https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/em8403_1.pdf
- Tiryaki, S., Deniz, I., Okan, O. T., & Malkoçoğlu, A. (2013). The Use of Some Vegetable Oils as Wood Finishing Substances in Furniture Industry The Use of Some Vegetable Oils as Wood Finishing Substances in Furniture Industry. *International Caucasian Forestry Symposium, April 2014*, 939–946.
- Tjeerdsma BF, Militz H (2005) Chemical changes in hydrothermal treated wood: FTIR analysis of combined hydrothermal and dry heat-treated wood. *Holz Roh- Werkst* 63:102–111
- Tomak E.D., Hughes M, Yildiz UC, Viitanen H., (2011). The combined effects of boron and oil heat treatment on beech and Scots pine wood properties. Part 1: Boron leaching, thermogravimetric analysis, and chemical composition, *Journal of Material Science*, vol. 46, p. 598-607.
- Tomak, Eylem Dizman. (2011). *MASİF ODUNDAN BOR BİLEŞİKLERİNİN YIKANMASINI ÖNLEMEDE YAĞLI ISIL İŞLEMİN VE EMÜLSİYON TEKNİKLERİ İLE EMPRENYE*

- Tomak E. D., & Yıldız Ü. C. (2012). Bitkisel yağların ahşap koruyucu bir madde olarak kullanılabilirliği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(1), 142–157.
- Tomak, E. D., & Gonultas, O. (2018). The Wood Preservative Potentials of Valonia, Chestnut, Tara and Sulphited Oak Tannins. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 38(3), 183–197.
<https://doi.org/10.1080/02773813.2017.1418379>
- Tondi, G., Wieland, S., Lemenager, N., Petutschnigg, A., Pizzi, A., & Thevenon, M.-F. (2012). EFFICACY OF TANNIN IN FIXING BORON IN WOOD: FUNGAL AND TERMITE RESISTANCE. In *BioResources* (Vol. 7, Issue 1).
- Tumen, I., Eller, F. J., Clausen, C. A., & A. Teel, J. (2013). Antifungal Activity of Heartwood Extracts from Three Juniperus species. *BioResources*, 8(1), 12–20. https://doi.org/10.1007/978-3-642-48906-8_16
- Tredgold, Th. (1853), *Elementary Principles of Carpentry; A Treatise on the Pressure and Equilibrium of Timber Framing, The Resistance of Timber, and the Construction of Floors, Centres, Bridges, Roofs, Uniting Iron and Stone with Timber Etc.*, London, 3rd edition.
- Treu A, Militz H, Breyne S (2001) Royal-Treatment – Scientific Background And Practical Application. Presentation at COST Action E22 Conference in Reinbek
- Turnbull, S. (2003). *Japanese Castles 1540–1640* -. [https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=4le1CwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA4&dq=Turnbull,+Stephen+\(2003\).+Japanese+Castles+1540–1640.+Oxford:+Osprey+Publishing.+p.+64.&ots=PS6Lh2oubw&sig=LH7wDukl7bBTr2QpjELTEAmcZiQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=4le1CwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA4&dq=Turnbull,+Stephen+(2003).+Japanese+Castles+1540–1640.+Oxford:+Osprey+Publishing.+p.+64.&ots=PS6Lh2oubw&sig=LH7wDukl7bBTr2QpjELTEAmcZiQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Tyman J. H. P. (1979) Non-isoprenoid long chain phenols. *Chem. Soc. Rev.*,8(4), 499–537.
- ULUSOY, H., ATILGAN, A., & PEKER, H. (2016). EFFECTS OF ENVIRONMENTALLY-FRIENDLY IMPREGNATION MATERIALS OF STABILITY OF DIMENSIONAL OF SOME WOOD SPECIES. *2nd International Furniture Congress*, 23–25.
- Ulvcrona, T., Flæte, P. O., & Alfredsen, G. (2012). Effects of lateral wood zone on brown rot resistance of untreated and linseed oil-impregnated Scots pine wood. *European Journal of Wood and Wood Products*, 70(5), 771–773. <https://doi.org/10.1007/s00107-012-0604-0>
- Umar, I., Zaidon, A., Lee, S., Science, R. H.-J. of T. F., & 2016, undefined. (n.d.). Oil-heat treatment of rubberwood for optimum changes in chemical constituents and decay resistance. *JSTOR*. Retrieved June 5, 2021, from <https://www.jstor.org/stable/43748082>

- Unger, A., Schniewind, A. P., & Unger, W. (2001). *Conservation of Wood Artifacts A Handbook* (Springer). ISBN: 3-540-41580-7.
- Uysal, Zekiye. (1993). "Afyon Ulu Câmii'nin Ahşap Üzerine Boyalı Nakışları", 3. Afyonkarahisar Araştırmaları Sempozyumu (Afyonkarahisar, 22-24 Ekim 1993), Afyon, s.236-248.
- UZUN, S. (2018). *TARİHİ AHŞAP YAPI TAŞIYICI SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ VE BOĞAZIÇI ÖRNEĞİ: AMCAZADE HÜSEYİN PAŞA YALISI*. İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ.
- Van Eckeveld, A., Homan, W. J., & Militz, H. (2001a). Water repellency of some natural oils. COST Action E22. *Environmental Optimisation of Wood Protection*, 237140.
- Van Eckeveld, A. & Homan, W.J. & Militz, Holger. (2001b). Increasing the water repellency of scots pine sapwood by impregnation with undiluted linseed oil, wood oil, coccos oil and tall oil. 53. 113-115.
- Venäläinen M, Harju AM, Kainulainen P, Viitanen H & Nikulainen H., (2003). Variation in the decay resistance and its relationship with other wood characteristics in old Scots pines. *Annals of Forest Science* 60:409–417.
- VÄHÄOJA, P., PILTONEN, P., HYVÖNEN, A. NIINIMÄRKI; J., KUOKKANEN, T. (2005). Biodegradability studies of certain wood preservatives in groundwater as determined by the respirometric bod oxitop method. *Water, Air and Soil Pollution*, n. 165, p. 313-324.
- Venmalar, D., & Nagaveni, H. C. (2005). Evaluation of Copperised Cashew Nut Shell Liquid and Neem Oil As Wood Preservatives. *The International Research Group on Wood Preservation*, April, 20.
- VENTUROSOSO, L. R. Ve diğ., (2011). Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. *Summa Phytopathologica*, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 18-23
- Voda, K., Boh, B., Vrtačník, M., & Pohleven, F. (2003). Effect of the antifungal activity of oxygenated aromatic essential oil compounds on the white-rot *Trametes versicolor* and the brown-rot *Coniophora puteana*. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 51(1), 51–59. [https://doi.org/10.1016/S0964-8305\(02\)00075-6](https://doi.org/10.1016/S0964-8305(02)00075-6)
- Wahab, R., Mohamad, A., Samsi, H. W., & Sulaiman, O. (2005). Effect of heat treatment using palm oil on properties and durability of Semantan bamboo. *Journal of Bamboo and Rattan*, 4(3), 211–220. <https://doi.org/10.1163/156915905774310034>
- Weis, J.S. & P. Weis (1992). Transfer of contaminants from CCA-treated lumber to aquatic biota. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 161:189-199
- Weis, J. S., & Weis, P. (1993). Trophic transfer of contaminants from organisms living by chromated-copper-arsenate (CCA)-treated wood to their

- predators. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 168(1), 25–34. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(93\)90114-4](https://doi.org/10.1016/0022-0981(93)90114-4)
- West, Daniel C., (2004). MD Associate Professor of Pediatrics, University of California, Davis
- Westin M., A. Rapp, T. Nilsson, (2006). Field test of resistance of modified wood to marine borers, *Wood Mater. Sci. Eng.* 1, 34–38.
- Wikipedia,(2021a) https://en.wikipedia.org/wiki/Cedar_oil#cite_note-1 (Erişim Tarihi: 18.03.2021)
- Wikipedia, (2021b) https://en.wikipedia.org/wiki/Azadirachta_indica (Erişim tarihi: 13.03.2021)
- Xu, C.; Xing, C.; Pan, H.; Matuana, L.M.; Zhou, H. 2015. Hygrothermal Aging Properties of Wood Plastic Composites Made of Recycled High Density Polypropylene as Affected by Inorganic Pigments. *Polymer Engineering and Science* DOI 10.1002/pen.24054.
- Yamaguchi, H., & Okuda, K. I. (1998). Chemically Modified Tannin and Tannin-Copper Complexes as Wood Preservatives. *Holzforschung*, 52(6), 596–602. <https://doi.org/10.1515/hfsg.1998.52.6.596>
- Yang, V. W., & Clausen, C. A. (2007). Antifungal effect of essential oils on southern yellow pine. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 59(4), 302–306. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2006.09.004>
- Yeang K. (2012). “Ekotasarım, Ekolojik Tasarım Rehberi”, YEM Yayın, İstanbul
- Zivkovic, V., I. Prsa, H. Turkulin, T. Sinkovic, V. Jirous-Rajkovic, (2008). Dimensional stability of heat treated wood floorings, *Drvna Ind.* 59, 69–73.

