

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

**ERZURUM YÖRESİNDEKİ JEOTERMAL AKIŞKANLARIN ODUN KORUMA
ENDÜSTRİSİNDE DEĞERLENDİRİLME OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yaşar AYHAN

ARTVİN-2016

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

**ERZURUM YÖRESİNDEKİ JEOTERMAL AKIŞKANLARIN ODUN KORUMA
ENDÜSTRİSİNDE DEĞERLENDİRİLME OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yaşar AYHAN

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Mürşit TUFAN**

Artvin 2016

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

ERZURUM YÖRESİNDEKİ JEOTERMAL AKIŞKANLARIN ODUN KORUMA
ENDÜSTRİSİNDE DEĞERLENDİRİLME OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Yaşar AYHAN

Enstitüye Verildiği Tarih :/...../2016

Tezin Sözlü Savunma Tarihi :/...../2016

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Mürşit TUFAN

Jüri Üyesi :

Jüri Üyesi :

Jüri Üyesi :

Jüri Üyesi :

ONAY:

Bu Yüksek Lisans / Doktora Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından .../.../.....

tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../.....tarih ve

..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../.....

.....
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Erzurum Yöresindeki Jeotermal Akışkanların Odun Koruma Endüstrisinde Değerlendirilme Olanaklarının Araştırılması konulu yüksek lisans tezinin arazi çalışmaları Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü, çalışma alanı içerisinde seçilen farklı deneme alanlarında yapılmıştır. Bu deneme alanlarından alınan örneklerle dayalı olarak çeşitli ölçümler yapılmıştır. Örneklerin kurutulması ve kuru ağırlıklarının tespiti işlemleri ise AÇÜ Orman Fakültesi Odun Koruma laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma OGM Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü 01.7601.(2015-2016) proje no'su ile desteklenmiştir. Çalışmanın planlanmasında, deneme alanlarının seçiminde, örneklerin alınmasında, örneklerin arazideki ve laboratuvardaki ölçüm, tartım, kurutma işlemlerinde yardımlarını esirgemeyen çalıştığım kurum olan Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü teknik personeline içtenlikle teşekkür ederim.

Tez çalışması süresince fikir ve bilgilerinden yararlandığım ve bu süreçte her aşamada yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Mürşit TUFAN'a sonsuz teşekkür ederim. Bu süreç boyunca değişik konularda fikirlerinden yararlandığım laboratuvar çalışmaları boyunca yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Orman Endüstri Mühendisi Uğur ÇUKUR'a teşekkürlerimi sunarım.

“Erzurum Yöresindeki Jeotermal Akışkanların Odun Koruma Endüstrisinde Değerlendirilme Olanaklarının Araştırılması” adlı ve 2014.F11.01.01.proje nosu ile bu çalışma, Artvin Çoruh Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne araştırma projesi olarak desteklenmiştir. Bilimsel Araştırma Proje koordinatörlüğüne teşekkür ederim.

Yaşar AYHAN
Artvin-2016

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	V
ŞEKİL DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ	VIII
KISALTMALAR	VIII
1.GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Ağaç Malzeme ve Önemi.....	3
1.3. Odun Koruma ve Emprenye Endüstrisi	5
1.4. Emprenye	6
1.5. Emprenye Maddelerinin Sınıflandırılması.....	6
1.5.1. Yağlı Emprenye Maddeleri.....	7
1.5.2. Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri	7
1.5.3. Suda Çözünden Emprenye Maddeleri.....	8
1.6. Klasik Emprenye Maddelerinin Oluşturduğu Çevresel Tehditler.....	8
1.7. Jeotermal Kaynaklar ve Kullanım Yerleri	10
1.8. Jeotermal Akışkanların Odun Koruma Endüstrisinde Kullanımı	11
1.9. Bor ve Borlu bileşiklerin Ağaç Malzeme Emprenyesinde Kullanımı	12
1.10.Sarıçam (<i>Pinus Sylvestris L.</i>)	14
1.10.1. Morfolojik özellikleri	14
1.10.2 Ekolojik özellikleri.....	15
1.10.3. Yayılışı	15
1.11.Katkı Maddesi (Çinko Sülfat)	15
2. MATERYAL VE METOT	16
2.1 Materyal	16
2.1.1. Jeotermal Su	17
2.1.2. Sarıçam (<i>Pinus Sylvestris L.</i>)	17
2.2. Metot	18
2.2.1. Deney Numunelerinin Hazırlanışı	18

2.2.2	Jeotermal Kaynak Tespiti.....	20
2.2.3.	Jeotermal Suyun Konsantrasyonunun Arttırılması.	20
2.2.4.	Emprenye İşlemi	21
2.2.4.1.	Emprenye metodu	22
2.2.5.	Yıkanma Testi	23
2.2.6.	Mantar Testleri	24
2.2.7.	Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi	25
2.2.7.1.	Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü	25
2.2.7.2.	Liflere Paralel Basınç Direnci	27
2.2.8.	Termogravimetrik Analiz (TGA).....	29
2.3.	İstatistiksel Analiz.....	29
3.	BULGULAR ve TARTIŞMA.....	30
3.1.	Jeotermal Suların Analizi.....	30
3.2.	Buharlaştırma İşlemi Sonrası Jeotermal Akışkanlardaki Bor İçeriği.....	31
3.3.	Retensiyon Miktarları.....	31
3.4.	Mekanik Testler	32
3.5.	Mantar Testleri	39
3.6.	Yıkanma Testi	39
3.7.	Termogravimetrik Analizleri (TGA).....	40
4 .	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	43
	KAYNAKLAR	44
	ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

ERZURUM İLİNDEKİ JEOTERMAL AKIŞKANLARIN ODUN KORUMA ENDÜSTRİSİNDE KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Emprenye maddelerinin yıkanma sorunu ve bu maddelerin içerdikleri zehirli bileşenlerin çevresel tehdit oluşturmaları üzerine son yıllarda birçok çalışma yürütülmektedir. Dolayısıyla yapılan bazı çalışmalar öncelikle çevre dostu ve odunu bozandıran etmenlere karşı etkinliğe odaklanmaktadır.

Bu çalışmada, çevre dostu jeotermal suların odun koruma maddesi olarak etkinlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Jeotermal sular Türkiye'nin doğusunda yer alan Erzurum ilinden temin edilmiştir. Sarıçam odun örnekleri; konsantre olmayan (%0), %50 ve %75 oranında konsantre edilmek kaydıyla (buharlaştırılarak) emprenye işlemine tabi tutulmuşlardır. Odun örnekleri Çinko sülfat ($ZnSO_4$) ile farklı oranlarda ikinci defa emprenye yapılmıştır. Örneklerin mekaniksel ve biyolojik performansları, yıkanma testi, termal bozunmaları incelenmiştir. Çürüklük testleri için bir beyaz (*Trametes versicolor* L.Pilat, Mad-697) bir esmer (*Postia placenta* (Fr.) M.J. Larsen & Lombard, Mad-698-R) çürüklük mantarı kullanılmıştır. Enstrümantal analiz olarak ICP spektrometre yardımıyla borun yıkanma düzeyi belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, konsantre halindeki (buharlaştırılan) jeotermal suların beyaz ve esmer çürüklük mantarlarına karşı yüksek direnç göstermiş olup termal özellikleri de iyileştirdiği belirlenmiştir. Ayrıca, jeotermal suların emprenyesi sonrası odun örneklerinde mekanik özellikler değişmemiştir. Çinko sülfat emprenyesi borun yıkanma oranlarını düşürmüştür. Yapılan çalışma ile jeotermal suların çevre dostu ve çürüklük mantarlarına karşı etkili emprenye maddesi olarak kullanılabilceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Odun Koruma, Emprenye, Jeotermal Sular, Çürüklük, Yıkanma.

SUMMARY

THE EVALUATION of GEOTHERMAL FLUID in THE WOOD PRESERVATION INDUSTRY the PROVINCE of ERZURUM

Concerns about the safety and environmental impact of preservatives used to protect wood from biodegradation have increased in recent years, as has research to quantify preservative leaching and environmental accumulation. Hence, some studies have focus on identifying environmentally friendly and efficient wood preservatives.

In this study, it was aimed to determine the efficiency of the environmentally friendly geothermal fluids as a wood preservative. Geothermal fluids obtained from the Erzurum which is a province of Turkey in the Eastern Anatolia Region. The non-concentrated geothermal water and concentrated geothermal water (via evaporation) in ratios of %50 and %75 were used to impregnation Scots pine specimens. The specimens were applied second impregnation with Zinc sulfate ($ZnSO_4$). Mechanical and biological performance, leaching amount of boron (B) and thermal degradation of specimens were tested. One white rot fungus, *Trametes versicolor* L.Pilat (Mad-697), one brown rot fungi, *Postia placenta* (Fr.) M.J. Larsen & Lombard (Mad-698-R) were used for the decay tests. An ICP spectrometer was used as analytical instrument to determine of leaching amounts of boron. According to the results, impregnated samples with concentrated geothermal fluids showed highest resistance against both white and brown rot fungi and thermal properties slightly improve. In addition mechanical properties didn't change by impregnating. The leaching amount of boron decreased from specimens impregnated with zinc. The current study indicates that geothermal fluids can be used as environmentally friendly wood preservative against decay fungi.

Keywords: Wood Protection, Impregnation, Geothermal Fluids, Decay Resistance, Leaching.

ŞEKİL DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1. Kullanılan ZnSO ₄ (Çinko sülfat) örneği	16
Şekil 2. Jeotermal kaynak görüntüleri	17
Şekil 3. Deneylerde kullanılacak sarıçam tomrukları	17
Şekil 4. Mantar testleri için numunelerin hazırlanması	18
Şekil 5. Mekanik testler için numunelerin hazırlanması	19
Şekil 6. Çalışma alanları	20
Şekil 7. Evaporatör cihazı	20
Şekil 8. Emprenye Sistemi	21
Şekil 9. Uygulanan metodunun genel uygulama diyagramı	22
Şekil 10. ICP ((Inductively Coupled Plasma) Cihazı	23
Şekil 11. Mantar testleri örnekleri	24
Şekil 12. Eğilme direnci deneyi örnek boyutları (mm)	25
Şekil 13. Eğilme direnci testi	26
Şekil 14. Liflere paralel basınç direnci (mm)	27
Şekil 15. Liflere paralel basınç direnci testi	28
Şekil 16. TGA(Termogravimetrik analiz) Cihaz	29
Şekil 17. Doğal haldeki jeotermal su ve farklı oranlarda Çinko Sülfat ile empenye edilmiş örnekler ile masif ağaç malzemeye ait TGA analizleri	40
Şekil 18. %50 oranında buharlaştırılan jeotermal su ve farklı oranlarda Çinko Sülfat ile empenye edilmiş örnekler ile masif ağaç malzemeye ait TGA analizleri	40
Şekil 19. %75 oranında buharlaştırılan jeotermal su ve farklı oranlarda Çinko Sülfat ile empenye edilmiş örnekler ile masif ağaç malzemeye ait TGA analizleri	41

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 1. Çinko Sülfatın bazı özellikleri	16
Tablo 2. Jeotermal Kaynakların koordinatları	17
Tablo 3. Jeotermal suda yapılan buharlaştırma (deriştirme) oranları	21
Tablo 4. Jeotermal kaynaklardan alınan örneklerin analizi sonucu tespit edilen element miktarları (Mg/l)	29
Tablo 5. Doğal haldeki ve buharlaştırma sonrası jeotermal su içerisindeki bor miktarı	30
Tablo 6. Farklı konsantrasyondaki jeotermal sularla ve Çinko Sülfat kullanımının retensiyon miktarı üzerindeki etkisine değerlerine ait ÇVA sonuçları	30
Tablo 7. Farklı konsantrasyondaki jeotermal sular ve Çinko Sülfat kullanımının retensiyon miktarı değerleri	31
Tablo 8. Farklı konsantrasyondaki jeotermal sular ve Çinko Sülfat ile empenye sonrası eğilme direnci ÇVA sonuçları	31
Tablo 9. Farklı konsantrasyondaki jeotermal sular ve Çinko Sülfat ile empenye sonrası eğilmede elastikiyet modülü ÇVA sonuçları	32
Tablo 10. Farklı konsantrasyondaki jeotermal sular ve Çinko Sülfat ile empenye sonrası liflere paralel basınç direnci ÇVA sonuçları	32
Tablo 11. Eğilme direnci, eğilmede elastikiyet ve liflere paralel basınç direnci değerleri	34
Tablo 12. Farklı konsantrasyondaki jeotermal sular ve Çinko Sülfat ile empenye sonrası <i>Trametes versicolor</i> mantarının meydana getirdiği ağırlık kaybı değerleri ÇVA sonuçları	36
Tablo 13. Farklı konsantrasyondaki jeotermal sular ve Çinko Sülfat ile empenye sonrası <i>Postia placenta</i> mantarının meydana getirdiği ağırlık kaybı değerleri ÇVA sonuçları	36
Tablo 14. <i>Trametes versicolor</i> ve <i>Postia placenta</i> mantarlarının meydana getirdiği ağırlık kaybı değerleri.....	37
Tablo 15. Doğal haldeki Jeotermal su ve farklı oranlarda Çinko Sülfat ile empenye edilmiş örneklerin yıkanma değerleri (ppm)	39

KISALTMALAR

UV	: Ultraviyole
PCP	: Pentaklorofenol
CCA	: Bakır/Krom/Arsenik
CCB	: Bakır/Krom/Bor
TGA	: Termogravimetrik Analiz
C	: Karbon
H	: Hidrojen
O	: Oksijen
N	: Azot
M.Ö.	: Milattan Önce
CO ₂	: Karbondioksit
Li	: Lityum
NH ₄ HCO ₃	: Amonyum bikarbonat
ZNSO ₄ 7H ₂ O	: Çinko Sülfat
BİLTEKMER	: Bilim-Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
ÇVA	: Çoğul Varyans Analizi
LDN	: Lif Doygunluk Noktası
AWPA	: American Wood Protection Association
ICP	: Inductively Coupled Plasma

1.GENEL BİLGİLER

1.1 Giriş

Ağaç malzeme, insanların ilk çağlardan beri kullandığı ve diğer yapı malzemelerine göre oldukça üstün özelliklere sahip bir organik malzemedir. Teknolojinin gelişmesine ve fazla sayıda yeni malzeme ile rekabetine rağmen, diğer malzemelere göre sahip olduğu üstün özellikleri (düşük yoğunluk, düşük ısı iletimi, yüksek mekanik dayanım, kolay işlenebilirlik, estetik görünüm ve yenilenebilir malzeme olması vb.) nedeniyle geçmişten bugüne birçok kullanım alanında değerini korumaktadır (Sivrikaya, 2004; Köse, 2012).

Ahşap malzemedeki çok sayıda mamul ve yarı mamul üretilmiştir. Günümüzde bu mamullere olan talebin artarak devam etmesi sonucu orman kaynaklarının da azalmasına neden olmakta ve bu ürünlerin daha rasyonel üretim yöntemleri ve en uygun hizmet ömrünün kazandırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Ahşap malzemenin hizmet ömrünün arttırılması ve dolayısıyla orman kaynaklarının korunması için birçok yöntem denenmektedir. Bu yöntemler arasında en önemli ve zaruri bir işlem “emprenye” ’dir. Doğal dayanımı yüksek olan türlerin kullanımını her ne kadar çözüm gibi görünse de ahşabın uzun yıllar bozunmadan kalabilmesi için emprenye işlemine tabi tutulmaları gerekmekte olup bu sayede çok dayanıksız sınıfta yer alan türlerin dahi birçok alanda kullanılmasına imkân vermektedir.

Ahşap malzemeler sahip oldukları üstün özelliklerinden dolayı birçok alanda kullanılmakla birlikte biyotik (mantar, böcek, deniz zararlıları, termitler vb.) ve abiyotik faktörlerin (UV ışınları, yanma, vb.) bozunduruucu etkisi altında kalabilmektedir. Özellikle çürütücü mantarlar burada birinci derecede etkili olmaktadır. Diğer yandan birçok tropik bölgelerde termitler ciddi zararlar meydana getirmektedir. Bu etkilere karşı, ağaç malzemenin doğal haldeki dayanımı tek başına yeterli olmamaktadır. Tüm bunlar, ağaç malzemenin istenilmeyen ve önlem alınması ihtiyacı gösteren özellikleridir. Biyotik ve abiyotik faktörlere karşı önlem almak ve kullanım ömrünü uzatmak için ahşap malzemelerin koruyucu kimyasal

maddelerle işlem görmesi gerekmektedir. Bütün emprenye maddelerinin; ahşap malzemede yüzey gerilimini azaltıcı etkisi olması, derine nüfuz etmesi, ağaç liflerine fikse (tutunma) olması, odunu tahrip eden organizmalara karşı yüksek zehirlilik derecesine sahip olması, ağaç malzemede devamlı olarak kalması (yıkanma ve buharlaşma ile oluşan kayıpların mümkün olduğunca az olması), odunu ayrıştırmaması, mekanik dirençleri düşürmemesi, metallerle korozyon meydana getirmemesi ve emprenye sonrası insan sağlığını olumsuz etkilememesi gerekmektedir. Ahşap malzemelerin korunmasında; su bazlı, organik ve yağlı karakterdeki kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Bakır içeren su bazlı emprenye maddeleri ile birlikte organik bazlı PCP (pentaklorofenol) ve yağlı karakterdeki kreozot en önemli odun koruma maddelerinin başında gelmektedir. CCA'nın yapısında bulunan arsenikten dolayı bu maddenin insanla temas eden yerlerde kullanılması Avrupa Birliği ve Amerika tarafından 2004 yılında alınan kararlarla yasaklanmıştır. Benzer şekilde PCP ve kreozot'un yapısındaki zararlı bileşenler nedeniyle birçok kullanım yeri için tercih edilmemektedir (Bozkurt vd., 1993; Temiz vd., 2004; Temiz vd., 2010; Akbaş, 2011).

CCA, PCP ve kreozot'un kullanımlarının sınırlandırılması nedeniyle yeni nesil emprenye maddeleri (Tanalith E, Alkali/Bakır/Quat, mikronize bakır, bor bileşikleri vb.) odun koruma sektöründe kullanılmaya başlanmıştır. Odun koruma alanında çevre dostu formülasyonlar ve uygulama yöntemleri gittikçe popüler olmaktadır (Temiz vd., 2004; Temiz vd., 2010; Akbaş, 2011).

Artan dünya nüfusuna paralel olarak çevresel duyarlılıkların artması ve fosil yakıtlarının azalması nedeniyle yenilenebilir ve çevre dostu materyallere olan ihtiyaç artmaktadır. Bunun sonucunda son yıllarda araştırmaların ağırlık merkezini yenilenebilir kaynaklar değerlendirilerek çevre dostu ve sürdürülebilir ürünler oluşturmaktadır. (Rowell, 2001; Akbaş, 2011).

Bu tez çalışmasında klasik odun koruma maddelerine alternatif olarak ülkemizin sahip olduğu önemli zenginliklerden biri olan jeotermal suların odun korumada kullanılabilirliği araştırılmıştır. Ayrıca kullanılan jeotermal suyun içindeki etken maddelerin oduna daha iyi tutunması amacıyla ilave katkı maddesi (Çinko Sülfat) kullanılmıştır. Kimyasal içeriği belirlenen jeotermal su ile emprenye edilen örnek

grupları çeşitli testlere tabi tutularak; yıkanma oranları, çürüklük mantarlarına karşı dayanımı, bazı mekanik özellikleri ve termal özellikleri (TGA) yapılan laboratuvar çalışmalarında belirlenmeye çalışılmıştır.

1.2. Ağaç Malzeme ve Önemi

Ağaç uzun ömürlü, her yıl boy ve çap artımı yapan, odunsu dokulara sahip bir bitki olup, boyu en az 5 m'den fazladır. Bir ya da birden çok gövdeli ve 5 m den kısa olan odunsu bitkiler çalı sınıfına girmektedir (Örs ve Keskin, 2001).

Odunun elementer bileşimi C, H ve O'den oluşmakta, çok az miktarda olmak üzere (<%1) N ve kül bulunmaktadır.

Odunun asıl kimyasal bileşikleri selüloz, hemiselüloz (odun polyosları) ve lignin'dir. Polisakkaritlerden olan selüloz ve hemiselüloz holoselüloz adını alırlar. Holoselüloz 'un kuru odun ağırlığına iştirak oranı % 60-85 kadar olup bunun % 40-50 kadarı selüloz , % 20-35 kadarı hemiselüloz 'dur. Lignin oranı ise % 15-25 kadardır. Bunlara ek olarak odunda gerek hücre çeperine gerekse hücre lümenine yerleşmiş tanenler, uçucu yağlar, reçineler, sakız, lateks, nişasta, alkaloidler ile boyar ve renkli maddeleri ihtiva eden birçok organik ve inorganik maddeler bulunmaktadır. Bu yan bileşikler ekstraktif maddeler olarak adlandırılmaktadır (Örs ve Keskin, 2001).

Odun hammaddesi dünya ekonomisinde önemli bir yere ve değere sahip bir malzemedir. Yapı malzemesi, endüstriyel hammadde ve yakıt olarak yoğun bir kullanıma sahiptir. Yenilenebilir doğal kaynak olduğundan nispeten düşük fiyatla bol miktarda temini mümkündür (Yıldız, 2000).

Bir yapı malzemesi olarak odun, birim ağırlığına oranla yüksek bir dirence ve kolay işlenebilme gibi özelliklere sahiptir. Sürekli bir enerji kaynağı olduğu gibi, ayrıca kimya endüstrisinde çokça kullanılan selüloz ve türevlerinin en temel ve en ucuz kaynaklarından biridir. Renk çeşitliliği ve tekstür özelliği birçok dekoratif amaçlar için memnuniyet vericidir. Ağaç malzeme değişik tekstür, renk yoğunluk ve özgül ağırlık seçenekleri ile yapı kerestesi, dekoratif panel, kontrplak, demiryolu traversi, ağaçlandırma ve erozyon ihataları, bahçe çit ve kazıkları, paketleme ve ambalaj

malzemesi, kâğıt ve kâğıt ürünleri, selüloz türevleri, odun kömürü gibi altı bin'e yakın kullanım yerinde değerlendirilebilmektedir (Yıldız, 2000).

Ağaç malzeme, teknolojinin gelişimine bağlı olarak gelecekte özellikle yiyecek, lif ve enerji kaynağı olarak tüketilmek istenmektedir. Modern orman çalışmaları ile odun üretiminde verimin yani üretilen yıllık odun miktarının hem de odun kalitesinin artırılmasına çalışılmaktadır. Odunun biyolojik bir kütle olarak kullanılmasıyla alkole dönüştürülmesi ve yanmalı motorlarda enerji kaynağı olarak değerlendirilmesi geleceğe dönük araştırmalardan bazılarıdır. Odunun değişik ürünlere dönüştürülmesinde gerektirdiği enerji miktarı diğer materyallere oranla hayli düşüktür. Örnek olarak, çelik endüstrisinde ve çeşitli kullanım yerlerinde oduna alternatif olabilen alüminyum işlenmesindeki emülsiyon miktarı yani havayı kirleten partikül miktarı 3 ile 4 birim ise, odunun işlenmesi sırasındaki emülsiyon miktarı 1 birimdir. Maliyet ve bulunabilirlik faktörleri düşünüldüğünde odun, petrolün yerini alabilecek bir potansiyele sahiptir. Özellikle endüstriyel kimyasal maddelerin ve polimerlerin odun hammaddesiyle üretilmesi mümkündür (Yıldız, 2000).

Bütün sayılan yararlı ve gelecekteki potansiyel olanaklarıyla birlikte ağaç malzeme, bir takım sakıncalı özelliklere de sahiptir. Bunlar;

- 1- Ağaç malzeme (odun) biyolojik olarak bozulabilen, belirli yerlerdeki kullanımlarda çürüyeabilen veya renk değişikliğine uğrayabilen bir materyaldir. Özellikle mantar ve termitler ciddi zararlar meydana getirmektedirler.
- 2- Ağaç malzeme düşük sıcaklıklarda tutuşabilmekte ve hemen yanabilmektedir.
- 3- Ağaç malzeme boyutsal stabiliteye sahip değildir. Lif doygunluk noktası (LDN) denilen %28'lik rutubet dereceleri arasında rutubet alıp vererek boyutlarını arttırmakta veya azaltmaktadır. Bu durum odunun anatomik bakımdan farklı üç yönünde değişik miktarlarda meydana geldiğinden kuruma çatlaklarına, şekil bozukluklarına ve iç gerilmelere neden olmaktadır.

- 4- Doğal bir kaynak olarak ağaç malzeme, kimyasal bileşim ve fiziksel özellikler bakımından geniş bir çeşitlilik göstermektedir. Bazı kritik kullanım alanlarında bu durumun olabildiğince az (minimize) olması gerekmektedir.
- 5- Yakıt, kâğıt hamuru ve kimyasal madde üretimi söz konusu olduğundan odun birim ağırlık başına büyük bir hacimle kullanılmaktadır.

Görüldüğü üzere ağaç malzemenin çok farklı kullanım alanları bulunmaktadır. Endüstride 2800 farklı alanda kullanıldığı bildirilmiştir (Yalçın, 2002).

Ağaç malzemenin kullanım yerindeki ömrünü uzatmak için, odun koruma endüstrisinde çok sayıda yöntem ve kimyasal maddeler geliştirilmiştir. Genellikle dış mekânda kullanılan ağaç malzemenin korunması için geliştirilen bu kimyasallar, iç mekân kullanımı için uygun değildir. Bu nedenle, iç mekân ahşap malzemenin korunmasında insan sağlığını tehdit etmeyecek emprenye maddelerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Günümüzde ev ve işyerleri gibi yaşam ve çalışma alanlarında kullanılan ahşap malzemeler, emprenye edilmeden monte edilmekte ve sonra çeşitli üst yüzey işlemleri (boya, vernik) uygulanmaktadır. Bu üst yüzey işlemlerinde kullanılan maddeler biyotik faktörlere (mantar, böcek, termit) karşı yeterli koruma sağlayamadıkları için şartlar uygun olduğunda korumasız kalan alt ve orta kısımlarda mantar, böcek ve termit tahribatları oluşabilmektedir. Bu bakımdan iç mekânda kullanılan ağaç malzemenin insan sağlığına zarar vermeyecek uygun koruyucu maddelerle derinlemesine emprenye edilmesine ihtiyaç vardır (Yalçın, 2002).

1.3. Odun Koruma ve Emprenye Endüstrisi

Ağaç malzemenin çeşitli zararlı faktörlere karşı korunmasına ilişkin yapılan uygulamalar 4000 yıl öncesine kadar dayanmaktadır. Yüzeyi kömürleştirme işleminin yanı sıra, bitkisel, hayvansal ve mineral yağlardan faydalanılarak ağaç malzeme çeşitli zararlara karşı uzun yıllar dayanıklı bir şekilde korunmuştur. Romalılar sedir yağı ve zeytinyağı, burmalılar petrol yağını kullanmışlardır. Mısırlılar ağaç malzemeyi kurutarak çürümesini engellemişlerdir. Yunanlılar M.Ö. 500 yıllarında, ağaç malzemeye delikler açıp bazı koruyucu maddeleri içine

akıtmak suretiyle muhafaza etmişlerdir. 1600-1800 yılları arasında ağaç malzemenin korunması için çeşitli yağlar, tutkallar, reçineler, kauçuk, tuzlar, katran yağları ve çeşitli endüstriyel atıklar denemiştir.1800'lü yıllarda ise, çok yakın geçmişte kullandığımız çeşitli emprenye maddelerinin kullanımına başlanmıştır. 1831 yılında Fransız Jean Robert Breant kreozot kullanarak çelik kazanda ağaç malzemeye önce vakum uygulanması, sonrada emprenye çözeltisinin basınç altında ağaç malzeme içerisine enjekte edilmesi yöntemi bulunmuştur. Bu tarihten birkaç yıl sonra İngiliz John Bethell tarafından emprenye maddesi olarak kreozot kullanılması yoluyla bu yöntem denenmiştir. 19.yy sonları ve 20.yy başlarında tren, elektrik ve telgraf ağlarının gelişimi, buna bağlı olarak emprenyeli travers ve direklere olan talebi arttırmıştır (Bozkurt vd.1993; Sivrikaya,2003).

1.4. Emprenye

Ağaç malzemeyi biyotik ve abiyotik zararlılara karşı korumak, kullarımdaki hizmet ömrünü arttırmak için ağaç malzemenin bünyesine farklı yöntemlerle kimyasal maddeleri yerleştirme işlemidir.

1.5. Emprenye Maddelerinin Sınıflandırılması

Günümüzde emprenye endüstrisinde kullanılan emprenye maddesi sayısı 2500'ü aşmış bulunmaktadır. Farklı özelliklere sahip bu emprenye maddelerinin taşınması gereken özelliklerin başında; ağaç liflerine tutunucu (fıkse) olması, derine nüfuz etmesi, odunu tahrip eden organizmalar için yüksek zehirlilik derecesine sahip olması, yıkanma ve buharlaşma ile oluşan kayıpların mümkün oldukça minimize olması, metallere korozyon meydana getirmemesi, yıkanmaya karşı dirençli olması, emprenye işlemi ile uğraşan insanların sağlığını olumsuz etkilememesi, fiziksel ve mekanik özelliklerde azalmaya sebep olmaması gerekmektedir (Bozkurt ve ark.,1993).

Emprenye maddelerinin değişik ülkelerde sınıflandırılması çeşitlilik göstermektedir. En yaygın olarak belirtilen sınıflandırma aşağıdaki gibidir (Bozkurt vd.,1993).

1. Yağlı emprenye maddeleri

2. Organik çözücülü emprenye maddeleri
3. Suda çözünen emprenye maddeleri
4. Özel amaçlı emprenye maddeleri (Yangın, ardaklanma ve renklenmeleri önleyici emprenye maddeleri).

1.5.1. Yağlı Emprenye Maddeleri

Yağlı emprenye maddeleri kömür katranı destilasyonu ve kimyasal toksinlerin çözüldürülmesi yoluyla elde edilen polifenollerdir (Nicholas, 1973). En önemlileri; kreozot, maden kömürü katranı, karbolinimum, odun katranı, katran yağı, linyit kömürü katranı ve petrol ürünleridir. En eski ve yaygın olarak kullanılan yağlı emprenye maddesi kreozottur. Yağlı emprenye maddeleri fırça ile sürme ve ya püskürtme yöntemleri ile toprakla temas etmeyen dış cephe ağaç malzemenin emprenyesinde kullanılırken, sıcak-soğuk basınçlı kazan yöntemleri uygulanarak toprakla temas eden tüm ağaç malzemelerin emprenyesinde kullanılır (Erten, 1980). Yağlı emprenye maddeleri suda çözünmediklerinden etkileri uzun sürelidir ve ağaç malzemeye etkili bir şekilde emprenye edildiğinde mantar ve böceklerle karşı zehirlilik etkisi göstermektedir (Bozkurt vd.,1993). Bu tip emprenye maddelerinin kötü kokularından dolayı kapalı mekânlarda kullanılması uygun değildir. Bu tip maddelerin kullanıldığı ağaç malzemenin boyanması ve yapıştırılması güçtür (Hafizoğlu, 1986).

1.5.2. Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri

Organik çözücülü emprenye maddeleri, petrol desitilasyonu ürünleri olarak elde edilen ve organik çözücülerde çözülmüş aktif kimyasal maddelerden oluşmaktadır (Bozkurt vd.,1993). Genel olarak organik çözücülü emprenye maddeleri şunlardır: penteklorofenol (PCP), metal naftanetler, bakır naftanet, bakır-8 kinolinolat, çinko naftanetler, organik kalay bileşikleri, organik cıva bileşikleri, kloronaftanetler, klorobenzenler, klorlu hidrokarbonlar ve sentetik pretroidler olarak sıralanabilir

(Nicholas, 1973; Erten, 1980; AWWA,1991).

Bu tip emprenye maddelerinde çözücü olarak hidrokarbonlar kullanılmaktadır. Aktif bileşikler çözücü ile birlikte ağaç malzemeye taşındıktan sonra çözücü madde

buharlaşarak ağaç malzemededen uzaklaşır ve asıl aktif madde geride kalarak koruyuculuk yapar (Bozkurt vd.,1993).

Organik çözücülü emprenye maddeleri doğal olarak suda çözünmemekte, ağaç malzemenin rengini değiştirmemekte, eğilme, çarpılma, şişme gibi kusurlara sebebiyet vermemektedir. Ağaç malzeme emprenye işleminden sonra tutkallanabilir ve kolayca boyanabilmektedir. Bu özelliğinden dolayı, bu tip emprenye maddeleri pencere, kapı gibi iç mekânlarda kullanılan ahşap yapılı malzemelerin emprenyesi için uygun görölmektedir. Böcek ve mantarlara karşı etkilidirler. Bu emprenye maddelerinin pahalı olması ve çözücü maddelerin emprenye işleminden sonra malzemeyi terk ederken tutuşma tehlikesinin olması, sakıncalı yanlarıdır (Richardson 1978; Bozkurt vd.,1993).

1.5.3. Suda özünden Emprenye Maddeleri

Birden fazla inorganik tuzun su içerisinde özündürölerek oluşturulan çözeltilerdir (Tümsek, 1987). Başlıca suda çözünen emprenye maddeleri, bakır/krom/arsenik (CCA), bakır/krom/bor (CCB), bor bileşikleri (borik asit, disodyumoktaborattetrahidrat) dir (AWPA, 1991; Bozkurt vd.,1993).

Bu tip emprenye maddelerinin uygulanmasında su içerisinde çözünmüş inorganik tuz bileşikleri, ağaç malzemeye uygulandıktan sonra su ağaç malzemededen buharlaşmakta ve aktif madde (tuz) kimyasal ve fiziksel olarak ağaç malzemeye tutunmaktadır (Winandy, 1993). Suda özünen tuzlar tel direkleri, traversler, deniz tahkimatında kullanılan iskele direkleri, maden direkleri, gıda maddeleri ve ambalaj kapları gibi alanlarda kullanılan ağaç malzemenin emprenyesi için uygundur (Bozkurt ve Erdin, 1985).Bu tip emprenye maddeleri ile emprenye edilmiş ağaç malzeme, kokusuz olup, üşt yüzey işlemleri kolayca uygulanabilir.

1.6. Klasik Emprenye Maddelerinin Oluşturduğu evresel Tehditler

Teknolojinin gelişimine bağlı olarak gelişen endüstri sanayinin olumlu yanlarının yanında oluşturduğu çevresel tehditler azımsanamayacak seviyededir. Bu nedenle bilim insanları çevresel kirlilik tehditlerini en aza indirmek ve gelecek nesillere daha yaşanılabılır, sağlıklı bir dünya bırakmak için çalışmalarına devam

etmektedirler. Odun koruma faaliyetlerinde yaşanabilir yaşam alanları için çevreye zarar vermeyen ya da en az zarar veren koruyucu maddelerin kullanılması çevre için hayati önem arz etmektedir. Bu nedenle bazı gelişmiş dünya ülkelerinde ahşap koruyucu kimyasallarının kullanımına kısıtlamalar getirilmekte, bazılarının kullanılması yasaklanmakta, bazılarının kullanılması ise günümüze kadar tartışıla gelmiştir. Yaşamımızda kullandığımız ağaç ve ağaç esaslı malzemelerin korunması (emprenyesi) için kullanılan ahşap koruyucu maddelerin insan ve çevre sağlığına olan zararı en aza indiren emprenye maddelerinin geliştirilmesi gereklidir. Bu yönde yapılan çalışmalar günümüz için kısıtlıdır.

Kaliteli ve sağlıklı bir insan yaşamı için gündelik hayatın içinde kullanımı vazgeçilmez olan ağaç malzemenin korunmasını geliştirmek için bu konudaki çalışmaların desteklenmesi gereklidir. Ahşap koruma sektöründe birçok koruyucu kimyasal kullanılmakta ve bunlara her geçen gün yeni kimyasallar eklenmektedir. Bu kimyasalların istihali ve tüketimi, ticari kaygının da etkisiyle insan ve çevre sağlığına gereken önem verilmeden maalesef devam edilmektedir.

Kullanım ömrünün uzatılması amacıyla geçmişten bu güne kullanılan bazı emprenye maddeleri ile emprenye edilmiş ağaç malzemenin ömrü sona erdiğinde, tehlikeli atık sınıfına girebilmektedir. Bundan dolayı ömrü biten bu malzemenin gömülmesi, yakılması ve başka bir amaç için kullanılması tehlikeli olabilmektedir. İstense dahi kullanım ömrü biten malzemelerin dönüşüm süreçleri pahalı olduğundan ekonomikliği de ortadan kalkmaktadır. Tüm bu sıkıntılara son vermek için ahşap koruma sektöründe insan ve çevre sağlığına duyarlı kimyasal koruyucu maddelerin geliştirilmesi gerekmektedir. Uluslararası çevreci kuruluşlar kullanılan ahşap koruma kimyasallarını titizlikle izlemektedirler (Kartal ve Kantay, 2006).

Yeni çalışmalar ile emprenye sektörü günden güne gelişmektedir örnek olarak doğada çokça bulunan jeotermal kaynakların içerisinde çözünmüş halde bulunan kimyasalların emprenye için kullanımının uygun olup olmadığı da tartışılmaktadır (Var, 2009).

Ağaç malzemenin yüzlerce yıl kullanımına göre nispi olarak zaman geçtikçe, yapı endüstrisinde alternatif olarak Beton, çelik, gibi malzemeler girmiş ve çoğu

alanlarda aktif olarak kullanılmaya başlanmışlardır. Bu durumda tüketicilerin konstrüksiyon malzemesi olarak seçenekleri genişlemiştir.

Eskiden kullanıcılar yapı malzemesi seçimi yaparken seçimlerini büyük ölçüde malzemenin uygunluğu, elde etme kolaylığı, fiyatı ve görünüşü etkili olmaktadır. Günümüzde ise kullanıcılar yapı malzemesinin insan ve çevre sağlığı üzerindeki etkisini de sorgulamaktadır. Yapı malzemesi seçimi yaparken yukarıda sayılan ölçütlerin yanında, küresel ısınma, enerji tüketimi, çevre kirliliği ve insan sağlığı gibi konularla malzeme ilişkisi kurmak, çevre dostu ürünleri tanımak ve tüketmek arzusundadırlar (Erdin, 2003).

Odun materyali yenilenebilir bir kaynak olan ağaçlardan elde edildiğinden, üretim ve tüketim arasındaki balansın iyi kurulduğu bir ormancılık politikasının takip edilmesi halinde, hammadde eldesinde çevreye zarar verilmesi söz konusu olmayacaktır. Hâlbuki alternatif malzemeler için aynı şeyler söylemek muhtemel değildir. Örneğin; yenilenemeyen kaynaklardan çelik, demir cevheri, metal alaşım cevherleri, kömür ve kireç taşlarından türetilmektedir. Bu yer altı zenginliklerinin yüzyıl süre bile yeteceği garanti edilememektedir, çeliğe bazı özellikleri veren alaşımları oluşturmak için gereksinim duyulan krom, kobalt, nikel ve vanadium gibi maden kaynakları için bu zaman reel görünmemektedir (Erdin, 2003).

1.7. Jeotermal Kaynaklar ve Kullanım Yerleri

Jeotermalin sözcük anlamı ‘Yer Isısı’ anlamına gelmektedir. Yer içindeki ısı, farklı iletim yolları ile (konvektif, kondaktif vb.) kayalar içinde hapsolünmüş ya da dolaşan akışkanları (sıvı ve gazlar) ısıtır. Isınan sıvı ve gazların hepsine birden jeotermal akışkan denir. Türkiye’de ki jeotermal akışkanların tamamı sıvı ya da sıvı ve buhar karışımı formundadır. Türkiye de daha kuru buhar üretimi mevcut değildir. Yasal tanım olarak 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu’na göre, yer altından doğal ya da yapay yollarla elde edilen suyun jeotermal olarak tanımlanması için sıcaklığının 20 °C’nin üstünde ve içerdiği mineral yoğunluğun da 1000 mg/lt üzerinde olması gerekmektedir.

Jeotermal kaynaklardan elde edilen enerji ucuz, yenilenebilir bir enerjidir ve çevre kirliliği çok azdır. Jeotermal akışkanı meydana getiren sular meteorik sulardır. Bunun için rezervin beslenmesi yağış miktarı ve türü ile direkt ilgilidir.

Jeotermal enerji farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Jeotermal akışkanlar kıymetlendirilirken akışkanın fizikokimyasal özellikleri belirleyici etken olmaktadır. Jeotermal kaynaklar genel olarak; elektrik eldesinde (130°C ve üzeri), ısıtmada (şehir, sera, vb.), endüstride yararlanmada (proses ısısı temininde), kimyasal element elde edilmesinde (CO₂, Li, çeşitli tuzlar, ağır su, borik asit, amonyum bikarbonat NH₄HCO₃ vb.), termal turizm amaçlı (tedavi ve hizmet sektörü), maden suyu gibi bu saydıklarımızın hepsini içine alan entegre uygulamalarda kullanılmaktadır (Danışman, 2011). Yapılan bu çalışma ile jeotermal kaynakların alternatif kullanım alanı olarak; ağaç malzemenin empenyesine uygunluğu hakkında altlık oluşturacaktır.

1.8. Jeotermal Akışkanların Odun Koruma Endüstrisinde Kullanımı

Jeotermal kaynaklar bakımından Türkiye ilk 6 ülke arasında yer almaktadır. Jeotermal akışkanlar kimyasal element içerikleri ve miktarları bakımından ahşap empenye maddeleri ile karşılaştırıldıklarında, ahşap koruma işlemleri için uygun oldukları dolayısıyla ahşap koruma sanayinde kullanma kapsamında jeotermal sıvıların empenye maddesi olarak uygun nitelikler taşıdığı söylenebilir (Var, 2009). Zira jeotermal kaynaklar etkili oranlarda çözünmüş (klorür, sodyum, sülfat, potasyum, magnezyum, bor, florür, amonyum ve silikat) gibi çeşitli kimyasal elementler ve zengin mineral tuzlar içerebilmektedirler. Bu kimyasal elementler suda çözünen empenye maddeleri kapsamında önemli bir yere sahiptirler. Başkaca bu kimyasallar değişik oranlarda ve değişik yöntemlerle tek başlarına veya karışımlar halinde kullanılabilirler.

Ahşap empenyesinde değerlendirilecek bir kimyasal veya kimyasal karışımın çevreyi kirlilik oluşturmaması, çevre ve diğer canlılar için zehirlilik etkisinin olmaması, akıcılığa karşı gösterdiği direncin düşük olması ve ağaç malzemenin derinlerine nüfuz etmesi, liflere iyi tutunması, zararlı organizmalar için etkin zehirlilik derecesi olması ve bu etkinin kalıcı olması, sektör çalışanlarının sağlığını

olumsuz etkilememesi, yanıcı olmaması ve yanmayı geciktirmesi, ağaç malzemeyi ayrıştırmayıp fiziksel ve mekanik özelliklerinde herhangi bir kayba sebebiyet vermemesi gibi özelliklere sahip olması gerekmektedir (Berkel,1972; Bozkurt ve ark., 1993).

Jeotermal sular, ağaç malzemenin emprenyesinde kullanılabilir olası kimyasalların konsantrasyonu bakımından yetersiz kalması halinde, ihtiyaç duyulan konsantrasyon oranı, dışarıdan belli oranlarda jeotermal esaslı kimyasallar ilave edilerek karşılanabilmektedir. Bu gaye ile kimya endüstrisinde jeotermal kaynaklardaki sulardan farklı yöntemlerle üretilen borik asit, sodyum klorür, amonyum sülfat, potasyum klorür vb. maddeler kullanılabilir (Serpel, 2000; Mutlu, 2004).

Jeotermal akışkanlar, en fazla çözülmüş halde Na, Ca, Cl, F, B, Mg, K, SO₄,NH₃, gibi kimyasal maddeler içermektedir. Çoğu suda çözülebilen emprenye maddeleri sınıfına giren bu kimyasallar, ekolojik tesirleri yönünden, ağaç malzemeyi bozunduran biyotik etkenlere karşı zehirli olabilecek niteliklere sahiptir (Var, 2009).

İnsan sağlığına ve çevreye zarar veren kimyasal maddelerin kullanımına sınırlandırılmaların getirilmesi veya yasaklanması git gide artmaktadır. Odun koruma endüstrisi için diğer yöntemlere nazaran pratik ve ekonomik, çevre dostu, yenilenebilir doğal bir kaynağın odun koruma maddesi olarak kullanılması, ithal edilen emprenye maddesinin getirdiği maddi külfetlerin azaltılması ve ülkemizin dışı tabiiyetinin azaltılması açısından önem teşkil etmektedir (Var, 2009).

1.9. Bor ve Borlu bileşiklerin Ağaç Malzeme Emprenyesinde Kullanımı

Ağaç malzemenin emprenye edilmesi maksadıyla geniş çeşitlilikteki biyositlerin kullanımının kısıtlanması ve ağır metaller içeren kimyasal maddelerin oluşturduğu çevresel tehditler sebebiyle bor ve bor esaslı koruyucu emprenye maddeleri son zamanlarda büyük önem kazanmakta ve bu konu ile ilgili çokça araştırmalar yürütülmektedir. Bor'un kullanıldığı emprenye maddeleri hem masif hem de odun esaslı karma malzemelerin korunmasında oldukça önem teşkil etmektedir, bor'lu emprenye maddeleri odunu bozunduran mantarlara ve de termit ve böcek gibi

zararlılara karşı yüksek oranda zehirlilik özellikleri taşımaktadır. Bundan dolayı bor' un kullanıldığı emprenye maddeleri odun esaslı malzemeleri toprak üstü yapıların korunmasında mühim kimyasal maddeler olarak kabul edilmektedir (Kartal ve Unamura, 2004).

Bor bileşiklerinin güçlü konsantrasyonları böcekler, bakteriler ve fungusitler için zehirlilik etkisi göstermektedir. Hatta bu özelliklerinden dolayı yani; böcek ve mantarlara aynı anda hem insektisit hem de fungusit özellik gösterilebilen tek koruyucu emprenye maddesi olarak kabul görmektedir. Bor bileşikleri funguslarda hüflerin ve sporların normalin üstü gelişimine ve üreme sırasında gametlerin ayrılmasında başarısızlığa sebebiyet vererek mantar gelişmesini durdurmaktadırlar. (Lloyd, 1998).

Günümüzde emprenye sektöründe bor ve bor esaslı bileşikler en güvenilir kimyasallar olarak yerini almakta olup insan sağlığına ve çevreye zararı çok az düzeylerde olduğundan kullanımı git gide önem kazanmaktadır. 1900'lü yıllardan bu yana odun korumasında kullanılan borlu bileşiklerin ilerleyen yıllarda klasik emprenye maddelerinin yerini almaya başlamış ve farklı emprenye maddesi karışımlarının başrolü olmuştur. Borlu bileşikler biyotik ve abiyotik zararlılara karşı etkinliğinden başka ahşap malzemenin yanmaya karşı direncini arttırmak amacıyla 1930'lu yıllardan bu yana kullanılmaktadır (Lloyd, 1998).

Su içerisinde basitçe çözünebildiklerinden dolayı, emprenye edilen ağaç malzeme içerisinde yüksek oranda hareket yeteneğine sahip olan bor bileşikleri, güç emprenye edilen ağaç türlerinde muamele kolaylıkları sağlamakta ve aynı zamanda ağaç malzemede derine eşit şekilde nüfuz ederek emprenye işleminin niteliğini arttırmaktadır. Bor bileşiklerinin hareket kabiliyetlerinin fazla olmasından dolayı bakım işlemi uygulamalarında genellikle tercih edilmekte ve işlemden sonra uzun süreler nüfuz devam ettiğinden koruma süresi uzamaktadır. Borlu bileşikler farklı yöntemlerle (basınç-vakum, batırma-daldırma, yüzeye sürme) ağaç malzemeye uygulanmaktadır. Borlu bileşiklerin su içerisinde çözünmesi, bu bileşiklere bir dezavantaj kazandırmakta ve emprenye edilen ağaç malzemedan kolayca yıkanıp ayrılabilir. Bundan dolayı borlu bileşiklerle emprenye edilen ağaç malzemenin genellikle toprak ile ve su ile temasın olmadığı yerlerde kullanılması

tavsiye edilmektedir. Borlu bileşiklerin ağaç malzemenin yapısından yıkanmasını engellemek ve zor yıkanan yeni borlu emprenye maddeleri ve sistemleri geliştirmek için son yıllarda yoğun şekilde araştırmalar yapılmaktadır. Bor ağaç malzemedeki kimyasal yapılara doğrudan bağlanamamakta ve kimyasal bir birleşme oluşmamaktadır. Buna bağlı olarak borlu bileşikler aşırı rutubetli şartlar altında ve ağaç malzemenin dış hava koşullarında kullanımlarında yıkanma durumu söz konusu olmaktadır (Kartal ve Green, 2002).

Borlu bileşikler üstüne yapılan çalışmaların bazıları yoğun şekilde bor' un yıkanmasını engelleyecek yeni sistemlerin geliştirilmesine odaklanmıştır. Bazı araştırmalar su itici maddeler, monomerler ve polimer sistemleri ile borlu bileşiklerle emprenye edilmiş ağaç malzemenin su alımının minimize edilmesi hususunda yoğunlaşırken, diğer araştırmalar borlu bileşikleri ağaç malzemenin yapısına tutturacak sistemleri geliştirmeye çalışmaktadırlar. Su itici maddeler veya bazı monomer ve polimer sistemlerinin kullanılması borun yıkanmasını önemli ölçüde önlemiş ve bunun yanında ağaç malzemenin fiziksel özelliklerini de iyileştirmiştir (Kartal ve Green, 2003; Kartal et al 2004). Yalnız bu tip uygulamalar emprenye maliyetlerini önemli ölçüde yükseltmektedir. Öbür taraftan yapılan bazı çalışmalar fiziksel olarak bor' un ağaç malzeme içerisinde çökertilmesi bor' un suyla yıkanmasını önlerken, aynı zamanda da biyolojik zararlılara karşı sinerjistik etki elde edilebilmiştir (Kartal ve Imamura, 2004).

1.10. Sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*)

Sarıçam (*Pinus Sylvestris*), çamgiller (*Pinaceae*) familyasından Avrupa'nın hemen her yerinde, Kafkaslar, Sibiryaya ve Kuzey Asya'da yayılış gösteren bir çam türüdür.

1.10.1.Morfolojik özellikleri

Adını, levhalar halinde ayrılan gövde kabuğunun tilki sarısı renginden alır. Narin gövdeli, sivri tepeli ve ince dallı bir ağaçtır. Yetişkin bireylerinin boyu 40 metreyi aşar. İğne yaprakları ikili, mavi-yeşil, kıvrık, sık dizilmiş, genellikle 4–5 cm uzunlukta, uçları sivri, genellikle 2-3 yıl, nadir olarak da 4-5 yıl ömrü vardır. Kozalakları mat gri-kahverengi, konik, kısa veya uzun saplı uçları aşağıya

doğru yönelmiş, tek veya 2-3' bir arada, 3–7 cm uzunluk ve 2–4 cm genişliktedir. Tohumları gri veya siyahımsı yumurta biçimindedir.

1.10.2 Ekolojik zellikleri

Uygun yerlerde hızlı gelişir. Soğuk iklim ve rzgra karşı dayanıklı, bol güneş ister. Kumlu ve killi topraklarda gelişebilir. Nisbi nemi çok düşük olan iklimlerde ve kuru topraklarda gelişemez. Kazık kökleri sayesinde fırtınalara dayanıklıdır.

1.10.3. Yayılışı

Türkiye'de Batı ve Doğu Karadeniz'de güneye bakan yamaçlarda, Doğu Anadolu'da Sarıkamış'ta, Güney Marmara, Yozgat, Sivas, Kırşehir ve güneydeki sınırını Kayseri Pınarbaşı'nda yapar. Türkiye'de sarıamların kapladığı alan 757.426 hektardır.

1.11. Katkı Maddesi (inko Sülfat)

Kimyasal formülü $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ olan ve beyaz kristal toz yapıda çinko esaslı bir kimyasal maddedir. Diğer adı heptadien olan %30-35 çinko içeren bu madde tarım sektöründe vazgeçilmez bir ürün olarak kullanımı yaygındır. En fazla tarım sektöründe kullanılmaktadır, bu sektörde toprak pH'sını düzenleyerek su tutma kapasitesini arttırmada ve bitkinin kuraklıktan daha geç etkilenmesini sağlamak amacıyla, ürün verimliliğini arttırmada ve ayrıca yapraklarda ki sararmanın engellenmesinde, erken dökülmesini de önlemekte kullanılmaktadır. Çinko analizinde, sentetik fiber teknolojisinde, ilaç sanayinde, boya ve deri endüstrisinde kullanılmaktadır. Tez kapsamında yapılan çalışmalar aşağıdaki sıralamaya göre gerçekleştirilmiştir.

1. Jeotermal kaynak tespiti
2. Jeotermal suların konsantrasyonunun arttırılması
3. Emprenye işlemi
4. Yıkama testi
5. Mantar rklk testi
6. Mekanik zelliklerin belirlenmesi
7. Termogravimetrik analizler

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

Çalışmanın materyalini Erzurum ilindeki jeotermal kaynaklardan alınan su örnekleri ve Şenkaya Karıncadüzü İşletme Şefliğinden temin edilen Sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*) ağacından alınan tomrukların diri odunundan standartlara uygun şekilde alınan ağaç malzeme ve ikinci emprenye için kullanılan katkı maddesi Çinko sülfat oluşturmaktadır. Çinko Sülfat ticari kaynaklardan satın alma yoluyla temin edilmiş olup bazı özellikleri Tablo.1’de verilmiştir.

Tablo 1. Çinko Sülfatın bazı özellikleri

CAS numarası	7446-20-0
Moleküler formül	ZnSO ₄ 7H ₂ O
Molekül Ağ.	287.54 g / mol
ZnSO ₄ 7H ₂ O	98%
Fe	0.6%
Nem	2%
PH(%5 Solüsyon)	4.5-6
Sudaki Çözünürlüğü(25°C)	96.5%
Suda ve gliserolde çözünür	

Katkı maddesi olarak kullanılan çinko sülfata ait görüntüler şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Kullanılan ZnSO₄ (Çinko sülfat) örneği

2.1.1. Jeotermal Su

Erzurum sınırları içerisinde bulunan 3 farklı (Olur, Çat, Horasan) lokasyonda bulunan jeotermal kaynaklardan su örnekleri alınmıştır. Örnek alınan jeotermal kaynaklara ait görüntüler Şekil 2’de ve koordinatlar Tablo 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Jeotermal kaynak görüntüleri

Tablo2. Jeotermal Kaynakların koordinatları

Koordinatlar	Çat	Olur	Horasan
X	39 ⁰ 34'16,86"	40 ⁰ 52'51,48"	40 ⁰ 7'54,77"
Y	40 ⁰ 45'53,74"	42 ⁰ 5'56,81"	42 ⁰ 14'30,86"

2.1.2. Sarıçam (Pinus Sylvestris L.)

Sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*) örnekleri Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü Şenkaya Orman İşletme Müdürlüğü Karıncadüzü İşletme Şefliği deposundan temin edilmiştir. Temin edilen tomruklara ait görüntüler Şekil. 3’te verilmiştir.

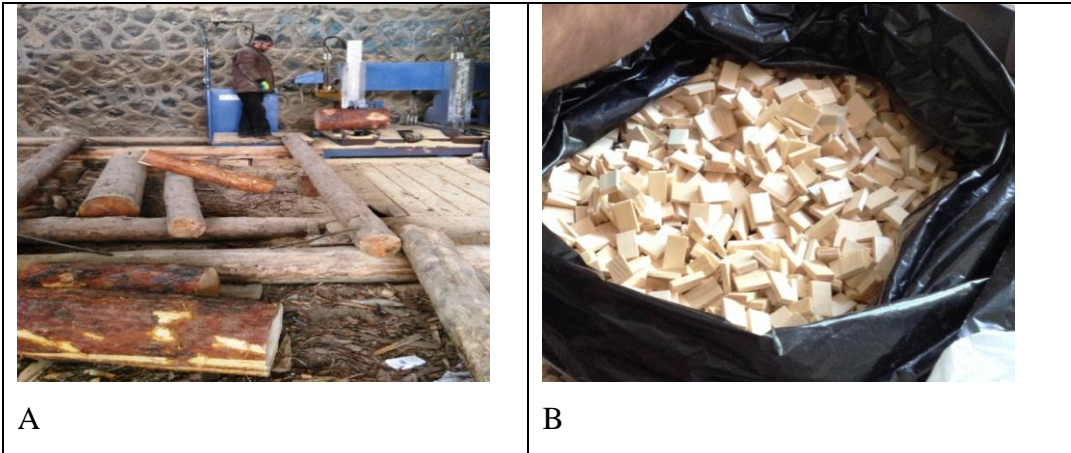


Şekil 3.Deneylerde kullanılacak sarıçam tomrukları

2.2. Metot

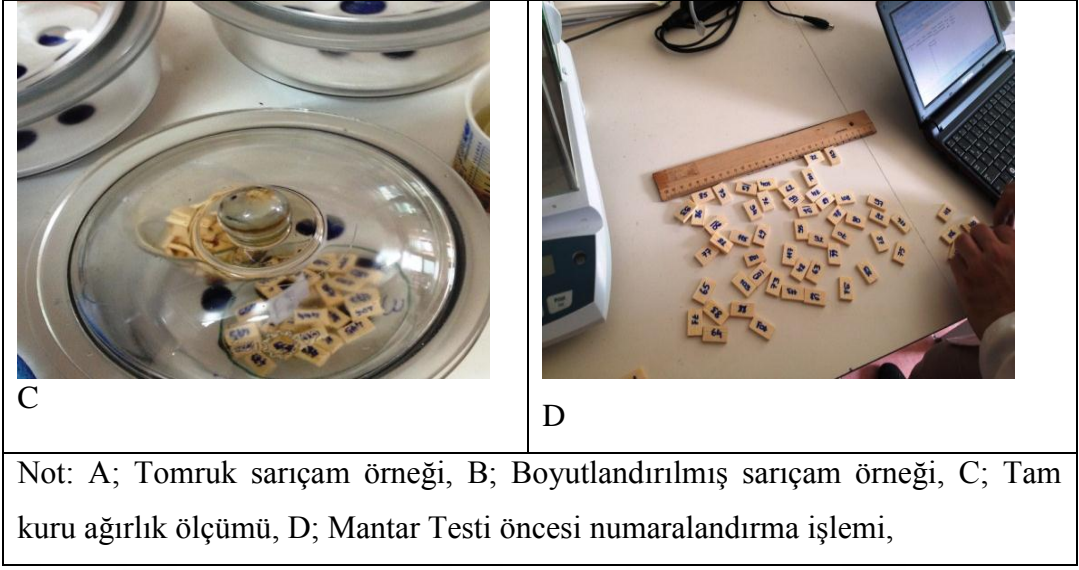
2.2.1. Deney Numunelerinin Hazırlanışı

Yapılacak her bir test için temin edilen tomruklardan TS 4176 standartlarına göre belirtilen ölçülerde kontrol ve deneme örnekleri hazırlanmıştır. Elde edilen bütün örnekler 65 ± 5 bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklıkta bekletilerek yaklaşık %12 rutubete getirilmiştir. Deneyler için kullanılan olan örnekler Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.



A

B



Şekil 4. Mantar testleri için numunelerin hazırlanması



Şekil 5. Mekanik Testler için numunelerin hazırlanması



Şekil 7.Evaporatör cihazı

Tablo 3.Jeotermal suda yapılan buharlaştırma (deriştirme) oranları

Kaynağından Alınan Jeotermal Su	Buharlaştırma Oranı (%)
	% 0
	% 50
	% 75

2.2.4. Emprenye İşlemi

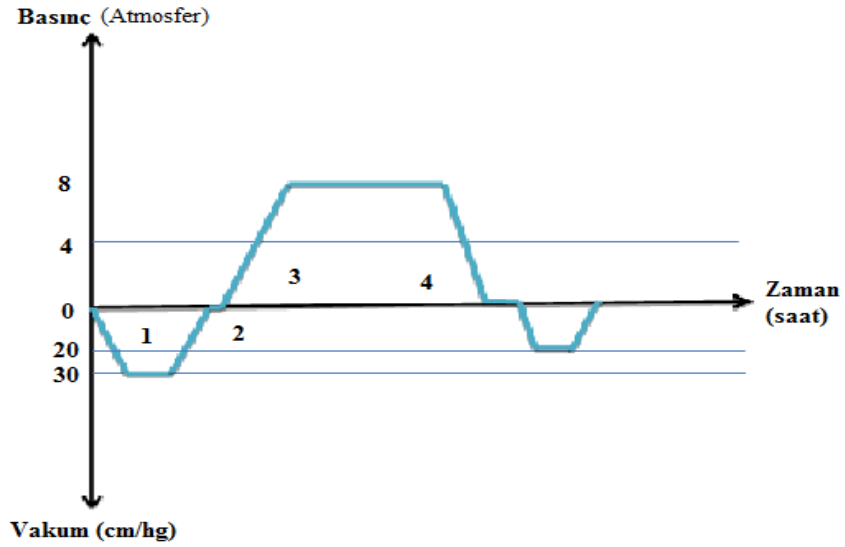
Emprenye işlemi iki adımda gerçekleştirilmiştir. İlk adımda $1,5 \times 2,5 \times 0,5 \text{ cm}^3$ boyutlarındaki sarıçam örnekleri farklı konsantrasyonlardaki jeotermal sular ile dolu hücre metoduna göre emprenye edilmiştir. Jeotermal sular ile emprenye edilen numuneler tam kuru hale gelene kadar kurutulup daha sonra farklı oranlarda Çinko Sülfat ile emprenye edilmiştir. Şekil 8’de kullanılan emprenye sistemi verilmiştir.



Şekil 8. Emprenye Sistemi

2.2.4.1. Emprenye metodu

Emprenye metodu olarak; Dolu Hücre Metodu (Bethell Metodu) kullanılmış ve metotla ilgili bilgi Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9. Uygulanan metodunun (Bethell Metodu) genel uygulama diyagramı.

1- Vakum periyodu: Basınç silindiri içerisine 30 cm/hg vakum 30 dakika süre ile uygulanmıştır. Bu vakum ile ağaç malzeme içerisindeki hava dışarıya çıkarılmaktadır.

2- Doldurma periyodu: Vakum işleminden sonra emprenye maddesi (jeotermal su) kazana sevk edilmiştir.

3- Basınç periyodu: 7 Atm. basınç altında 3 saat süre ile uygulanmıştır.

4- Kazanın boşaltılması ve son vakum periyodu: Uygulanan yüksek basınç kaldırmıştır. İşlemin sonunda 5 dakika süreyle 20 cm/hg'lık kısa bir vakum uygulanmış ve fazla emprenye maddesi geri alınıp vakum kaldırılmıştır.

Farklı konsantrasyondaki jeotermal kaynak suları ile emprenye edilen örneklerle ikinci bir emprenye işlemi uygulanmıştır. Uygulanan ikinci emprenye işleminde %1 ve %3 oranında Çinko Sülfat ($ZnSO_4$) kullanılmıştır.

2.2.5. Yıkanma Testi

Yıkanma işlemi AWWA (American Wood Protection Association) E11-97 standardına göre yapılmıştır. Numuneler modifiye edilmiş olup yıkanma işleminde $1,5 \times 2,5 \times 0,5$ cm³ boyutlarındaki numuneler kullanılmıştır. 500 ml beher içerisine 300 ml deiyonize su konulup her gruptan 6 adet numune beherlere konulmuştur. Beherler sallantı masasına yerleştirilip hız 250 mm/dak olarak ayarlanmıştır. Numunelerin beherlere konulmasını izleyen 6, 24, 48 ve her 48 saatte bir su alınıp aynı miktarda deiyonize su ilave edilmiştir. Bu işleme 14 gün süre ile devam edilmiştir. Bütün deney boyunca toplanan farklı konsantrasyonlardaki yıkanma suları, kaplara konularak 7 °C'deki dolapta her türlü bakteri ve diğer etmenlere karşı korunmuştur. Yıkanma suları içerisindeki bor miktarı ICP (Inductively Coupled Plasma) cihazında yapılan analizler sonucunda tespit edilmiştir. ICP analizi Artvin Çoruh Üniversitesi Bilim-Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Enstrümantal Analiz Test Laboratuvarında yapılmıştır. Kullanılan ICP cihazı Şekil 10'da verilmiştir.

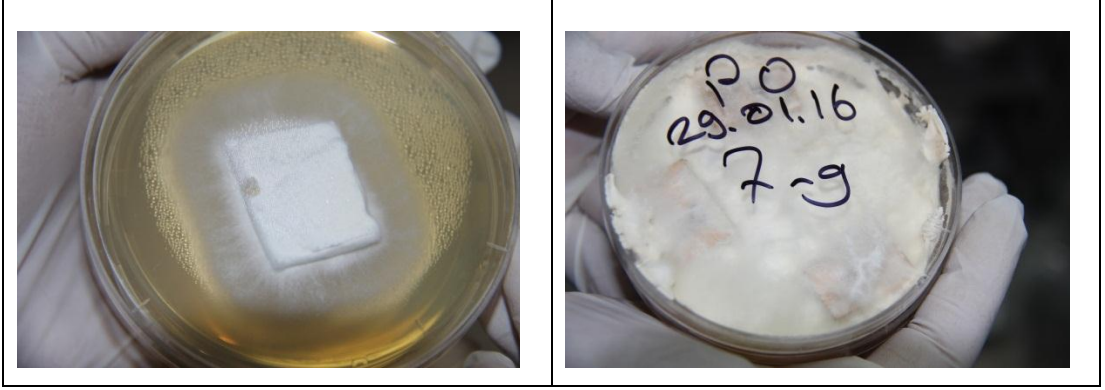


Şekil 10.ICP ((Inductively Coupled Plasma) Cihazı

2.2.6. Mantar Testleri

Emprenye edilen örneklerin mantar testi EN 113 (1996) standardına göre belirlenmiştir. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Odun koruma laboratuvarların da gerçekleştirilen çalışma 1.5 x 2.5 x 0.5 cm boyutlarındaki mini-blok örnekler kullanılmış olup, petri kaplarında beyaz çürüklük mantarı (*Trametes versicolor*) ve esmer çürüklük mantarı (*Postia Plecenta*)'na karşı örnekler test edilmiştir. Çürüklük öncesi tüm gruplar yıkanma testine tabi tutulmuştur. Testlere başlamadan önce 60 ± 2 °C'de numunelerin tam kuru ağırlıkları tespit edilmiştir (M1). Her bir mantar türü için en az 10 adet örnek test edilmiştir. Mantar kültürü olarak malt-agar karışımı kullanılmış olup % 4.8lik çözelti halinde besin ortamı hazırlanmıştır. Çürüklük testleri 22 ± 2 °C ve %70±5 bağıl nemde iklimlendirme kabininde yaklaşık 16 hafta tutularak sonlandırılmıştır. Süre sonunda petri kaplarından alınan örnekler 60 ± 2 °C'deki etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletildikten sonra ağırlıkları alınıp çürüklük sonrası tam kuru ağırlık olarak (M2) belirlenmiştir. Ağırlık kaybı (AK) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$AK(\%) = [(M1-M2)/M1] \times 100$$



Şekil 11. Mantar test örnekleri

2.2.7. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

Mekanik testlerde Zwick/Roel Z050 KN üniversal test cihazı kullanılmıştır. Mekanik özellikler olarak liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri belirlenmiştir.

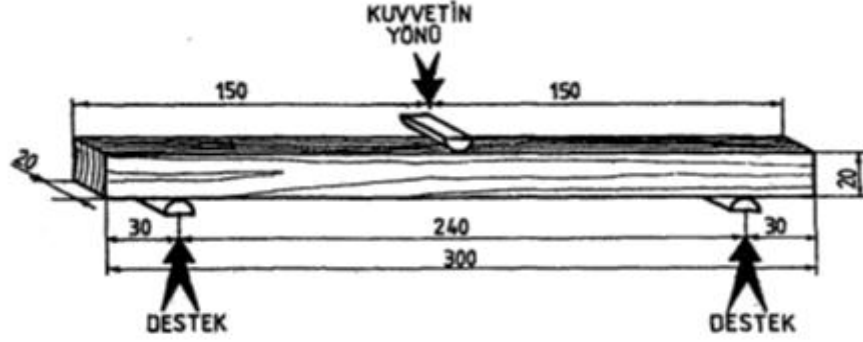
2.2.7.1. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilme direnci deneyi, 20×20×300 mm boyutlarındaki deney örnekleri ile TS 2474 esaslarına göre yapılmıştır. Eğilme test örnekleri Şekil 14 ve Şekil 15'te gösterilmiştir. Uygun şartlarda yaklaşık %12 rutubete getirilen örneklerin radyal yönü en, teğet yönü de kalınlık olarak alınmak suretiyle boyutları ±0,01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Örnekler makineye dayanak noktaları arasındaki açıklık kalınlığının 12 katı olacak şekilde yerleştirilmiş, yük deney örneklerinin radyal yüzüne yıllık halkalara teğet yönde ve deney örneğininin tam orta kısmından uygulanmıştır. Deney hızı, makinede yükleme başladıktan sonra 1.5±0.5 dakikada ayarlanacak şekilde ayarlanmış ve kırılma anındaki maksimum kuvvet (F_{max}) ±1 kp duyarlılıkta ölçülerek eğilme direnci aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

$$\sigma_e = \frac{3 \times F \times L_s}{2 \times a \times b^2}$$

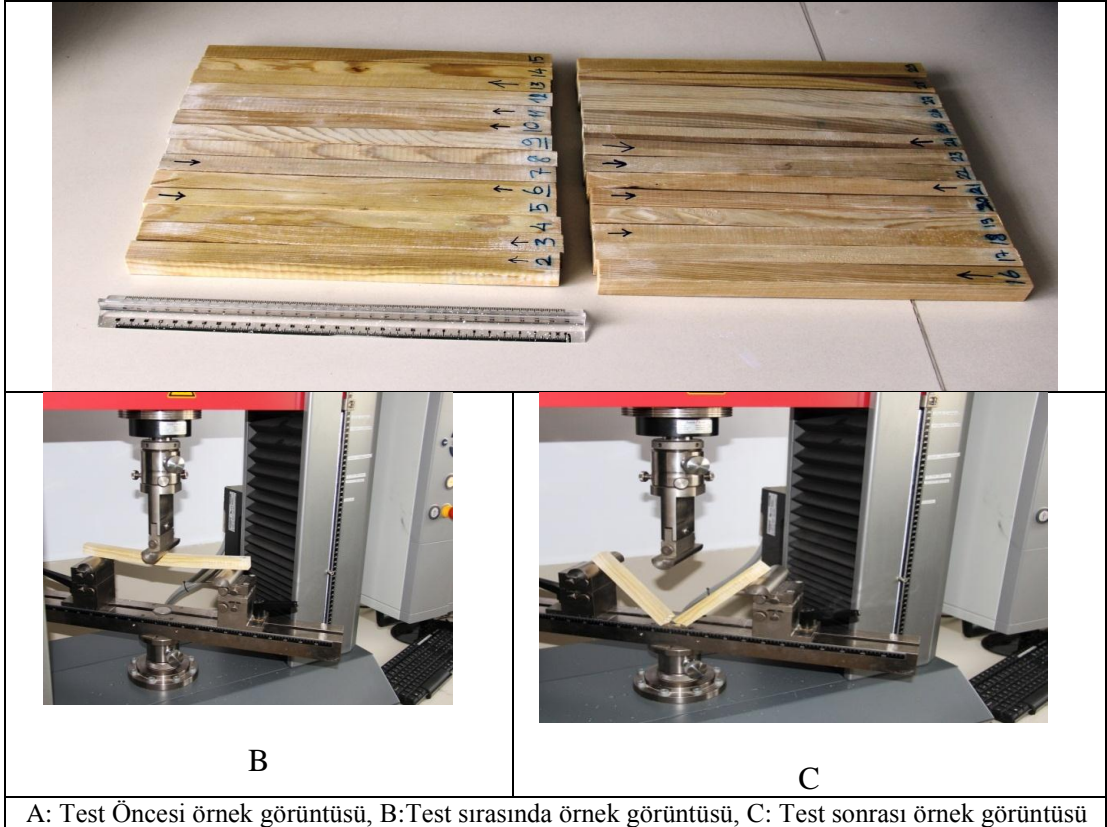
Eşitlikte;

\acute{O}_e : Eğilme direnci	N/mm^2
F: Kırılma anındaki kuvvet	N
Ls: Dayanak noktaları arası açıklık	mm
a: Örneğin genişliği	mm
b: Örneğin kalınlığı	mm



Şekil 12.Eğilme direnci deneyi örnek boyutları (mm)

Yapılan eğilme direncine ait görüntüler şekil 13'te verilmiştir.



A: Test Öncesi örnek görüntüsü, B:Test sırasında örnek görüntüsü, C: Test sonrası örnek görüntüsü

Şekil 13.Eğilme direnci testi

Eğilmede elastikiyet modülünün belirlenmesinde eğilme direnci deney örneklerinden faydalanılmış ve deneyler TS 2478 esaslarına göre yapılmıştır.

Elastikiyet modülünün belirlenmesi için eğilme direnci deneyleri yapılırken uygulanan her 10 kp kuvvete karşılık gelen eğilme miktarı, makine üzerine yerleştirilmiş bir komparatör yardımıyla $\pm 0,01$ mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Ölçülen kuvvet ve eğilme miktarlarından yararlanılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla elastikiyet modülü hesaplanmıştır.

Formül

$$E = \frac{F \times L_s^3}{4 \times f \times b \times h^3}$$

Eşitlikte;

E: Elastikiyet Modülü	N/mm ²
F: Elastik bölgedeki kuvvet	N
L _s : Dayanak noktaları arası açıklık	mm
b: Örnek genişliği	mm
h: Örnek yüksekliği	mm
f: eğilme miktarı	mm

2.2.7.2.Liflere Paralel Basınç Direnci

Liflere paralel basınç direnci için TS2595'e göre 20×20×30 mm boyutlarında hazırlanan deney örneklerinden yararlanılmış ve Şekil. 16 ve Şekil. 17'de gösterilmiştir. Yaklaşık %12 rutubetteki örneklerin enine kesit boyutları ve lif yönündeki uzunlukları $\pm 0,01$ mm, ağırlıkları ise $\pm 0,001$ gr duyarlılıkta ölçülmüştür. Deney Zwick/Roel Z050 Üniversal test makinesinde yapılmıştır. Deney hızı, örnekler makinede 1.5-2 dakikada kırılacak şekilde ayarlanmış olup, kırılma anındaki kuvvet(F_{max}) ölçülmüştür. Liflere paralel basınç direnci aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

Formül

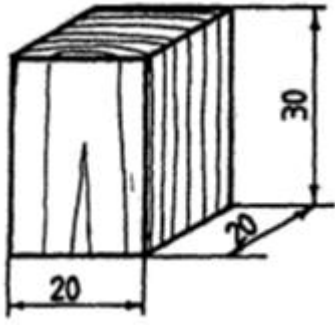
$$\sigma_{B//} = \frac{F_{\max}}{A \cdot b}$$

Eşitlikte;

$\sigma_{B//}$: Liflere paralel basınç direnci N/mm²

F_{\max} : Kırılma anındaki kuvvet N

a, b: Örnek enine kesit boyutları mm



Şekil 14. Liflere paralel basınç direnci (mm)

Yapılan liflere paralel basınç direncine ait görüntüler şekil 15'te verilmiştir.



A: test düzeneği, B: Test sonrası örneklerin görüntüsü

Şekil 15. Liflere paralel basınç direnci testi

2.2.8. Termogravimetrik Analiz (TGA)

Termogravimetrik analizler, Şekil. 16’da gösterilen Artvin Çoruh Üniversitesi Bilim-Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, Enstrümental Laboratuvarında bulunan; TGA (PerkinElmer STA 6000) cihazında testler yapılmıştır.



Şekil 16.TGA (Termogravimetrik analiz) Cihazı

2.3.İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizlerde SPSS paket programı kullanılmıştır. Yapılan emprenye işleminin örnekler üzerindeki etkisini belirlemek için Çoklu Varyans Analizi (ÇVA) yapılmıştır. Gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu ortamların karşılaştırılmasında Duncan testi kullanılmıştır. Analizler %95 güven düzeyinde yapılmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Jeotermal Suların Analizi

Araştırma kapsamında Erzurum il sınırları içerisinde 3 farklı lokasyonda bulunan jeotermal kaynaklardan alınan su örneklerine ait analiz sonuçları Tablo 4’te verilmiştir. Emprenye özelliği olan kimyasallardan bakır, krom, arsenik ve bor elementlerinin miktar tayinleri yapılmıştır.

Tablo 4. Jeotermal kaynaklardan alınan örneklerin analizi sonucu tespit edilen element miktarları (Mg/l)

Jeotermal Kaynak Yeri	Kimyasal	Birim	Test Sonucu
Çat	Arsenik	ppm	0.066
	Bakır	ppm	<0.005
	Bor	ppm	6.03
Horasan	Arsenik	ppm	0.172
	Bakır	ppm	<0.005
	Bor	ppm	157.44
Olur	Arsenik	ppm	0.162
	Bakır	ppm	<0.005
	Bor	ppm	2.4

Bu çalışmada Bakır oranları Çat’taki kaynakta <0.005, Horasan’daki kaynakta <0.005 ve Olur’daki kaynakta <0.005 ppm olarak tespit edilmiştir.

Arsenik Oranları Çat’taki kaynakta 0.066, Horasan’daki kaynakta 0.172 ve Olur’daki kaynakta 0.162 ppm olarak tespit edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda en yüksek Bor oranı 157,44 ppm olarak Horasan’dan alınan örnekte tespit edilmiştir. Ayrıca tüm jeotermal kaynaklardaki Arsenik ve Bakır oranlarının düşük olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle emprenye işleminde Horasan ilçesindeki jeotermal kaynaktan alınan örneklerin kullanılmasına karar verilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda en yüksek bor oranı Horasan’dan alınan örnekte tespit edilmiştir. Ayrıca tüm jeotermal kaynaklardaki Arsenik ve Bakır oranlarının düşük

olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle emprenye işleminde Horasan ilçesindeki jeotermal kaynaktan alınan örneklerin kullanılmasına karar verilmiştir.

3.2. Buharlaştırma İşlemi Sonrası Jeotermal Akışkanlardaki Bor İçeriği

Doğal haldeki ve buharlaştırma sonrası jeotermal su içerisindeki bor miktarları Tablo. 5’te verilmiştir. Buharlaştırma işlemi ile jeotermal su içerisindeki bor miktarı artış göstermiştir.

Tablo.5 Doğal haldeki ve buharlaştırma sonrası jeotermal su içerisindeki bor miktarları.

Buharlaştırma oranı %	Bor miktarı ppm
%0	114.65
%50	283.75
%75	562.57

3.3.Retensiyon Miktarları

Farklı konsantrasyondaki jeotermal sularla ve Çinko Sülfat ile emprenye yapılan sarıçam örneklerinin retensiyon miktarı değerlerine ait ÇVA sonuçları Tablo. 6’da verilmiştir. ÇVA sonuçlarında Jeotermal su (A),Çinko Sülfat kullanımı (B) ve A*B etkileşiminin retensiyon miktarı değerlerine etkisi yüksek güven düzeyinde önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 6. Farklı konsantrasyondaki jeotermal sular ve Çinko Sülfat kullanımının retensiyon miktarı üzerindeki etkisine değerlerine ait ÇVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Jeotermal su (%) (A)	259.094	3	86.365	14.158	.000
Çinko Sülfat (%) (B)	2292.209	1	2292.209	375.777	.000
(A*B) *	56.080	3	18.693	3.065	.034
Hata	390.395	64	6.100		
Toplam	15680.448	72			

$p<0,05$.

Emprenye işlemi sonrasında en düşük retensiyon oranı %1 oranına ZnSO₄ ile emprenye edilen örneklerde 7,53 kg/m³ olarak tespit edilmiştir.

Tablo.7 Farklı konsantrasyondaki jeotermal sular ve Çinko Sülfat kullanımının retensiyon miktarı değerleri

Buharlaştırma Oranı %	Çinko Sülfat Oranı (%)	Retensiyon (kg/m ³)
% 0	% 1 ZnSO ₄	7.70 ^a (1.51)
	% 3 ZnSO ₄	15.80 ^c (2.68)
%50	% 1 ZnSO ₄	7.76 ^a (2.29)
	% 3 ZnSO ₄	18.91 ^d (2.33)
%75	% 1 ZnSO ₄	9.54 ^b (2.58)
	% 3 ZnSO ₄	23.23 (3.35) ^e
-	% 1 ZnSO ₄	7.53 ^a (1.05)
	% 3 ZnSO ₄	17.72 ^{cd} (3.11)

3.4. Mekanik Testler

Farklı konsantrasyondaki jeotermal sularla ve Çinko Sülfat ile emprenye yapılan sarıçam örneklerinin eğilme direnci değerlerine ait ÇVA sonuçları Tablo 8’de verilmiştir.

ÇVA sonuçlarına göre Jeotermal su (A), Çinko Sülfat kullanımı (B) ve A*B etkileşimi etkisi önemli bulunmamıştır (P<0,05).

Tablo. 8 Farklı konsantrasyondaki jeotermal sular ve Çinko Sülfat ile emprenye sonrası eğilme direnci ÇVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F- Hesap	Önem Düzeyi
Jeotermal su (%) (A)	1445.578	4	361.394	1.378	.269
Çinko Sülfat (%) (B)	31.510	1	31.510	.120	.732
(A*B) *	61.231	3	20.410	.078	.971 ^{ÖD}
Hata	6818.333	26	262.244		
Toplam	270014.290	36			

P<0,05., ÖD: Önemli Değil.

Farklı konsantrasyondaki jeotermal sularla ve Çinko Sülfat ile empenye yapılan sarıçam örneklerinin eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait ÇVA sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo. 9 Farklı konsantrasyondaki jeotermal sular ve Çinko Sülfat ile empenye sonrası eğilmede elastikiyet modülü ÇVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Jeotermal Su (%) (A)	635915.278	4	158978.819	1.451	.246
Çinko Sülfat (%) (B)	34504.167	1	34504.167	.315	.579
(A*B) *	36479.167	3	12159.722	.111	.953 ^{ÖD}
Hata	2848688.889	26	109564.957		
Toplam	124043200.00	36			

P<0,05., ÖD: Önemli Değil.

ÇVA sonuçlarına göre Jeotermal su (A), Çinko Sülfat kullanımı (B) ve A*B etkileşimi etkisi önemli bulunmamıştır (P<0,05).

Farklı konsantrasyondaki jeotermal sularla ve Çinko Sülfat ile empenye yapılan sarıçam örneklerinin liflere paralel basınç direnci değerlerine ait ÇVA sonuçları Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo. 10 Farklı konsantrasyondaki jeotermal sular ve Çinko Sülfat ile empenye sonrası liflere paralel basınç direnci ÇVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Jeotermal su (%) (A)	267.264	3	89.088	4.409	.007
Çinko Sülfat (%) (B)	93.087	2	46.543	2.304	.109
(A*B) *	65.926	6	10.988	.544	.773 ^{ÖD}
Hata	1171.909	58	20.205		
Toplam	139536.536	70			

P<0,05., ÖD: Önemli Değil.

ÇVA sonuçlarına göre Jeotermal su (A) etkisi önemli bulunmuştur. Fakat Çinko Sülfat kullanımı (B) ve A*B etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P<0,05).

Eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve liflere paralel basınç direnci değerlerine ait ortalama değerler ve homojenlik grupları Tablo 11’de verilmiştir.

Yapılan eğilme direnci testleri sonucunda en yüksek eğilme direnci değeri sadece %75 oranında buharlaştırılan jeotermal su ile empenye edilen örneklerde 94.57 MPa olarak tespit edilmiştir. Eğilme direnci için en düşük değer doğal haldeki (buharlaştırılmayan) jeotermal su ve % 1 oranında Çinko sülfat ile empenye edilen örneklerde 74,10 MPa olarak tespit edilmiştir.

Tablo. 10'daki veriler incelendiğinde farklı konsantrasyonlardaki jeotermal su ve Çinko Sülfat ile empenye edilen ağaç malzemenin eğilme direnci değerleri kontrol örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. Fakat eğilme direnci değerlerinde meydana gelen bu artış istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Sadece farklı oranlarda Çinko Sülfat ile empenye edilen örneklerin, eğilme direnci değerleri kontrol örneklerine göre daha yüksek bulursa da bu artış istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

Yapılan testler sonucunda en yüksek eğilmede elastikiyet modülü değeri sadece %3 Çinko sülfat ile empenye yapılan örnek gruplarında 2056.67MPa olarak tespit edilmiştir. En düşük eğilmede elastikiyet modülü değeri doğal haldeki (buharlaştırılmayan) jeotermal ve % 1 oranında Çinko Sülfat ile empenye yapılan örnek gruplarında 1583. 33 MPa olarak tespit edilmiştir.

Tablo 11'deki veriler incelendiğinde farklı konsantrasyonlarda jeotermal su ve Çinko Sülfat ile empenye edilen ağaç malzemenin eğilmede elastikiyet modülü değerleri kontrol örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. Fakat eğilme direnci değerlerinde meydana gelen bu artış istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Sadece farklı oranlarda Çinko Sülfat ile empenye edilen örneklerin, eğilmede elastikiyet modülü değerleri kontrol örneklerine göre daha yüksek bulursa da bu artış istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

Tablo. 11 Eğilme direnci, eğilmede elastikiyet ve liflere paralel basınç direnci değerleri.

Buharlaştırma Oranı %	ZNSO ₄ (%)	Eğilme Direnci (MPa)	Eğilmede Elastikiyet Modülü (MPa)	Liflere Paralel Basınç Direnci (MPa)
%0	%1	74.10 <i>a</i> (24.56)	1583.33 <i>a</i> (509.35)	41.88 <i>ab</i> (2.37)
	%3	76.37 <i>a</i> (7.93)	1660 <i>a</i> (151.33)	42.35 <i>abc</i> (2.95)
	-	85.60 <i>a</i> (3.78)	1820 <i>a</i> (52.92)	42.61 <i>abc</i> (2.74)
%50	%1	84.83 <i>a</i> (11.39)	1820 <i>a</i> (256.32)	44.47 <i>abc</i> (4.04)
	%3	82.03 <i>a</i> (11.81)	1790 <i>a</i> (298.16)	44.84 <i>abc</i> (2.53)
	-	88.73 <i>a</i> (13.40)	1920 <i>a</i> (360.56)	48.21 <i>c</i> (4.21)
%75	%1	87.97 <i>a</i> (11.83)	1886.67 <i>a</i> (197.32)	47.55 <i>bc</i> (1.85)
	%3	91.87 <i>a</i> (26.97)	1945.33 <i>a</i> (551.60)	44.68 <i>abc</i> (10.44)
	-	94.57 <i>a</i> (31.59)	1996.67 <i>a</i> (619.78)	48.16 <i>c</i> (3.46)
-	%1	88.17 <i>a</i> (10.04)	1866.67 <i>a</i> (207.93)	43.37 <i>abc</i> (2.09)
-	%3	93.97 <i>a</i> (5.86)	2056.67 <i>a</i> (90.18)	39.72 <i>a</i> (4.61)
KONTROL		74.83 <i>a</i> (14.76)	1600 <i>a</i> (308.06)	43.76 <i>ab</i> (4.81)

Not: Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütundaki harfler Duncan testine göre (P<0.05) farklılıklar olduğunu belirtmektedir. Mekanik test değerleri 10 numune üzerinden elde edilmiştir.

Liflere paralel basınç direnci testleri sonucunda en yüksek değer %50 oranında buharlaştırılan jeotermal su ile empenye yapılan örnek gruplarında 48.21 MPa olarak tespit edilmiştir. En düşük değer ise 39.72 MPa olarak %3 Çinko Sülfat ile empenye yapılan örnek gruplarında tespit edilmiştir.

Tablo 11'deki veriler incelendiğinde farklı konsantrasyonlarda jeotermal su ve Çinko Sülfat ile empenye edilen ağaç malzemenin liflere paralel basınç direnci değerleri kontrol örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte liflere paralel basınç direncinde meydana gelen bu artış sadece %75 oranında buharlaştırılan jeotermal su ve sadece %50 oranında buharlaştırılan jeotermal su ile empenye edilen örneklerin dışında diğer tüm gruplar istatistiksel anlamda aynı

grupta yer almıştır. Sadece farklı oranlarda Çinko Sülfat ile emprenye edilen örneklerin, liflere paralel basınç direnci değerleri kontrol örneklerine göre daha düşük bulursa da bu düşüş istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

Jeotermal sularla emprenye sonrası ağaç malzemenin mekanik özelliklerini inceleyen sınırlı sayıda kaynak bulunmaktadır.

Uzun süreli batırma yönteminin kullanıldığı bir çalışmada ağaç malzemenin emprenye sonrası mekanik özelliklerine ait bulgularda; mekanik özelliklerin ve yoğunluğunun kontrol örneklerine göre düştüğü bildirilmiştir. Bu düşüşün nedeni olarak emprenye işleminde kullanılan jeotermal suyun sıcak olması gösterilmiştir. Jeotermal suyun sıcak oluşu ağaç malzemenin direncini düşürdüğü, meydana gelen bu değişikliğin ise mekanik özelliklere olumsuz yansıdığı bildirilmiştir (Karademir, 2012).

Yapılan başka bir çalışmada ise jeotermal sularla emprenye edilen örneklerin eğilme direnci değerlerinin kontrol örneklerine göre daha düşük olduğu, yoğunluk ve rutubet değerlerinin ise daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Mekanik özelliklerde meydana gelen azalmanın nedeni emprenye madde miktarının yoğunluğunun yetersiz olması olarak gösterilmiştir. Ayrıca bu akışkanların ahşap koruma sektöründe daha verimli kullanılabilmesi için jeotermal akışkanlarla birlikte arsenik, krom, cıva, florür, borlu bileşiklerin kullanılarak emprenye maddelerinin konsantrasyonlarını artırılabilceği ifade edilmiştir (Genç, 2013).

Yapılan bu çalışmalarda genel olarak emprenye sonrası ağaç malzemenin mekanik özelliklerinin ve yoğunluğunun düştüğü bildirilmiştir. Bunun nedeni olarak çalışmada uzun süreli batırma metodunun jeotermal kaynak içerisinde uygulanması sebep gösterilmiştir. Çalışma kapsamında yapılan mekanik testlerde meydana gelen bu farkın emprenye metodunun farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

3.5. Mantar testleri

Farklı konsantrasyondaki jeotermal sularla ve Çinko Sülfat ile emprenye yapılan sarıçam örneklerinin *Trametes versicolor* mantarının meydana getirdiği ağırlık kaybı değerlerine ait ÇVA sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12.Farklı konsantrasyondaki jeotermal sular ve Çinko Sülfat ile empenye sonrası *Trametes versicolor* mantarının meydana getirdiği ağırlık kaybı değerleri ÇVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Jeotermal su (%) (A)	3550.891	3	1183.630	595.958	.000
ZN (%) (B)	151.537	1	151.537	76.299	.000
(A*B) *	16.791	3	5.597	2.818	.050
Hata	89.374	45	1.986		
Toplam	24019.229	54			

ÇVA sonuçlarına göre; Jeotermal su (A) ve Çinko Sülfat (B) kullanımının *Trametes versicolor* mantarının meydana getirdiği ağırlık kayıplarına etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,05$). A*B etkileşiminin etkisi ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Farklı konsantrasyondaki jeotermal sularla ve Çinko Sülfat ile empenyesi yapılan sarıçam örneklerinin *Postia placenta* mantarının meydana getirdiği ağırlık kaybı değerlerine ait ÇVA sonuçları Tablo 13’de verilmiştir.

ÇVA sonuçlarına göre; Jeotermal su (A) ve Çinko Sülfat (B) kullanımının *Postia placenta* mantarının meydana getirdiği ağırlık kayıplarına etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,05$). A*B etkileşiminin etkisi ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Tablo 13.Farklı konsantrasyondaki jeotermal sular ve Çinko Sülfat ile empenye sonrası *Postia placenta* mantarının meydana getirdiği ağırlık kaybı değerleri ÇVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi
Jeotermal su (%) (A)	6689.344	3	2229.781	146.964	.000
ZN (%) (B)	164.723	1	164.723	10.857	.002
(A*B) *	17.765	3	5.922	.390	.761 ^{ÖD}
Hata	682.753	45	15.172		
Toplam	38665.116	54			

$P<0,05$., ÖD: Önemli Değil.

Trametes versicolor ve *Postia placenta* mantarlarının meydana getirdiği ağırlık kaybı değerlerine ait ortalama değerler ve homojenlik grupları Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14. *Trametes versicolor* ve *Postia placenta* mantarlarının meydana getirdiği ağırlık kaybı değerleri

Buharlaştırma Oranı %	Çinko Sülfat (%)	Ağırlık Kayıpları (%)	
		<i>Trametes versicolor</i>	<i>Postia placenta</i>
%0	%1-Zn	21.61 e (0.36)	29.90 f (3.54)
%50		17.71 d (1.58)	15.88 d (1.18)
%75		6.84 b (0.94)	7.23 b (0.83)
%0	%3-Zn	17.87 d (0.93)	24.60 e (0.86)
%50		13.04 c (0.87)	11.53 c (1.18)
%75		2.44 a (1.21)	4.02 a (0,83)
-	%1-Zn	29.46 g (0.65)	38.12 gh (0,73)
-	% 3-Zn	27.78 f (0.28)	36.15 g (0.73)
KONTROL		32.09 h (2.51)	40.99 h (6.48)

Yapılan mantar çürüklük testlerinden elde edilen sonuçlar istatistikî olarak değerlendirildiğinde, uygulamalar arasında ($P \leq 0,005$) önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. En yüksek ağırlık kaybı her iki çürüklük testinde de hiçbir işlem yapılmamış olan kontrol örneklerinde sırasıyla %32,09 ve %40,99 olarak tespit edilmiştir. Beyaz ve esmer çürüklük testi uygulamalarının her ikisinde de en düşük ağırlık kaybı %75 oranında buharlaştırılan jeotermal su ile ardından %3 oranında $ZnSO_4$ ile emprenye edilen örneklerde sırasıyla %2,44 ve %4,02 olarak tespit edilmiştir.

Var ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada Ankara, Eskişehir ve Denizli illerinden aldıkları jeotermal suların (buharlaştırılmayan ve %25-50-75 oranında buharlaştırılan) kraft kağıdına ve Sarıçam odununa emprenyesi sonrası beyaz (*Trametes versicolor*) ve esmer (*Postia Plecanta*) çürüklük mantarlarına karşı etkinliklerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda jeotermal suların konsantrasyonları arttıkça yani buharlaştırma oranı arttıkça mantarlara karşı

etkinliğin arttığı belirtilmiştir. Yapılan bu tez çalışmasında da benzer sonuçlar elde edilmiş olup %75 oranın buharlaştırılan jeotermal su ve %3 oranında ZnSO₄ ile empenye edilen örneklerde beyaz ve esmer çürüklük mantarlarına karşı etkinliğin önemli düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur.

Bununla birlikte sadece %1 ve %3 oranında sadece ZnSO₄ muamelesinde, örneklerdeki ağırlık kayıpları kontrol örneklerinden farklı değildir. Dolayısıyla burada çinko sülfat ve jeotermal suların birlikte kullanılmasıyla suların içinde var olan bor, arsenik, bakır, klor vb. minerallerin odunda fiksasyonu yüksek olduğundan yıkanma testi uygulanmış örneklerde dahi çürüklüğe karşı önemli düzeyde direnç elde edilmiştir. Ayrıca Tablo 14 incelendiğinde %0, %50 ve %75 oranında buharlaştırılan jeotermal suların içindeki aktif mineral oranının değişmesiyle ağırlık kayıplarını etkilediği belirlenmiştir.

3.6. Yıkanma Testi

Tablo 14'te farklı konsantrasyonlardaki jeotermal su ve Çinko sülfat ile empenye edilmiş örneklerden farklı sürelerden yıkanan bor miktarları (ppm) verilmiştir.

Doğal haldeki jeotermal su ve farklı oranlardaki Çinko Sülfat ile empenye edilen grupta en yüksek bor yıkanma miktarı 168 saat sonunda Çinko Sülfat ile empenye edilmemiş örnekte 20.1 ppm olarak belirlenmiştir.

%50 oranın da buharlaştırılan jeotermal su ve farklı oranlardaki Çinko Sülfat ile empenye edilen grupta en yüksek bor yıkanma miktarı 168 saat sonunda Çinko Sülfat ile empenye edilmemiş örnekte 34.1 ppm olarak belirlenmiştir.

%75 Jeotermal sular ile empenye edilen ve ardından farklı oranlarda çinko sülfat ile empenye edilen en yüksek bor yıkanma miktarı 168 saat sonunda Çinko Sülfat ile empenye edilmemiş örnekte 92.2 ppm olarak belirlenmiştir.

Sadece jeotermal su ile empenye edilip Çinko Sülfat ile empenye edilmeyen örnek gruplarından yıkanan bor miktarı kullanılan jeotermal suyun konsantrasyonu arttıkça artmıştır. Buharlaştırma işlemi ile bor miktarının arttığı tablo.15'de verilmiştir. Emprenye işleminde kullanılan suyun içerisindeki bor miktarının artmasından dolayı yıkanma oranının arttığı düşünülmektedir.

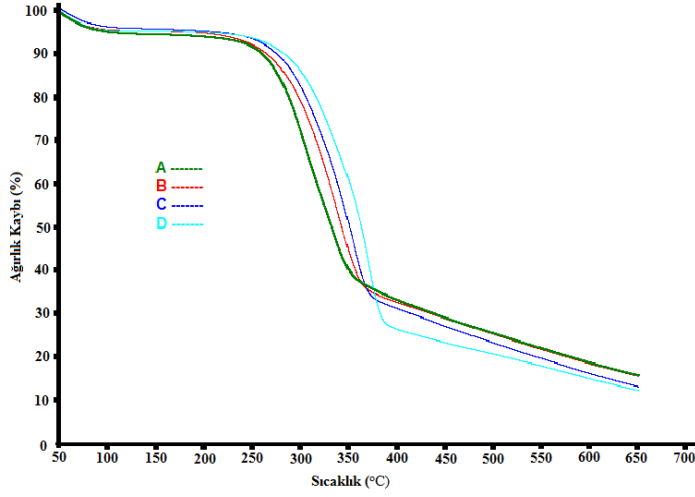
Jeotermal sular ile emprenye edilen ve ardından farklı oranlarda çinko sülfat ile emprenye edilen örnek gruplarından borun yıkanma oranlarının azaldığı görülmektedir. Bor ile çinko sülfatın ağaç malzeme içerisinde suda çözünmeyen çinko bor bileşiği meydana getirmesinden dolayı yıkanma oranlarının azaldığı düşünülmektedir. Bununla birlikte %1 ve %3 Çinko Sülfat ile emprenye edilen örneklerdeki yıkanma miktarlarında çok fazla değişiklik olmamış ve yakın değerler tespit edilmiştir.

Tablo.15 Doğal haldeki jeotermal su ve farklı oranlarda Çinko Sülfat ile emprenye edilmiş örneklerin yıkanma değerleri (ppm).

		Süre (saat)								
Buharlaştırma Oranı %	Çinko Sülfat	2	24	48	72	96	120	144	168	
%0	%0	14.1	15.2	16.2	16.5	16.9	19.0	19.3	20.1	Yıkama değerleri (ppm)
	%1	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	
	%3	0.79	0.97	0.57	1.09	1.04	1.07	1.02	1.10	
%50	%0	29.8	30,1	30.1	32.3	32.4	33.8	33.8	34.1	
	%1	2.2	3.0	3.1	3.4	3.50	3.67	3.71	3.87	
	%3	1.9	2.1	2.6	2.7	2.6	2.7	3.1	3.3	
%75	%0	71,7	81,8	82	87,3	87,3	91,4	93,7	92,2	
	%1	7.4	9.8	11.9	10.6	12.3	12.0	11.8	11.6	
	%3	7.1	9.2	11.8	11.7	12.2	12.1	12.7	12.3	

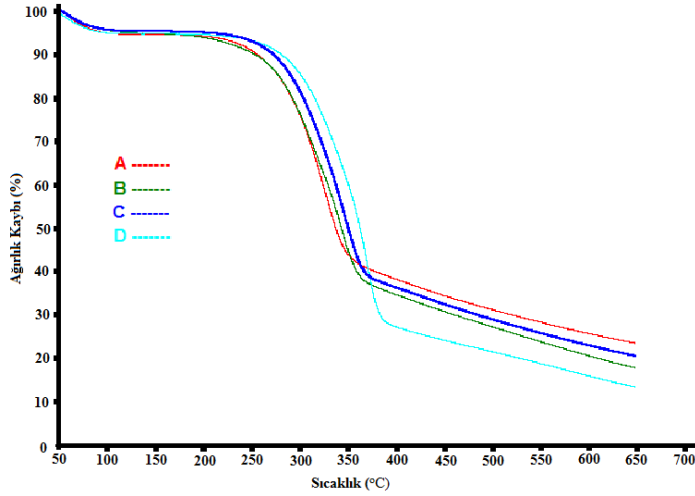
3.7. Termogravimetrik Analizleri (TGA)

Farklı konsantrasyonlardaki jeotermal sularla ve farklı oranlarda Çinko sülfat ile emprenye edilen sarıçam ve masif sarıçam örneklerine ait TGA eğrileri Şekil 17, Şekil 18 ve Şekil 19'da verilmiştir..



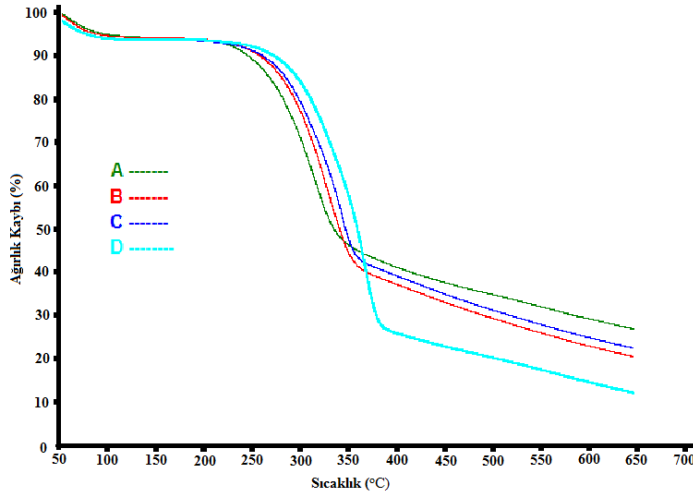
- A:** Masif ağaç malzeme
B: Doğal halde jeotermal su ile emprenye edilen ağaç malzeme
C: Doğal halde jeotermal su ve %1 Çinko Sülfat ile emprenye edilen ağaç malzeme
D: Doğal halde jeotermal su ve %3 Çinko Sülfat ile emprenye edilen ağaç malzeme

Şekil 17. Doğal haldeki jeotermal su ve farklı oranlarda Çinko Sülfat ile emprenye edilmiş örnekler ile masif ağaç malzemeye ait TGA analizleri.



- A:** Masif ağaç malzeme
B: %50 oranında buharlaştırılan jeotermal su ile emprenye edilen ağaç malzeme
C: %50 oranında buharlaştırılan jeotermal su ve %1 Çinko Sülfat ile emprenye edilen ağaç malzeme
D: %50 oranında buharlaştırılan jeotermal su ve %3 Çinko Sülfat ile emprenye edilen ağaç malzeme

Şekil 18. %50 oranında buharlaştırılan jeotermal su ve farklı oranlarda Çinko Sülfat ile emprenye edilmiş örnekler ile masif ağaç malzemeye ait TGA



A: Masif ağaç malzeme

B: %75 oranında buharlaştırılan jeotermal su ile emprenye edilen ağaç malzeme

C: %75 oranında buharlaştırılan jeotermal su ve %1 Çinko Sülfat ile emprenye edilen ağaç malzeme

D: %75 oranında buharlaştırılan jeotermal su ve %3 Çinko Sülfat ile emprenye edilen ağaç malzeme

Şekil 19. %75 oranında buharlaştırılan jeotermal su ve farklı oranlarda Çinko Sülfat ile emprenye edilmiş örnekler ile masif ağaç malzemeye ait TGA analizleri.

Genel olarak emprenye işlemi gören örneklerde ağırlık kayıplarının başladığı sıcaklık değeri işlem görmemiş masif sarıçam örneğine göre az bir iyileşme göstermiştir. Nitekim literatürde, bor bileşikleri ile işlem görmüş ağaç malzemenin yanma direncinin olumlu yönde arttırdığı belirtilmektedir. Yalınkılıç ve ark., 1997; Baysal (2003), yaptıkları bir çalışmada borlu bileşiklerin ağaç malzemenin yanmayı önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir [Uysal, 2004]. Hafizoğlu ve ark. (1995) yaptıkları çalışmada borlu bileşiklerin (Borik asit, Borax, Sodyum perborat vb.) sulu çözeltileri ile işlem görmüş ağaç malzemede sıcaklıkla meydana gelen ağırlık kayıplarının kontrol örneklerinden daha düşük sonuçlar vermesinin borun ağaç malzemede yanmayı engelleyici etki gösterdiği şeklinde yorumlanabileceğini bildirmişlerdir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Erzurum yöresinde bulunan jeotermal kaynak sularının odun koruma endüstrisinde kullanılabilme olanakları araştırılmıştır. Öncelikli olarak Erzurum yöresinden farklı kaynaklardan alınan jeotermal sular içerisindeki odun koruma endüstrisinde kullanılan Bakır (Cu), Arsenik (As) ve Bor (B) içeriği belirlenmiştir. Alınan tüm jeotermal su örnekleri içerisinde Bakır ve Arseniğin çok düşük miktarlarda olduğu tespit edilmiştir. En yüksek Bor oranı Horosan'dan alınan sularla tespit edilmiş ve tez kapsamındaki tüm empenye işlemlerinde buradan temin edilen sular kullanılmıştır. Tüm empenye işlemlerinde Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Jeotermal sular empenye işleminde doğal halde, %50 ve %75 oranlarında buharlaştırarak kullanılmıştır. Jeotermal sularla empenye edilen Sarıçam örneklerine ikinci empenye işlemi yapılmıştır. İkinci kademe empenye işleminde %1 ve %3 oranında Çinko Sülfat kullanılmıştır. Empenye işleminin ardından örneklere mekanik testler uygulanmıştır. Mantar testleri öncesi tüm örnekler yıkanmış ve yıkanma sularındaki Bor miktarları tespit edilmiştir. Ayrıca empenye işlemi gören tüm örneklerin ısı özellikleri belirlenmiştir.

Yapılan testler sonucunda empenye işleminin örneklerin eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve liflere paralel basınç direnci değerleri üzerinde herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Buharlaştırma işlemi ile jeotermal su içerisindeki Bor oranının arttığı tespit edilmiştir. Bununla beraber konsantrasyonu yüksek olan jeotermal sularla empenye edilen örneklerden yıkanan Bor oranının doğal haldeki jeotermal su ile empenye edilen örneklerden yıkanan bor oranından fazla olduğu belirlenmiştir. İkinci basamak empenye uygulanan örneklerden yıkanan bor miktarları ciddi oranlarda azalmıştır.

Mantar testleri sonucunda jeotermal sularla empenye edilen örneklerin mantarlara karşı olan dayanıklılığının arttığı belirlenmiştir.

Empenye işlemi sonrasında örneklerin ısı kararlılığında kontrol örneklerine göre çok az bir iyileşme tespit edilmiştir.

Yukarıda belirtilen sonuçlar ışığında aşağıdaki öneriler sıralanabilir:

- Zehirli ve insan sağlığına zararlı emprenye maddeleri yerine doğal, çevre dostu, pratik ve ekonomik bir kaynağın kullanılması ile ülke ekonomisine fayda sağlanabilir.
- Bu kaynakların emprenye endüstrisinde kullanımı ile zehirli ve çevre sağlığını tehdit eden emprenye maddeleri ile işlem görmüş malzemedeki geri dönüşüm maliyetine katlanmak gerekmeyecektir.
- Ülkemiz jeotermal kaynak bakımından oldukça zengindir. Fakat bu kaynaklar genel olarak kaplıca tesislerinde kullanılmakta olup Orman Endüstri Uygulamalarında çok az alanda kullanılmaktadır. Bu kaynaklara ilave işlemler uygulanarak odun koruma endüstrisinde değerlendirilmesi sağlanabilir.
- Jeotermal kaynakların odun koruma endüstrisinde kullanımı ile istihdam oluşturulmak suretiyle ekonomiye fayda sağlanabilir.
- Jeotermal sular emprenye endüstrisinde kullanılmadan önce içeriğinin tespiti yapılmalıdır. İçeriğine göre ilave etken maddeler eklenebileceği gibi ön işlemde uygulanabilir.

KAYNAKLAR

- Akbaş, S., 2011. Kargı (Arundodonax L.) Yıllık Bitkisinden Elde Edilen Biyo-yağın Odun Koruma Maddesi Olarak Etkinliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, 112 s., KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- AWPA P5, Standart Forwater Bornepreservatives, Amerikan Wood Preservatives Association, 1991.
- AWPA P8, Standart Foroil-Bornepreservatives, American Wood Preservatives Association 1991.
- Baysal, E., 2003. Borlu Bileşikler ve Doğal Sepi Maddeleriyle Emprenye Edilen Sarıçam Odununun Yanma Özellikleri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19 (1-2): 59-69.
- Berkel, A., 1972. Ağaç Malzeme Teknolojisi, İkinci Cilt, İÜ. Yayınları No:1745/183, İstanbul.
- Bozkurt A.Y., Göker Y., Erdin, N., 1993. Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları İ.Ü. Yayın No:3779, O.F. Yayın No:425,429.
- Bozkurt Y., Erdin N., Ağaç Malzemenin Korunması ve Önemi, Ahşap Malzemenin Korunması semineri, MPM Yayınları:338, Ankara, 1985, 6-19.
- Danışman, M.A. 2011, Jeotermal Nedir Ne Değildir, Jeofizik Bülteni, Sayı: 68 2011/Eylül-Aralık, 1-6.
- Erdin, N., 2003. Ağaç Malzeme Kullanımı ve Çevreye Etkisi, Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı 427-2003/5
- Erten P., Ağaç tel Direk ve Çit Kazıklarının Pratik Yöntemlerle emprenye Edilme Olanakları. Ormancılık Araştırma Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi No:36, Ankara 1980.
- EN 113, Wood Preservatives-Test Method for Determining the Protective Effectiveness Against Wood Destroying Basidiomycetes- Determination of the Toxic Values (1996).
- Genç, A., 2013 Afyonkarahisar Ömer-Gecek Jeotermal Kaynaklarında Emprenye Maddelerinin ve Bu Kaynaklarla İşlem Görmüş Ahşabın Bazı Özelliklerinin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi ISPARTA.
- Hafizoğlu H., Ağaç Malzeme Emprenye Tekniği Ders Notları, KTÜ, Orman Fakültesi, Trabzon 1986.
- Hafizoğlu, H., Yalınkılıç, M.K., Yıldız, Ü.C., Baysal, E., Peker, H., Demirci, Z., 1995. Türkiye Bor Kaynaklarının Odun Koruma Endüstrisinde Kullanılabilir İmkanlar. TÜBİTAK TOAG-875 Nolu Projesi, 309.

- Karademir, E., 2012 Jeotermal Akışkanlarla Emprenye Edilen Ahşabın Performansı: Uşak Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi ISPARTA.
- Kartal S.N., Kantay R., 2006. Emprenye Maddelerinin Piknik Masaları ve Çocuk Oyun Alanı Elemanlarında Kullanımı, İÜ Orman Fakültesi Dergisi, 56 (2) 43-51.
- Kartal S.N., Munir E., Kakitani T., Imamura Y., Bioremediation of CCA-treated Wood by Brown-rot Fungi *Fomitopsis palustris*, *Coniophora puteana* and *Laetiporus sulphureus*. Journal of Wood Science 50, pp 182-188, 2004.
- Kartal, S.N., Green, F. 2002. Development and Application of Colorimetric Microassay for Determining Boron-containing Compounds. ForestProd J, 52(6):75-79.
- Kartal, S.N., Green, F. 2003. Leachability of Boron From Treated Wood With Natural and Semisynthetic Polymers and Calcium Precipitating Agent. Holz als Roh- und Werkstoff, 61: 388- 389.
- Kartal, S.N., Imamura, Y. 2004. Effects of N'-N-(1, 8-Naphthalyl) hydroxylamine (NHA-Na) and Hydroxynaphthalimide (NHA-H) on Boron leachability and Biological Degradation of wood. Holz als Roh- und Werkstoff (in press).
- Kartal, S.N., Unamura, Y., 2004. The Use of Boron as Wood Preservative System for Wood and Wood-Based Composites. Ü. Uluslararası Bor Sempozyumu, 23-25 Eylül Eskişehir, Türkiye
- Kartal, S.N., Yoshimura, T., Imamura, Y. 2004. Decay and Termite Resistance of Boron-treated and Chemically Modified Wood by in Situ Copolymerization of Allylglycidylether (AGE) With Methylmethacrylate (MMA). International Biodeterioration and Biodegradation, 53:1 İlin.
- Köse, G., 2012. Isıl İşlem Sırasında Açığa Çıkan Katranın Odun Koruma Maddesi Olarak Kullanılabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, 108 s., KTÜ Fen Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Lloyd, J.D. 1998. Borates and their Biological Applications. The International Research Group on Wood Preservation 29th Annual Meeting, Maastricht, Netherlands, 14-19 June 1998, IRG/WP/98-30178, 24pp.
- Mutlu, M.A., 2004. Jeotermal Enerji ve Türkiye'deki Durumu, Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Potansiyeli ve Enerji Politikaları Konferans Notları.
- Nicholas, D.D. 1973. Deterioration and Its Prevention by Preservative Treatments, Volume II, Preservatives and Preservative Systems, Syracuse University Press., New York.,

- Örs Y., KESKİN H. 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi İstanbul Richardson B.A., Wood Preservation, The Construction Press, Lancaster, England, 1978.
- Rowell, R.M., 2001. Performance Driven Composites From Lignocellulosic Resources, International Conference on Science and Technology of Composite Materials, 29-32 s.
- Serpen, U., 2000 Jeotermal Enerji, PMO yayını, Ocak 2000.
- Sivrikaya, H., 2004. Odunu Tahrip Eden Başlıca Deniz Zararlıları. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 6(6) 136-141, Bartın.
- Temiz, A., Yıldız, Ü.C., Gezer, E.D., Yıldız, S. ve Dizman, E., 2004. Bakır İçeren Emprenye Maddelerinin Odunla Olan Etkileşimi, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 3-4, 204-211.
- Temiz, A., Alma M.H. ve Terziev N., Palanti S., ve Feci, E., 2010. Efficiency of Bio-Oil Against Wood Destroying Organisms, Journal of Biobased Materials and Bioenergy, 4, 7.
- TS 2474, Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara, 1977.
- TS 2478, Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE, Ankara, 1978.
- TS 2595, Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımının Tayini, TSE, Ankara, 1977.
- Tümsek M., Emprenye Metodları ile İlgili Standart Test Metodları ve Türkiye’de Emprenye Maddeleri Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1987.
- Uysal, B., 1998. “Çeşitli Su İtici ve Yangın Geciktirici Kimyasal Maddelerin Kızılâğaç Odununun Yanma Özellikleri, Z.K.Ü.K.T.E.F. Teknoloji Dergisi, 2: 81-89.
- Var A.A., 2009. Jeotermal Akışkanlarda Potansiyel Emprenye Maddelerinin Miktarı ve Bunların Ahşap Emprenye İşlemine Uygunluğu. SDU Orman Fakültesi Dergisi, A(1):184-197.
- Winandy J.E., Morrell J.J., Relation Ship Between Incipient Decay, Strength, and Chemical Composition of Douglas-firheart Wood, Wood Fiber Science, 25 278-288, 1993.
- Yalçın M. 2002. Ticarete Bazı Odun ve Kabuk Ekstraktlarının İç Mekan Ahşap Malzemede Zarar Yapan Mantar ve Böceklere Karşı Odun Koruyucu Etkinliklerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi. Düzce.

Yalınkılıç, M.K., Demirci, Z. ve Baysal, E., 1998 .“Çesitli Emprenye Maddelerinin
Duglas [Pseudotsuga Menziesi (Mirb.) Frankco] Odununun Yanma
Özellikleri Üzerine Etkileri, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri
Dergisi, 4 (1-2): 613-624 .

Yıldız Ü.C.Odun Zararlıları Ders Notu Trabzon 2000



ÖZGEÇMİŞ

01.01.1983 yılında Adıyaman'da doğdu, ilk ve ortaöğrenimini Adıyaman'da tamamladı. Lise öğrenimini 2001 yılında Adıyaman Samsat lisesinde bitirdi. 2005-2009 yılları arasında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünü bitirdi. Mezun olduktan sonra 2 yıl özel sektörde yöneticilik yaptı. 2012 yılında KPSS ile Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne atandı. 2013 yılında Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. Halen Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde çalışmaktadır. Orta derecede İngilizce bilmektedir.