

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BİTKİSEL VE KİMYASAL KORUYUCULARLA EMPRENYE EDİLEN
SARIÇAM ODUNUNUN BAZI FİZİKSEL VE BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orman Endüstri Mühendisi Utku Bulut ŞİMŞEK

KASIM 2013
TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BİTKİSEL VE KİMYASAL KORUYUCULARLA EMPRENYE EDİLEN
SARIÇAM ODUNUNUN BAZI FİZİKSEL VE BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

Orman Endüstri Mühendisi Utku Bulut ŞİMŞEK

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“ORMAN ENDÜSTRİ YÜKSEK MÜHENDİSİ”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 04.11.2013
Tezin Savunma Tarihi : 28.11.2013

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Sibel YILDIZ

Trabzon 2013

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Utku Bulut ŞİMŞEK tarafından hazırlanan

**BİTKİSEL VE KİMYASAL KORUYUCULARLA EMPRENYE EDİLEN
SARIÇAM ODUNUNUN BAZI FİZİKSEL VE BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ**




başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 12/11/2013 gün ve 1529 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Sibel YILDIZ

Üye : Doç. Dr. Ali TEMİZ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Derya USTAÖMER


.....

.....

.....

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Bitkisel ve Kimyasal Koruyucularla Emprenye Edilen Sarıçam Odununun Bazı Fiziksel ve Biyolojik Özellikleri” adlı bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Lisans eğitimimden bugüne kadar bana olan desteğini her zaman hissettiğim, yapmış olduğum çalışmalarda değerli fikir ve tecrübelerinden istifade ettiğim, kişisel ve akademik anlamda örnek alacağım yüksek lisans danışmanım sayın hocam Prof. Dr. Sibel YILDIZ’a, birçok alanda değerli fikir ve tecrübelerinden yararlandığım Sayın Hocalarım, Prof. Dr. Ümit Cafer YILDIZ’a ve Yrd. Doç. Dr. Derya USTAÖMER’e, çalışmam esnasında laboratuvar deneyimlerini paylaşarak çalışmama bilimsel anlamda birçok katkıları olan değerli hocalarım; Yrd. Doç. Dr. İbrahim YILDIRIM, Öğr. Gör. Özlem ÖZGENÇ, Yrd. Doç. Dr. Elif TOPALOĞLU ve Arş. Gör. Onur Tolga OKAN’a teşekkür ederim.

Çalışmamın deneysel kısımlarında büyük yardımlarını gördüğüm İtalyan CNR-IVALSA araştırma şirketi araştırmacıları Sayın Dr. Sabrina PALANTI, Sayın Dr. Elisabetta FECI’ye ve Ar-Tu Kimya A.Ş. yöneticilerine şükranlarımı sunarım.

Her zaman maddi ve manevi yanımda olan annem ve babama, benim bugünlere ulaşmamda en büyük katkısı olan anneannem ve dedeme minnettarlıklarımı bildiririm.

Sevgisiyle her zaman yanımda olan, tez çalışmam boyunca desteğini esirgemeyen Hilal BAYINDIR’ a tüm kalbimle teşekkür ederim.

Yapmış olduğum çalışmanın tüm ilgililere, meslektaşlarıma ve ülkeme yararlı olmasını, Türkiye’de odun koruma endüstrisinin daha iyi seviyelere ulaşmasını temenni ederim.

Utku Bulut ŞİMŞEK
Trabzon, 2013

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Bitkisel ve Kimyasal Koruyucularla Emprenye Edilen Sarıçam Odununun Bazı Fiziksel ve Biyolojik Özellikleri” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Sibel YILDIZ’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.
04/11/2013

Utku Bulut ŞİMŞEK

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	IX
SUMMARY	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER DİZİNİ	XIV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Odun Koruma Endüstrisi ve Tarihsel Gelişimi	2
1.2.1. Odun Koruma Endüstrisi	2
1.2.1.1. Odun Koruma Endüstrisinin Türkiye’deki Durumu.....	4
1.2.1.2. Odun Koruma Endüstrisinde Terminoloji	5
1.2.3. Odunun Doğal Dayanımı.....	6
1.2.3.1. Odunun Doğal Dayanımını Etkileyen Faktörler.....	7
1.2.4. Odunun Permeabilitesi (Geçirgenliği).....	7
1.3. Odun Koruma Maddeleri.....	9
1.3.1. Emprenye Maddelerinin Sınıflandırılması	11
1.3.1.1. Yağlı Emprenye Maddeleri	11
1.3.2. Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri	13
1.3.3. Suda Çözünen Emprenye Maddeleri	14
1.3.3.1. CCA (Bakır/Krom/Arsenik)	16
1.3.3.2. CBA (Tanalith E).....	19
1.4. Emprenye Öncesi Hazırlık İşlemleri	20
1.5. Emprenye Yöntemleri.....	20
1.5.1. Basınç Uygulanmayan Emprenye Yöntemleri	20
1.5.2. Basınç Uygulanan Emprenye Yöntemleri	20
1.5.2.1. Dolu Hücre Yöntemi	21
1.5.2.2. Boş Hücre Yöntemi	22
1.6. Emprenye Maddelerinin Çevresel Etkileri	22

1.7.	Odun Koruma Maddelerinin Koruyuculuk Etkinliğinin Belirleme Metotları	24
1.7.1.	Mantar Etkilerini Belirleme Test Yöntemleri.....	25
1.7.1.1.	Kısa Mikolojik Deney (Kolle Kültür Şişesi) Yöntemi	25
1.7.2.	Böcek Etkilerini Belirleme Yöntemleri	26
1.8.	Mantarlar ve Ağaç Malzemede Yapmış Olduğu Zararlar	28
1.8.1.	Mantarlar Hakkında Genel Bilgiler	28
1.8.2.	Ağaç Malzemede Mantarlar Tarafından Yapılan Zararlar	28
1.8.2.1.	Beyaz Çürüklük	28
1.8.2.2.	Esmer Çürüklük	29
1.8.2.3.	Yumuşak Çürüklük.....	30
1.8.2.4.	Ağaç Malzemede Renk Değişikliği Yapan Mantarlar.....	30
1.8.2.4.1.	Mavi Renklenme.....	30
1.8.2.4.2.	Ardaklanma	31
1.9.	Böcekler ve Ağaç Malzemede Yapmış Olduğu Zararlar.....	32
1.9.1.	Böceklerin Morfolojisi	32
1.9.2.	Böceklerin Üreme Sistemi.....	33
1.9.3.	Zararlı Böceklerin Zarar Tipine Göre Sınıflandırılması.....	34
1.9.3.1.	Teknik Zararlı	34
1.9.3.2.	Sekonder Zararlı	34
1.9.3.3.	Primer Zararlı	34
1.9.3.4.	Fizyolojik Zararlı	34
1.9.3.5.	Kültür Zararlısı	35
1.9.3.6.	Meşcere Zararlısı	35
1.10.	Odun Zararlısı Böcekler	35
1.10.1.	Yeni Kesilmiş Tomrukta Zarar Yapan Böcekler	35
1.10.1.1.	Kabuk Böcekleri	35
1.10.1.2.	Teke Böcekleri.....	36
1.10.1.3.	Odun Arıları.....	36
1.10.2.	Odun Depolarında Zarar Yapan Böcekler	37
1.10.2.1.	Teke Böcekleri.....	37
1.10.2.2.	Termitler	37
1.10.3.	İç Mekanlarda Zarar Yapan Böcekler	38
1.10.3.1.	Ev Teke Böceği (<i>Hylotrupes bajulus</i>)	38

2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	40
2.1.	Materyal ve Metot	40
2.1.2.	Ağaç Malzeme	40
2.1.2.1.	Sarıçam (<i>Pinus sylvestris L.</i>)	40
2.2.	Odun Örneklerinin Hazırlanması.....	41
2.3.	Odun Koruyucu Maddeler	44
2.3.1.	Palamut Ekstraktı (Valeks).....	45
2.4.	Mantar Çürüklük Testi.....	46
2.5.	Böcek Testi İçin Kullanılan Larvalar	47
2.6.	Emprenye İşlemi	47
2.7.	Laboratuvar Deneyleri	48
2.7.1.	Mantar Çürüklük Deneyi	48
2.7.2.	Entomolojik Deneyler.....	50
2.7.2.1.	<i>Hylotrupes bajulus</i> ile Yapılan Entomolojik Deneyler	50
2.7.2.2.	<i>Reticulitermes lucifugus</i> ile Yapılan Entomolojik Deneyler	51
2.8.	Mekanik Test Yöntemleri	53
2.8.1.	Liflere Paralel Basınç Direnci	53
2.9.	Fiziksel Test Yöntemleri	55
2.9.1.	Özgül Ağırlık	55
2.10.	İstatiksel Yöntemler	55
3.	BULGULAR	56
3.1.	Retensiyon Değerleri	56
3.1.1.	Böcek Deneylerine Ait Retensiyon Değerleri	56
3.1.2.	Mantar Çürüklük Deneyi Örneklerine Ait Retensiyon Değerleri.....	58
3.1.3.	Basınç Deneyine Ait Retensiyon Değerleri.....	60
3.2.	Fiziksel Özellikler.....	62
3.2.1.	Özgül Ağırlık	62
3.3.	Mekanik Özellikler	66
3.3.1.	Liflere Paralel Basınç Direnci	66
3.3.	Biyolojik Özellikler	68
3.3.1.	Mantar Çürüklük Testi.....	68
3.3.2.	Böcek Testleri.....	71
4.	İRDELEME	73
4.1.	Fiziksel Özellikler.....	73

4.1.1.	Özgül Ağırlık.....	73
4.2.	Mekanik Özellikler	75
4.2.1.	Liflere Paralel Basınç Direnci	75
4.3.	Biyolojik Özellikler	77
4.3.1.	Mantar Çürüklük Testi.....	77
4.3.2.	Böcek Testleri.....	80
5.	SONUÇLAR.....	85
5.1.	Fiziksel Özelliklere Ait Sonuçlar	85
5.1.1.	Özgül Ağırlık Değerlerine İlişkin Sonuçlar.....	85
5.2.	Mekanik Özelliklere Ait Sonuçlar	86
5.2.1.	Liflere Paralel Basınç Direnci Testine Ait Sonuçlar	86
5.3.	Biyolojik Özelliklere Ait Sonuçlar	86
5.3.1.	Mantar Çürüklük Testine Ait Sonuçlar	86
5.3.2.	Böcek Deneylerine Ait Sonuçlar	87
5.3.2.1.	<i>Hylotrupes bajulus</i> Böceği (EN 47) Deneyine Ait Sonuçlar.....	87
5.3.2.2.	<i>Reticulitermes lucifugus</i> (EN 117) Deneyine Ait Sonuçlar	87
6.	ÖNERİLER	89
7.	KAYNAKLAR.....	91
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

BİTKİSEL VE KİMYASAL KORUYUCULARLA EMPRENYE EDİLEN SARIÇAM
ODUNUNUN BAZI FİZİKSEL VE BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Utku Bulut ŞİMŞEK

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Sibel YILDIZ
2013, 95 Sayfa

Bu çalışmada, Türkiye’de doğal olarak yetişen sarıçam ağacı öz ve diri odun örnekleri, bitkisel kökenli valeks (palamut ekstraktı) ve referans madde olarak öngörülen CCA ve de yeni nesil emprenye maddelerinden CBA-A (Tanalith E) ile emprenye edilerek söz konusu maddelerin koruyucu etkinlikleri, çeşitli mekanik (liflere paralel basınç direnci testi), fiziksel (özümlü ağırlık) ve biyolojik başarımla testleriyle (mantar ve böcek zararı) mukayeseli olarak araştırılmıştır. Sonuç olarak; bitkisel koruyucu olarak kullanılması umut edilen valeksin odunun fiziksel, mekanik ve biyolojik özelliklerini genellikle olumsuz etkilediği belirlenmiştir. CCA’nın ve CBA-A’nın ise biyolojik testlerdeki zehirlilik etkisi memnun edici bulunurken mekanik özelliklerde kısmi performans düşüklükleri gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sarıçam, emprenye, CCA, CBA-A, valeks, *Hylotrupes bajulus*, *Reticulitermes lucifugus*, *Coniophora puteana*, Esmer çürüklük mantarı

Master Thesis

SUMMARY

SOME PHYSICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF SCOTS PINE TREATED
WITH NATURAL AND CHEMICAL PRESERVATIVES

Utku Bulut ŞİMŞEK

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Industrial Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Sibel YILDIZ
2013, 95 Pages

In this study, heartwood and sapwood specimens of the Scots pine which is naturally grown in Turkey were treated with some natural (valex) and chemical preservatives such as CCA (Copper/ Chrome/Arsenic), CBA (Copper/Boron/Azole). The wood protective activity of these chemicals were investigated. Additionally the some mechanical test (Compression strength parallel to grain), physical test (density), and biological test (wood decay, insect and termite tests) were performed

As a result of this study, it was found that; valex had generally negative effects on the physical, mechanical and biological properties of wood specimens. However, chemical preservatives (CCA and CBA) had positive effects on biological tests of wood specimens, and these chemicals partially caused negative effects on mechanical properties of wood specimens

Key Words: Scots Pine, impregnation, CCA, CBA-A, valex, *Hylotrupes bajulus*, *Reticulitermes lucifugus*, *Coniophora puteana*, Brown rot fungus.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.	Mavi Renklenme yapan mantarların odunda yapmış olduğu zarar 31
Şekil 2.	<i>Hylotrupes bajulus</i> (Ev teke böceği) ergin böceğinin morfolojik görünümü 32
Şekil 3.	Böcek larvası 33
Şekil 4.	Basınç Deneyi için hazırlanan örnek boyutu..... 42
Şekil 5.	Mantar ve Böcek Deneyleri için hazırlanan örnek boyutu..... 42
Şekil 6.	Valeks..... 45
Şekil 7.	Aşılama kabini..... 46
Şekil 8.	<i>Coniophora puteana</i> mantar miselinin petri kaplarındaki gelişimi 47
Şekil 9.	Emprenye teçhizatı 48
Şekil 10.	Mantar çürüklük deneyi örnekleri 49
Şekil 11.	Deney örneklerine 6 adet diagonal deliğin açılması 51
Şekil 12.	Deney örneklerinin X-Ray Grafiği..... 53
Şekil 13.	Liflere paralel basınç direnci deneyinin uygulanışı 54
Şekil 14.	Böcek deneyleri retensiyon değerleri 57
Şekil 15.	Mantar çürüklük deneyleri retensiyon grafiği 59
Şekil 16.	Basınç deneylerine ait retensiyon grafiği 61
Şekil 17.	Test örneklerinin tam kuru özgül ağırlık grafiği 64
Şekil 18.	LPBD grafik analizi 68
Şekil 19.	Emprenye maddelerinin ağırlık kaybına ilişkin grafik analizi 70
Şekil 20.	Sarıçam diri ve öz odunun test örneklerinin kontrole oranla özgül ağırlık değerlerine ait azalma/artma oranları (%) 74
Şekil 21.	Sarıçam diri ve öz odun test örneklerinin kontrol örneklerine kıyasla liflere paralel basınç direnci değerlerine ait yüzde artış oranları 76
Şekil 22.	MÇT'ye tabi tutulan Sarıçam diri odunu örneklerinde emprenye işleminin ağırlık kaybı üzerine etkisi 78
Şekil 23.	MÇT'ye tabi tutulan Sarıçam öz odunu örneklerinde emprenye işleminin ağırlık kaybı üzerine etkisi 78
Şekil 24.	Emprenyeli sarıçam diri odununda <i>Hylotrupes bajulus</i> böceğine ait hayatta kalan larva yüzdesi 81
Şekil 25.	Emprenyeli sarıçam diri odununda <i>Reticulitermes lucifugus</i> böceğine ait atak ortalaması..... 81
Şekil 26.	Emprenyeli sarıçam diri odununda <i>Reticulitermes lucifugus</i> böceğine ait hayatta kalan larva yüzdesi 82

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Odun koruma madde ve yöntemlerine ilişkin kronoloji.....	3
Tablo 2. TS 344 (1981)'e göre odun koruma endüstrisine ait terminoloji.....	5
Tablo 3. Ağaç türlerinin doğal dayanıklılık sınıfları	6
Tablo 4. Dayanıklılık sınıfına göre yapraklı ve iğne yapraklı ağaç türlerinin sınıflandırılması.....	6
Tablo 5. Permeabilite Sınıfları.....	8
Tablo 6. Bazı iğne yapraklı ağaç türlerinin permeabilite sınıfları	8
Tablo 7. Bazı yapraklı ağaç türlerinin permeabilite sınıfları.....	9
Tablo 8. Kreozotun bileşimi	11
Tablo 9. OÇEM'de çözücü olarak kullanılan hidrokarbonlar	13
Tablo 10. Ülkemizde kullanılan organik çözücülü emprenye maddelerinin etkinlik ve oduna verilmiş yöntemleri.....	14
Tablo 11. CCA tiplerinin içermiş olduğu en uygun madde oranları	16
Tablo 12. Yeni nesil suda çözünen emprenye maddeleri ve etkin olduğu hedef canlı türleri	17
Tablo 13. Emprenye edilmiş ağaç malzemede uygulanan test metotları	24
Tablo 14. Basınç deneyi için Sarıçam diri ve öz odunundan hazırlanan test ve kontrol örneklerinin varyasyon şeması	43
Tablo 15. Mantar çürüklük deneyi için Sarıçam diri ve öz odunundan hazırlanan test ve kontrol örneklerinin varyasyon şeması	43
Tablo 16. <i>Hylotrupes bajulus</i> deney böceği için Sarıçam diri odunundan hazırlanan varyasyon şeması.....	44
Tablo 17. <i>Reticulitermes lucifugus</i> termit deneyi için Sarıçam diri ve öz odunundan hazırlanan test ve kontrol örneklerinin varyasyon şeması.....	44
Tablo 18. <i>Hylotrupes bajulus</i> böcek deneyi örneklerine ait retensiyon değerleri.....	56
Tablo 19. <i>Reticulitermes lucifugus</i> böcek deneyi örneklerine ait retensiyon değerleri.....	56
Tablo 20. Böcek deneyleri örneklerinin homojenlik testi sonuçları.....	58
Tablo 21. Mantar çürüklük deneyi örneklerine retensiyon değerleri	58
Tablo 22. Homojen gruplar analizi.....	60
Tablo 23. Basınç deneyine ait retensiyon değerleri.....	60
Tablo 24. Homojen gruplar analizi.....	62
Tablo 25. Odun türlerine ait özgül ağırlık değerleri (g/cm ³).....	63

Tablo 26.	Kontrol örneklerinin özgül ağırlık değerlerine ilişkin ÇVA testi sonuçları	63
Tablo 27.	Kontrol örneklerinin homojen gruplar analizi.....	64
Tablo 28.	Test örneklerinin özgül ağırlık değerlerine ilişkin ÇVA testi sonuçları	65
Tablo 29.	Test örneklerinin homojen gruplar analizi	65
Tablo 30.	Sarıçam diri ve öz odunu, test ve kontrol örneklerine ait ortalama LPBD (N/mm ²) değerleri	66
Tablo 31.	LPBD homojen gruplar analizi	67
Tablo 32.	LPBD ÇVA analizi.....	67
Tablo 33.	Kontrol ve test örneklerinin ağırlık kaybı değerleri	69
Tablo 34.	Mantar çürüklük testi ÇVA analizi ve Duncan Testi sonuçları	69
Tablo 35.	Homojen gruplar analizi.....	70
Tablo 36.	<i>Reticulitermes lucifugus</i> böceğine ait aritmetik ortalama verileri.....	71
Tablo 37.	<i>Hylotrupes bajulus</i> böceğine ait ortalama veriler	72

SEMBOLLER DİZİNİ

- C** : Yüzdece (%) konsantrasyon miktarı
cm : santimetre
F : Uygulanan kuvvetin büyüklüğü
g : gram
LPBD : Liflere Paralel Basınç Direnci
l : litre
max. : maksimum
min. : minimum
N : Kuvvet birimi “Newton”
R : Retensiyon
V : Hacim
% : yüzde
°C : santigrat derece
cm³ : santimetre küp
kp : kilo pascal (Basınç birimi)
cm² : santimetre kare
mm² : milimetrekare
 $\sigma\beta$: Liflere paralel basınç direnci (N/mm^2)

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Geçmişten günümüze kadar ağaç malzeme her alanda farklı bir kullanım olanağı bulmuştur. Ancak ağaç malzeme kendi doğal dayanıklılığına bırakıldığı zaman, yıllar geçtikçe yıpranmakta ve ekonomik olarak değerini kaybetmektedir. Bu kaybı engellemek ve ağaç malzemenin kullanım ömrünü artırmak için çeşitli kimyasallarla, biyolojik, fiziksel ve kimyasal faktörlere karşı dayanıklı hale getirilmesi gerekmektedir.

Odunun doğal dayanımını artırmak, kullanım ömrünü uzatmak ve çeşitli biyolojik faktörlere karşı dayanımını sağlamak üzere yapılan işleme emprenye denmektedir. Günümüze baktığımızda, kullanılan emprenye maddelerinin çevreye karşı olan duyarlılığı büyük önem kazanmıştır. Özellikle arsenik içeren emprenye maddelerinin Amerika, Kanada ve Japonya'dan sonra Avrupa'da yasaklanması ve kullanım alanlarına sınırlama getirilmesi çevre duyarlılığın artırılmasında kayda değer katkılar sağlamıştır. Bu yasaklamalardan sonra emprenye endüstrisi ve odun koruma şirketleri çevreye duyarlı, daha doğal yeni nesil emprenye maddeleri geliştirmeye çalışarak hem ağacın ömrünü uzatmayı hem de çevreyle ilgili zararı minimuma indirmeyi amaçlamışlardır (Örs ve Keskin, 2008).

Doğal koruyucular denildiğinde tanen gibi çeşitli bitkilerden elde edilen, açık kahverengi, toz şeklinde amorf yapıda maddeler akla gelmektedir. Tanenler deri sanayinde hayvan derilerinin giysilik ve ayakkabılık deriler haline getirilmesinde kullanılan temel maddelerdir. Deri sanayinde sepi maddesi olarak bilinen tanenlerle hayvan derilerinin tabaklanması sonucunda derilere güneş, yağmur gibi hava şartlarının olumsuz etkilerine ve böcek, mantar gibi canlıların zararlı etkilerine karşı mukavemet kazandırmaktadır (Şen ve Hafizoğlu, 2001).

Yurdumuzda üretimi yapılan önemli sepi maddelerimiz ticari adı valeks olan meşe (*Quercus ithaburensis*) palamudu, çameks (çam kabukları), tetri olarak adlandırılan sumak (*Rhus coriariae*) yaprakları ve meşe (*Quercus infectoria*) mazısıdır. En fazla üretimi yapılan valeks (valonea extract) yurdumuza has bir sepi maddesidir (Şen, 2001). Bitkisel koruyucu emprenye maddelerinin önümüzdeki yıllarda performanslarının artırılması ve daha kullanışlı bir konuma gelmeleri için çalışmalar devam etmektedir. Özellikle bu

çalışmalarda bitkisel ekstraktlardan elde edilen tanenler kullanılmaktadır. Tanenlerin diğer petrol türevlerine göre hem daha sağlıklı hem de daha az maliyetli olması, ilerleyen yıllarda bitkisel esaslı koruyucu maddelerin değerinin artacağına işarettir.

Sürekli gelişen dünyada, gelişime bağlı olarak oluşan kirliliğin günümüzde önlenemez boyutlara geldiği görülmektedir. Giderek artan petrol fiyatlarıyla birlikte kanserojen etkisi olan petrol ürünlerinin kullanımının sınırlandırılarak temiz enerji ve temiz kaynaklara yönelmeye başlanması, orman ürünleri sektörünün tekrardan canlanmasını sağlamıştır. Odun koruma endüstrisinde bir nevi referans madde olarak değerlendirilen CCA (Bakır /Krom/Arsenik)'nin her ne kadar bazı ülkelerde yasaklanıp, bazı ülkelerde ise kullanımına sınır getirilse de mantar ve böceğe karşı olan koruyucu etkinliği tartışılmazdır. Ancak artan hassasiyet düşünöldüğünde çevre ile uyumlu, daha doğal koruyucu madde arayışlarına yönelmenin kaçınılmaz olduğu ortadadır. Beraberinde söz konusu doğa dostu, doğal koruyucu maddelerin performanslarının klasik odun koruyucu kimyasallarla mukayesesi gerekmektedir. Ayrıca CCA'nın her ne kadar fiziksel, mekanik ve biyolojik testlerde odun koruyucu etkinliği üst düzey olsa da hedef olmayan canlılara karşı duyarlılığı bir o kadar düşüktür (Yıldız, 2005).

Bu çalışmada, Türkiye'de doğal olarak yetişen sarıçam ağacı öz ve diri odun örnekleri, bitkisel kökenli valeks (palamut ekstraktı) ve referans madde olarak öngörölen CCA ve de yeni nesil emprenye maddelerinden CBA-A (Tanalith E) ile emprenye edilerek söz konusu bu maddelerin koruyucu etkinlikleri, çeşitli mekanik (liflere paralel basınç direnci testi), fiziksel (özgül ağırlık) ve biyolojik başarımları testleriyle (mantar ve böcek zararı) mukayeseli olarak araştırılmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre bitkisel koruyucu olarak tayin edilen valeksin odun koruma maddesi olarak değerlendirilme imkanları irdelenmiştir.

1.2. Odun Koruma Endüstrisi ve Tarihsel Gelişimi

1.2.1. Odun Koruma Endüstrisi

Odun korumanın aslında çok uzun bir tarihçesi vardır. Ancak, endüstriyel odun korumaya ilişkin asıl gelişmeler son iki asırda ve özellikle endüstri devriminden sonra meydana gelmiş ve büyük önem kazanmıştır (Yıldız, 2005).

Odun korumanın önemi asırlar öncesinden bilinmiş ve eski ahşap malzemelerin kömürleştirme yoluyla koruma sağlandığı görülmüştür. Bu da açıkça göstermektedir ki odun korumanın tarihi milattan önceye kadar dayanmaktadır.

Eski çağlarda, çeşitli medeniyetlerde ağaç malzemenin korunmasında çeşitli bitkisel, hayvansal ve mineral yağlardan faydalanılmıştır. Romalılarda zeytinyağı ve sedir yağı, mısırlılarda ise ağaç malzemenin çürütülerek kullanılması bu duruma örnek teşkil etmektedir (Bozkurt ve ark, 1993).

Bununla birlikte eski zamanlarda birçok odun zararlısının da büyük zararlar verdiği görülmüştür. 1590 yılında 100 İspanyol gemisinin *Teredo novadis* zararlısının yaptığı zarar nedeniyle hasar görmesi ve batması bu durumun en büyük örneklerinden biridir.

1600-1830 yılları arasında buhar makinelerinin icadıyla endüstrileşme büyük bir aşama kaydetmiştir. Bu yıllar arasında ağaç malzemeye duyulan ihtiyaç gerek deniz yolu gerekse telgraf direklerinin yapımı sebebiyle çok büyük oranlarda artış göstermiştir. Odun koruma endüstrisinin bu yıllar arasında gelişmesini şu faktörlerle açıklamak mümkündür:

a) Ucuz ve bol demir madenlerinin varlığı ve işlenmeye başlanması sebebiyle demir yolu yapımında ağaç malzemeye duyulan ihtiyacın artması

b) Kömürün bol olması böylece kömürden elde edilen yağ karakterli kreozotun ve diğer başka yan ürünlerin elde edilmesinin kolay oluşu

c) Buharlı makinelerin yapımıyla yüksek basınca dayanıklı olmayı gerektiren emprenye teçhizatının yapımının kolaylaşması (Yıldız, 2005)

Odun koruma endüstrisinin günümüze doğru gelişimi Tablo 1’de verilen kronolojik sıraya göre gerçekleşmiştir.

Tablo 1. Odun koruma madde ve yöntemlerine ilişkin kronoloji

Yıllar	Odun koruma madde ve yöntemleri
1681	Kreozot
1838	Bethell (dolu hücre yöntemi)
1902	Rüping (boş hücre yöntemi)
1906	Lowry (boş hücre yöntemi)
1928	Asit/Bakır/Krom (ACC)
1931	Pentaklorfenol (PCP)
1933	Bakır/Krom/Arsenik (CCA)
1939	Amonyak/Bakır/Arsenik (ACA)

Tablo 1'in devamı

1950'li yıllar	Borlu bileşiklerle batırma ve difüzyon yöntemleri
1960'lı yıllar	Organik çözücülü emprenye maddeleriyle vakum yöntemleri
1980'li yıllar	Alkali amonyum bileşikleri
1990'lı yıllar	Arseniksiz, kromlu ve bakırlı bileşikler
2000'li yıllar	Doğal maddeler, modifikasyon yöntemleri arsenik/krom içermeyen çevre dostu emprenye maddeleri

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi odun koruma endüstrisinde günümüze doğru gelişen süreçte asıl değişim odun koruma yöntemlerinden çok odun koruma maddelerinde meydana gelmiştir (Yıldız, 2005). Bu değişimin ana nedeni çevrenin korunması ve ahşap malzemenin çevreye zarar vermeden uzun yıllar dayanıklılığını koruyabilmesidir.

Bu sebeple odun koruma endüstrisinde yapılan son yıllardaki çalışmalarda; insan ve diğer canlıların hayatını tehlikeye atmayacak, yapılan emprenye işleminin etkinliğini artıracak ve ekonomik olacak bir emprenye maddesi geliştirmek amaç edinilmiştir.

1.2.1.1. Odun Koruma Endüstrisinin Türkiye'deki Durumu

Odun koruma sektörünün ülkemizdeki ilk kıvılcımı 1915 yılında TCDD işletmeleri tarafından Denizli' de kurulan fabrika ile gerçekleşmiştir. 1931'de İzmit-Derince 'de ikinci bir emprenye fabrikası faaliyete geçirilmiştir. Her iki tesis de demiryollarında kullanılan ağaç traversleri ve takozları, boş hücre yöntemine göre kreozotla emprenye edilmesi amacıyla kurulmuştur. 1956 yılında, PTT'nin emprenyeli tel direk ihtiyacını karşılamak üzere OGM (Orman Genel Müdürlüğü) tarafından Bolu'da dolu hücre yöntemiyle çalışan ve suda çözünen emprenye tuzlarının kullanıldığı bir tesis kurdurulmuştur. Sonraki yıllarda özel sektör tarafından ülkemizin çeşitli yerlerinde özel sektör tarafından özellikle tel direği emprenye eden tesislerin kurulması sağlanmıştır. (Var, 2000; Anon, 1995)

Günümüze baktığımızda, odun koruma endüstrisine yeni maddelerin girişi ve ihtiyaçların farklılaşması ile emprenye tesislerinin işlediği ürün yapısında değişimler olmuştur. Son zamanlarda emprenye tesislerinin işlediği ürünler arasında; park ve bahçe mobilyaları, kamelyalar, bali evleri, ahşap şezlonglar, ahşap evler yer almaktadır. Odun koruma endüstrisinin gelişimiyle birlikte açılan tesis sayısında kayda değer bir artış olduğu görülmektedir

1.2.1.2. Odun Koruma Endüstrisinde Terminoloji

Ağaç malzemeyi korumanın esası doğal dayanımının ve kullanım yerindeki performansının artırılmasından geçmektedir. Diğer bir tanım da ise; Emprenye bitkisel(mantarlar) ve hayvansal (böcekler, termitler, deniz canlıları) zararlılar ile ateşe ve boyut değişimlerine karşı korumak için odunun yapısındaki boşluklara kimyasal madde yerleştirme işlemidir (Örs ve Keskin, 2008).

TS 788 (1969)'e göre emprenye maddesi tanımı; “Ahşaba emprenye edilme suretiyle uygulanan, ahşabın mantara, böceklere (termitler ve deniz kurtları dahil) karşı korunması ve mücadelesinde kullanılan tuzlar ve yağlı maddeler ile ateş ve yüksek sıcaklığa (yangına) karşı korunmasında kullanılan tuzlardır” şeklindedir.

TS 344 (1981)'e göre tanımlar; Ahşap koruma, zarar, biyolojik zarar, mekanik zarar, fiziksel zarar, kimyasal zarar, yüzeysel zarar, derin zarar, yersel zarar, yaygın zarar ve kullanım zararı olarak ayrı ayrı tanımlanmış ve Tablo 2’de özetlenmiştir.

Tablo 2. TS 344 (1981)'e göre odun koruma endüstrisine ait terminoloji

Yapılan Tanım	Açıklama
Ahşap koruma	Ahşabın ve her çeşit malzemenin özelliklerini bozan zararlılara karşı girişilen her türlü önleyici ve kurtarıcı işlemlerdir.
Zarar	Ağaç malzemenin özelliklerinin çeşitli etkenler nedeniyle değişik yer ve ölçüde kullanım amacına göre olumsuz yönde etkilenmesi durumudur
Biyolojik zarar	Bitkisel ve hayvansal (böcekler, mantarlar, deniz içinde ahşabı tahrip eden hayvanlar kemiriciler, kuşlar vb. kökenli zararlılardır.)
Mekanik zarar	Basınç, sürtünme, aşınma, çarpma vb. etkenlerle oluşan zararlıdır.
Fiziksel zarar	Sıcaklık, rutubet gibi etkenler ile meydana gelen zararlıdır.
Kimyasal zarar	Kimyasal maddelerin etkisiyle meydana gelen zararlıdır.
Yüzeysel zarar	Ağaç malzemenin sadece yüzeyinde oluşan silme, rendeleme, zımparalama, kesme vb. işlemlerle giderilebilen zararlıdır.
Derin zarar	Ağaç malzemedeki silme, rendeleme, zımparalama vb. işlemlerle giderilemeyen zararlıdır.
Yersel zarar	Ağaç malzemenin belirli yerlerinde (toprak-hava, su-hava zonları, giriş başları vb.) meydana gelen zararlıdır.
Yaygın zarar	Ağaç malzemenin yaklaşık tamamında meydana gelen zarardır.
Kullanım zararı	Ağaç malzemenin tür ve doğal özellikleri ile kullanım yeri istemlerine uygun seçilmemiş ve uygulanmamış olması sonucunda oluşan zarardır

1.2.3. Odunun Doğal Dayanımı

Herhangi bir ağaç türü odununun biyolojik, fiziksel ve kimyasal faktörlere karşı koyma süresine ağaç malzemenin doğal halde dayanıklılığı denilmektedir. Doğada hiçbir ağaç türünün çürümeye karşı doğal bağışıklığı olmamakla birlikte, Tik (*Tectona grandis*), Ironbark (*Eucalyptus paniculata*) gibi ağaç türleri toprakla temas eden yerlerde kullanılsalar dahi uzun süre dayanıklılığını koruyabilmektedirler. Kayın, kızılbaş gibi türler ise aynı şartlar altında kısa sürede çürüyebilmektedir. Dayanıklılık kelimesi, çoğunlukla mantar zararlarına karşı olan dayanıklılığı ifade ederse de böcek, deniz zararlıları, bakteri ve dış hava koşullarına karşı dayanıklılık olarak da ele alınabilmektedir. Doğal dayanıklılık türden türe ve hatta aynı tür içerisindeki farklı bireyler arasında bile büyük bir değişiklik göstermektedir. (Yıldız, 2005)

Ağaç türlerinin doğal dayanıklılık sınıfları Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Ağaç türlerinin doğal dayanıklılık sınıfları

Dayanıklılık sınıfı	Dayanma süresi	Ağırlık kaybı
A- Çok Dayanıklı	25 yıl ve daha fazla	%0 veya çok az
B- Dayanıklı	15-25 yıl arası	%0-5 arası
C- Orta derece dayanıklı	10-15 yıl arası	%5-10 arası
D- Az dayanıklı	5-10 yıl arası	%10-30 arası
E - Dayanıksız	5 yıldan az	%30 dan fazla

Dayanıklılık sınıfına göre sınıflandırılan ağaç türlerinin yapraklı ve iğne yapraklı olarak ayrıldığı dayanıklılık tablosu Tablo 4’de gösterilmiştir

Tablo 4. Dayanıklılık sınıfına göre yapraklı ve iğne yapraklı ağaç türlerinin sınıflandırılması

Sınıf Ağaç Türü	E Dayanıksız	D Az Dayanıklı	C Orta derece Dayanıklı	B Dayanıklı	A Çok Dayanıklı
İğne Yapraklı	--	Çam Gökmar Ladin	Servi Melez Agathis	Ardıç Porsuk Sedir	--
Yapraklı	Akçağaç Gürgen Huş	Dut Karağaç Afora	Ceviz Kosipo Okwen	Kestane Dahoma Utile	Iroko Tik Paduk

1.2.3.1. Odunun Doğal Dayanımını Etkileyen Faktörler

Ağaç türlerinin doğal dayanımı birçok faktöre göre değişkenlik göstermektedir. Bu faktörler aşağıda maddeler halinde gösterilmiştir (Yıldız, 2005).

- a) Ağaç türü
- b) Çeşitli ekstraktif maddelerin (polifenoller, terpenoidler, tropolonlar, tanen bileşikleri) bulunması
- c) Büyüme karakteristikleri
- d) Ağaç malzemenin şekli
- e) Kullanım yeri
- f) Çevre şartları
- g) Diğer etmenler (aşırı asidik ortamda bulunma yaşı odunun ısıtma işlemine maruz kalması vb.).

Özellikle hayvansal zararlıların bulunmadığı su içinde, odunun deniz zararlılarına karşı dayanım süreleri şu şekilde gruplandırılmaktadır;

- a) Çok dayanıklı ağaçlar: Ömürleri 500 yıldan daha fazla olan ağaçlardır. Örnek olarak karaağaç, meşe, kayın, kestane verilebilir
- b) Orta derece dayanıklı ağaçlar: Ömürleri 50 ile 100 yıl arasında olup ladin ve göknar türleri bu gruba girer
- c) Az dayanıklı ağaçlar: Ömürleri 20 yıldan daha az olan ağaçlardır. Akçaağaç ve Ihlamur türleri bu grupta yer alır.

1.2.4. Odunun Permeabilitesi (Geçirgenliği)

Bütün ağaç türlerini eşit şekilde emprenye etmek mümkün değildir. Bazı ağaç türlerinde emprenye hammaddesi daha derinlere nüfuz edebilmekte, bazı türlerde nüfuz güç olmaktadır. Basınç altında kolayca sıvı akışı sağlanıyorsa, o malzemenin permeabilitesi yüksek demektir. Genel anlamda permeabilite deyimi, sıvıların delikli bir yüzeyden basınç altında geçişlerinin hızlı ve yavaş oluşunu ifade etmektedir. (Yıldız, 2005)

Permeabilite bakımından ağaç türleri arasında büyük farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin; kırmızı meşelerden *Quercus rubra* büyük traheleri nedeniyle son derece geçirgendir ve bir metre uzunluğundaki bir odun parçasında bir uçtan diğer uca hava

üfleme mümkündür. Buna karşılık duglas göknarı (*Pseudotsuga menziesii*) odununda permeabilite oldukça düşüktür ve emprenye maddeleriyle muamele etmek oldukça güçtür. Ağaç türleri arasındaki permeabilite farklılığına ilaveten, bir ağaç türü odunu içerisinde de farklılıklar görülmektedir. Örneğin; sahilde yetişen duglas göknarlarının öz odunu dağlık bölgelerde yetişenlerden 50 kez daha geçirgen yapıdadır (Yıldız, 2005).

Ağaç türlerinin iyi emprenye edilebilmeleri için anatomik özelliklerinin iyi tespiti gerekmektedir. Bu sebeple yapılan birçok çalışma neticesinde Tablo 5’de gösterilen permeabilite sınıfları tablosu oluşturulmuştur.

Tablo 5. Permeabilite Sınıfları

Kodu	Emprenye Edilebilme Sınıfı	Emprenye Maddesi Nüfus Derinliği
1	Kolay emprenye edilebilenler (geçirgen türler)	18 mm veya diri odun kısmı tamamen
2	Orta derecede güç emprenye edilebilenler	7-18 mm
3	Güç emprenye edilebilenler	3-6 mm
4	Çok güç emprenye edilebilenler	3 mm’den daha az

Bazı iğne yapraklı ağaç türlerinin permeabilite sınıfları Tablo 6’da gösterilmektedir.

Tablo 6. Bazı iğne yapraklı ağaç türlerinin permeabilite sınıfları

Sınıflar	Kolay	Orta Derece Güç	Güç	Çok Güç
Diri Oduna Göre	Sarıçam Radiata çamı Avrupa göknarı	Duglas göknarı Melez Sitka ladini	Boylu mazı	-
Öz Oduna Göre	-	Sarıçam Avrupa göknarı Veymut çamı	Duglas göknarı Melez Sitka ladini	Ardıç

Bazı yapraklı ağaç türlerinin permeabilite sınıfları Tablo 7’de gösterilmektedir.

Tablo 7. Bazı yapraklı ağaç türlerinin permeabilite sınıfları

Sınıflar	Kolay	Orta Derece Güç	Güç	Çok Güç
Diri Oduna Göre	Akçaağaç Atkestanesi Gürgen	Afrika cevizi Afrika maunu Seraya	-	-
Öz Oduna Göre	Akçaağaç Atkestanesi Gürgen	Dişbudak Dut Karaağaç	Ak meşeler Ceviz Karakavak	Ak meşeler Kestane Afrika cevizi

1.3. Odun Koruma Maddeleri

Eski çağlardan günümüze kadar birçok bitkisel ve hayvansal maddeler emprenye maddesi olarak denenmiştir. Mısırlılar sedir ekstraktiflerini, burmalılar ise bir çeşit petrol yağını emprenye maddesi olarak kullanmışlardır. Günümüzde sayıları 3000' e dayanan birçok emprenye maddesi bulunmuştur ve her geçen gün yeni emprenye maddeleri piyasaya sürülmekte ve kullanıma sunulmaktadır. Bir maddenin emprenye maddesi sınıfına girebilmesi ve bu amaçla kullanılabilmesi için, bazı kriterleri sağlaması gerekmektedir.

Her şeyden önce bir emprenye maddesi güvenilir, kalıcı, etkili ve ekonomik olmak durumundadır (Yıldız, 2005).

Emprenye maddesinin güvenilir olması; hedef canlılar dışında diğer biyolojik organizmalara zarar vermemesi emprenye tankında işlem yapılırken sızdırmaması için korozif bir etkisinin olmaması gereklidir. Ayrıca emprenye maddesiyle muamele edilmiş ağaç malzemenin bertaraf işlemlerinde ortama herhangi bir zehirli gaz vermemesi istenmektedir (Yıldız, 2005).

Emprenye maddesinin etkili olmasının en büyük kanıtı hedef zararlılara karşı en üst seviyede etkinlik sağlamasıdır. Bunun dışında emprenye maddesinin odunun içlerine kadar nüfus etmesi ve odun içinde homojen bir şekilde dağılması beklenmektedir. Emprenye maddesinin etkinliğinin ölçülmesi uzun zaman alabilmektedir. Örneğin bir açık alan testi 25 yıl kadar sürmektedir (Yıldız, 2005).

Emprenye maddesinin kalıcı olması, emprenye maddesinin her türlü zorlu koşullarda ağaç malzemedeki uzun yıllar yıkanmadan kalması anlamına gelmektedir. Yıkanmayı engellemek için kullanım yerine göre emprenye maddesi seçilmelidir. Örneğin çok fazla yağmur yağın veya kuraklığın bulunduğu alanlarda, ağaç malzemedeki su yardımıyla

kolayca yıkanabilen veya sıcaklıkla kolaylıkla buharlaşabilen malzemeler seçilmemelidir (Yıldız, 2005).

Emprenye maddesinin ekonomik olması, aslında bir emprenye maddesinde olması gereken en önemli özelliklerden biridir. Doğada kolay olarak bulunabilen veya paha da daha az bir emprenye maddesinin varlığı üreticiden kullanıcıya kadar tüm odun koruma endüstrisini etkilemektedir. Bununla birlikte emprenye yönteminin kolay olması veya daha kolay emprenye edilen türlerin varlığı da emprenye maddesinin ekonomik maliyetini belirlemektedir (Yıldız, 2005).

Örneğin; 1930'lerde Hindistan'da yeni icat edilen Ascu tipi (CCA) bir emprenye maddesi, kreozotun 1/6'sı kadar bir maliyete sahip olduğu için hemen kabul görmüş ve kısa sürede yaygınlaşmıştır (Yıldız, 2005).

Ayrıca uygulamada emprenye maddelerinde olması istenen ancak her emprenye maddesinde bir arada bulunması mümkün olmayan özelliklerde şunlardır (Yıldız, 2005):

1. Bitkisel ve hayvansal kökenli odun zararlılarına karşı yüksek derecede zehirli bir etkiye sahip olmalıdır.
2. Nüfuz etme kabiliyeti yüksek olmalıdır.
3. Ağaç malzemelerde içerisindeki liflerde sabitleşme özelliği yüksek olmalı ve odun dokusu içinde tıkanmaya yol açmamalıdır.
4. Yıkama ve buharlaşmayla meydana gelen kayıp mümkün olduğu kadar az olmalıdır.
5. Odunu ayrıştırmamalı, odunun fiziksel ve mekanik özelliklerini azaltmamalıdır.
6. Gereğinde 70-100 °C gibi yüksek sıcaklıklarda da kullanılabilir.
7. Paslandırma (korozyon) etkisi bulunmamalıdır.
8. İnsan ve sıcakkanlı hayvanlar için tehlikeli olmamalıdır.
9. Emprenye maddesi ağaç malzemenin tutuşma kabiliyetini artırmamalıdır. Ateşe karşı koruyucu etkisi olmalıdır.
10. Kokusuz olmalı ve besin maddeleri ambalajlanmasında zararlı olmamalıdır.
11. Koruyucu malzemeler ağaç malzemeyi diğer kimyasal maddelerin etkilerine karşı koruyabilmelidir.
12. Hem rutubetli hem de kuru ağaç malzemedeki kullanılabilir.
13. Ucuz, temini kolay ve bol olmalıdır.
14. Emprenye edilmiş malzemeyi taşıyan ve kullanan kişilerin sağlığını olumsuz yönde etkilememelidir.

1.3.1. Emprenye Maddelerinin Sınıflandırılması

Emprenye maddeleri 3 sınıfa ayrılmaktadır:

1. Yağlı emprenye maddeleri
2. Organik çözücülerde çözünebilir emprenye maddeleri (OÇEM)
3. Suda çözünen emprenye maddeleri (SÇE)

Bu sınıflandırmaya ek olarak özel amaç için kullanılan koruyucu maddeler (Mavi renklenmeyi önleyen maddeler, yangına karşı dayanımı artıran maddeler) de eklenebilir.

1.3.1.1. Yağlı Emprenye Maddeleri

Yağlı emprenye maddeleri kömür katranı destilasyonu ve kimyasal toksinlerin çözüldürülmesiyle elde edilir. Başlıca yağlı emprenye maddeleri; kreozot, karbolineum, maden kömürü katranı, linyit kömürü katranı, odun katranı ve katran yağıdır(Şen, 2001).

Kreozot; 900-1175 °C gibi yüksek ısı derecelerinde yapılan karbonizasyon ile hava gazı ve kok kömürü elde olunması sırasında meydana gelen maden kömürü katranının 200-400°C’de damıtılmasıyla elde edilen bir yan üründür (Yıldız, 2005).

Kreozotun bileşimi Tablo 8’de gösterilmektedir.

Tablo 8. Kreozotun bileşimi

Bileşik veya bileşen	Kreozottaki oranı (%)
Naftalen	3
Metil naftalen	2,1
Difenil dimetil naftalen	-
Bifenil	0,8
Asenaftalen	9
Dimetil naftalen	2
Dibenzofuran	5
Florür - ilgili bileşikler	10
Metil florür	3
Fenantren	21
Antrasen	2
Karbozol	2
Metilfenantren	3
Metil antrasenler	4

Tablo 8'in devamı

Fluoranten	10
Piren	8,5
Benzofluoren	2
Kirsen	3
Tanımlanmamış diğer bileşikler	-

Kreozotun kullanım yerinde bazı faydalı ve sakıncalı yönleri bulunmaktadır. Faydalı yönleri; tüm koşullarda (deniz suyu dahil) maksimum koruma sağlaması, yıkanmasının güç olması, yüksek kaynama derecesinden dolayı buharlaşmasının güç olması, korozyon etkisinin bulunmaması, çeşitli emprenye yöntemleriyle kullanılabilmesi (fırça ile sürme ve batırma yöntemi), kolaylıkla ağaç malzemeye uygulanabilmesi. Ağır bir kokuya sahip olması ve bu yüzden kapalı alanlarda kullanılamaması, kreozotla emprenye edilen malzemeye üst yüzey işlemlerinin yapılmasındaki güçlük özellikle boyama esnasında ağaç malzemenin boyanamaması, kreozotun kurak iklimlerde ve sürekli güneş altında bulunan bir yerde kullanılması sonucu sıcaklığa bağlı olarak kanama yapması kreozotun sakıncalı yönlerindedir (Yıldız, 2005).

Kreozot uygulamada boş hücre yöntemleriyle kullanılmaktadır. Kreozot kullanılırken 65 ila 100°C'ye kadar ısıtılmaktadır. Yüksek derecelere kadar ısıtılmasındaki amaç kreozotun viskozitesini düşürerek nüfuz derinliğini artırmaktır (Yıldız, 2005).

Kreozotun genel kullanım alanları olarak; demiryolu traversleri, iskele direkleri, deniz içinde kullanılacak ağaç malzemeleri sayılabilir. Kreozotun kullanımı esnasında ağaç malzemenin tutuşma özellikleri de dikkate alınmalıdır, kreozotlu ağaç malzemenin tutuşma ısısı daha yüksek olmasına rağmen yanma esnasında normal oduna göre daha kuvvetli yanmaktadır. Bu nedenle böyle alanlarda yangına karşı etkili (fire repellent) emprenye maddelerinin kullanılması uygundur (Yıldız, 2005).

Yağlı karakterdeki emprenye maddelerinde yöntem olarak; kazanda basınç veya sıcak-soğuk açık kazan yöntemi kullanılmaktadır. Toprakla temas eden bütün ağaç malzemeler, tel direkleri ve traversler, doğramalar, beton ile temas eden yerler, İskele ve marina yapımında kullanılan ağaç malzemeler kreozotun kullanım alanlarındandır.

1.3.2. Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri

Bu emprenye maddeleri, petrol destilasyon ürünleri olarak elde edilen organik çözücülerde çözülmüş fungusit ve insektisit özellikteki aktif kimyasal maddeden ibarettir. Yüzlerce bileşikten oluşan ve bir çözücüye gerek duymayan kreozottan oldukça farklıdır. Doğal olarak suda çözünmediklerinden uzun süreli koruma sağlarlar. Emprenye işleminden sonra çözücü madde buharlaşarak ağaç malzemenin uzaklaşır ve asıl aktif madde geride kalarak koruyuculuk yapar. Çözücü olarak hidrokarbonlar kullanılmaktadır (Bozkurt ve ark, 1993).

Organik çözücülü emprenye maddelerinin başlıca özellikleri şunlardır: Yıkanmaya dayanıklı olup her türlü ağaç malzemenin emprenyesinde kullanılırlar, boya kabul ederler, leke bırakmazlar, korozyon etkileri yoktur, pahalı olup bazıları bitki ve hayvan için zararlıdır. Bazı türleri kötü bir kokuya sahipken bazıları da koku yaymazlar ve ambalaj endüstrisinin de tercih edilirler (Yıldız, 2005)

Tablo 9’da OÇEM’de çözücü olarak kullanılan hidrokarbonlar verilmiştir (Şen, 2001).

Tablo 9. OÇEM’de çözücü olarak kullanılan hidrokarbonlar

Saf alifatik Hidrokarbonlar, en az % 95’ lik	Düşük aromatik hidrokarbonlar en fazla % 45	Saf veya yüksek hidrokarbonlar, en az % 80’i aromatik maddeler	Siklo, alifatik ve terpen asıllı hidrokarbonlar
Heksan	Özel benzin	Toluol	Sikloheksan
Heptan	Test benzin	Xylol	Metilsikloheksan
Özel benzin	White spirit	Solvent nafta	Tetralin
-	Terpanalin	Sovesso	Dekalin
-	Kristal yağ	-	Odun terabantin yağı
-	Shellsoll	-	Balzam
-	Varsol	-	Depanol

Organik çözücülü emprenye maddelerinin faydalı şunlardır; Su içermediği için ağaç malzeme de formasyona sebep olmazlar, emprenye işleminden sonra ağaç malzeme yüzeyi temizdir, kolayca boyanabilmektedir, yıkanma meydana gelmemektedir, permeabilitesi yüksek olan ağaç türlerine kolayca uygulanabilmektedir, renkli ve renksiz olarak kullanım seçenekleri mevcuttur. Sakıncalı yönleri ise; Petrol fiyatlarına bağlı olarak

fiyatının değişmesi ve genellikle pahalı olmaları, emprenye sonrasında bir süre yanıcılığının yüksek olması bu sebeple yanma tehlikesinin bulunması, iç mekanda kullanımı sırasında zehirli maddenin uçmaması sebebiyle insan sağlığını tehdit etmesidir (Yıldız, 2005).

Kullanım alanları; pencere ve kapı doğramaları, binalarda ağaç malzemenin yerinde emprenyesinde, seralarda kullanılan keresteler ve tohum sandıklarında, askeri mühimmat sandıklarında kullanılan ağaç malzemenin emprenyesinde, kamyon ve otobüs gibi taşıtların karoseri ve döşeme malzemelerinin emprenyesinde kullanılmaktadır (Yıldız, 2005).

Başlıca organik çözücülü emprenye maddeleri; Pentaklorfenol (PCP), metal naftanetler, bakır naftanetler, bakır-8 kinolinat, organik kalay bileşikleri, organik civa bileşikleri, klornaftalenler, klorobenzenler, klorlu hidrokarbonlar ve sentetik pretroidlerdir (Şen, 2011).

Ülkemizde kullanılan organik çözücülü emprenye maddelerinin etkinlik alanı ve oduna verililiş yöntemleri Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Ülkemizde kullanılan organik çözücülü emprenye maddelerinin etkinlik ve oduna verililiş yöntemleri

Emprenye maddesi	Etkinlik alanı	Oduna verililiş yöntemi
Protim 230 WR	Böcek ve mantar tahribatı	Batırma veya çift vakum
Vacsol Azure	Mavi renklenme, mantar ve böcek tahribatı	Çift vakum yöntemi
Vacsol Aqua	Mantar tahribatı	Çift vakum yöntemi
İmersol Aqua	Mantar ve böcek tahribatı	Batırma yöntemi
Wolsit KD	Mantar ve böcek tahribatı	Vakum/Basınç /Çift vakum yöntemi
Wolsit EC	Mantar ve böcek tahribatı	Batırma/ Uzun süreli batırma

1.3.3. Suda Çözünen Emprenye Maddeleri

İlk suda çözünen emprenye maddeleri, biyolojik aktiviteye sahip civa klorür, çinko klorür ve bakır sülfat gibi basit metal tuzları ve florürlerdir. Daha sonraları arsenik, krom, bakır, çinko ve florür bileşikleri kullanılmıştır. Suda çözünen bu kimyasal maddelerin her biri tek başına bir koruyucu olmadığı gibi emprenye maddelerinden istenen çok yönlü özelliklerin tek bir maddede toplanması da mümkün olmamaktadır. Bu nedenle bir organik madde formülasyonunda birden fazla organik tuz bulunmaktadır (Şen, 2011).

Suda çözünen emprenye maddelerinin özellikleri şunlardır; Suda kolay yıkanmazlar, ağaç malzemenin liflerinin elastikiyetini bozabilirler, depolama ve taşınmaları oldukça kolaydır, Emprenye işleminden sonra üst yüzey işlemleri (boya ve vernik atılması) kolaydır, yanıcı değildir, bazı boya pigmentleriyle uyum içinde oldukları için çeşitli boya pigmentleri ile renklendirilebilirler, emprenye işleminden sonra kurutulması gereklidir, bazı suda çözünen emprenye maddeleri dış hava koşullarında kullanılmaya elverişli değildir.

Kullanılan her emprenye maddesinde olduğu gibi suda çözünen emprenye maddelerinin de faydalı ve sakıncalı yönleri bulunmaktadır.

Faydalı yönleri; Katı ve konsantre halde taşınabilir ve su ile rahatlıkla çözünebilir olduğu için taşıma maliyetleri oldukça düşüktür, hem bitkisel hem de hayvansal odun zararlılarına karşı oldukça etkilidirler, kreozot gibi taşıma ve kullanım esnasında kötü koku oluşturmazlar, diğer emprenye maddelerine nazaran yağlı boya ile kolaylıkla boyanabilir ve zehirliliğinden hiçbir şey kaybetmezler, özellikle çeşitli yanmayı geciktirici (fire repellent) malzemelerle entegre kullanımı oldukça kolay ve sorunsuzdur.

Sakıncalı yönleri; suda çözünen emprenye maddelerinin en önemli sakıncası, emprenye işleminden önce rutubeti alınan ağaç malzemenin suda çözünen emprenye maddeleriyle uygulamada tekrar rutubet kazanması ve buna bağlı olarak odunun daralıp genişleyerek çalışma kusurları meydana getirmesidir. Özellikle bu tip emprenye maddelerinde oluşan rutubet nedeniyle boyut sorunları ortaya çıkmakta ayrıca ahşabın ikinci kez kurutulması ile ikinci bir kurutma masrafı oluşmaktadır (Yıldız, 2005).

Suda çözünen emprenye maddeleri; gıda maddesi bulunan ahşap sandıklar, soğuk hava depoları, taşıma araçları, maden ocaklarında kullanılacak ağaç malzemelerde kullanılabildiği gibi yangın şüphesi olan yerlerde yanmayı geciktirici maddeler ile de kullanılabilmektedir (Yıldız, 2005).

Belli başlı suda çözünen emprenye maddeleri şunlardır; CCA (Bakır/ krom/arsenik), CCB (Bakır/krom/bor), ACZA (Amonyaklı bakır çinko arsenik), ACA (Amonyaklı bakır arsenik), FCAP (Flor /krom/arsenik/fenol) ve CZC(Kromlu çinko klorür), bor bileşikleridir.

Suda çözünen emprenye maddeleri fırça ile sürme, batırma, püskürme, besi suyu çıkarma ve emprenye kazanında basınç uygulamak suretiyle ağaç malzemeye uygulanabilmektedir (Örs, 2001).

Tez kapsamında kullanılması itibarıyla, suda çözünen emprenye maddelerinden yalnızca CCA ve CBA (Tanalith E) hakkında ayrıntılı bilgiler verilmiştir.

1.3.3.1. CCA (Bakır/Krom/Arsenik)

CCA 70 yılı aşan bir süreden beri odun koruma endüstrisinden kullanılan dünyanın bütün ülkelerinde ve bölgelerinde performansı ile kabul görmüş; hemen hemen tüm kullanım yerlerinde oduna zarar veren canlılara karşı oldukça etkin bir emprenye maddesidir. (Yıldız, 2005)

Ancak CCA emprenye maddesinin hedef olmayan diğer canlılara karşı zehirli olması dolayısıyla kullanımına sınırlama getirilmiş hatta bazı ülkelerde ise kullanımı yasaklanmıştır. CCA'nın sınırlı kullanım alanları içerisinde; tel direkler ve travers emprenyesi, özellikle su temasının olduğu deniz içi iskele ve marina yapımı yer almaktadır. CCA ile emprenye edilmiş ağaç malzemenin kullanım yeri özellikle insanlarla temas etmeyen alanlar olarak belirtilmiştir (Şen, 2001).

Her ne kadar kullanımını sınırlandırılıp hatta yasaklanmış olsa da CCA hali hazırda odun koruma endüstrisi için bilimsel çalışmalarda referans madde olarak seçilmekte ve diğer koruyucuların performansı CCA ile kıyaslanmaktadır. Aslında CCA'nın yasaklanmasına yol açan kullanım yeri ve emprenye işleminden çok emprenyeli ağaç malzemenin bertaraf işlemindedir. Bertaraf işlemlerinde toprağa gömme ve açık alanlarda yakma gibi yanlış yöntemler sırasında açığa çıkan gazlar veya toprağa arsenik karışma ihtimalinden dolayı CCA'nın kullanımına sınırlama getirilmiştir (Yıldız, 2005).

CCA'nın bilinen 3 tipi bulunmaktadır. Bunlar; Tip A, Tip B ve Tip C'dir. CCA tiplerinin içerdiği en uygun (optimal) madde oranı ve tipleri Tablo 11'de gösterilmiştir (AWPA, E11-87; Bozkurt ve ark, 1993).

Tablo 11. CCA tiplerinin içerdiği en uygun madde oranları

Bileşen	CCA Tip A (%)	CCA Tip B (%)	CCA Tip C (%)
Cr, (CrO_3)	65.5	35.3	47.5
Cu, (CuO)	18.1	19.6	18.5
As, (As_2O_5)	16.4	45.1	34

Ülkemizde kullanılan CCA'nın içeriği ise; % 35 Bakır, % 45 Krom ve % 20 Arsenik'tir.

CCA Tip B, genellikle yerinde bakım işlemlerinde kullanırken, CCA Tip A basınçla emprenye metotlarında çok fazla tercih edilmektedir. Fakat bugün Amerika Birleşik Devletleri'nde CCA ile emprenye işlemlerinde CCA Tip C formülasyonun yıkanmaya karşı direnç ve biyolojik performans açısından en iyi kombinasyona sahip olduğu belirtilmektedir. (Lebow, 1996)

CCA ile emprenye işlemi sonrası ağaç malzemenin dayanıklılığına 4 faktörün etki ettiği bilinmektedir. Bunlar; ağacın türü, kullanılan emprenye maddesi konsantrasyonu, sıcaklık ve pH değeridir(Şen, 2001).

CCA emprenye maddesi genellikle hava kurusu (%12 rutubet) haldeki ağaç malzemeye dolu hücre yöntemiyle uygulanmaktadır. Bazı ülkelerde ise; osilasyon veya değişken basınç yöntemi uygulanarak, yaş haldeki ağaç malzemeye de verilmektedir. CCA ile emprenye edilmiş ağaç malzeme, suyla doygun halde olduğundan, emprenye sonrasında ve nihai kullanım yeri öncesinde mutlaka kurutularak kullanılmalıdır(Yıldız, 2005).

Kurutmanın yavaş ve dikkatli yapılması gerekmekte, yeterli dikkat ve özen gösterilmediğinde ağaç malzemedeki hızlı kurumaya bağlı çatlaklar ve boyut değişiklikleri görülebilmektedir. İşlemden sonra 25°C'de 7 gün içinde yüzeysel bir kuruma meydana gelmektedir. Bu sayede temiz, yağsız ve güvenli bir malzeme meydana gelmektedir. Bununla birlikte ilk kuruma esnasında ağaç malzemenin yağmurdan korunması önem taşımaktadır, yağmur sebebiyle az da olsa emprenye maddesi odundan yıkanabilmektedir (Yıldız, 2005).

Suda çözünen emprenye maddeleriyle gelişen ve değişen odun koruma endüstrisi, son yıllarda yeni nesil suda çözünen emprenye maddelerinin katılımıyla adeta kabuk değiştirmeye başlamış, değişime ayak uydurmuştur. Tablo 12'de bahsi geçen bu maddelerin listesi ve etkin olduğu hedef canlı türü verilmiştir (Yıldız, 2005).

Tablo 12. Yeni nesil suda çözünen emprenye maddeleri ve etkin olduğu hedef canlı türleri

Emprenye maddesi adı	Etkin olduğu hedef canlı türü
Bardac 22 (Didesildimetilamonyum klorür)	Mantarlar ve böceklere karşı yüksek etki
Klorotalonil (Tuffgard)	Mantarlar ve böceklere karşı orta etki
ACQ (Alkali bakır quat)	Mantarlar ve böceklere karşı yüksek etki

Tablo 12'nin devamı

Amonyak/bakır/sitrat (CC)	Mantarlar, böcekler ve deniz zararlılarına karşı yüksek etki
Bakır/Azol(CBA)	Mantar ve böcekler karşı yüksek etki fakat deniz zararlılarına karşı etkisi onaylanmamıştır.
Bakır dimetilditiyokarbomat (CDDC)	Mantar ve böcekler karşı geniş bir alanda etkilidir fakat deniz zararlılarına karşı etkisi onaylanmamıştır.
Bakır HDO (CX-A)	Mantarlar karşı yüksek etki
Amonyak/bakır/karbonat/sitrik asit (ACC)	Bakıra toleranslı mantarlarda zayıf etki
Alkali amonyum bileşikleri (AAC)	Mantarlar ve böcekler karşı yüksek etki

Suda çözünen emprenye maddelerinin yıkanması üzerine retensiyon miktarının etkisi pratik uygulamalarda daha büyük bir öneme sahiptir. Genel olarak yıkanabilirlik arsenik yüzdesinin artan retensiyon miktarı ile düştüğü belirlenmiştir. Bu etki emprenye maddesi çözeltisinde bulunan krom miktarının artışına benzemektedir. Yüksek retensiyon seviyelerinde, hücre çeper bileşenlerine toplam kromun daha düşük bir kısmının adsorbe edilmesinden dolayı, arsenik ile reaksiyona girecek kromun miktarı artmaktadır. Ayrıca, yüksek retensiyon seviyeleri oduna daha fazla su iticilik özelliği kazandırmakta ve böylece yıkanan element miktarıda sınırlandırılmaktadır. CCA ile emprenye edilen ağaç malzemede yapısal özelliklerin bozunması ile ilgili yapılan çalışmalarda, CCA'nın yüksek konsantrasyonlardaki odunun yıllık halkalarının yaz odunu tabakasında fikse olduğu saptanmıştır. Bilindiği gibi, yaz odunu tabakası ilkbahar odunu tabakasına karşılık daha yüksek bir özgül ağırlığa sahiptir. Bu tabakanın yüksek direncinden dolayı, CCA ile işlemlerde, odun bileşikleri üzerine asit hidrolizinin etkisi aşırı bulunmamaktadır (Gezer, 2003). Bunun yanında CCA emprenye maddelerinin fiksasyonunu odun türünün doğal kimyasal yapısı etkilemektedir. Yüksek hemiselüloz, düşük lignin oranlarına ve iğne yapraklı ağaç odunlarından farklı lignine sahip yapraklı ağaç odunlarındaki yıkanma miktarı genellikle aynı şartlardaki iğne yapraklı ağaç malzemeye oranla daha fazla olmaktadır. Bununla birlikte düşük geçirgenliğe sahip odunlar CCA ile emprenye edildiğinde, CCA odunun yüzeyinde yoğunlaştığından, yıkanma miktarları genellikle aynı şartlardaki iğne yapraklı ağaç malzemeye oranla daha fazla olmaktadır (Gezer, 2003)

Ülkemizde de yeni nesil suda çözünen emprenye maddelerinin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde kullanılan yeni nesil suda çözünen emprenye maddeleri (Yıldız,2005);

- a) Protim CCA Oxide 58
- b) Celcure AC 500
- c) Tanalith E
- d) Wolmanit CX
- e) Antiblu Select
- f) Sinesto

1.3.3.2. CBA (Tanalith E)

Yeni nesil suda çözünen emprenye maddelerinden biri olan CBA (Tanalith E), CCA emprenye maddesinin en güçlü alternatiflerinden birisi olup arsenik ve krom içermemektedir. Birçok odun zararlılarına karşı etkisi laboratuvar ve açık alan testleriyle kanıtlanmış durumdadır (Yıldız,2005). CBA kimyasal yapısı bakır ve triazoldür. Bakırın fungusit etkisi birçok bilimsel çalışmayla kanıtlanmış olup, triazole birleşince çok etkili bir odun koruma maddesi elde edilmektedir. CBA ‘da triazol seçilmesinin en önemli nedeni bakıra toleranslı mantarlara karşı mücadeledir. Triazol bir biyosit türüdür ve triazolde diğer tüm biyositler gibi çevreyle birebir uyumlu ve ekolojik döngüye ve canlı sistematiğine herhangi bir zararı bulunmamaktadır (Yıldız, 2005)

CBA’nın kullanım yerleri; su basma seviyesinin üstünde ve altında, toprakla temas edilen ve edilmeyen tüm kullanım yerlerinde, bahçe mobilyalarında, çitlerde, açık alan döşemelerinde, ahşap oyun parklarında vb. yerlerde kullanılmaktadır (Şen, 2001).

CBA ile emprenye edilmiş odunda, doğal bir yeşil renk meydana gelmektedir. Daha sonra nihai kullanım yeri açık hava şartlarıysa, odunun rengi yumuşak bir bal kahverengi olmaktadır. Burada hava koşulları ve odunun reçine miktarı da önemlidir. Reçinece zengin ağaç türlerinde, özellikle emprenye işlemi sırasında mavi bir renklenme meydana gelebilirse de, bu durum daha sonra hızla önemini yitirmektedir. (Yıldız, 2005)

CBA oduna dolu hücre yöntemiyle verilmektedir. Emprenye işlemine başlamadan önce odunun lif doygunluk noktası olan % 28 lik rutubetin altına inmesi beklenmelidir. Mümkünse oduna yapılacak üst yüzey işlemleri emprenyeden önce yapılmalı, eğer bu durum mümkün değilse yapılan üst yüzey işlemleri sırasında açığa çıkan emprenyesiz

kısım püskürtme veya fırça ile sürme yöntemi kullanılarak emprenye maddesiyle kapatılmalıdır. CBA metallerde korozyon yapmadığı için çivi vida vb. birleştirmelerde metallere rahatlıkla kullanılabilir olup odunun ileriki yıllardaki bakımı da oldukça kolaydır (Yıldız, 2005).

1.4. Emprenye Öncesi Hazırlık İşlemleri

Emprenye öncesi işlemler etkili bir emprenye yapılabilmesi için büyük önem taşımaktadır. Emprenye öncesinde yapılan işlemler maddeler halinde aşağıda belirtilmiştir:

- 1) Kabukların soyulması
- 2) Ağaç malzemenin boyutlandırılması
- 3) Ağaç malzemenin kurutulması
- 4) SCOD demirlerinin çakılması, gerektiğinde havuzlama ve yağmurlama işlemlerinin yapılması(Bozkurt ve Erdin, 1997).

Emprenye öncesi işlemler tamamlandıktan sonra emprenye işlemi başlamaktadır.

1.5. Emprenye Yöntemleri

1.5.1. Basınç Uygulanmayan Emprenye Yöntemleri

Bu yöntemler genellikle ağaç malzemeye rahatlıkla uygulanabilen yöntemlerdir. Rahatça uygulanabilmelerinin en önemli nedeni diğer yöntemlere göre daha basit araç gereçler kullanılmasıdır.

Basınç uygulanmayan emprenye yöntemleri; Fırça ile sürme, püskürtme, daldırma, soğuk tank, sıcak tank, osmoz, basit difüzyon, çift difüzyon, besi suyu çıkarma, bandaj, tepe koruma, oyma delik ve kobra yöntemleridir(Bozkurt vd, 1993).

Bu tip yöntemlerin dezavantajı, emprenye maddesinin ağaç malzemenin derinlerine kadar nüfuz edememesine bağlı olarak uzun süre koruma sağlamamasıdır.

1.5.2. Basınç Uygulanan Emprenye Yöntemleri

Bu tip yöntemler oldukça gelişmiş sistemlerde genellikle oduna basınç ve vakumun verildiği, emprenye maddesinin geri kazanılabildiği ve odunun en iyi şekilde emprenye

edildiği yöntemlerdir. Bu yöntemlerin avantajları; hacimce büyük ve sayıca çok ağaç malzemenin tek seferde emprenye edilmesi mümkündür ve bu sebeple iş verimi oldukça yüksektir. Emprenye maddesinin miktarı kolayca ayarlanabilmektedir. Emprenye maddesinin ağaç malzeme içine yeknesak bir biçimde dağılması ve penetre olması(geçmesi) sağlanarak daha iyi bir koruma sağlanmaktadır. Bütün işlemler kolayca yürütülmekte ve otomasyon imkanı artmaktadır. Tesis ömrü uzun olup yatırımı kısa sürede amorti edebilmektedir. Gereğinde aynı tesis de ağaç malzemenin kurutulması, buharlama vb. gibi ön işlemler yapılmaktadır (Yıldız, 2005).

Bununla birlikte tesisin taşıma giderlerinin fazla olması, tesislerin arazi ihtiyacının fazla olması, tesislerin kuruluş yerlerinin büyük önem arz etmesi (Kreozot gibi yağ karakterli emprenye maddelerinde özellikle su kenarlarının seçilmesi vb.) gibi sakıncalı yönleri de bulunmaktadır.

Bu yöntemler dolu hücre ve boş hücre metodu olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

1.5.2.1. Dolu Hücre Yöntemi

Dolu hücre yönteminin prensibi, ağaç malzemenin emprenye edilebilen kısmı içerisine alabileceği kadar emprenye maddesinin yerleştirilmesidir. Böylece, emprenye edilen kısımda hücre çeperinden başka hücre boşluklarının içerisi emprenye maddesiyle dolmaktadır(Berkel, 1972). Dolu hücre yönteminde genellikle suda çözünen emprenye maddeleri kullanılmakta olup prensip olarak 5 aşamadan oluşmaktadır.

1. Ön Vakum İşlemi: Bu işlemin amacı emprenye kazanının içerisindeki ağaç malzemenin içerisinde bulunan havanın alınması, gözeneklerin (por) açılıp emprenye maddesinin daha kolay bir şekilde odun bünyesine alınmasıdır. Ön vakum işleminde genellikle 635- 650 mmHg'lık bir vakum 10-60 dakika arasında değişen sürelerde uygulanmaktadır. Bu süre ağaç malzemenin türüne, özgül ağırlığına, geçirgenlik miktarına göre değişiklik göstermektedir.

2. Emprenye Maddesinin Sistem İçine Verilmesi: Emprenye maddesi kazan içine verilirken ön vakum aşaması sürdürülmekte ve emprenye maddesinin tamamı kazana verilene kadar ön vakum işlemi sonlandırılmamaktadır. Vakum sonlandırıldığında kazan içinde kalan havanın ağaç malzemenin porlarını kapatarak absorpsiyon miktarını düşürmesini engellemek için emprenye maddesi sevki tamamlanana kadar vakum işlemi de sabit bir şekilde devam ettirilmektedir.

3. Basıncın Sisteme Verilmesi: Emprenye maddesinin sisteme verilmesi tamamlandıktan sonra vakum işlemi de sonlandırılır. Ağaç malzemenin boyutu ve geçirgenliği de göz önünde bulundurularak 5-15 kp/cm^2 'lik basınç yavaş bir şekilde sisteme verilmektedir. Basıncın uygulanacağı süre ağaç malzemenin türü, boyutu ve geçirgenliğine bakılarak 1-5 saat arasında olmaktadır. Özellikle kolay emprenye edilebilir bir tür olan Sarıçam diri odununda 15-40 dakikalık bir basınç yeterli olabilmektedir. Sürenin bitiminde basınç yine aynı şekilde yavaş yavaş sistemden alınmaktadır.

4. Emprenye Maddesinin Sistemden Alınması: Basınç tamamen sistemden alındıktan sonra emprenye maddesi de geri kazanım açısından emprenye sisteminde bulunan yedek depo veya alt depoya alınarak sistemden çıkartılmaktadır (Yıldız, 2005).

5. Son Vakum İşlemi: Son olarak 5-15 dakika arasında 635-650mmHg'lık bir vakum işlemi daha uygulanmaktadır. Bu işlemin amacı fazla emprenye maddesinin ağaç malzemenin içerisinden sızmasını önlemektir.

1.5.2.2. Boş Hücre Yöntemi

Boş hücre yöntemlerinin en önemlileri Ruping ve Lowry yöntemleridir. Bu iki yöntem ön vakum işlemi dışında dolu hücre yöntemine benzemektedir. Bu yöntemler de emprenye maddesi sevk edilmeden önce ve sevk sırasında vakum işlemi uygulanmamaktadır. Ayrıca, boş hücre yönteminde basınç aşaması sona erdikten sonra ağaç malzeme içerisindeki sıkışmış hava yardımıyla fazla miktardaki emprenye maddesi dışarı atılmaktadır. Böylece hücre boşlukları hemen hemen boş kalmakta ve hücre çeperleri tamamen koruyucu madde ile emprenye edilmiş olmaktadır (Yıldız, 2005).

Boş hücre yönteminin amacı; emprenye maddesi sarfiyatını azaltmak ve maliyeti en düşük seviyede tutmaktır. Boş hücre yöntemleri kreozot ve PCP gibi ağır metal içeren emprenye maddeleriyle kullanımı uygun olsa da nadiren suda çözünen emprenye maddeleriyle de kullanılabilir (Örs,2001; Yıldız, 2005).

1.6. Emprenye Maddelerinin Çevresel Etkileri

Emprenye maddeleri her ne kadar ağaç malzemenin ömrünü uzatsa da kullanım yerlerinde bazı çevresel etkilere yol açabilmektedir. Bilindiği gibi çoğu emprenyeli ağaç malzeme günümüzde tarım arazileri, ahşap evler, otobanlar vb. birçok insan ve diğer

canlılar ile temas edilebilecek alanlarda kullanılmaktadır. Emprenye maddeleriyle koruma işlemine tabi tutulmuş bir ağaç malzeme kullanım yeri talimatına uygun olarak kullanılmadığında, akma, kanama, buharlaşma vb. yollarla toprağa, suya veya havaya karışarak canlı hayatını tehdit edebilmektedir. CCA ile emprenye edilen malzemelerde bu durum daha açık bir biçimde görülmektedir. Özellikle Arsenik gibi ağır metallerin insan sağlığını tehdit etmesi sebebiyle CCA'nın kullanımının sınırlandırılmasına hatta bazı ülkelerde yasaklanmasına neden olmuştur. CCA ile ilgili bazı araştırmacıların kanıtlamış olduğu çevre etkileşimleri bulunmaktadır (Şen, 2001; Yıldız, 2005).

Pierre ve arkadaşlarının Kanada körfezinde yapmış oldukları bir çalışmada CCA ile emprenyeli ahşap iskelelerden bakır ve kromun yıkanarak körfez kirliliğini ciddi boyuta getirdiğini, ayrıca sebze bahçelerinde kullanılan gübre içindeki organik asitlerin özellikle emprenyeli odundaki bakır krom ve arseniğin yıkanmasını hızlandığını ifade etmiştir (Pierre, 1993; Şen, 2001).

Serbest arsenik, gıdalardan ve zemin sularından insan vücuduna kolayca bulaşabilmektedir. CCA külü içerisindeki arsenik toprak içindeki yağmur sularıyla yıkanarak su kaynaklarına karışabilmektedir. İnsan derisine temas ettiğinde deri tarafından emilebilmektedir. 0.05gr Arsenik iki aylık bir periyodun üzerinde insan derisi tarafından emildiğinde ölüme yol açabilmektedir. Çok daha düşük düzeylerde ise kanserojen etki yapmaktadır (Fink, 1990; Şen, 2001).

Dünya'da 50 den fazla ülkede CCA ile emprenye edilmiş malzemenin yakılması arazi çalışanları, itfaiyeciler ve temizlik çalışanları için tehdit oluşturduğundan yasaklanmıştır. Yaklaşık olarak 3,7 metre boyundaki CCA ile emprenye edilmiş bir tel direk, 27 gram arsenik içermektedir. Bu miktar 250 yetişkin insanı öldürebilecek düzeydedir (Thomas, 1998; Şen, 2001).

CCA ile emprenye aşamasında mutlaka gözlük ve filtreli maske kullanılmalıdır. Ayrıca CCA, gıda ambalajlarında veya su soğutma kulelerinde kullanılmamalıdır. Özellikle çocukların oyun alanı olan parklarda CCA emprenye maddesiyle emprenye edilmiş malzeme kullanmaktan kaçınılmalı ve bertaraf işlemi uygun koşullar altında uzmanların tavsiye ettiği biçimde yapılmalıdır.

1.7. Odun Koruma Maddelerinin Koruyuculuk Etkinliğinin Belirleme Metotları

Odun koruma maddelerinin hedef zararlıya karşı etkinliğinin belirlenmesi, odun koruma maddesinin geçerli bir koruma maddesi olarak sınıflamaya girmesinde önemli bir etkidir. Genel anlamda, odun koruma maddelerinin etkinliği kullanım yerindeki performansına göre belirlenmektedir. Fakat ağaç malzemenin odun koruma maddeleriyle muamele edildikten sonraki performansının ve koruyuculuk değerinin uzun yıllar aldığı bilindiğinde bu durum yeni bir emprenye maddesinin etkinlik tesbitinin uzun yıllar almasına ve piyasaya çok uzun bir süre sonra sürülmesine neden olmaktadır. Bu süreyi kısaltmak ve uygulanan emprenye maddesinin kullanım yerinde nasıl bir performans göstereceğini kestirebilmek için bazı testlerle kullanım yeri ile birebir örtüşen benzetimler (simülasyonlar) yapılmaktadır. Emprenye tekniklerinin mümkün olan en kısa sürede geliştirilebilmeleri için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Her yıl geliştirilen emprenye maddelerinin etkinliğinin belirlenmesi için ağaç malzemede uygulanan testler Tablo 13’de gösterilmiştir.

Tablo 13. Emprenye edilmiş ağaç malzemede uygulanan test metotları

Test Tipi	Test Süresi	Maliyeti	Güvenilirliği	Gerekli Ekipman	Deney Yeri
Ön eleme testleri	1 aydan az	Düşük	Yetersiz	Laboratuvar	Sıcaklık ve bağıl nem koşulları kontrol edilebilmeli
Laboratuvar testleri	1-6 ay	Orta	Orta	Laboratuvar	Laboratuvar koşulları
Açık alan testleri	En az 3 yıl	Deneme türüne göre ve pahalı	İyi	Laboratuvar ve pilot emprenye tesisi	Tipik arazi koşulları
Kullanım yeri testleri	En az 10 yıl veya ağaç malzeme ömrü kadar	Çok pahalı	Çok iyi	Emprenye tesisi ve laboratuvar	Kullanım yeri koşullarına ait testler

Test yöntemleri aşağıda belirtilen dört kategoride yürütülmektedir(Yıldız, 2010).

- 1) Mantar etkilerini belirleme test yöntemleri (Mikolojik testler)
- 2) Böcek etkilerini belirleme test yöntemleri (Entomolojik testler)

- 3) Yıkanmaya ait belirleme test yöntemleri (Kimyasal testler ve yıkanma testleri)
- 4) Yanmayı geciktirici etkiyi belirleme test yöntemleri (Fiziksel testler)

Tez kapsamında önem arz eden 1 ve 2 numaralı test yöntemleri hakkında ayrıntılı bilgiler aşağıda verilmiştir.

1.7.1. Mantar Etkilerini Belirleme Test Yöntemleri

Bu yöntemler, ön eleme yöntemleri ve laboratuvar yöntemleri olarak iki kısma ayrılmaktadır.

Ön eleme testleriyle empenye maddesinin mantar türlerine karşı olan etkinliği kolay ve hızlı bir biçimde belirlenmektedir. Birçok kimyasalın aynı anda uygulanabilmesi ve etkili olmayan maddelerin anında çıkarılabilmesi sağladığı faydalardandır. Ön eleme testleri; küf mantarları, renklenme ve yumuşak çürüklük yapan mantarlar için çabuk ve az maliyetli bir yolla sonuç alınmak istendiğinde yararlı olmaktadır (Yıldız, 2010).

Laboratuvar testlerinde ise ön koruma işleminden sonra daha iyi ve daha genişletilmiş bir test yapılmak istendiğinde, küçük odun örnekleri üzerinde laboratuvar denemeleri yapılmaktadır. Çeşitli empenye maddelerinin zehirliliğinin belirlenmesi için agar metodu ve kısa mikolojik deney yöntemi gibi yöntemler geliştirilmiştir. Gerek birçok Avrupa ülkesinde yaygın kullanımı gerekse de tez kapsamında tercih edilmesi itibarıyla kısa mikolojik deney yöntemine aşağıda ayrıntılı olarak yer verilmiştir.

1.7.1.1. Kısa Mikolojik Deney (Kolle Kültür Şişesi) Yöntemi

1930 yılından beri Avrupa'nın birçok ülkesinde uygulanan metottur (EN.113). Deneyde sarıçam diri odunundan liflere paralel yönde elde edilen 5cm x 2,5 cm x 1,5 cm boyutundaki örnekler kullanılır. 103 °C 'de kurutularak tam kuru ağırlığı tartılan örnekler %1-%10 konsantrasyonlar da hazırlanmış çözeltilere yerleştirilerek vakum dolabında 20 dakika süreyle 110-160 mmHg sütununa karşılık bir vakum uygulanarak empenye edilirler. Emprenyeden sonra tartılan örneklerde ilk ve son tartı farklarından yararlanarak net kuru tuz miktarı hesaplanır. Deneme örnekleri 1-2 hafta süreyle kapaklı cam kaplar içinde istif edilerek, kapak yavaş yavaş açılarak kurutulur. Sonra kolle kültür şişeleri içerisine yerleştirilir (İlhan, 1983; Şen, 2001)

Deneyleerde kullanılan mantar türleri sarıçam odunu üzerinde denenecekse *Coniophora puteana*, *Lentinus lepideus*, *Poria placenta* türleri de kullanılabilir (Bozkurt ve ark.,1993).

Aşılama otoklav içerisinde sterilize edilen kolle kültür şişeleri içerisindeki mantar besin maddesine bir spatül ucu ile mantar kültüründen bir miktar konarak yapılmaktadır. 1-2 hafta sonra bu besin ortamında mantar kültürü gelişmekte ve büyümektedir (İlhan, 1983; Şen, 2001).

Mantarlar geliştikten sonra çeşitli konsantrasyonlarda empenye edilmiş olan deney örnekleri bu kolle kültür şişelerine bir cam altlık üzerine konulur. Her bir kolle kültür şişesi içerisine biri empenyeli ve biri de empenyesiz olmak üzere iki adet odun örneği sterilize edildikten sonra yerleştirilir ve şişenin ağzı pamuk ile kapatılır. Bu şişeler bir klima dolabı veya klima odasında %60-70 bağıl nem ve 20°C sıcaklıkta mantar faaliyetlerinin sürdürülmesi amacıyla deneye devam edilir. Deney 4 ay kadar devam eder. (Şen, 2001)

Deney sonunda çıkarılan örneklerin üstündeki miseller temizlenir. Örneklerin ıslaklık durumları ve empenye maddesinin uçucu bileşenleri gibi faktörler kayıt edilir. Daha sonra her bir örnek 0,01 gr hassasiyetle tartılır. Daha sonra örnekler tam kuru ağırlığa gelinceye kadar etüvde kurutulur ve tekrar aynı hassasiyet ölçüsünde tartılır. Ağırlık kaybının yüzde belirlenmesi, aşağıdaki formül yardımıyla tespit edilir.

$$\% \text{ Ağırlık Kaybı} = (m_0 - m_3) / m_0 \quad (1)$$

m_0 = Başlangıçtaki tam kuru ağırlık

m_3 = Deney sonucunda elde edilen son tam kuru ağırlık

Daha sonra, mantarlardan başka faktörler tarafından sebep olunan ağırlık kayıpları, düzeltme faktörü yardımıyla bulunarak, yüzde ağırlık kaybından çıkarılmakta ve düzeltilmiş ağırlık kaybı yüzdesi hesaplanmaktadır (Yıldız, 2010).

1.7.2. Böcek Etkilerini Belirleme Yöntemleri

Bu yöntemin amacı, kullanılan odun koruma maddelerinin odun zararlısı böceklere karşı göstermiş olduğu direnci belirlemektir.

Odun koruma maddelerinin odun zararlısı böceklere karşı yapmış olduğu zehirlilik etkisinin tespiti aşağıda verilen deney örneğine benzer niteliktedir:

Test için gerekli olan örnekler sarıçam diri odunundan 15 x 25 x 50 mm boyutlarında kesilmeli, örnekler, budak veya çürüklük içermemelidir. Kesilen örnekler bir iklim odası veya bir klima dolabında $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve % 65 bağıl nemde denge rutubetine ulaşıncaya kadar bekletilmelidir. Her bir emprenye maddesinin her bir konsantrasyonu ve sarıçamın hem öz hem diri odunu için 12'er adet olmak üzere toplamda 72 adet emprenye edilmiş örnek ve her gruptan 12 şer adet olmak üzere toplamda 72 adet emprenye edilmemiş kontrol örneği hazırlanmaktadır.

Deney örnekleri 0,01 gr hassasiyetteki tartıda tartılır. Emprenye öncesi ağırlıkları not edilir. Ardından emprenye kazanına alınan örnekler emprenye işlemine tabi tutulur. Emprenye işlemi sonunda tartım işlemi yine aynı hassasiyetle yapılarak örneklerde tutunan emprenye maddesi miktarı belirlenir. Kontrol ve test örnekleri ayrı tutularak $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ ve % 65 bağıl nemde ki iklim odası veya klima dolabında 1,5 -2 hafta kadar bekletilir.

Deney aşamasında sağlıklı larvalardan seçilmiş bir deney havuzu oluşturulur. Yumurtadan yeni çıkmış, embriyo sıcaklığı 26°C ve bağıl nemi % 90-95 olan ortamda oluşmuş böcek larvaları kullanılır. Her bir örnek için 10 adet larvaya ihtiyaç vardır. Larvalar yerleştirilmeden önce deney örneklerinin geniş kısmına yaklaşık 20-25 mm'lik bir cam levha oturtulur. Ardından örneğin boyuna ve kenarına 1 mm kalınlık ve 20 mm uzunluğunda bir cam şerit sıkıştırılır Böylece 1 mm bir açıklık meydana gelir. Örnek bu şekilde parafin e daldırılır. Ardından parafin soğuduktan sonra cam şeritler çıkarılır. Cam şeritler çekilince arada kalan boşluğa larvalar yerleştirilecektir.

Deney örnekleri $21-24^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve %70 bağıl nem içeren iklim dolabına yerleştirilir. Deney süresi 12 hafta olarak uygulanır.(Yıldız, 2005)

Denemeler değerlendirilirken ilk 4 hafta dikkatle incelenmeli aradaki cam levha dikkatli kaldırılmalı ve larvalardaki ölüm ve canlılık oranına bakılmalıdır. Özellikle kontrol örneklerindeki larvaların % 70 nin diri olması gerekmektedir. Aksi halde deney geçersiz sayılmaktadır. % 70 lik canlılık koşulu sağlandığında, örnekler 12 hafta boyunca gözetim altında tutulur ve her bir konsantrasyon için toplam larva, canlı larva ve ölü larva sayısına bakılarak kullanılan odun koruma maddesinin ve konsantrasyonunun zehirlilik derecesi tespit edilir.

1.8. Mantarlar ve Ağaç Malzemedede Yapmış Olduğu Zararlar

1.8.1. Mantarlar Hakkında Genel Bilgiler

Mantarlar spor ile üreyen, saprofit veya parazit olarak yaşayan çok hücreli klorofilden yoksun bitkilerdir. Toprak üstünde sap ve şapka kısmı, toprak altında ise vejetatif organları bulunmaktadır. Mantarın meyvesi, sapı ve şapkasıdır. Sporlarını şapkasının altında bulunan lameller arasında gizler ve zamanı geldiğinde lameller açılarak sporları serbest bırakır.

Sporlar rüzgarla çevreye dağılarak geniş bir üreme ve çoğalma kapasitesine sahip olurlar. Her spordan mantar oluşacak diye bir durum yoktur, bu yüzden sporlar bir veya birkaç tane değil milyonlar ile ifade edilir. Sporlar düştükleri ortam toprak veya ağaç malzeme olsun uygun şartları bulduklarında kolayca gelişebilmektedir. Mantar sporunun düştükten sonra çimlenme aşamasında oluşturduğu iplikli yapılara hif adı verilir. Bu yapılar sporun yetişkin bir mantara dönüşmesinin ilk adımıdır. Mantarın toprak altında gelişen miselleri su ve besini alarak mantarın gelişmesini ve olgun bir mantara dönüşmesini sağlamaktadır. Zaman geçtikçe miseller sıklaşır ve toplu iğne başını andıran bir görünüme kavuşur. Bu yapıya primordium denir. Primordiumlar bir zar katmanıyla çevrilidir. Primordiumlar geliştikçe zamanla bu zar esner ve sonunda yırtılarak bir tarafı sap diğer tarafı şapka üzerinde kalır. Şapkanın gelişmesi ve açılmasıyla sporları taşıyacak ve koruyacak olan lameller ortaya çıkar. Lamellerden sonra spor oluşum süresi 30-40 dakikadır. Sporlar ilk oluştuklarında 2-3 saat süresince renksiz daha sonrasında ise kahverengidir. Oluşan sporların geneli iki çekirdekli fakat tek veya dört çekirdekli sporlarda rastlanmaktadır. Olgun bir mantar şapkasından yaklaşık 7-8 milyon spor dökülmektedir (Yıldız, 2010)

1.8.2. Ağaç Malzemedede Mantarlar Tarafından Yapılan Zararlar

1.8.2.1. Beyaz Çürüklük

Beyaz çürüklük yapan mantarlar yapraklı ağaçları tercih ederler. Odunun çürümesi okside edici bir enzim olan ligninaz ile ligninin degradasyonu sonucu oluşmakta, selülozun degradasyonu daha sonra başlamaktadır (Bozkurt, Erdin, Ünlügil, 1995; Şen, 2001). İki esas tipe ayrılmaktadırlar. Birinci tip beyaz çürüklükte sağlam odun içerisinde genellikle

birbirinden ayrı boşluklar oluştuğundan bu görünüme delikçikli çürüklük adı verilmiştir. İkinci tip beyaz çürüklüte, hücreler arasındaki delikçikler büyüyüp sayıları artar ve sonunda bu delikçikler hücreyi tamamen yok ederler. Böylece odunda çıplak gözde görülebilecek büyüklükte boşluklar oluşur. Beyaz çürüklüğe uğramış odunda çıplak gözle bakıldığında renk değişimi ve ağırlık kaybı dışında fazla bir değişiklik tespit edilmez (Yıldız, 2005).

Bu çürüklük tipinde önce lignin daha sonra selüloz ve hemiselülozlar yıkıma uğrar. Beyaz çürüklükte odun önce gri, daha sonra beyaz bir renk alır. Bu tip çürüklük gösteren odunlar yapısını uzun süre korur ve uzun parçalar halinde kopartılabilir. Odunda önceden mevcut veya sonradan oluşan çatlaklar içerisinde ve aralarında mantar miselinin yığılma ve birikme yaptığı görülür. Ayrıca odunda sınır çizgileri adı verilen koyu renkli düzensiz çizgiler de görülür (Selik, 1988; Şen, 2001).

Hücre çeperleri bu tip çürüklükte gittikçe inceler ve geriye kalan selülozun rengi sebebiyle beyaz çürüklük oluşur. Bu tip zararda hücre çeperi zamanla dağılır (Örs, Keskin, 2008).

Beyaz çürüklük mantarlarının en tipik örnekleri; *Trametes versicolor* ve *Polyporus versicolor*'dur.

Beyaz çürüklüğün bazı özel çürüklük tipleri vardır. Bunlardan beyaz delikçikli çürüklük ligninin degrade olması sonucu selülozun kalmasıyla beyaz lekeler görülüp ardından selülozun degrade olması sonucunda delikçikler oluşmaktadır. Delikçikler başta misellerle sarılı olup ardından odun çürümektedir.

1.8.2.2. Esmer Çürüklük

Esmer çürüklük yapan mantarlar iğne yapraklı ağaçların odunlarını tercih ederler. Bu zararı yapan mantarlar en tehlikelileri olup odunsu hücre çeperinin selülozunu tahrip ederler. Geriye kalan ligninin rengi nedeniyle esmer çürüklük oluşur. Bu tip çürüklüğe uğramış odunlarda enine ve boyuna yönde çatlamlar görülür ve odun küp parçalar halinde dağılır. Bu kısımlar parmakla ezilerek ufalanabilir (Örs ve Keskin, 2008).

Esmer çürüklük mantarının arız olduğu odun; ağırlığından, hacminden, yoğunluğundan, direncinden özellikle dinamik eğilme direncinden ve sertliğinden kayıplara uğramaktadır. Küp olarak oluşan kitle içinde mantar hüfleri görülmez. Bu kütle hemen hemen ligninden ibarettir (Şen, 2001).

Bilinen tipik esmer çürüklük mantarları; *Lentinus lepideus* ve *Coniophora puteana*'dır.

1.8.2.3. Yumuşak Çürüklük

Yumuşak çürüklük, hücre çeperinin orta tabakasında meydana gelen bir tahribat şekli olup odunun yalnızca dış yüzeylerindedir. Odun kurduktan sonra yüzeyde esmer çürüklüğe benzeyen ve liflere dik yönde çatlamlar görülür. Bu zararı yapan mantarlara karşı iğne yapraklı ağaç odunları yapraklı ağaç odunlarından daha dayanıklıdır. Açık hava etkisinde ve yüksek nem şartlarındaki su soğutma kuleleri, telefon direkleri, travers ve inşaat malzemelerinde daha sık görülür (Örs ve Keskin, 2008).

Yumuşak çürüklük etmenleri toprak mikro florasının elemanları olup, aslında selüloz yıkıcısıdır. Ancak bunların selüloz tahripçisi olarak Basidiomycet'lerdeki kadar enerjik olmadığından odunun yumuşaması süratle gerçekleşmez. Fakat uzun sürede önemli zararlara yol açarlar. Yumuşak çürüklük mantarı türlerine; *Chaetomium globosum* ve *Terrophilus* türleri örnek gösterilebilir (Şen, 2001).

1.8.2.4. Ağaç Malzemede Renk Değişikliği Yapan Mantarlar

Ağaç malzemede renk değişikliği yapan mantarlar genellikle mavi renklenme ve ardaklanma olarak görülür.

1.8.2.4.1. Mavi Renklenme

Mavi renk mantarları protoplazma ile beslendiklerinden hücre çeperine ve ölü hücrelerden ibaret olan öz oduna zarar vermezler. Bu nedenle odunla da mavileşme dışında çürüklük yapmazlar. Çam ve melez de sık, ladin ve göknar da daha az, akçaağaç ve ıhlamurda seyrek görülür. Rutubeti % 20'nin altında ve % 80'nin üstünde olan odunlarda mantarlar yaşayamaz. Bu nedenle mantarlara karşı korumada odun, rutubeti % 20'nin altında kurutulmalı ya da su içerisinde bekletilmelidir. Mavi renk mantarları yüksek ve oksijenin yeterli olmayışı nedeniyle sağlam dikili ağaçlara zarar vermez (Örs ve Keskin, 2001).

Mavi renklenmeyi önlemek için; Kesimden sonra tomruklar kısa sürede biçilip, kereste havadar şekilde istiflenmeli veya biçilinceye kadar su içerisinde depolanmalıdır. Kereste depoları temiz tutulmalı, istif altında beton ayaklar olmalı, biçildikten sonra ağaç malzeme üzerinde kalan testere talaşı fırça yardımıyla temizlenmelidir. Biçildikten sonra keresteler mavi renklenmeyi önleyici emprenye maddeleri ile emprenye edilmelidir (Örs ve Keskin, 2001)

Renk değişikliği yapan mantarların çoğu (özellikle mavi renk mantarı) odunun dinamik eğilme direncini düşürmektedir. Ayrıca çekme direnci, eğilme direnci ve elastikiyet modülü ve hacim ağırlık değerlerini de azaltıcı yönde etki etmektedir(Bozkurt ve ark., 1995; Şen, 2001)

Ağaç malzemedeki renklenme yapan bazı mantarlar; *Ophiostoma pini*, *O.plifera*, *O.picea* türleridir.

Şekil 1'de Mavi renklenme yapan mantarların odunda yapmış olduğu zarar gösterilmektedir (URL 1).



Şekil 1. Mavi Renklenme yapan mantarların odunda yapmış olduğu zarar

1.8.2.4.2. Ardaklanma

Ardaklanma; renk değişimi ve şeritler halinde beyaz çürüklük olmak üzere iki safhada olmaktadır. Birinci safhada olan kahverengi renk değişimi kesimden sonra bir süre canlı kalan paranzim hücrelerinin trahe lümenlerine geçmesi ile tül oluşması ve paranzim hücreleri muhtevasının oksidasyonu ve içlerine öz odun maddeleri yerleşmesi sonucu

oluşur. İkinci safhada renk değişimi olan kısımlarda ardak mantarının etkisi ile düzensiz beyaz lekeler ve beyaz çürüklük oluşur (Örs ve Keskin, 2008).

Ardaklanmayı önlemek için; yaz kesimlerinden kaçınılmalıdır. Çünkü Ardaklanma kusuru yaz aylarında görülen ve depoda bekleyen tomrukların daha hızlı ardaklanmasına neden olan bir kusurdur. Bu yüzden kış aylarında kesim yapılmalıdır. Ayrıca tomruklar hızlı bir biçimde kesilmeli ve depoda uzun süre bekletilmemelidir. Ardaklanmayı önlemenin en kısa yolu su içinde depolama yapmak su içinde depolama yapılamıyorsa tesis içine yağmurlama sistemi kurmak kusur oluşumunu önleyebilmektedir.

Bunların dışında ardak kusurunu engelleyen %4'lük Immutol –B çözeltisi odunun enine kesitine sürülerek ardak mantarından korunmak için gerekli zehirlilik ortamı ve kimyasalı sağlanmaktadır (Örs ve Keskin, 2008).

1.9. Böcekler ve Ağaç Malzemedeki Yapmış Olduğu Zararlar

1.9.1. Böceklerin Morfolojisi

Böceklerin dış yapılarını bilmek, onları birbirinden ve diğer hayvanlardan ayırmaya yarar. Ayrıca bu bilgilere dayanarak böceklerin yaşam ve çevreye uyum yeteneklerini anlamaya yardımcı olur (Kaygın, 2007).

Böceklerin vücudu üç ana kısımdan oluşmaktadır. Bunlar; baş, göğüs ve karın. Baş kısmı bazı duyu organlarını örneğin gözler ve antenleri taşır. Göğüs kısmı böceğin orta kısmı olup ayaklarını varsa kanatlarını içerir. Karın ise vücudun arka kısmı olup segmentlerden oluşmaktadır (Kaygın, 2007). Şekil 2'de odun zararlısı türü olan *Hylotrupes bajulus*'un (ev teke böceği) morfolojik yapısı görülmektedir (URL 2).

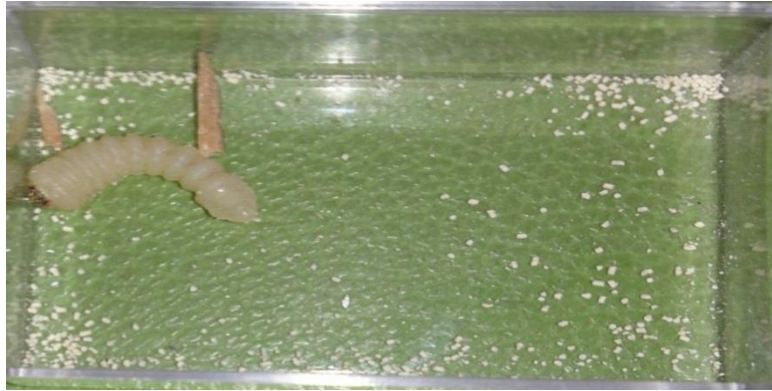


Şekil 2. *Hylotrupes bajulus* (Ev teke böceği) ergin böceğinin morfolojik görünümü

1.9.2. Böceklerin Üreme Sistemi

Genel olarak böcekler Eşeyli ve Eşaysız olmak üzere iki şekilde soylarının devamını sağlamaktadır. Fakat bazı böcek türleri bu üreme tipleri dışında farklı üreme tiplerine sahiptirler. Örneğin; bazı *Coloptera* ve *Diptera* türlerinde ergin hale gelmeden dişi birey üreyebilmekte ve soyun devamını sağlayabilmektedir. Böcekler diğer canlılardan farklı olarak binlerce yumurta bırakabilmektedir. Örneğin odun zararlısı türlerinden olan *Isoptera* familyasından termitlerde, termit kraliçesi bir gün içinde 30.000 adet yumurta ve 10 yıl süren yaşamı boyunca yaklaşık 109 milyondan fazla yumurta bıraktığı hesaplanmıştır (Yaşar vd., 2011).

Böceklerde gelişme ise, belli aşamalardan oluşmaktadır. Yumurtadan çıkan genç bireye larva denilmektedir. Larvalar ergin bir böceğe dönüşmeden önce genç bireyin geçireceği ilk adımdır. Zamanla larvalar gelişir ve pupa denilen tamamen hareket ve beslenme kabiliyetlerinden yoksun bir koza halini alırlar. İç organlarını ve kendine has olan özelliklerini (kanat yapıları, bacaklar, göz yapıları vb.) pupa döneminde geliştirir ve pupa dönemi sonunda kendi üzerinde oluşturmuş olduğu koruma zarını yırtarak bu dönemi sonlandırıp, ergin bir birey haline gelir. Belli bir süre sonra ergin bir birey olarak yumurta koyma yetisine sahip olur. İşte ilk yumurta halinden başlayıp, ergin bir birey olarak yumurta koyma yetisine sahip olduğu dönemdeki geçen zamana nesil veya başka bir deyişle generasyon denilmektedir. Şekil 3'te böcek larvasına ait bir fotoğraf görülmektedir



Şekil 3. Böcek larvası

1.9.3. Zararlı Böceklerin Zarar Tipine Göre Sınıflandırılması

Böcekler yapmış oldukları zararlara göre belli sınıflara ayrılmaktadır. Aşağıda böceklerin zarar sınıfları gösterilmektedir.

1.9.3.1. Teknik Zararlı

Bitkilerin hayatlarını tehdit etmeyen, fakat yaptıkları zararla odunun ekonomik değerini düşüren böceklere teknik zararlı böcekler denir (Kaygın, 2007). Odun zararlılarının geneli bu tip zararlı grubuna girmektedir. Örneğin; teke böcekleri bu tip zararlılardır.

1.9.3.2. Sekonder Zararlı

Çeşitli nedenlerle hastalanmış ağaçlarda zarar yapan böceklerdir. Hortumlu böcekler bu gruba girmektedirler. Fazla üredikleri ve besin bulamadıkları takdirde primer zararlı olabilirler (Kaygın, 2007).

1.9.3.3. Primer Zararlı

Sağlam ve sağlık durumları iyi olan bitkilerde zarar yapan böceklere primer zararlı böcekler denmektedir (Kaygın,2007). *Lepidoptera* familyasının bazı türleri bu tip zararlı grubuna girmektedir.

1.9.3.4. Fizyolojik Zararlı

Bitkilerin hayatını tehdit eden ve sağlıklarına zarar veren böceklere fizyolojik zararlı böcekler denir. Örneğin *Blastophagus minor* bu tip canlı grubuna girmektedir (Kaygın, 2007).

1.9.3.5. Kültür Zararlısı

Kültür alanlarında zarar yapan böylece yeni bir meşçerenin kurulmasını tehlikeye sokan böceklere kültür zararlısı böcekler denir. Örneğin *Hylobius abiensis* türü bu tip zararlılardandır (Kaygın, 2007).

1.9.3.6. Meşçere Zararlısı

Yaşlı ağaçlarda zarar yapan dolayısıyla meşçereleeri tehdit eden böceklere meşçere zararlısı böcekler denir. Örneğin; çeşitli kabuk böcekleri bu tip zararlı türlerindedir (Kaygın, 2007).

1.10. Odun Zararlısı Böcekler

Odun zararlısı böcekleri 3 ana grupta ele almak mümkündür (rs ve Keskin, 2001). Bunlar;

- a) Yeni kesilmiş tomrukta zarar yapan böcekler
- b) Odun depolarında zarar yapan böcekler
- c) İç mekanda zarar yapan böcekler

1.10.1. Yeni Kesilmiş Tomrukta Zarar Yapan Böcekler

Gelişmelerini yaz mevsiminden gelecek yıl ilkbahara kadar tamamlayan küçük böcekler olup larvaları ile odunda siyah küçük delikler açarlar. Bu deliklerin çevresi beslenmelerine yarayan bir mantar ile kaplandığından siyah renklidir (rs ve Keskin,2008).

1.10.1.1. Kabuk Böcekleri

Yumurtalarını oduna bırakan kabuk böceklerinin yenik unları beyaz, kabuk içerisine bırakanların ise kahve renklidir. Diri odunda yenik izleri farklıdır. Genellikle renkleri kahverengi ya da siyahtır. En önemli orman zararlı türlerinden olup ağaçları kurutabilirler. Boyları genellikle 0,5 cm altında olup nadiren 1 cm'yi geçerler. Türkiye'de en iri türü 9

mm boyuyla *Dendroctonus micans*'dir. Çok tehlikeli orman zararlıları arasında sayılmakla birlikte çoğu ikincil zararlıdır. Ancak yaşlı, yaralı, hastalıklı ve zayıf ağaçlara saldırırlar. Sağlıklı ağaca saldırmazlar şayet sağlıklı ağaçlardan akacak reçine ve özsuda hemen boğulabilirler. Zararlarının salgın hâle geçmesine çok defa insan sebep olur (Kaygın, 2007).

1.10.1.2. Teke Böcekleri

Antenleri teke boynuzuna benzediği için bu isim verilmiştir. En fazla ladin ve çam da, ender olarak da göknar da görülür. Yumurtadan çıkan kurtlar önce soymuk tabakasında yaşar. Kabuk altında tahribat yaptıktan sonra oduna girerek enine kesiti oval olan kanca şeklinde ve çapı gittikçe artan yenik yolları açarlar. Galeriler uzunca odun talaşlarıyla dolu olup 7 cm derinliğe girer. Kurtlar genellikle diri odunu tahrip etmekte, fakat öz oduna da zarar verebilmektedir (Örs ve Keskin, 2008). Teke böcekleri yeni kesilmiş tomruklarda, odun depolarında ve bina içlerinde zarar yapan türlerdendir. Çok yönlü zarar yaptıkları için ilerleyen her başlık altında yapmış oldukları zarar ile ilgili bilgi verilmiştir

1.10.1.3. Odun Arıları

İğne yapraklı ağaç odunlarına taze halde arız olan zararlı türleridir. En bilinen tür ağaç arısı olarak da ismi geçen *Sirex gigas*'dir. Odun arılarının dişileri genellikle yumurtlamak için Haziran ile Eylül aylarını seçerler. Yumurtalarını odunda açtıkları yarıklara bırakırlar. Yaklaşık 3 hafta içinde yarıklara bıraktığı yumurtalardan kurtçuklar çıkar. Kurtçukların açmış olduğu galeriler silindirikdir. Odun arılarının larvaları silindirik biçimde açtığı galerilerde kavisle geri dönme hareketi yaparak odun yüzeyine yaklaşır burada krizalit denilen ergin bir böceğe dönüşme evresine geçer ve bir bekleme süreci başlar. Ergin bir arı olduktan sonra 4-7 mm civarında bir uçma deliği bırakarak odunu terk eder.

Çıktığı oduna bir daha girmeyen odun arıları, arız olduğu oduna cila, vernik, linolyum hatta kurşun bile sürülse uçuş deliği açıp çıkabilirler. Ladin, göknar ve nadiren çam, kavak ve dişbudak'a zarar verirler (Örs ve Keskin, 2008).

1.10.2. Odun Depolarında Zarar Yapan Böcekler

1.10.2.1. Teke Böcekleri

Tomruk ve kereste depolarında zarar yapan türlerdir. Genellikle iğne yapraklı ağaç odunlarına arız olurlar. Yumurtadan çıkan kurtlar beslenmelerini sırasıyla kabuk, kambiyum ve diri odundan sağlarlar. En son diri odun kısmında krizalit hale gelirler.

Depolarda zarar yapan teke böceklerine orman teke böceği (*Spondilis buprestoides*) örnek verilebilir. İğne yapraklı ağaçların dip kütüklerinde, tel ve çit direkleri ile tarım işlerinde kullanılan ağaç malzemede zarar yaparlar(Örs ve Keskin, 2008)

1.10.2.2. Termitler

Termitler bir diğer isimlendirilmesiyle beyaz karıncalar, sosyal yaşama adapte olmuş koloniler halinde yaşayan ve oduna zararlarını toplu halde gerçekleştiren odun zararlısı türlerindedir. Besin maddeleri selüloz olduğu için oduna zararları büyüktür. Ayrıca içerisinde selüloz bulunan lif levha, kağıt, kumaş vb. gibi ürünlere de zarar verirler. İç mekanda ise ahşaba zarar verir döşemeler gibi iç mekan malzemelerini öğütürler.

Termitler toprak altında yaşayan türlerdendir. Işığı çok fazla sevmezler. Termit yuvalarının kimi yerlerde 7-8 metre yükseklikte olduğu saptanmıştır. Termit yuvasına yakın ahşap evlerde termit zararı olması olasıdır. Termitler odunu içten çürüttükleri için kimi zaman arız oldukları yerde kendilerini belli etmezler. Ancak ağaç malzeme tamamen zarara uğradığında anlaşılır.

Termitler odun içinde yollar açarak hiç durmaksızın ilerler. Açtıkları yer de genellikle yumurta bırakmazlar. Yumurtalar yuvalarında kraliçe termit tarafından üretilir ve korunur. Yumurtalardan çıkan termitlerde görev dağılımı vardır. Kral ve kraliçenin dışında işçi ve asker termitler vardır. Bu termitleri birbirinden ayıran morfolojik özellikleri bulunmaktadır. Örneğin kraliçe termitin abdomeni şişkin ve uzundur. Bu uzunluk yumurta kanalının dışıde var olmasıyla meydana gelmektedir. Asker termitlerde ise kalkan adı verilen kısımlar vardır. Bu kısımlar asker termitin baş kısmında olup kalkan şeklinde özelleşmiş ve kısaçları olan yapılardır. Asker termitler koloninin güvenliğinden işçi termitler ise koloninin yayılması ve beslenmesini sağlamak üzere özelleşmiş içgüdülere sahiptirler (Kaygın, 2007; Demirsoy, 1997).

Termitlere karşı korunmak için özellikle yeni bina yapılacaksa çevre araştırması yapılarak termit yuvalarından mümkünse uzağa yapılmalıdır. Termitlerin arız olduğu odunda termit varlığı görüldüğünde genellikle kurtarmak imkansızdır. Çünkü termitlerin görülmesi o odunun tükendiği ve bittiği anlamına gelmekte, termitler için ise verebileceği zararın son safhası olarak görülmektedir. Buna rağmen kurtarılmak istenirse etilen bromür içeren ve gazlama diye tabir edilen bir yöntem kullanarak termiti kimyasal olarak zehirlemeye yarayan yöntemler mevcuttur (Yıldız, 2005).

1.10.3. İç Mekanlarda Zarar Yapan Böcekler

1.10.3.1. Ev Teke Böceği (*Hylotrupes bajulus*)

Erginleri 15-20 mm boyunda olup göğüs(thorax) kısmında 3 adet beyaz leke bulunan iğne yapraklı ağaç odunlarına arız olan bir cerambicid türüdür.

Odunda çatlaklara bıraktığı yumurtalardan çıkan larvalar diri odun kısmını oyarak tahrip ederler. Odunu içten parçalarlar ve sağlam görünen odun aslında içten parçalandığı için tüm direncini yitirmiştir (Örs ve Keskin, 2008).

Ev teke böceği sıcak ve kuru ortamlarda iyi geliştiğinden düzenli ısıtılan binalarda iğne yapraklı ağaç odunlarının diri odun kısmını tahrip ederler. Bu nedenle tahribat miktarı ağaç malzemede olan diri odun miktarı kadardır. Odunu terkettiğini gösteren oval uçma deliği odunun tahrip olduğunun bir göstergesidir (Örs ve Keskin, 2008).

Ev teke böceğinin uçma zamanı Mayısın Ağustos'a kadar devam eder. Dişi böcek çiftleştikten sonra yumurtalarını, yumurta koyma borusu yardımıyla odunların enine kesitindeki yarıklara bırakır. Bir dişi 30-40 (en fazla 200) kadar yumurta koyar. Larvaların etkinlik halinde sesleri dışarıdan duyulabilir (Kaygın, 2007).

Ev teke böceği zararından korunmak için;

a) Diri odunu tükettiğinden öz odunla yapılan malzemeler tercih edilmelidir.

b) Kullanılacak malzemeler emprenye işleminden geçirilmelidir.

c) Rutubetin %70 ve üzerinde olduğu ağaçlarda yaşayamadıkları için dikili ağaçlara arız olma olasılığı düşüktür.

d) Yıllık halkaları dar olan ağaçlardan Servi ve Ardiç seçilmelidir (Kaygın, 2007)

Ev teke böceğiyle mücadelede, zarar görmüş odun parçalarının yontularak zarar verilen kısmın atılması gerekir. Uçma zamanından önce ağaç malzemeye metil bromür

sürülebilir. Yapılan araştırmalara göre, ev teke böceğiyle savaşta, $30m^3$ oduna yaklaşık 1125 gr metil bromür etkili olmaktadır (Kaygın, 2007; Özer, 1962; şen, 2001).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal ve Metot

2.1.2. Ağaç Malzeme

Çalışmada ağaç malzeme olarak, Gümüşhane Torul Orman İşletme Şefliği'nden temin edilen iğne yapraklı ağaç türlerinden olan Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ağacının diri ve öz odunu kullanılmıştır.

2.1.2.1. Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*)

Gymnospermae'lerin Coniferae sınıfı, Pinaceae familyası Pinus cinsinin bir türü olan *Pinus sylvestris L.*, yetiştirme yerine göre 20-40 m'ye kadar boylan, silindirik gövdeli, sivri tepeli ve ince dallı veya dolgun gövdeli, yayvan tepeli, kalın dallı her dem yeşil bir ağaçtır (Yaltırık, 1994; OAE, 1994; Şen, 2001).

Mevcut çam türleri içinde en geniş coğrafi alanı kapsamaktadır. Ülkemizde saf ve karışık olmak üzere bir milyon hektara yakın bir yayılışa sahiptir. Karadeniz Bölgesi'nde Of, Sürmene, Artvin, Rize, Gümüşhane, Giresun, Amasya, Sinop ve Abant çevresinde geniş bir yayılım gösteren Sarıçam Türkiye ormanlarının alan olarak %5,5'ini oluşturmaktadır (Yaltırık, 1994; OAE, 1994; Şen, 2001).

Doğal Sarıçam meşcereleri, yüksek boylar yaparak çok sık ve sıkışık büyürler. Bu nedenle zamanında bakım işlemi uygulanmamış genç ve orta yaşlı meşcerelerde kar kırması, kar devirmesi, hatta fırtına büyük zararlar yapar. Yaşlı meşcerelerde fırtına devirmesi, ancak Sarıçam'ın kazık kök sistemi geliştirmedeği sığ topraklarda söz konusu olur. Donlara ve kuraklığa karşı, çok dayanıklı bir ağaç türüdür (Pehlivan, 2009)

Sarıçamın makroskopik özelliklerine bakıldığında, diri odun sarımsı beyaz renkte, öz odun kırmızımsı kahverengidir. Yıllık halka sınırları belirgin ve hafif dalgalı biçimdedir. Reçine kanalları enine ve boyuna yönde görülebilir. Öz odun tabakası geniştir. Bu sebeple doğal dayanımı diğer türlere nispeten iyidir. Taze halde iken reçine kokar ve albenili bir görünüme sahiptir.

Sarıçam'ın mikroskopik özellikleri, yıllık halka sınırları belirgindir. Yaz odunu traheidleri radyal yönde çok yassılaştırmış, kalın çeperli ve dar lümenlidir. İlkbahar

odununda traheidler geniş çeperli ve ince lümenlidir. İlkbahar odunu traheitlerinin radyal çeperlerinde, kenarlı geçitler büyük ve tek sıralıdır. Özışınları tek sıralı olup, reçine kanalı bulunan öz ışınları orta kısımda 2-5 sıralıdır. Karşılama yeri geçitleri 1-2 adet pencere tipindedir. Boyuna reçine kanalları tek tek ve genellikle yaz odunu tabakasındadırlar. Epitel hücrelerinin çeperleri ise incedir (Bozkurt, 1992; Şen, 2001).

Sarıçam kolay kurutulur iyi işlenir ve iyi bir şekilde yapıştırılır fakat reçine içerdiği için reçine akması sebebiyle üst yüzey işlemlerinde sorun yaratmaktadır.

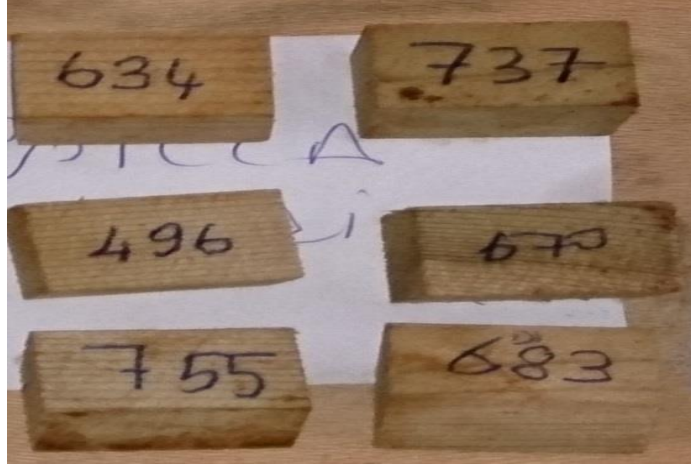
Sarıçam'ın öz odunu, içerdiği kimyasal bileşikler nedeniyle dayanıklı olup mantar ve böcek diri oduna arız olmaktadır.

Odunun rutubeti % 25'den fazla olduğu hallerde 20-25°C'de mavi renklenme görülmektedir. Sarıçam öz odunu güç diri odunu ise kolay bir biçimde empenye edilmektedir (Bozkurt, 1992; Şen, 2001).

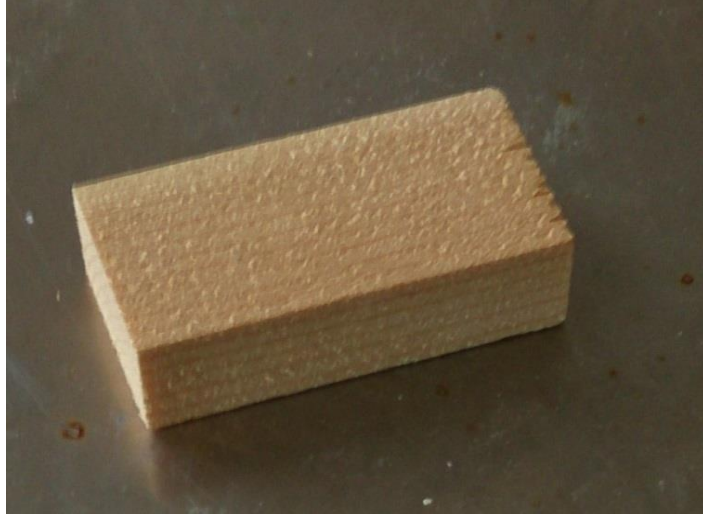
Sarıçam odununun kerestesi günümüzde değerli ve çok kullanılan bir kereste olup parkeden mobilyaya kadar pek çok alanda değerlendirilmektedir.

2.2. Odun Örneklerinin Hazırlanması

Deneyde kullanılacak olan örnekler; TS 345 (1998)'e göre budaksız, sağlam olmasına ve çürüklük içermemesine dikkat edilmiştir. Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü pilot tesisindeki biçme atölyesinde odunların kesim işlemleri yapılmıştır. Tomruk olarak temin edilen malzeme kesim işleminden sonra doğal kurutmaya bırakılmıştır. Doğal kurutma işleminin bitiminde motorlu testere ile odunun uç kısımları kesilmiş ardından şerit testere ile kabuklarından ayrılmıştır. Kabuklarından ayrılan odun tekrar şerit testere aracılığıyla radyal yönde kesilip kereste haline getirilmiştir. Kesim yapılırken deneylerde kullanılacak diri ve öz odun kısımları ayrı ayrı işlem görmüştür. Kesim yapılacak örneklerin budak ve reçine içermemesine özellikle dikkat edilmiştir. Kesilerek kereste haline getirilen odunlar daire testere aracılığıyla daha küçük çıtalar haline getirilmiştir. Çıta haline getirilen odunlarda bulunan pürüzlülük, planya makinesi yardımıyla giderilmiştir. Planya makinesinden çıkan ve pürüzlülüğü giderilmiş çıtalar basınç testi için 20 x 20x 30 mm ölçülerinde, mantar ve böcek testi için 15 x 25 x 50 mm ölçülerinde elmas uçlu daire testere yardımıyla kesilmiştir. Şekil 4'te basınç deneyi, Şekil 5'te ise mantar ve böcek deneyleri için hazırlanan örnekler resmedilmiştir.



Şekil 4. Basınç Deneyi için hazırlanan örnek boyutu



Şekil 5. Mantar ve Böcek Deneyleri için hazırlanan örnek boyutu

Basınç Deneyi için 20 x 20 x 30 mm ölçülerinde hazırlanan Sarıçam diri ve öz odun test ve kontrol örneklerinin sayısı Tablo 14'de verilmiştir.

Tablo 14. Basınç deneyi için Sarıçam diri ve öz odunundan hazırlanan test ve kontrol örneklerinin varyasyon şeması

	Varyasyon	Test	Kontrol
Diri Odun	% 1 CCA	15	20
	% 3 CCA	15	
	% 1 CBA	15	
	% 3 CBA	15	
	% 1 Valeks	15	
	% 3 Valeks	15	
Öz odun	% 1 CCA	15	20
	% 3 CCA	15	
	% 1 CBA	15	
	% 3 CBA	15	
	% 1 Valeks	15	
	% 3 Valeks	15	
	Genel Toplam	180	40

Tablo 15’te mantar çürüklük deneyi için 15 x 25 x 50 mm ölçülerinde Sarıçam diri ve öz odunundan hazırlanan test ve kontrol örneklerinin varyasyon şeması verilmiştir

Tablo 15. Mantar çürüklük deneyi için Sarıçam diri ve öz odunundan hazırlanan test ve kontrol örneklerinin varyasyon şeması

	Varyasyon	Test	Kontrol
Diri Odun	% 1 CCA	4	4
	% 3 CCA	4	4
	% 1 CBA	4	4
	% 3 CBA	4	4
	% 1 Valeks	4	4
	% 3 Valeks	4	4
Öz odun	% 1 CCA	4	4
	% 3 CCA	4	4
	% 1 CBA	4	4
	% 3 CBA	4	4
	% 1 Valeks	4	4
	% 3 Valeks	4	4
	Toplam	48	48

Tablo 16’da *Hylotrupes bajulus* odun zararlısı ile yapılan böcek deneyi için Sarıçam diri odunundan hazırlanan varyasyon şeması gösterilmiştir.

Tablo 16. *Hylotrupes bajulus* deney böceği için Sarıçam diri odunundan hazırlanan varyasyon şeması

Varyasyon	Kontrol Grubu	Test Grubu	Toplam
% 1 CCA	6	6	12
% 3 CCA	6	6	12
% 1 CBA	6	6	12
% 3 CBA	6	6	12
% 1 Valeks	6	6	12
% 3 Valeks	6	6	12

Tablo 17’de *Reticulitermes lucifugus* odun zararlısı ile yapılan termit deneyi için Sarıçam diri ve öz odunundan hazırlanan test ve kontrol örneklerinin varyasyon şeması gösterilmiştir.

Tablo 17. *Reticulitermes lucifugus* termit deneyi için Sarıçam diri ve öz odunundan hazırlanan test ve kontrol örneklerinin varyasyon şeması

	Varyasyon	Test	Kontrol
Diri Odun	% 1 CCA	6	6
	% 3 CCA	6	6
	% 1 CBA	6	6
	% 3 CBA	6	6
	% 1 Valeks	6	6
	% 3 Valeks	6	6
	% 1 CCA	6	6
Öz odun	% 3 CCA	6	6
	% 1 CBA	6	6
	%3 CBA	6	6
	% 1 Valeks	6	6
	% 3 Valeks	6	6
	Genel Toplam	72	72

2.3. Odun Koruyucu Maddeler

Odun koruma maddeleri olarak çalışmada diğer kimyasalların zehirlilik etkinliğinin ve derecesinin anlaşılabilmesi açısından referans emprenye maddesi olarak CCA’nın ticari olarak tercih edilen Tip C bileşimi kullanılmıştır. Karşılaştırma yapılabilmesi için Suda çözünen emprenye maddelerinden ticari adı Tanalith E olan ve bileşiminde % 2 Etanolamin, % 0,42 borik asid, %1 bakır, % 0,042 tebükanozol, % 0,5 çözüldürücü ve %

95 diri odun bileşikleri barındıran CBA emprenye maddesi ve bitkisel koruyucu madde olarak kullanılması düşünülen palamut ekstraktı (valeks) kullanılmıştır.

2.3.1. Palamut Ekstraktı (Valeks)

Meşe Palamutu ekstraktı Ar-Tu Kimya A.Ş. işletmesinden temin edilmiştir. Palamut ekstraktından fabrika valeks üretimi yapmaktadır (Şekil 6).

Kadeh kısmı ve tırnak kısımları tanence zengin kısımlardır. Hazırlanan hammadde kırıldıktan sonra 85°C ve 80 dakika süreyle ekstraksiyona uğramaktadır. Filtrelerden geçirilerek yabancı maddelerden arındırılan şerbet evaporasyon işlemine tabi tutularak koyu şerbet elde edilmektedir. Daha sonra kurutma işlemine tabi tutulmaktadır ve öğütüldükten sonra toz halde ekstrakte edilmektedir (Anon, 1996; Şen, 2001).

Ar-Tu Kimya'dan toz halde temin edilen valeks oduna emprenye maddesi olarak uygulanmadan önce bazı hazırlık aşamalarından geçirilmiştir.

Hazırlama aşamasında toz haldeki valeksin çözündürülmesi ve mililitrede ne kadar valeks kullanılması gerektiğini belirlemek için ön deneme yapılmıştır. Ön deneme esnasında, valeks'i çözmek amacıyla; soğuk su, sıcak su ve etil alkol kullanılmıştır. Soğuk su olan beherde valeksin yeteri kadar çözünmediği ve köpüklenme yaptığı, sıcak suda ve etil alkol de tamamen çözündüğü görülmüştür. Uygulama aşamasında, sıcak su ve etil alkolün çözme performansının aynı olması sebebiyle valeksin 80°C sıcaklıktaki sıcak su ile çözültisinin hazırlanmasına karar verilmiştir.



Şekil 6. Valeks

2.4. Mantar Çürüklük Testi

Mantar çürüklük testi için esmer çürüklük mantarı olan ve iğne yapraklı ağaçlarda zarar yapan *Coniophora puteana* mantar miseli Fransa da bulunan mikoloji laboratuvarından temin edilmiştir. Getirilen miseller mikoloji laboratuvarında bulunan klima dolabında 22 °C ve % 72 bağıl nem şartlarında gelişmeye bırakılmıştır. Mantar miselleri petri kabının tamamını sardığında ilk çoğaltma işlemi yapılmıştır.

İlk çoğaltma aşamasından önce aşılama kabini 1 gün önceden sterilizasyon sıvıları ve UV ışınlarıyla kontaminasyonlardan arındırılmış ve hijyen açısından optimum şartlar sağlanmıştır. Deney öncesi, mantarın besininin temelini oluşturan malt-agar çözeltisi hazırlanmıştır. Çözeltiler EN 113 standardına uygun bir biçimde 100 ml saf suya 48 gr malt-agar ekstraktı denk gelecek şekilde 500 ml'lik beherlerde hazırlanmıştır. Beherin ağzı alüminyum folyo ile kapatılmış ve otoklav içerisinde 120°C de 21 dakika sterilize edilmiştir.

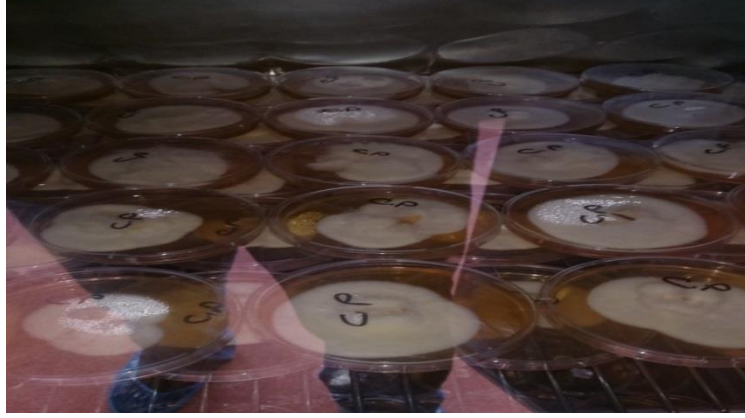
Sterilizasyon bittikten sonra, çözeltiler ılıyincaya kadar aşılama kabine (Şekil 7) bırakılıp, UV ışını ve havalandırma kısmı devreye sokulmuştur. İstenilen kıvama geldiğinde aşılama kabinde petri kaplarına *Coniophora puteana* mantarı miseli aşılanmıştır. Petri kabına 3- 4 mm kadar dökülen malt-agar çözeltisi mantarın gelişmesi için yeterli olan besin ve oksijen ortamını sağlamaktadır.



Şekil 7. Aşılama kabini

Petri kaplarında malt-agar çözeltisi donduktan sonra aşılama işlemine başlanmıştır. Küçük kareler şeklinde kesilen mantar kültürleri, petri kaplarına aşılandıktan sonra 22°C

sıcaklık ve % 72 bağıl nem şartlarındaki klima dolabına bırakılmıştır. Çoğaltma işlemi tamamlandıktan sonra benzer hazırlıklar deney varyasyonları için de tekrar edilmiştir. Şekil 8’de *Coniophora puteana* mantarı miselinin petri kaplarındaki gelişimi gösterilmektedir.



Şekil 8. *Coniophora puteana* mantar miselinin petri kaplarındaki gelişimi

2.5. Böcek Testi İçin Kullanılan Larvalar

Böcek testleri İtalya’nın Florensa (Firenze) şehrinde bulunan CNR- IVALSIA İtalya Ulusal Araştırma Konseyi Entomoloji Laboratuvarlarında Odun Koruma Uzmanları Dr. Sabrina Palanti ve Dr. Elisabetta Feci gözetiminde yapılmıştır. 3 farklı madde (CCA, Tanalith E, Valeks) ile emprenye edilen test örnekleri ve emprenye işlemi yapılmayan kontrol örnekleri *Hylotrupes bajulus* ve *Reticulitermes lucifugus* böceklerinin zararına maruz bırakılarak söz konusu maddelerin zehirlilik etkinlikleri test edilmiştir. *Hylotrupes bajulus* larvaları sarıçam diri odunu için, *Reticulitermes lucifugus* larvaları sarıçam hem diri hem de öz odun varyasyonları için kullanılmıştır.

2.6. Emprenye İşlemi

Deney örneklerinin emprenye işlemleri KTÜ Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü odun koruma ve laboratuvarı emprenye pilot tesisinde ASTM D 1413-88 (2007) standardına göre gerçekleştirilmiştir. Emprenye işlemi öncesinde deney örneklerinin % 12 hava kuru ağırlığa gelmesi sağlanmıştır. 2 x 2 x 3 cm ölçülerindeki basınç direnci örnekleri ve 1.5 x 2.5 x 5 cm ebatlarındaki mantar çürüklük testi ve böcek testi örnekleri

40 dakika 635mmHg vakum ve 60 dakika 5 bar basınç altında % 1 ve % 3 konsantrasyonlarda hazırlanan CCA, CBA Tip A ve valeks ile dolu hücre yöntemine göre emprenye edilmiştir. Şekil 9'da işlem sırasında kullanılan emprenye teçhizatı gösterilmektedir.



Şekil 9. Emprenye teçhizatı

Emprenye işleminden sonra örneklerin emprenyeli ağırlıkları ölçülmüş ve not edilmiştir. Emprenye öncesinde de ağırlıkları ölçülen deney örneklerinin retensiyon değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (AWPA A12-12, 2012).

$$\text{Retensiyon kg/ m}^3 = E \times C \times 10 / V \quad (2)$$

E = Emprenye sonrası ağırlık – Emprenye öncesi ağırlık (g)

C = Çözelti konsantrasyonu

V = Örnek Hacmi (cm³)

2.7. Laboratuvar Deneyleri

2.7.1. Mantar Çürüklük Deneyi

Çürüklük mantarlarına karşı performans değerlendirmesi EN 113 (1996) standardına göre belirlenmiştir. Sarıçam diri ve öz odun olmak üzere, her bir odun türüne ait üç farklı

kimyasal, iki farklı konsantrasyon olmak üzere 6 varyasyon üzerinden deneme çalışmaları yapılmıştır. 1,5 x 2,5 x 5 cm boyutlarında hazırlanan örnekler her varyasyon için 4 tekrarlı olacak şekilde toplamda 48 adet kontrol 48 adet test örneğinden oluşmuştur. Örnek varyasyonlarına Tablo 16' da yer verilmiştir. Mantar çürüklük deneyi öncesinde örnekler $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ' de değişmez ağırlığa gelene kadar bekletilmiş ve tam kuru ağırlıkları ölçülerek çürüklük öncesi ağırlıkları (Çö) elde edilmiştir. 1 lt saf suya 48 gr malt agar konularak toplamda 8 litre çözelti hazırlanmıştır. Çözeltinin kontaminasyona uğramasını önlemek ve steril etmek için çözeltinin içinde bulunduğu erlenlerin ağızları alüminyum folyo ile kapatılarak $121 \text{ }^\circ\text{C}$ ayarlanmış bir otoklavda 21 dakika süre ile sterilize edilmiştir. Süre sonunda otoklavdan çıkarılan malt agar ekstrakt çözeltisi, aşılama kabini içerisine yerleştirilmiş ve burada tekrardan kontaminasyonu önlemek için UV lambası açılarak soğumaya bırakılmıştır. Agar çözeltisi dökme kıvamına gelince kavanozlara aktarılmış daha sonra kavanozlara *Coniophora puteana* mantarı aşılanmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Mantar çürüklük deneyi örnekleri

Misellerin sağlıklı gelişebilmesi için tüm kavanozlar 22°C ve % 72 bağıl nem şartlarındaki klima dolabında 10 gün bekletilmiştir. Miseller gelişimini tamamladıktan sonra, örnekler her bir kavanoza bir adet test ve bir adet kontrol örneği yerleştirilmiştir. Kavanozların tamamı 22°C ve % 72 bağıl neme ayarlanmış klima dolabında 4 ay beklemeye bırakılmıştır.

Süre sonunda kavanozlardan alınan örneklerin üstündeki miseller temizlendikten sonra 103 ± 2 °C deki etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve çürüklük sonrası tam kuru ağırlık (Çs) verileri kaydedilmiştir.

Eşitlik 2 yardımıyla mantar saldırıları ile örneklerde oluşan retensiyon miktarları hesaplanmıştır (Dizman, 2005; Anonim, 1996; Can, 2011)

2.7.2. Entomolojik Deneyler

Bu çalışmada bulunan entomolojik deneyler, İtalya'nın Firenze şehrinde bulunan CNR-Ivalsa Ulusal Ormanlık Araştırma Şirketi laboratuvarlarında, Sayın Dr. Sabrina PALANTI ve Sayın Dr. Elisabetta FECI yönetiminde yapılmıştır.

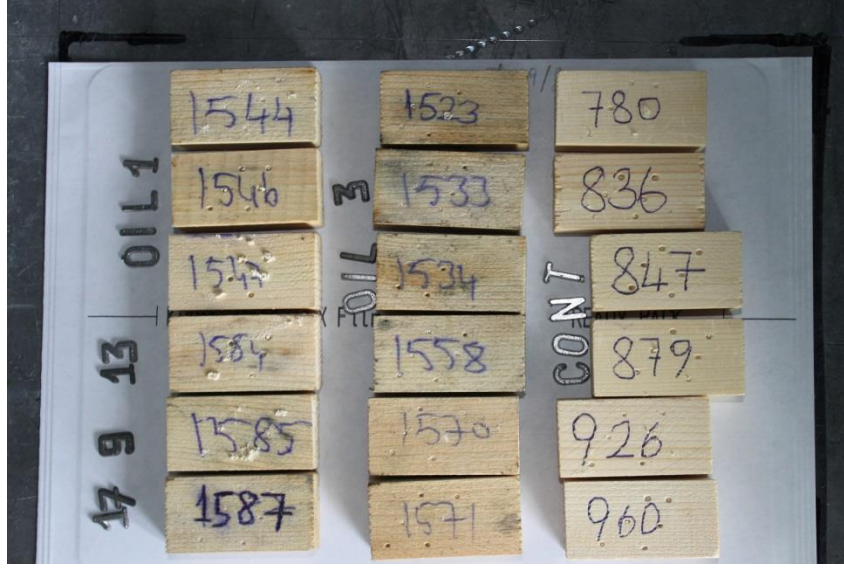
2.7.2.1. *Hylotrupes bajulus* ile Yapılan Entomolojik Deneyler

Hylotrupes bajulus ve ile yapılan entomolojik denemelerde EN 47 (2005) numaralı standardı kullanılmıştır. Bu standard ile ev teke böceğine karşı emprenye maddesinin koruyucu etkinliği larvaların canlılık durumlarına göre belirlenmeye çalışılmıştır.

Entomolojik deneyden önce, deneyde kullanılacak odun örnekleri 1,5 x 2,5 x 5 cm boyutlarında ve 0,5 mm boyut toleransı olacak şekilde diri odun kısmından kesilmiştir. Kesildikten sonra tam kuru ağırlıkları kaydedilen örnekler klima dolabında % 12 hava kurusu rutubete gelene kadar bekletilmiş ve ardından emprenye işlemine tabi tutulmuştur. Emprenye edilen örnekler çıkartılıp, fiksasyonu güçlendirmek için jelatin torbalara gruplandırılarak doldurulmuş ve yaklaşık 1 hafta bu şekilde bekletilmiştir.

Test öncesinde kullanılacak malzemeler otaklav yardımıyla steril edilmiştir. 3 farklı odun koruyucu maddenin 2 farklı konsantrasyonu ile muamele edilen örnekler deney öncesinde 20 ± 2 °C ve % 65,5 bağıl nem şartlarına ayarlanmış bir iklim dolabına konmuştur. Daha sonra her bir örneğin boyuna yönündeki üst kısımlarına yaklaşık 3 mm derinliğinde diagonal şekilde delikler açılmıştır (Şekil 11). Yumurtadan yeni çıkan *Hylotrupes bajulus* larvaları, dikkatli bir biçimde ilk önce larvanın başı deliğe girecek şekilde her bir deliğe özenle yerleştirilmiştir. Kontrol numunelerinin üzerine iki diagonal şerit halinde 6 adet delik açılmıştır. Larva yerleştirme işlemi bittikten sonra, test ve kontrol örnekleri filtre kağıtlarının üstüne konulmuş ve her bir kavanoza bir test bir kontrol örneği yerleştirilmiştir. Kavanozlar özel bir iklim odasında 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65,5 bağıl nem

şartlarında dört hafta bekletilmiştir. Dört haftanın sonunda ilk kontrol yapılmış ve örneklerdeki larva ölüm oranları gözlemlenmiştir. Hayatta kalan larvaların olmasından dolayı deneye 12 hafta devam edilmiştir. Deney sonunda *Hylotrupes bajulus* larvasına maruz bırakılan örneklerin her biri X-Ray de incelenmiş, ölü ve hayatta kalan larva sayıları belirlenmiş ve başlangıçtaki larva aktiviteleri not edilmiştir. Larvalardan elde edilen tüm veriler her bir test örneği için (ölü larva, canlı larva, kurtarılamayan larva sayıları) kayıt altına alınmıştır.



Şekil 11. Deney örneklerine 6 adet diagonal deliğin açılması

Standart gereği testin başarıyla sonuçlanması ve Avrupa normlarını sağlayabilmesi için kontrol örneklerindeki böcek larvalarının en az % 70' nin hayatta kalması gerekmektedir. Çalışmadaki kontrol örneğinde % 75 seviyesinde böcek larvaları canlılığını devam ettirmiştir.

2.7.2.2. *Reticulitermes lucifugus* ile Yapılan Entomolojik Deneyler

Reticulitermes lucifugus ile yapılan entomolojik denemelerde EN 117 (2008) standardında belirtilen yol takip edilmiştir. EN 117 standardı laboratuvar testlerine dayanan bir standarttır. Bu standart odun koruma maddelerinin *Reticulitermes* familyasındaki termit türlerine karşı göstermiş olduğu etkinliğin belirlenmesine dayanmaktadır.

Reticulitermes lucifugus İtalya'nın Firenze şehrinde bulunan Pontassieve bölgesinden temin edilmiştir. Temin edilen türün doğrulamasının yapılarak kimliğinin belirlenmesinde moleküler tekniklerden yararlanılmıştır. Test ve kontrol örnekleri sarıçam odununun diri ve öz kısmından 50 x 25 x 15 mm boyutunda 0,5 mm tolerans ile kesilmiştir. Deney örnekleri hazırlanırken test ve kontrol örnekleri için 6 tekrarlı olacak şekilde hazırlanmıştır. Her bir odun koruma maddesi ve odun koruma maddesine ait her bir konsantrasyon için 3 adet test örneği ve 3 adet kontrol örneği örnek havuzundan rastgele seçilmiştir. Deneye başlamadan önce tüm deney teçhizatlarının sterilizasyon işlemi tamamlanmıştır.

Daha sonra odun örnekleri test ve kontrol olmak üzere ayrılmış ve her bir kavanoza önce termit substratı daha sonra substratın üstüne ise bir test ve bir kontrol grubu olmak üzere odun örnekleri yerleştirilmiştir. Her bir kavanoza 250 adet termit yerleştirilmiştir. Asker termit, işçi termit ve yarı ergin (nif) termit olmak üzere üç tip termit türü kullanılmıştır. Termitlerin yerleştirilmesi bittikten sonra, örnekler özel bir iklim odasında 28 °C sıcaklık ve % 75 bağıl nem şartlarında 8 hafta bekletilmiştir. 8 hafta sonunda deney sonlandırılmıştır. Deney örneklerinin görsel olarak değerlendirilmesinde aşağıdaki zarar faaliyeti ölçeğinden yararlanılmıştır.

0 = Hiçbir zarar faaliyetine rastlanılmamıştır.

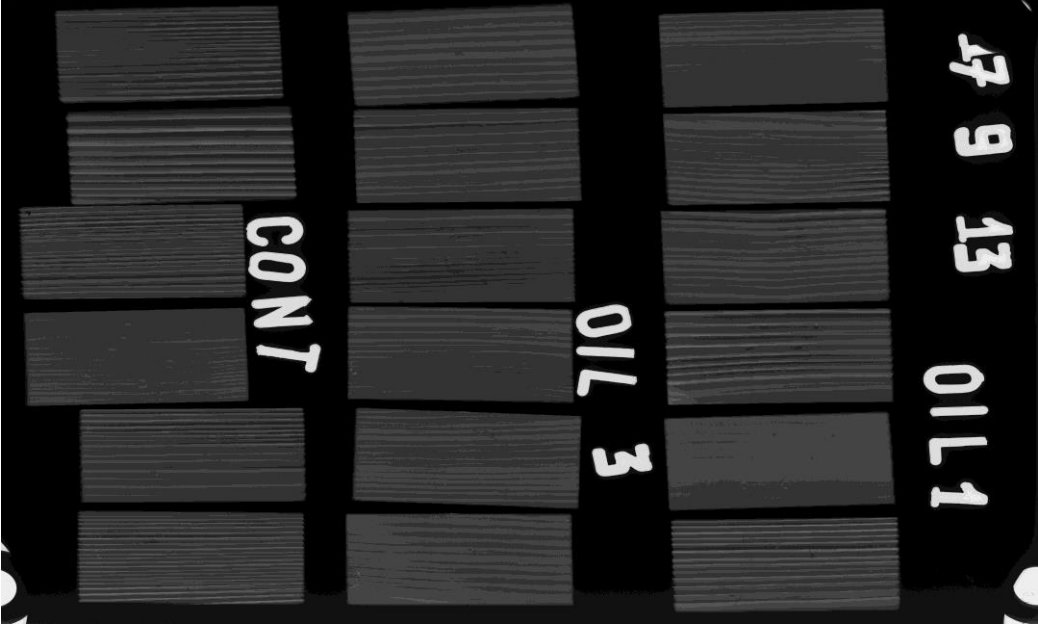
1 = Çok az zarar faaliyetine rastlanılmıştır.

2 = Az zarar faaliyetinde rastlanılmıştır.

3 = Orta derece zarar faaliyetinde rastlanılmıştır.

4 =Yüksek zarar faaliyetine rastlanılmıştır.

Bu değerlendirmenin yanı sıra 8 hafta sonunda canlılığını devam ettiren asker termit, işçi termit ve yarı ergin termitlerin sayıları ve hayatta kalma yüzdelerine ait veriler kayıt altına alınmıştır. Deney örneklerinin X-Ray grafiği çekilerek termitlerin odunda yaptığı zararlar gözlemlenmiştir (Şekil 12). Deney standardına göre deneyin geçerli sayılabilmesi için 3 adet kontrol örneğinde zarar faaliyet puanının ortalama 4 olması, yani termitlerin yüksek zarar faaliyetinde bulunması ve en az % 50 sinin hayatta kalması gerekmektedir.

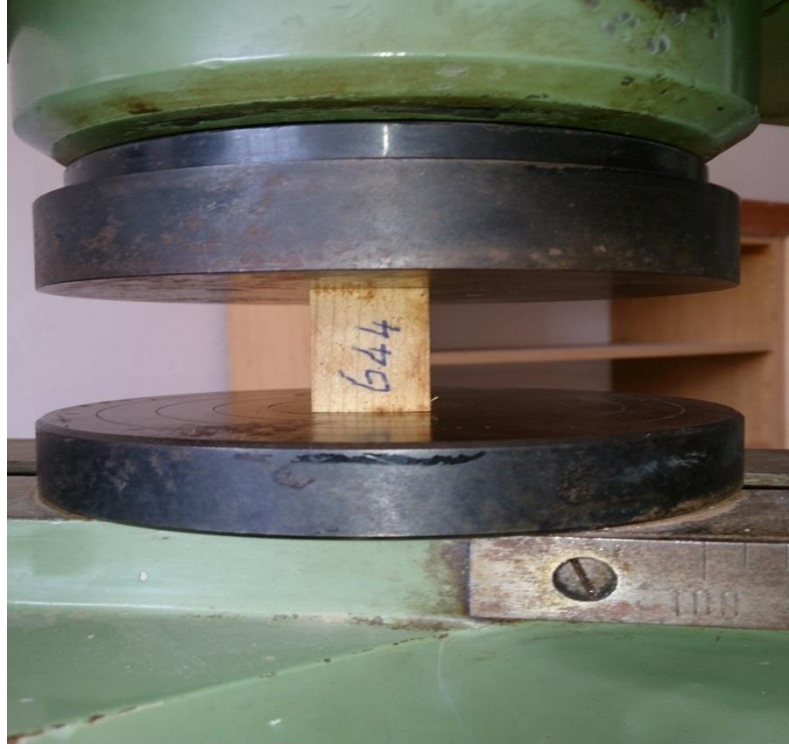


Şekil 12. Deney örneklerinin X-Ray Grafiği

2.8. Mekanik Test Yöntemleri

2.8.1. Liflere Paralel Basınç Direnci

Liflere paralel basınç direnci deneyleri TS 2472'(1979) deki genel esaslara uyularak yürütülmüştür. Deney örneklerinin aynı yıllık halka içeren kısımlardan elde edilmesine özen gösterilmiştir. Örnekler 2 x 2 x 3 cm (teğet x radyal x lifler yönü) boyutlarında hazırlanmıştır. Deneyden önce denge rutubetine getirilen test ve kontrol örneklerinin ağırlıkları 0,001 gram duyarlılıkta ölçülmüştür. Liflere paralel basınç direnci deneyinin uygulaması Şekil 13'te verilmiştir.



Şekil 13. Liflere paralel basınç direnci deneyinin uygulaması

Deneysel universal 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 eşitlikten hesaplanmıştır (Yıldız, 2002; Örs, 1996; Can, 2011).

$$\sigma_{\beta} = F_{max} / (a \times b) \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (4)$$

Eşitlikte;

σ_{β} : liflere paralel basınç direnci (N/mm²)

F_{max} : kırılma anındaki kuvvet (N)

a ve b: örneğin enine kesit boyutlarıdır (mm)

2.9. Fiziksel Test Yöntemleri

2.9.1. Özgül Ağırlık

TS 2472 (1979) standardına uygun olarak; 2 x 2 x 3 cm boyutlarında hazırlanan test ve kontrol örnekleri, her bir varyasyon için 8 adet emprenyeli test ve 8 adet emprenyesiz kontrol örneği olmak üzere seçilmiştir.

Test ve kontrol örnekleri değişmez ağırlığa ulaşınca kadar 103 ± 2 °C 'ye ayarlı etüvde bekletilmiştir. Daha sonra örneklerin ağırlıkları 0,01 gram duyarlılıkta ölçülmüş ve 5 numaralı formül yardımıyla deney örneklerinin tam kuru özgül ağırlıkları hesaplanmıştır.

$$\delta 0 = \frac{M_0}{V_0} \quad (5)$$

Eşitlikte;

$\delta 0$ = Tam kuru özgül ağırlık (g/cm^3)

M_0 = Tam kuru ağırlık(g)

V_0 = Tam kuru hacimdir (cm^3)

2.10. İstatiksel Yöntemler

Deney öncesi ve sonrasında elde edilen veriler SPSS 11,5 istatistik paket programı esas alınarak analiz edilmiştir. Veriler ve bunlar arasındaki istatistiksel farklılık çoğul varyans analizi ile hesaplanmıştır. Standart sapmaları ve ortalamaları (Kalıpsız,1976), hesaplanan örnekler varyans analizi (Batu, 1978) uygulanarak gruplar arası farklılık olup olmadığı tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli bulunması durumunda Duncan testi uygulanmıştır. Yapılan bütün hesaplamalarda % 5 hata payı esas alınmış olup, elde edilen bulgular ilgili tablolarda gösterilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Retensiyon Değerleri

3.1.1. Böcek Deneylerine Ait Retensiyon Değerleri

CCA, CBA ve valeks ile emprenye edilen sarıçam diri odununda *Hylotrupes bajulus* böcek deneyi örneklerine ait retensiyon değerleri (kg/m^3) ve standart sapma (s) değerleri Tablo 18 de, *Reticulitermes lucifugus* böcek deneyi retensiyon değerleri Tablo 19’da ve tüm böcek deneylerinin emprenye maddesine göre retensiyon grafiği Şekil 14’te gösterilmiştir.

Tablo 18. *Hylotrupes bajulus* böcek deneyi örneklerine ait retensiyondeğerleri

Diri Odun	Varyasyon	(kg/m^3)	s
	% 1 CCA	6,54	1.16
	% 3 CCA	22,49	1,01
	%1 CBA	7,29	0,51
	% 3 CBA	16,31	3,90
	% 1 Valeks	5,70	0,88
	% 3 Valeks	19,16	3,21

Tablo 19’daki verilere göre; diri odunda en dŐuk retensiyon değeri % 1’lik valeks muamelesinde gerçekleşmiştir.

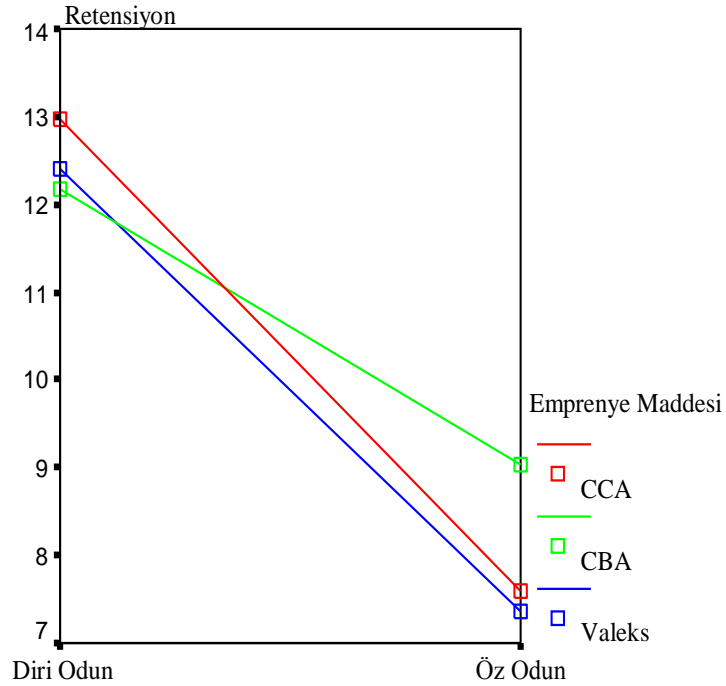
Tablo 19. *Reticulitermes lucifugus* böcek deneyi örneklerine ait retensiyon değerleri

Diri Odun	Varyasyon	(kg/m^3)	s
	% 1 CCA	6,42	1,63
	% 3 CCA	16,40	3,53
	%1 CBA	7,13	1,17
	% 3 CBA	17,93	4,49
	% 1 Valeks	5,42	1,00
	% 3 Valeks	19,30	4,65

Tablo 19'un devamı

Öz odun	% 1 CCA	3,64	1,14
	% 3 CCA	12,15	2,42
	% 1 CBA	4,95	0,65
	% 3 CBA	13,61	2,67
	% 1 Valeks	3,72	0,89
	% 3 Valeks	10,94	2,28

Tablo 19'daki verilere göre; sarıçam diri odununun retensiyon değerleri öz oduna göre daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni diri odunun öz odundan daha kolay bir şekilde empenye edilebilmesi diye düşünülmektedir. Valeks ile empenye edilen diri ve öz odun örneklerinin retensiyon değerleri düşük bulunmuştur. Bunun olası nedeni valeksin molekül yapısı ve penetrasyon seviyesi olarak farklı bir yapıda olması ile açıklanabilir. Artan konsantrasyon miktarıyla birlikte retensiyon değerlerinde genel olarak bir artış kaydedilmiştir.



Şekil 14. Böcek deneyleri retensiyon değerleri

Şekil 16'daki verilere göre; istatistik paket programı SPSS 11.5'den elde edilen grafiklerde program gereği her bir odun koruma maddesi için her iki konsantrasyon birlikte

gösterilmiştir. Elde edilen bu grafiğe göre sarıçam diri odununda en fazla retensiyon miktarı CCA emprenye maddesinde elde edilmiştir. Öz odunda ise en fazla retensiyon değeri CBA emprenye maddesinde elde edilmiştir. Diri odun ile öz odun arasındaki bariz retensiyon farkı görülmektedir. Yapılan Duncan testi sonucunda böcek deneyleri için emprenye maddelerinin istatistiksel olarak farksız olduğu belirlenmiştir (Tablo 20)

Tablo 20. Böcek deneyleri örneklerinin homojenlik testi sonuçları

Emprenye maddesi	Örnek sayısı	Hg
CCA	64	9,87 a
CBA	64	10,28 a
Valeks	64	10,59 a

Hg: Homojen gruplar; istatistiksel olarak farksız olan gruplar aynı harf ile işaretlenmiştir.

Böcek deneylerinin retensiyon miktarında, istatistiksel olarak, odun türü ve emprenye maddesi konsantrasyonu etkili bulunmuştur. Emprenye maddesi tek başına etkili olmayıp konsantrasyon ile birlikte etkili bulunmuştur. İstatistiksel olarak retensiyon değerlerinin belirlenmesinde odun türü en büyük etkiye sahip faktör olarak bulunmuştur.

3.1.2. Mantar Çürüklük Deneyi Örneklerine Ait Retensiyon Değerleri

CCA, CBA ve Valeks ile emprenye edilen Sarıçam diri ve öz odununa ait mantar çürüklük deneyi retensiyon değerleri retensiyon değeri (kg/m^3) ve standart sapma (s) değerleri Tablo 21’de gösterilmiştir. İlgili deneye ait emprenye maddesi retensiyon grafiği Şekil 17’de verilmiştir.

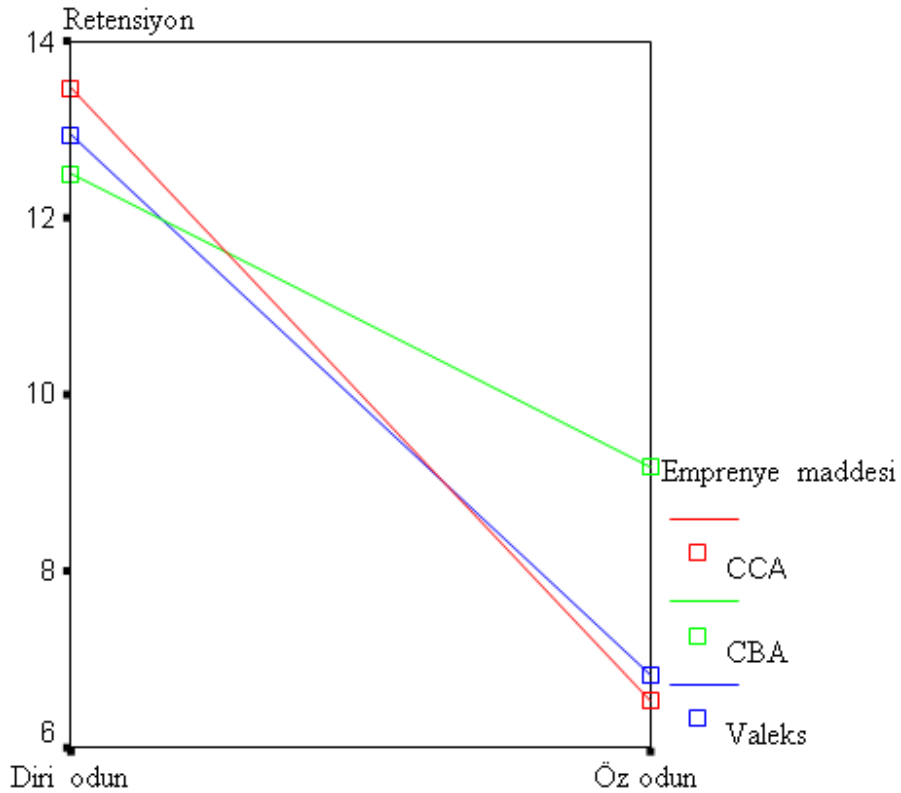
Tablo 21. Mantar çürüklük deneyi örneklerine retensiyon değerleri

Diri Odun	Varyasyon	(kg/m^3)	s
	% 1 CCA	7,45	0,38
	% 3 CCA	19,45	2,53
	% 1 CBA	6,36	1,22
	% 3 CBA	18,62	3,26
	% 1 Valeks	4,97	0,96
	% 3 Valeks	20,89	2,46

Tablo 21'in devamı

Öz odun	% 1 CCA	4,04	1,23
	% 3 CCA	9,00	1,22
	% 1 CBA	5,17	0,57
	% 3 CBA	13,17	1,62
	% 1 Valeks	3,87	0,49
	% 3 Valeks	9,76	0,84

Tablo 21'deki veriler göre; diri odunun retensiyon miktarı öz oduna göre daha fazla bulunmuştur. Öz odunda en iyi retensiyon değerleri CBA emprenyesinde tespit edilmiştir. %1'lik valeks muamelesi en düşük retensiyon değeri olarak bulunmuştur. Valeksin retensiyon miktarını artırmak için daha yüksek basınç miktarı ve daha uzun süre emprenye edilmesi gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca konsantrasyon artırıldığında valeksin retensiyon değerleri artmaktadır. Bu da daha yüksek konsantrasyonlarda valeks için daha iyi retensiyon değerleri alınacağına işaret olduğunu düşündürmektedir. Şekil 15'te emprenye maddesi ve odun türüne göre retensiyon değerlerinin grafiği verilmiştir.



Şekil 15. Mantar çürüklük deneyleri retensiyon grafiği

Tablo 22’de Duncan testi sonucunda elde edilen homojen gruplara ait veriler gösterilmektedir.

Tablo 22. Homojen gruplar analizi

Emprenye maddesi	Örnek sayısı	Hg
CCA	24	9,99 a
CBA	24	10,83 a
Valeks	24	9,87 a

Hg: Homojen gruplar; istatistiksel olarak farksız olan gruplar aynı harf ile işaretlenmiştir.

Mantar çürüklük deneyi retensiyon miktarlarında istatistiksel olarak, odun türü ve emprenye maddesi konsantrasyonu önemli bulunmuştur. Emprenye maddesi istatistiksel olarak tek başına önemli olmayıp, emprenye maddesi konsantrasyonla ve odun türü ile birlikte ele alındığında etkili bulunmuştur. Tek tip mantar türü olduğu için mantar türünün istatistiksel açıdan herhangi bir önemi bulunmamaktadır. Odun türü, emprenye maddesi , emprenye maddesi konsantrasyonu birlikte alındığında etkili bulunmuştur. En yüksek etki odun türü ve konsantrasyonda olduğu belirlenmiştir.

3.1.3. Basınç Deneyine Ait Retensiyon Değerleri

CCA, CBA ve valeks ile emprenye edilen Sarıçam diri ve öz odunu örneklerine ait retensiyon değerleri (kg/m^3) ve standart sapma (s) değerleri Tablo 23’de gösterilmiştir. Emprenye maddelerinin retensiyon açısından karşılaştırıldığı grafik Şekil 16’da verilmiştir.

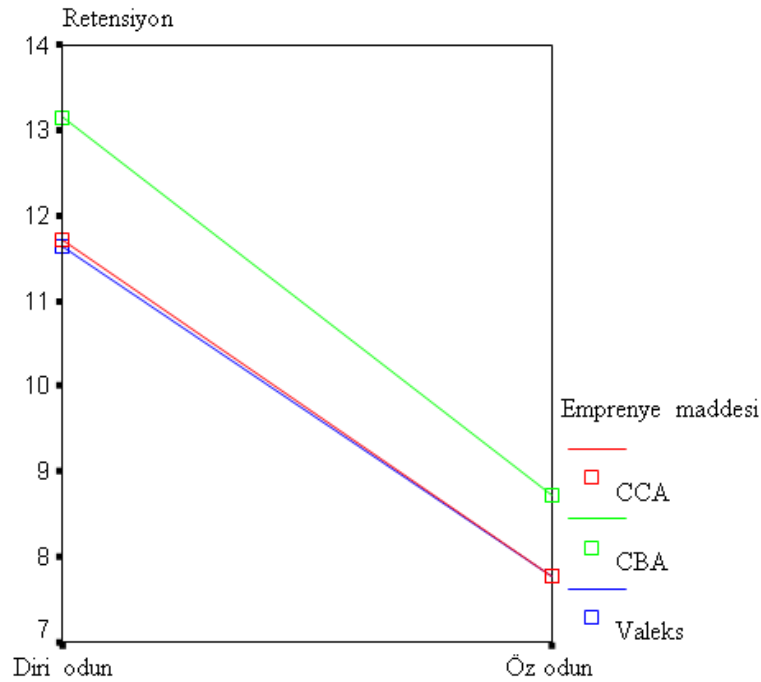
Tablo 23. Basınç deneyine ait retensiyon değerleri

Diri Odun	Varyasyon	(kg/m^3)	s
	% 1 CCA	6,15	1,53
	% 3 CCA	17,29	4,54
	% 1 CBA	6,88	0,56
	% 3 CBA	19,41	3,72
	% 1 Valeks	6,19	0,76
	% 3 Valeks	17,07	4,96

Tablo 23'ün devamı

Öz odun	% 1 CCA	3,84	0,80
	% 3 CCA	11,68	1,88
	% 1 CBA	4,44	0,64
	% 3 CBA	13,02	1,14
	% 1 Valeks	4,06	0,51
	% 3 Valeks	11,50	1,47

Tablo 23'deki verilere göre; diğer sonuçlara benzer şekilde diri odun öz oduna göre daha fazla retensiyon miktarına sahip bulunmuştur. Diri odunda en fazla retensiyon % 19.41 ortalamayla %3'lük CBA da elde edilmiştir. Öz odunda ise en yüksek retensiyon değeri her iki konsantrasyonda da yine CBA muamelesinde gözlenmiştir.



Şekil 16. Basınç deneylerine ait retensiyon grafiği

Şekil 16'daki verilere göre; diri odunda retensiyon miktarları bakımından CCA ve valeks emprenye maddelerinin retensiyon değerleri birbirine benzerlik göstermektedir. Diğer taraftan CBA emprenye maddesinin her iki odun türü içinde en yüksek retensiyon oranına sahip olduğu görülmektedir. Grafikte görüldüğü üzere valeks emprenyesinde basınç deneyi diri odun örneklerinin retensiyon miktarının yeterli olduğu düşünülmektedir. Tablo 24'de homojen grupların analizi gösterilmektedir.

Tablo 24. Homojen gruplar analizi

Emprenye maddesi	Örnek sayısı	Hg
CCA	60	9,74 a
CBA	60	10,94 b
Valeks	60	9,77 a

Hg: Homojen gruplar; istatistiksel olarak farksız olan gruplar aynı harf ile işaretlenmiştir.

Tablo 24'e göre; CCA ve valeksin her iki konsantrasyonunun birlikte alındığı ortalama retensiyon miktarı birbirine yaklaşık değerler verdiği için aynı grupta yer almıştır. Diğer taraftan CBA'nın her iki konsantrasyonunun ortalama retensiyon miktarının CCA ve valeks'e oranla daha yüksek olmasından dolayı farklı grupta yer almıştır. Basınç deneylerine ait retensiyon değerlerinin istatistiksel olarak değerlendirildiğinde odun türü, emprenye maddesi ve konsantrasyon miktarı önemli bulunmuştur. Odun türü, emprenye maddesi, emprenye maddesi konsantrasyonu birlikte ele alındığında önemsiz bulunmuştur.

3.2. Fiziksel Özellikler

3.2.1. Özgül Ağırlık

Kontrol ve test örneklerine ait özgül ağırlık ortalama değerleri Tablo 25'de verilmiştir. Odun türünün, kimyasal maddelerin, konsantrasyonun ve bu üç varyasyon kaynağının birbirleriyle karşılıklı etkileşimlerinin özgül ağırlık üzerine etkilerinin araştırıldığı çoğul varyans analizi (ÇVA) sonucu çıkan anlamlı farklılıkların hangi varyasyonlar arasında olduğunu belirlemek için Duncan testi hem kontrol hem test örneklerine ayrı ayrı uygulanmış ve çıkan sonuçlar sırasıyla kontrol örnekleri için Tablo 26'da, test örnekleri için Tablo 27'de verilmiştir. Homojen gruplar analiz sonuçları ise kontrol örnekleri için Tablo 28'de test örnekleri için Tablo 29'da verilmektedir. Test örneklerine ait tam kuru özgül ağırlık grafiği Şekil 17'de verilmiştir.

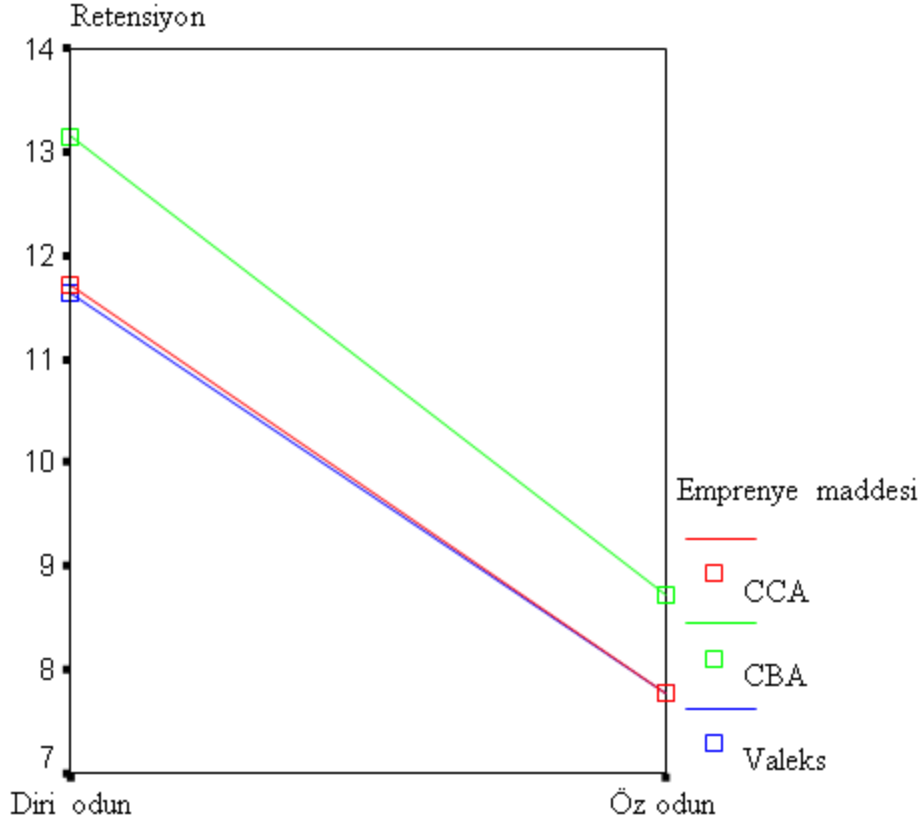
Tablo 25. Odun türlerine ait özgül ağırlık değerleri (g/cm³)

Odun türü	Kontrol	Test					
		CCA % 1	CCA % 3	CBA % 1	CBA % 3	Valeks % 1	Valeks % 3
Diri Odun	0,38	0,41	0,42	0,39	0,39	0,39	0,41
Öz odun	0,40	0,42	0,42	0,39	0,38	0,38	0,38

Elde edilen sonuçlara göre; diri odunda kontrol örneklerine kıyasla tüm emprenye maddelerinde bir miktar ağırlık artışı gözlemlenmiştir. Öz odunda ise kontrol örneklerine kıyasla CBA ve valeks emprenye maddelerinde bir miktar azalış, CCA emprenye maddesinde ise bir miktar artış olduğu gözlemlenmiştir. En fazla özgül ağırlık değeri CCA'nın %1 ve % 3'lük öz odununda elde edilmiştir. Diğer kimyasallarla kıyasladığımızda CCA hariç diğer iki kimyasalın öz odun kontrol grubuna göre özgül ağırlığında azalma meydana gelmiştir. Öz odunda bulunan uçucu ekstraktif bileşenlerin emprenye esnasında odun bünyesinden ayrılmasından dolayı oluşan ağırlık kaybının buna neden olduğu düşünülmektedir.

Tablo 26. Kontrol örneklerinin özgül ağırlık değerlerine ilişkin ÇVA testi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler ortalaması	F- hesap	Önem düzeyi
Odun türü	0,007	1	0,007	25,366	0,000
Kimyasal	0,001	2	0,000	1,198	0,307
Konsantrasyon	0,000	1	0,000	1,415	0,238
Odun türü * Kimyasal	0,001	2	0,000	1,339	0,268
Odun türü * Konsantrasyon	0,000	1	0,000	1,511	0,222
Kimyasal * Konsantrasyon	0,002	2	0,001	2,910	0,060
Odun türü * Kimyasal * Konsantrasyon	0,000	2	0,000	0,595	0,554
Hata	0,025	84	0,000		
Toplam	14,763	96			



Şekil 17. Test örneklerinin tam kuru özgül ağırlık grafiği

ÇVA sonuçlarına göre; özgül ağırlık üzerine odun türünün etkisinin istatistiksel açıdan önemli olduğu gözlemlenmiştir. Diğer taraftan odun türü kimyasal madde tipi ve konsantrasyon miktarlarının birlikte ele alındığı durumda istatistiksel önemli bir fark gözlemlenmemiştir.

Tablo 27. Kontrol örneklerinin homojen gruplar analizi

Emprenye maddesi	Örnek sayısı	Hg
CCA	32	0,39 a
CBA	32	0,39 a
Valeks	32	0,39 a

Hg: Homojen gruplar; istatistiksel olarak farksız olan gruplar aynı harf ile işaretlenmiştir.

Tablo 28. Test örneklerinin özgül ağırlık değerlerine ilişkin ÇVA testi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F- hesap	Önem düzeyi
Odun türü	0,002	1	0,002	4,723	0,033
Kimyasal	0,014	2	0,007	19,172	0,000
Konsantrasyon	0,000	1	0,000	0,516	0,474
Odun türü * Kimyasal	0,002	2	0,001	2,415	0,096
Odun türü * Konsantrasyon	0,001	1	0,001	2,792	0,098
Kimyasal * Konsantrasyon	0,000	2	0,000	0,637	0,531
Odun türü * Kimyasal * Konsantrasyon	0,000	2	0,000	0,033	0,968
Hata	0,031	84	0,000		
Toplam	15,154	96			

ÇVA analizine göre; özgül ağırlık üzerine odun türü ve kimyasal madde tipinin istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır. Diğer taraftan odun türü ve kimyasal madde tipi ve konsantrasyonun birlikte ele alındığında istatistiksel açıdan bir fark tespit edilmemiştir.

Tablo 29. Test örneklerinin homojen gruplar analizi

Emprenye maddesi	Örnek sayısı	Hg
CCA	32	0,41 a
CBA	32	0,39 b
Valeks	32	0,39 b

Hg: Homojen gruplar; istatistiksel olarak farksız olan gruplar aynı harf ile işaretlenmiştir.

Tablo 29'daki verilere göre; homojen gruplar analizinde CCA'nın en büyük farka sahip olduğu gözlemlenmiştir. İstatistiksel açıdan CBA ve Valeks emprenye maddelerinde istatistiksel açıdan fark yoktur.

3.3. Mekanik Özellikler

3.3.1. Liflere Paralel Basınç Direnci

Emprenye edilen sarıçam diri ve öz odunu test ve kontrol örneklerinin liflere paralel basınç direnci (LPBD) değerlerine ait aritmetik ortalama (x) ve standart sapma (s) değerleri Tablo 30’da homojen gruplar analizi Tablo 31’de ve ÇVA analizi Tablo 32’de gösterilmiştir. Son olarak test örneklerinin karşılaştırmalı grafiği ise Şekil 20’de verilmiştir

Tablo 30. Sarıçam diri ve öz odunu, test ve kontrol örneklerine ait ortalama LPBD (N/mm²) değerleri

Odun türü	Kimyasal	Konsantrasyon	Ortalama (x)	Standart sapma (s)
Diri odun	CCA	%1	60,58	10,10
		%3	64,25	6,09
	CBA	%1	51,50	11,40
		%3	62,51	7,62
	Valeks	%1	37,11	8,00
		%3	40,95	4,64
	Kontrol	-	45,72	6,19
	Öz odun	CCA	%1	49,12
%3			61,05	10,13
CBA		%1	55,68	8,91
		%3	55,30	9,34
Valeks		%1	45,63	4,23
		%3	61,06	6,31
Kontrol		-	44,52	2,58

Tablo 30’daki verilere göre; diri odunda en yüksek liflere basınç direnci CCA’nın % 3 konsantrasyonunda elde edilmiştir. Diri odundaki en düşük liflere paralel basınç direnci %1 lik valeks çözeltisinde elde edilmiştir. Öz odunda ise; en yüksek LPBD değeri CCA ve valeksin % 3’lük konsantrasyonlarında elde edilmiştir. En düşük LPBD değeri, % 1 lik valeks çözeltisinde elde edilmiştir. % 1’lik valeks çözeltisinin hem diri hem de öz odununda en düşük LPBD değeri vermesi dikkat çekici bulunmuştur. Kontrol grubu ile kıyaslandığında ise yine valeks çözeltisi hariç tutulmak kaydıyla test örneklerindekiyle oranla hem diri he de öz odunundan daha iyi bir LPBD performansı elde edilmiştir. Şekil 18 bu yorumları destekler niteliktedir.

Tablo 31. LPBD homojen gruplar analizi

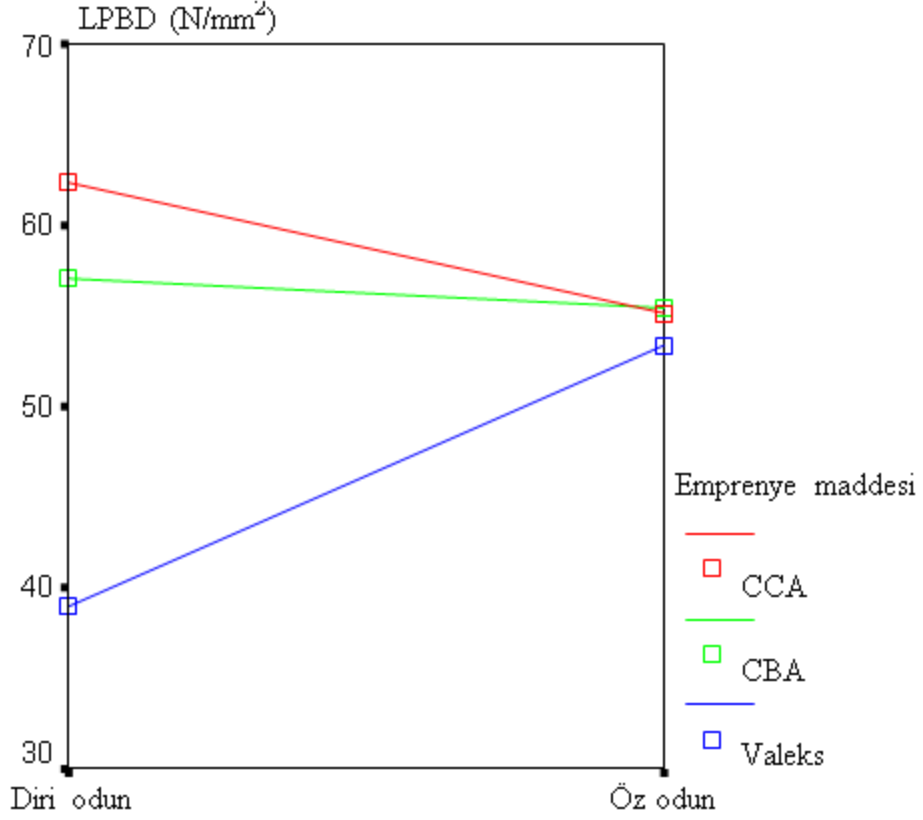
Emprenye maddesi	Örnek sayısı	Hg
CCA	60	58,92 a
CBA	60	56,25 a
Valeks	60	46,19 b

Hg: Homojen gruplar; istatistiksel olarak farksız olan gruplar aynı harf ile işaretlenmiştir.

Tablo 32. LPBD ÇVA analizi

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F-hesap	Önem düzeyi
Odun türü	148,76	1,00	148,76	2,30	0,13
Kimyasal	5.277,20	2,00	2.638,60	40,82	0,00
Konsantrasyon	2.571,56	1,00	2.571,56	39,78	0,00
Odun türü * Kimyasal	3.742,93	2,00	1.871,47	28,95	0,00
Odun türü *Konsantrasyon	88,90	1,00	88,90	1,38	0,24
Kimyasal * Konsantrasyon	140,77	2,00	70,38	1,09	0,34
Odun türü * Kimyasal * Konsantrasyon	1.156,31	2,00	578,16	8,94	0,00
Hata	10.795,77	167,00	64,65		

Tablo 32'e göre; istatistiksel olarak liflere paralel basınç direnci deneyinde kimyasal türü ve konsantrasyon önemli bulunmuştur. Odun türünün istatistiksel anlamda bir önemi bulunmamıştır. Odun türü ve konsantrasyon, kimyasal ve konsantrasyon birlikte ele alındığında istatistiksel olarak bir öneme sahip olmadığı belirlenmiştir.



Şekil 18. LPBD grafik analizi

3.3. Biyolojik Özellikler

3.3.1. Mantar Çürüklük Testi

Esmer çürüklük mantarı *Coniophora puteana* degradasyonuna maruz bırakılan sarıçam diri ve öz odununa ait kontrol ve test örneklerinin yüzde ağırlık kaybı değerlerine ait aritmetik ortalama (\bar{x}) ve standart sapma (s) verileri Tablo 33’de, çürüme sonrası ağırlık kaybı değerlerine ilişkin ÇVA analizleri Tablo 34’de, homojen gruplar analizi Tablo 35’de gösterilmiştir. Emprenye maddesi tipine göre ağırlık kaybının karşılaştırıldığı grafik analizi Şekil 19’da gösterilmiştir.

Tablo 33. Kontrol ve test örneklerinin ağırlık kaybı değerleri

Odun türü	Kimyasal	Ağırlık kaybı (%)			
		X- test	S-test	X- kontrol	S- kontrol
Diri Odun	% 1 CCA	0,14	0,04	22,39	11,51
	% 3 CCA	0,12	0,09	18,68	4,93
	% 1 CBA	0,15	0,01	20,12	6,32
	% 3 CBA	0,12	0,57	17,45	5,83
	% 1 Valeks	44,70	19,58	19,87	4,74
	% 3 Valeks	3,52	1,59	30,18	17,67
Öz odun	% 1 CCA	0,13	0,09	5,09	2,75
	% 3 CCA	0,13	0,08	8,27	4,43
	% 1 CBA	0,14	0,05	4,67	4,13
	% 3 CBA	0,13	0,08	3,04	2,22
	% 1 Valeks	7,52	3,84	3,77	2,13
	% 3 Valeks	3,85	0,88	6,04	4,12

Tablo 33'e göre; en düşük ağırlık kaybı %3'lük CCA ve % 1'lik CBA empenye maddelerinde bulunmuştur. Valeksin her iki konsantrasyonunda elde edilen ağırlık kayıpları diğer iki kimyasala göre oldukça fazla bulunmuştur. Diğer taraftan öz odunun kontrol grubunun ağırlık kayıpları diri oduna oranla çok düşük olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeninin öz odunda bulunan ekstraktif maddelerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 34. Mantar çürüklük testi ÇVA analizi ve Duncan Testi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F- hesap	Önem düzeyi
Odun türü	809,99	1,00	809,99	20,44	0,00
Kimyasal	4.145,41	2,00	2.072,71	52,29	0,00
Konsantrasyon	609,90	1,00	609,90	15,39	0,00
Odun türü * Kimyasal	1.555,13	2,00	777,57	19,62	0,00
Odun türü * Konsantrasyon	731,19	1,00	731,19	18,45	0,00
Kimyasal * Konsantrasyon	1.265,65	2,00	632,82	15,97	0,00
Odun türü * Kimyasal *Konsantrasyon	1.458,69	2,00	729,34	18,40	0,00
Hata	2.378,14	60,00	39,64		

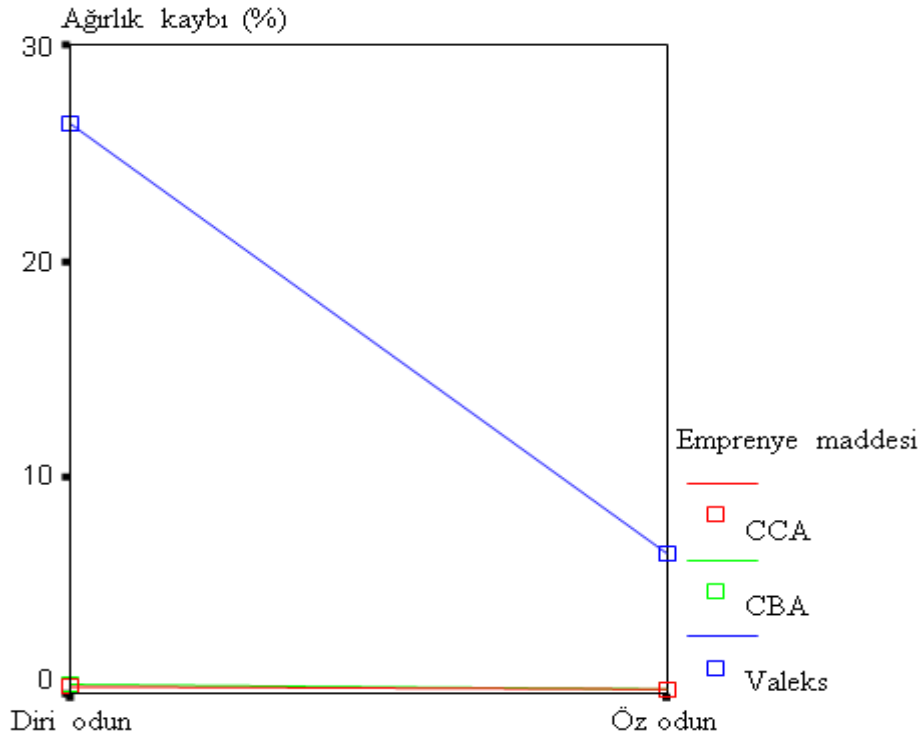
Tablo 34'den elde edilen verilere göre; tüm varyans kaynakları istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Tablo 35. Homojen gruplar analizi

Emprenye maddesi	Örnek sayısı	Hg
CCA	24	0,2920 a
CBA	24	0,2949 a
Valeks	24	16,39 b

Hg: Homojen gruplar; istatistiksel olarak farksız olan gruplar aynı harf ile işaretlenmiştir.

Tablo 35'den elde edilen verilere göre; CCA ve CBA emprenye maddelerinin yüzdece ağırlık kaybı değerleri bakımından aralarında herhangi bir fark olmadığı saptanmıştır. Diğer taraftan valeks emprenye maddesinin diğer iki kimyasal emprenye maddesine göre farklı olmasının nedeninin yüzdece ağırlık kaybı değerlerinin çok yüksek bulunmasından kaynaklandığı anlaşılmıştır.



Şekil 19. Emprenye maddelerinin ağırlık kaybına ilişkin grafik analizi

Tablo 33 ve Şekil 19'daki verilere göre; diri odunda en az ağırlık kaybı CCA ve CBA emprenye maddelerinde olurken en fazla ağırlık kaybı valeks emprenye maddesinde olduğu gözlemlenmiştir. Öz odunda da aynı değerler söz konusu olup CCA ve CBA

emprenye maddesi ile emprenye edilen örnekler en az ağırlık kaybını yaşarken, valeks ile emprenye edilen örneklerde diri odun kadar olmamakla birlikte bir ağırlık kaybı söz konusudur. Grafikten açıkça görüldüğü üzere, valeks ile emprenye edilen odun örnekleri her iki odun türü için de referans madde olan CCA ve kimyasal emprenye maddesi CBA (Tanalith E)'ya göre daha fazla ağırlık kayıpları yaşamıştır. Özellikle %1'lik valeks emprenyesinde % 45'e varan ağırlık kaybı dikkat çekici bulunmuştur. Valeksin düşük konsantrasyonlarda kullanılması ve oduna yeterli biçimde fikse olamaması ağırlık kayıplarının sebebi olarak düşünülebilir

3.3.2. Böcek Testleri

Böcek testlerine ait istatistiksel veriler CNR Ivalsa Ulusal Ormancılık Araştırma Kurulu araştırma personelleri Sayın Dr. Sabrina PALANTI ve Sayın Dr. Elisabetta FECCI tarafından yapılmıştır. *Reticulitermes lucifugus* böceği için EN 117 *Hylotrupes bajulus* için ise EN 47 standardı kullanılmıştır. Söz konusu böceklere ait ortalama veriler Tablo 36 ve Tablo 37'de gösterilmiştir.

Tablo 36. *Reticulitermes lucifugus* böceğine ait aritmetik ortalama verileri

Varyasyon	Atak ortalaması	Larva sayısı	Canlı larva (adet)	Canlı larva (%)
Kontrol	4	250	95	37,9
% 1 CCA	1	250	0	0,1
% 3 CCA	1	250	74	29,6
% 1 CBA	0	250	76	30,4
% 3 CBA	1	250	0	0
% 1 Valeks	3	250	0	0
% 3 Valeks	4	250	90	36

Tablo 36'daki göre; atak ortalaması yüksek olan grubun zehirlilik değeri düşük olmaktadır. Buna istinaden tabloda atak ortalaması en yüksek olan grup valeks emprenye maddesinde bulunmuştur. Valeks ile emprenye edilen deney örneklerinde degradasyon yoğun olup hiçbir koruyuculuk etkinliği bulunamamıştır. Bunun dışında her ne kadar valeksin % 1 lik konsantrasyonunda canlı larva sayısının 0 olduğu görülsede bu yanıltıcı olmamalıdır. Testin başarısındaki ana kriter larva ölümünden çok atak ortalama değeri olduğu için yüksek atak ortalamalarına sahip valeks başarısız bulunmuştur (EN 117, 2012).

CCA ve CBA'nın termitlere karşı gösterdiği direnç memnun edici bulunmuştur. Yapılan deneyde en yüksek direnç % 3 konsantrasyonundaki CBA-A ile empenye edilen deney örneklerinde olduğu gözlemlenmiştir. Termitlerin kontrol gruplarındaki ortalama degradasyon seviyesi (EN 117; 2012) standardına göre düşük bulunmuştur. Kontrol örneklerinin bir kısmı % 50 degradasyon seviyesine ulaşmasına rağmen, ortalama degradasyon seviyesi % 37,9 'da kaldığı için söz konusu deney Avrupa standardı normlarını tam olarak karşılayamamıştır.

Tablo 37. *Hylotrupes bajulus* böceğine ait ortalama veriler

Varyasyon	Toplam larva	Ölü larva	Canlı larva (adet)	Canlı larva (%)	Zarar faaliyetinde bulunmayan larva sayısı
Kontrol	36	0	27	75	9
% 1 CCA	36	0	0	0	36
% 3 CCA	36	1	0	0	35
% 1 CBA	36	3	0	0	33
% 3 CBA	36	2	0	0	34
% 1 Valeks	36	0	14	38,9	22
% 3 Valeks	36	11	11	30,9	14

Tablo 37'deki verilere göre; kontrol grubunda % 75'lik canlı larva yüzdesi sebebiyle test Avrupa standartlarında geçen normlara uygun bulunmuştur. Koruyuculuk bakımından CCA ve CBA-A empenye maddelerinin oldukça iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Tabloda geçen zarar faaliyetinde bulunmayan larva sayısı; zehirlilik etkinliği veya odunun doğal koruyuculuğu sebebiyle herhangi bir zararda bulunmayan larva sayısını ifade etmektedir. Zarar faaliyetinde bulunmayan larva sayısı ne kadar fazlaysa kullanılan empenye maddesinin koruyuculuk etkinliği de fazla olmaktadır(EN 47; 2008).

Valeks ile empenye edilen odun örneklerinin koruyuculuk etkinliği EN 117 termit testine göre daha başarılı bulunmasına rağmen, EN 47 testinde referans madde olan CCA ve CBA'nın performansına göre daha yetersiz bulunmuştur. Valeks ile empenye edilen örnekler kontrol örnekleriyle kıyaslandığında, valeksin kontrole oranla odunun doğal dayanımına bir miktar katkıda bulunduğu gözlemlenmiştir. CCA ve CBA empenye maddesiyle empenye edilen örnekler hemen hemen aynı performansı verdiği görülmüştür. CCA ve CBA'nın konsantrasyonları arasında büyük bir koruyuculuk farkı olmadığı saptanmış ve en düşük konsantrasyonlarında bile yüksek koruma değerleri elde edilmiştir.

4. İRDELEME

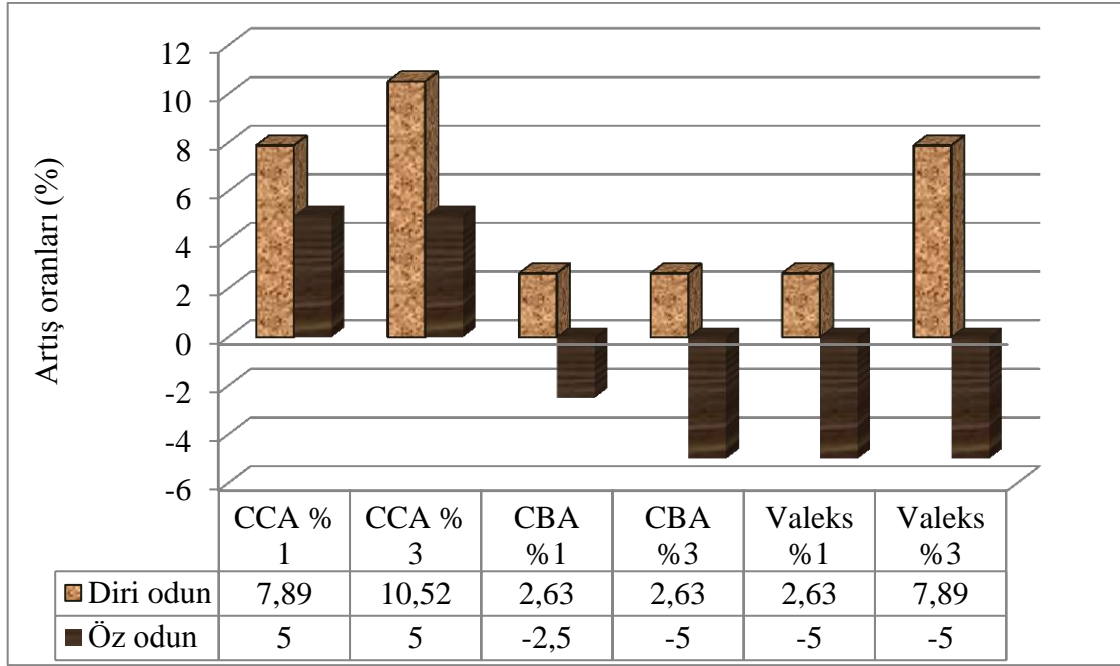
Çalışmanın bu bölümünde; fiziksel, mekanik ve biyolojik testlere maruz bırakılan deney örneklerinde kontrole oranla meydana gelen artış ya da azalışlar grafiksel analizlerin ışığı altında açıklanmaya çalışılmıştır.

4.1. Fiziksel Özellikler

4.1.1. Özgül Ağırlık

CCA, CBA ve valeks ile emprenye işlemine tabi tutulan sarıçam diri ve öz odun test örneklerinin özgül ağırlık değerlerindeki artış ya da azalış oranları açısından kontrol grubuna oranla mukayese edilmiştir (Şekil 22).

% 1'lik CCA emprenye maddesiyle emprenye edilen sarıçam diri odun test örneklerinde kontrol örneklerine göre % 7,89'luk bir artış, %3'lük CCA emprenye maddesiyle emprenye edilen örneklerde ise % 10,52'lik bir artış kaydedilmiştir. %1'lik ve %3'lük CCA ile emprenye edilen sarıçam öz odun örneklerinde ise kontrol örneklerine oranla % 5'lik bir artış kaydedilmiştir. %1'lik ve %3'lük CBA emprenye maddesiyle emprenye edilen sarıçam diri odun örneklerinde kontrol örneklerine oranla % 2.63 artış olmuştur. %1'lik CBA ile emprenye edilen öz odun örneklerinde kontrol grubuna oranla %2,5'lik %3'lük CBA ile emprenye edilen öz odun örneklerinde ise %5'lik bir azalma kaydedilmiştir. %1 valeks ile emprenye edilen sarıçam diri odun örneklerinde kontrol grubuna oranla % 2,63'lük, %3 valeks ile emprenye edilen diri odun örneklerinde ise % 7,89'luk bir artış meydana gelmiştir. %1'lik ve %3'lük valeks ile emprenye edilen öz odun örneklerinde kontrol grubuna oranla % 5 azalma kaydedilmiştir (Şekil 20). CBA ve valeks emprenye maddeleriyle emprenye edilen sarıçam öz odunundaki özgül ağırlık değerlerindeki azalmanın, öz odun içinde bulunan ekstraktif maddelerin uçucu hale gelerek odunu terketmesine bağlı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 20. Sarıçam diri ve öz odunun test örneklerinin kontrole oranla özgül ağırlık değerlerine ait azalma/artma oranları (%)

Emprenye işlemi sonrasında ağaç malzemenin ağırlığı arttığı için buna bağlı olarak özgül ağırlık değerinin de artması beklenmektedir. Literatürde sarıçam odununun çeşitli emprenye maddeleriyle emprenye işlemi sonucu yoğunluklarının arttığı bildirilmektedir (Örs ve ark., 1999). Emprenye işlemi, sarıçam diri odununun özgül ağırlığında artış sağlamıştır. En düşük artış CBA emprenye maddesinde bulunmuştur. Emprenye işlemi sonucunda öz odunda CCA emprenye maddesi hariç diğer iki emprenye maddesinde ağırlık kayıpları oluşmuştur.

Yapılan bir diğer çalışmada sarıçam odunun çeşitli emprenye maddeleriyle emprenyesi sonucunda kontrol örneklerine göre özgül ağırlıkta artış meydana gelmiştir (Özen, Özçiftçi ve Uysal, 2000)

Özçiftçi ve Batan (2010) yaptıkları bir çalışmada vakum-basınç ile emprenye edilen sarıçam diri odun örneklerinin özgül ağırlık değerinde kontrol gruba oranla % 21'lik bir artış kaydetmişlerdir (Özçiftçi ve Batan, 2010).

Efe ve Kasal (2007) yaptıkları bir çalışmada sarıçam odununun tam kuru özgül ağırlık ortalaması $0,50 \text{ gr/cm}^3$ olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada kullanılan sarıçam öz odununun tam kuru özgül ağırlık ortalaması $0,40 \text{ g/cm}^3$ 'tür.

Sivrikaya ve ark.(2008) yaptıkları çalışmada sarıçam odununun tam kuru özgül ağırlık ortalamasını $0,52 \text{ g/cm}^3$ olarak belirtmiştir (Sivrikaya, Tümen, Çetin, 2008). Bal

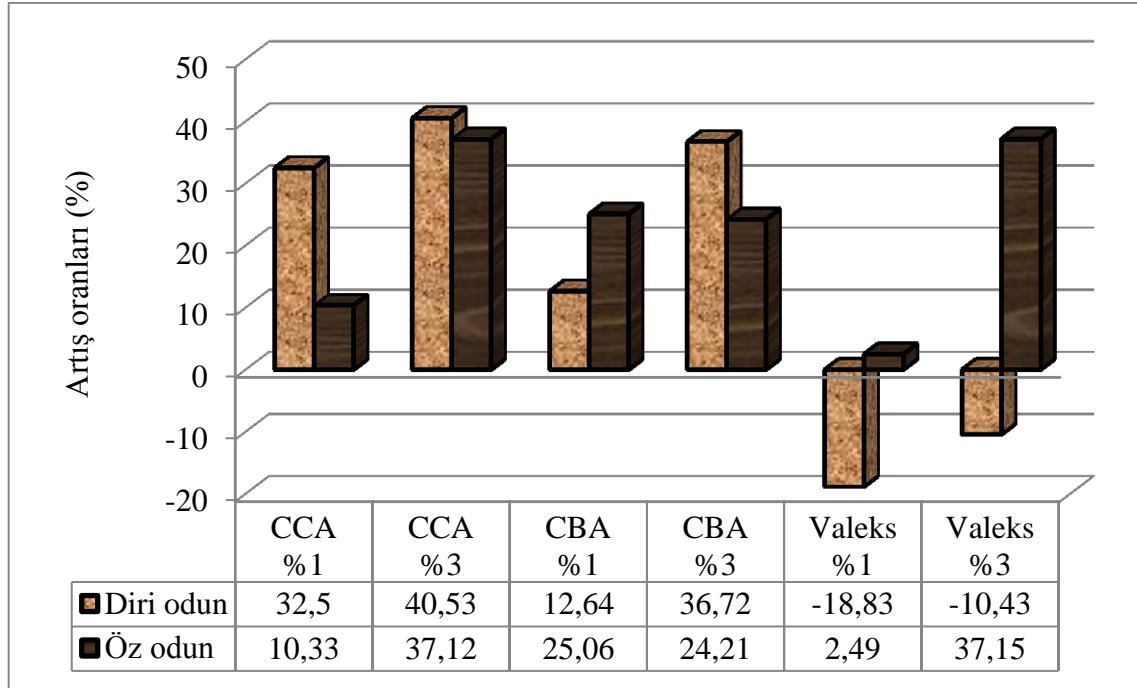
(2006) yaptığı çalışmada sarıçam diri odununun ACQ emprenye maddesiyle emprenyesi sonucunda tam kuru özgül ağırlığında artış gözlemlemiştir (Bal, 2006). Örs ve ark. (1998) yaptıkları çalışmada sarıçam odununun özgül ağırlığının vacsol, stiren ve parafin +boraks+ borikasit karışımlarının emprenyesiyle en fazla miktarda değişim olduğunu kaydetmişlerdir (Örs ve ark., 1998)

4.2. Mekanik Özellikler

4.2.1. Liflere Paralel Basınç Direnci

CCA, CBA ve valeks emprenye maddeleriyle emprenye edilen sarıçam diri ve öz oduna ait liflere paralel basınç direnci (N/mm^2) değerlerindeki artış veya azalış miktarı kontrol grubuna oranla Şekil 23’de mukayese edilmiştir

%1’lik CCA ile emprenye edilen diri odun test örneklerinin liflere paralel basınç direnci (LPBD) değerlerinde kontrol grubuna oranla % 32,5’lik bir artış, %3’lük CCA ile emprenye edilen örneklerde %40,5’lik bir artış elde edilmiştir. %1’lik CCA ile emprenye edilen öz odun örneklerinde kontrol grubuna oranla % 10,33’lük, %3 CCA ile emprenye edilen örneklerde ise % 37,12’lik bir LPBD artışı elde edilmiştir. %1’lik CBA ile emprenye edilen diri odun örneklerinde % 12,64’lük bir artış, %3’lük CBA ile emprenye edilen örneklerde % 36,72’lik bir LPBD artışı bulunmuştur. %1’lik valeks ile emprenye edilen diri odun örneklerinin LPBD değerinde kontrole oranla % 18,83’lük, %3 valeks ile emprenye edilen örneklerde ise kontrole oranla % 10,43’lük bir azalış bulunmuştur. %1’lik valeks ile emprenye edilen öz odunda ise kontrole oranla % 2,49’lük, %3 valeks ile emprenye edilen örneklerde ise % 37,15’lik bir artış meydana gelmiştir (Şekil 21).



Şekil 21. Sarıçam diri ve öz odun test örneklerinin kontrol örneklerine kıyasla liflere paralel basınç direnci değerlerine ait yüzde artış oranları

Elde edilen bu verilere göre; diri odunda en düşük LPBD değeri % 18,83'lük azalma oranıyla %1'lik valeks ile emprenye edilen diri odun örneklerinde elde edilmiştir. Öz odun örneklerinde de en düşük artış değeri % 2,49 ile valeks ile emprenye edilen öz odun örneklerindedir. Bu tespiti göre valeks ile emprenye edilen diri ve öz odun türlerinde mekanik direnç düşüşü gözlemlenmektedir.

Literatürde asidik karaktere sahip emprenye maddelerinin, basınç direnci değerlerini düşürdüğü ortaya konmuştur. Bazı karaktere sahip emprenye maddelerinin ise tam tersi bir durum söz konusudur. Ayrıca yapılan çalışmada, liflere paralel basınç direncinin düşmesi odun ana bileşenlerinden olan hemiselülozun degradasyonu ile de açıklanabilmektedir (Awoyemi ve Westermarck, 2005; Talei vd., 2010; Can, 2011). Yapılan başka bir çalışmada valeks hazırlanırken kullanılacak olan ekstraksiyon suyunun pH değerinin 5 olması gerektiği belirtilmiştir (Şen ve Deniz, 2010). Elde edilen veriler ve literatüre göre valeks çözeltisi asidik emprenye maddesi karakteri göstermekte ve bu sebepten dolayı valeks ile emprenye edilen odunlarda meydana gelen direnç kaybının buna bağlı olabileceği zannedilmektedir.

Bal (2006) yapmış olduğu çalışmada sarıçam odununun emprenye edilen test örneklerinin kontrol örneklerine oranla liflere paralel basınç direncinde % 1 - % 3 arasında

azalma olduğunu gözlemlemiştir. Daldırma yöntemiyle 72 saat emprenyeden kalan örneklerde ise ortalama % 3.33'lük bir artış olduğunu belirtmiştir (Bal, 2006)

Banda ve Omwe (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, Uganda'da doğal olarak yetişen 8 farklı ağaç türü üzerinde, kreozotla emprenye işleminin direnç değerlerini önemli derecede artırdığını belirlemiştir (Banda ve Omwe, 1997; Bal, 2006)

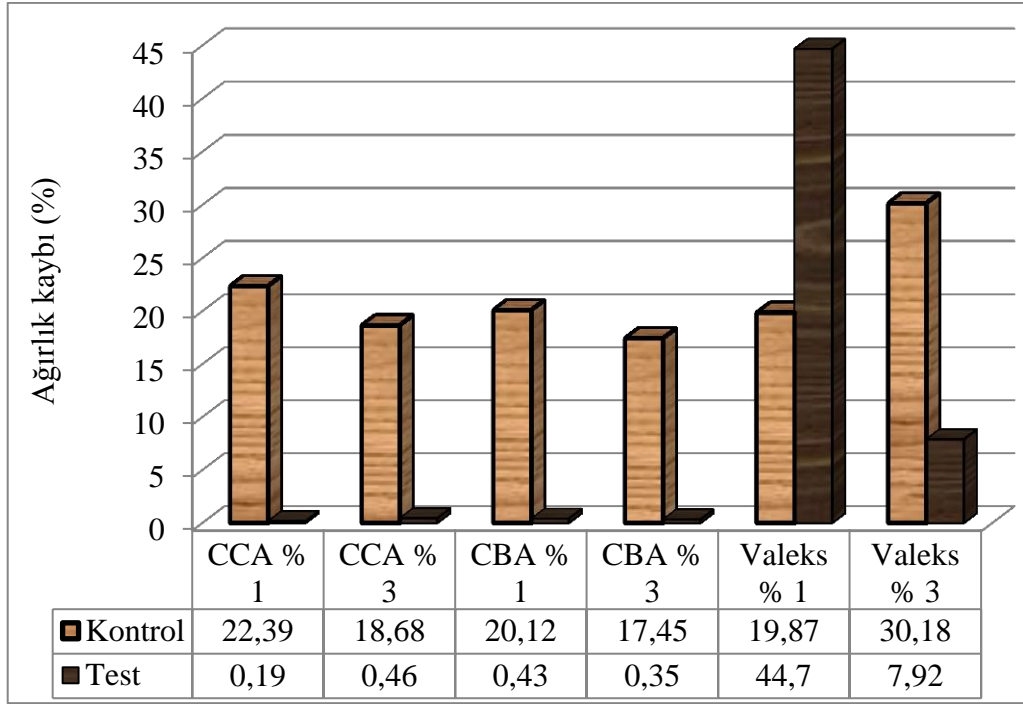
Ergut (2011) yaptığı çalışmada sarıçam odununun çeşitli kozalakların ekstraktif maddeleriyle emprenyesi sonrasında liflere paralel basınç direnci değerlerini incelemiş ve sarıçam kontrol örneklerinde 48 N/mm^2 ve kozalak ekstraktifleriyle emprenye edilmiş sarıçam odununda 52 N/mm^2 olarak belirlemiştir (Ergut, 2011). Efe ve Kasal (2007) yapmış oldukları çalışmada sarıçam odununun liflere paralel basınç direnci değerini $49,70 \text{ N/mm}^2$ olarak belirlemişlerdir (Efe ve Kasal, 2007).

Şen (2001) yapmış olduğu çalışmada sarıçam odunun $30 \times 2 \times 2 \text{ cm}$ boyutunda çitalarına ait kontrol grubunun LPBD değerini ortalama 542 kg/cm^2 olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada CCA ile emprenye edilen sarıçam odunu örneklerinde kontrole oranla artış meydana geldiği belirtilmiş, valeks ile emprenye edilen sarıçam odunu örneklerinin LPBD değerinde kontrole kıyasla azalmalar olduğunu gözlemlemiştir (Şen, 2001)

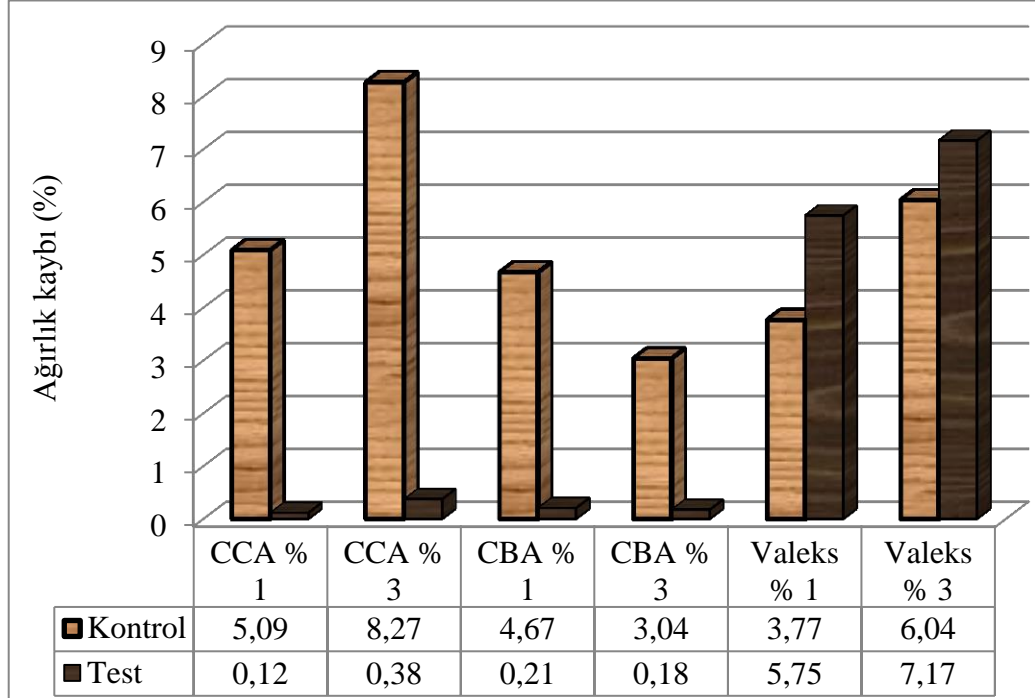
4.3. Biyolojik Özellikler

4.3.1. Mantar Çürüklük Testi

Mantar çürüklük testi (MÇT) sonrası emprenyeli sarıçam diri odunu test ve kontrol örneklerine ait ağırlık kayıpları Şekil 22'de, öz oduna ait ağırlık kayıpları Şekil 23'te verilmiştir.



Şekil 22. MÇT'ye tabi tutulan Sarıçam diri odunu örneklerinde emprenye işleminin ağırlık kaybı üzerine etkisi



Şekil 23. MÇT'ye tabi tutulan Sarıçam öz odunu örneklerinde emprenye işleminin ağırlık kaybı üzerine etkisi

Şekil 22'ye göre, diri odunda en yüksek ağırlık kaybı değeri % 44,7 ile % 1'lik valeks emprenye maddesiyle emprenye edilen sarıçam diri odununda elde edilmiştir ve kontrol grubuna oranla büyük bir ağırlık kaybı yaşanmıştır. Buna rağmen % 3'lük valeks ile emprenye edilen sarıçam diri odunu örneklerinde meydana gelmiştir. Bu durumda valeksin daha yüksek konsantrasyonlarda uygulanması daha iyi bir koruyucu etki sağlanabileceğini düşündürmektedir. MÇT testi ile *Coniophora puteana* esmer çürüklük mantarının zararına maruz bırakılan sarıçam diri odununda en yüksek koruma performansını % 0,12'lik ağırlık kaybıyla referans madde olan CCA vermiştir. Diğer taraftan CBA'nın % 3 konsantrasyondaki çözeltisi de % 0,18 'lik ağırlık kaybıyla CCA'ya yaklaşık bir başarımlı göstermiştir. MÇT testi sonunda sarıçam diri odununun kontrol gruplarında ortalama % 21,44'lük bir ağırlık kaybı olduğu tespit edilmiştir. Şekil 23'e göre; sarıçam öz odunu örneklerinde kontrol grubunun ağırlık kaybı değerlerinin düşük olmasının nedeninin, öz odununda bulunan ekstraktif maddelerin doğal bir koruyucu görevi görerek mantar tahribatını engellemelerinden kaynaklanabildiği düşünülmektedir.

Literatürde Sailer vd. (2000) *Coniophora puteana* esmer çürüklük mantarına maruz kalan çam kontrol örneklerinde % 48'lik bir ağırlık kaybı tespit etmişlerdir. Vintila, (1967) tarafından yapılan çalışmada fiçi üretiminde kullanılan kayın laminatlarının özelliklerinin iyileştirilmesinde doğal tanenler uygulanmıştır. *Coniophora cerebella* ve *Polystictus versicolor* mantarlarıyla yapılan mikolojik testte emprenyeli örneklerdeki ağırlık kayıpları % 47, kontrol örneklerindeki ağırlık kayıpları ise % 68 olmuştur (Vintila, 1967; Şen, 2001).

Hafizoğlu ve Şen'in (2001), çeşitli bitki fenollerinin fungusit olarak olarak sarıçam türünde kullanılmasına dair yapmış oldukları çalışmada CCA'nın %1 ve % 3 konsantrasyonunun *P.ostreatus* ve *P. chrysosporium* mantar türlerine karşı oldukça etkili olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada bitkisel fungusit maddesi olarak denenen valeksin % 5 ve % 7 konsantrasyonlarda hazırlanan çözeltilerinde sarıçam odununda her iki mantar türüne ait misel gelişiminin durduğu tespit edilmiştir. Bu gözlem, tezde yapılan MÇT'de kullanılan %1 ve % 3 konsantrasyondaki valeksin odun koruyuculuk etkisinin bulunmadığına dair yapılan gözlem ile paralellik göstermektedir. Şen ve Hafizoğlu'nun (2001) çalışmasında % 5 konsantrasyonun altında mantarın gelişiminin etkili bir biçimde yavaşlamadığı görülmüştür (Hafizoğlu ve Şen, 2001).

Palanti ve Feci (2013) Silika nanopartiküllerin borik asit içinde çözündürülmesiyle oluşan odun koruyucu maddenin sarıçam diri odununda emprenye maddesi olarak

kullanımını araştırdıkları çalışmalarında, *Coniophora puteana* mantarı zararına maruz bırakılan sarıçam kontrol örneklerinde % 59,16'lık bir ağırlık kaybı olduğunu belirtmişlerdir. Emprenyeli test örneğinde ise ağırlık kaybının % 6,87 civarında olduğu belirtilmiştir (Palanti ve Feci, 2013).

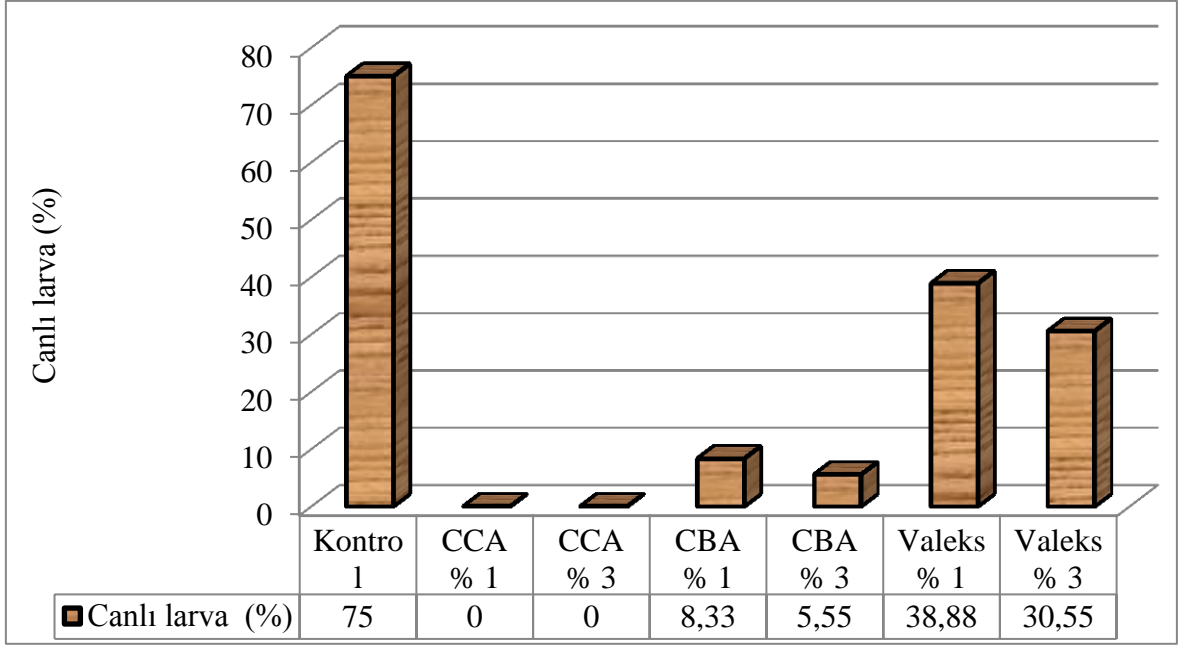
Ntalos ve arkadaşları (2005) yaptıkları çalışmada, sarıçam odununu kimyasal modifikasyonla modifiye edip, EN 113 standartına göre mantar rrklk testine maruz bırakılmışlardır. Kullandıkları propionic anhidrid ile kontrole oranla yaklaşık olarak % 17'lik bir ağırlık kaybı olduğunu bildirmişlerdir (Ntalos ve ark., 2005).

Smith ve ark. (1989). Odun koruyucu olarak *Robinia pseudoacacia* z odunundan elde ettiği metanol ekstraktının koruyucu etkinliğini araştırmış; PCP ve CCA ile de karşılaştırmasını yapmıştır. Bu ekstrakt ile 32 mg/cc konsantrasyonunda muamele edilen titrek kavak ve Avrupa ladini örneklerinde 10 haftalık bir süre içerisinde deney mantarları *Gloeophyllum trabeum* ve *Pleurotus ostreatus* gelişimi tamamen nlenmiştir. PCP ve CCA ise 9mg/cc de önleyici etki göstermiştir (Smith ve ark., 1989; şen, 2001).

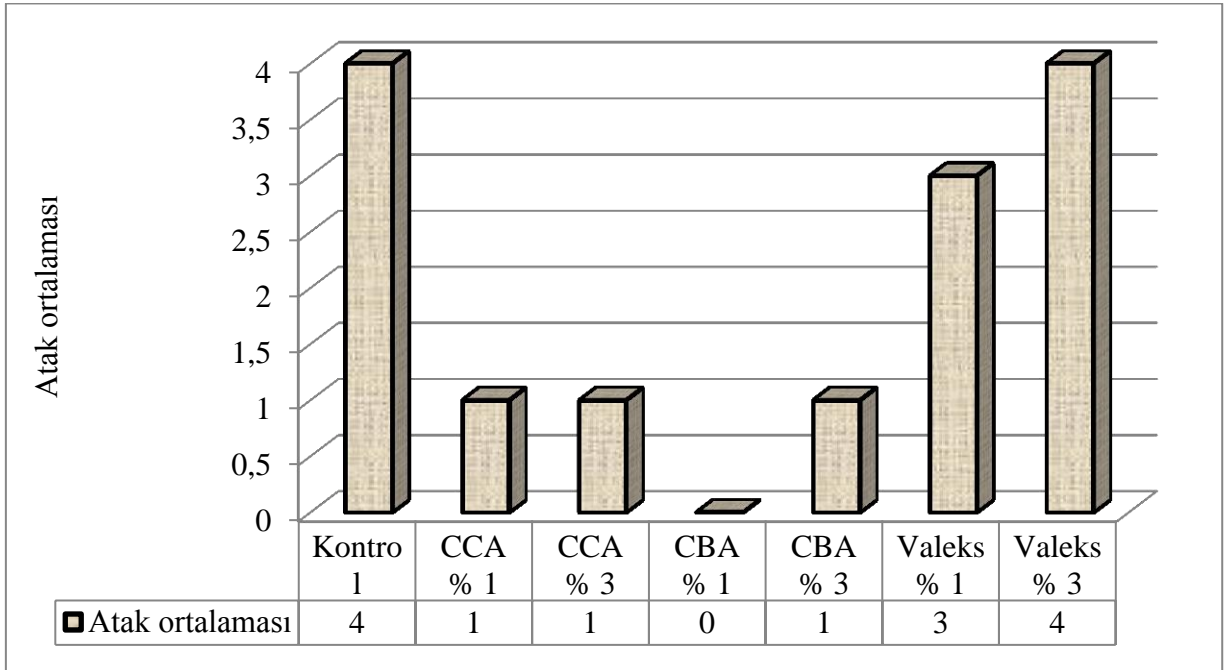
Adamopoulos ve ark. (2012) *Pinus sylvestris* türünü kontrol grubu seçerek *Pinus leucodermis* türüne göre öz ve diri odunlarının *Coniophora puteana* mantarına maruz bırakıldıktan sonraki ağırlık kayıplarını karşılaştırmışlardır.Yapılan alışmada *Pinus sylvestris* diri odununda % 38,86 ağırlık kaybı, *Pinus leucodermis* odununun diri odununda % 34,68 ve öz odununda % 30,65 ağırlık kaybı olduğunu bildirmişlerdir (Adamopoulos ve ark., 2012).

4.3.2. Böcek Testleri

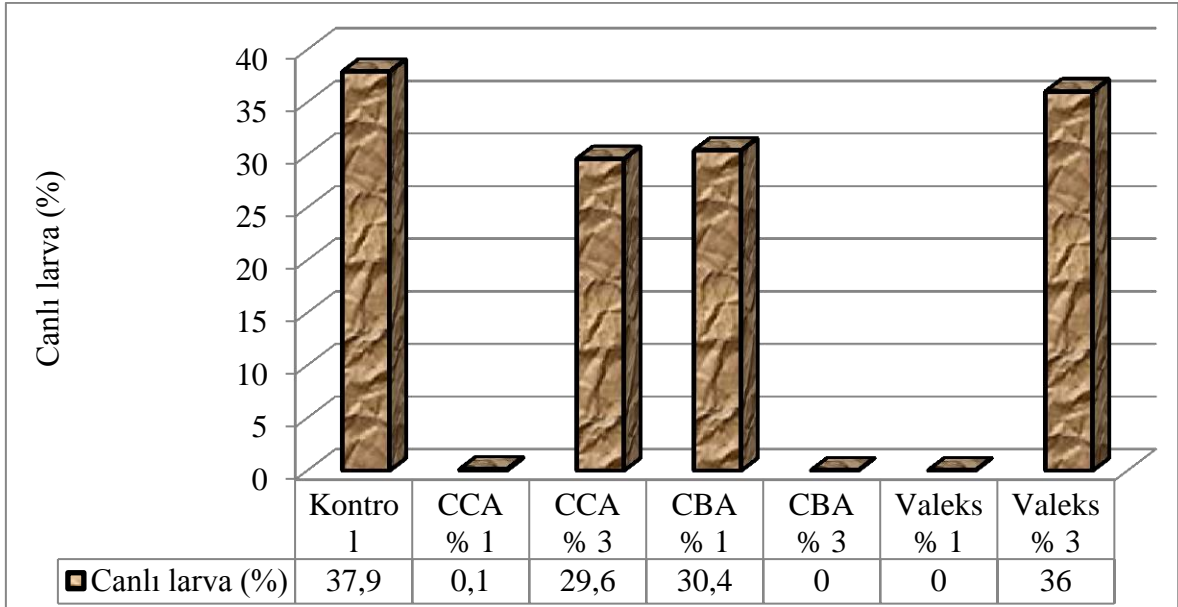
Emprenyeli sarıçam diri odununa uygulanan böcek testlerine ait başarım değerleri EN 47 *Hylotrpues bajulus* böceği için şekil 24'te, EN 117 *Reticulitermes lucifugus* böceği için şekil 25 ve şekil 26'da verilmiştir.



Şekil 24. Emprenyeli sarıçam diri odununda *Hylotrupes bajulus* böceğine ait hayatta kalan larva yüzdesi



Şekil 25. Emprenyeli sarıçam diri odununda *Reticulitermes lucifugus* böceğine ait atak ortalaması



Şekil 26. Emprenyeli sarıçam diri odununda *Reticulitermes lucifugus* böceğine ait hayatta kalan larva yüzdesi

Şekil 24'teki verilere göre, kontrol grubunda % 70'in üstünde larva hayatta kaldığı için test EN 47 standardına Avrupa standartlarında geçen normlara uygun bulunmuştur. Deneysel sonuçta emprenyeli sarıçam odunlarının koruyuculuk etkinliğinde referans madde CCA üstün bir başarı göstermiştir. CCA'nın her iki konsantrasyonunda da tüm larvalar ölmüştür. En düşük koruyuculuk etkinliği ise valeksin %1 ve %3'lük konsantrasyonlarında elde edilmiştir. Fakat valeksin konsantrasyonu arttığında, larvaların konsantrasyon artışına bağlı olarak ölüm oranının da arttığı tespit edilmiştir. CBA'nın koruyuculuk etkinliği yeterli bulunmuş ve konsantrasyon arttıkça larva ölümlerinin de buna bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir.

Şekil 25 ve Şekil 26'daki verilere göre, emprenyeli sarıçam örneklerinde en yüksek atak ortalaması valeksin % 1 ve %3 konsantrasyonunun da elde edilmiştir. EN 117 standardına göre atak ortalaması yüksek olan test grubunun odun koruyuculuk değeri en düşüktür. Bu sebeple valeks emprenye maddesinin % 1 ve % 3 konsantrasyonunun EN 117 testine göre odun koruyucu etkisi olmadığı söylenebilir. Yapılan test; kontrol grubunun atak ortalaması bakımından geçerli sayılırken, kontrol grubunun canlı larva yüzdesi % 50'yi bulmadığı için Avrupa standardı normlarını tam olarak karşılayamamıştır. Referans madde olan CCA'nın EN 117 testine göre termitlere karşı odun koruyucu etkisi bulunduğu tespit edilmiştir. Fakat EN 117 testinde en yüksek koruyuculuk etkinliği özellikle % 3 konsantrasyonda CBA emprenye maddesi sağlamıştır. Diğer taraftan CCA'nın atak

ortalamasının 1 olmasına rağmen % 3 konsantrasyonda larvaların yaklaşık % 30'nun canlı kalması, çalışma açısından termit testlerinde CCA'nın odun koruyuculuk etkinliği memnun edici bulunmamıştır. % 1'lik valeks emprenye maddesiyle emprenye edilen sarıçam odun örneklerinin atak ortalamasının 3 olmasına yani yüksek derecede termit zararına maruz kalmasına rağmen tüm termitlerin yaşamını yitirmesi oldukça umut verici olmakla birlikte şaşırtıcı bir sonuç olmuştur. % 3 valeks konsantrasyonunda ise çok düşük bir koruma performansı sergilenmiştir. Bu sonuç; artan valeks konsantrasyonunun, koruyucu etkinliğini artırmaktan çok sanki bir besin kaynağı gibi algılandığını düşündürmektedir. Ancak bu yorum Şen (2001)'in benzeri çalışmasında varmış olduğu sonuçlarla çelişmektedir.

Şen'in (2001) yapmış olduğu çalışmada, çeşitli doğal koruyucu emprenye maddeleriyle emprenye ettiği sarıçam odununun performansını CCA ile mukayese etmiştir. Çalışmada valeks ile emprenye edilen sarıçam test örneklerinde % 1 ve % 3 konsantrasyonlarında yaklaşık % 30'luk larva canlılık oranı tespit etmiş ve konsantrasyon arttıkça larva canlılık oranı düşmüştür. Valeksin % 10 konsantrasyonunda % 8'lik bir larva canlılık oranı olduğu belirtilmiştir. Tez çalışmasında valeksin %1 ve %3 konsantrasyonlarında Şen (2001) ile paralel sonuçlar elde edilmiştir. Şen'in yapmış olduğu çalışma valeksin % 5 ve üstü konsantrasyonlarda böcek zararına karşı yüksek odun koruyuculuk etkisi gösterdiğini doğrular niteliktedir (Şen,2001). Bu durumda % 3 konsantrasyonda emprenye edilen örneklerin homojenliğini emprenye koşullarını veya böcek deneyi şartlarını sorgulamak gerekebilir. Daha rafine ve daha net sonuçlara gitmek yerinde olabilir.

Literatürde, *Formasan termites* türlerine karşı ağaçların öz odunundan alınan örneklerin dirençleri CCA ile emprente edilmiş odunlarla karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır. Çalışma öz odunu ekstraktiflerinin yüksek termit ölümlerine sebep olduğunu, diğer koruyucularla karşılaştırıldığında doğal koruyucu maddelerin oldukça olumlu sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur (Grace ve ark., 1994). Grace ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmanın sonucu, tez çalışmasıyla hemen hemen paralellik göstermektedir. Fakat doğal koruyucu madde olan valeks öz odunda performans gösterirken diri odunda beklenenden daha az odun koruyucu etkinliği göstermiştir (Grace ve ark, 1994).

Hutchins (1997) yapmış olduğu çalışmada tung ağacından elde edilen ekstraktiflerin *Reticulitermes flavipes*'e karşı göstermiş olduğu odun koruyuculuk performansı test etmiş ve 48 saat içinde toplu termit ölümlerinin gerçekleştiğini rapor etmiştir (Hutchins, 1997).

Schalbert ve ark. (1998) yapmış oldukları çalışmada, tanenlerin doğal koruyucu etmenler olarak çoğu bitki dokularında bulunduğunu fakat zehirliliklerinin düşük olmasının odun korumada kullanılmalarına mani olduğunu belirtmektedir (Schalbert ve ark., 1998)

Haslberger ve Fengel (1991) tarafından yapılan çalışmada odun ekstraktifleriyle emprenye edilen çam ve kayın odunlarının *Hylotrupes bajulus* böceğine karşı koruyuculuk etkinliğini araştırılmıştır. Tanenler larvaların gelişimini ancak yüksek konsantrasyonda engellemiştir.

Tondi (2012) yapmış olduğu çalışmada, 1,5 x 2,5 x 5 cm boyutlarındaki sarıçam odunu örneklerini 100 gr mimoza taneni % 1,25'lik borik asit çözeltisiyle karıştırarak emprenye etmiştir. Kontrol grubuyla birlikte tanen-borik asit çözeltisini *Hylotrupes bajulus* böceğinin zararına maruz bırakmıştır. 3 ay sonra sarıçam kontrol grubu örneklerinde % 70'in üstünde larva canlılığını korurken, tanen-borik asit çözeltisiyle emprenye edilmiş odun örneklerinde larva faaliyeti görülmediği bildirilmiştir. Bu durum odundan veya bitkisel ekstraktiflerden elde edilen tanenin farklı maddelerle kombinasyonu sonucunda odun koruma maddesi olarak kullanılabilceğini göstermiştir.

5. SONUÇLAR

CCA, CBA ve valeks ile emprenye edildikten sonra çeşitli fiziksel, mekanik ve biyolojik testlere tabi tutulan sarıçam diri ve öz odunu test ve kontrol örneklerinin mukayeseli sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

5.1. Fiziksel Özelliklere Ait Sonuçlar

5.1.1. Özgül Ağırlık Değerlerine İlişkin Sonuçlar

Elde edilen sonuçlara göre; diri odunda kontrol örneklerine kıyasla tüm emprenye maddelerinde bir miktar ağırlık artışı gözlemlenmiştir. Öz odunda ise kontrol örneklerine kıyasla CBA ve valeks emprenye maddelerinde bir miktar azalış, CCA emprenye maddesinde ise bir miktar artış olduğu gözlemlenmiştir. % 1'lik CCA emprenye maddesiyle emprenye edilen sarıçam diri odun test örneklerinde kontrol örneklerine göre % 7,89'luk bir artış, %3'lük CCA emprenye maddesiyle emprenye edilen örneklerde ise % 10,52'lik bir artış kaydedilmiştir. %1'lik ve %3'lük CCA ile emprenye edilen sarıçam öz odun örneklerinde ise kontrol örneklerine oranla % 5'lik bir artış kaydedilmiştir. %1'lik ve %3'lük CBA emprenye maddesiyle emprenye edilen sarıçam diri odun örneklerinde kontrol örneklerine oranla % 2.63 artış olmuştur. %1'lik CBA ile emprenye edilen öz odun örneklerinde kontrol grubuna oranla %2,5'lik %3'lük CBA ile emprenye edilen öz odun örneklerinde ise %5'lik bir azalma kaydedilmiştir. %1 valeks ile emprenye edilen sarıçam diri odun örneklerinde kontrol grubuna oranla % 2,63'lük, %3 valeks ile emprenye edilen diri odun örneklerinde ise % 7,89'luk bir artış meydana gelmiştir. %1'lik ve %3'lük valeks ile emprenye edilen öz odun örneklerinde kontrol grubuna oranla % 5 azalma kaydedilmiştir(Şekil 22). CBA ve valeks emprenye maddeleriyle emprenye edilen sarıçam öz odunundaki özgül ağırlık değerlerindeki azalmanın, öz odun içinde bulunan ekstraktif maddelerin uçucu hale gelerek odunu terketmesine bağlı olduğu düşünülmektedir.

5.2. Mekanik Özelliklere Ait Sonuçlar

5.2.1. Liflere Paralel Basınç Direnci Testine Ait Sonuçlar

Diri odunda en yüksek liflere basınç direnci CCA'nın % 3 konsantrasyonunda elde edilmiştir. Diri odundaki en düşük liflere paralel basınç direnci %1 lik valeks çözeltisinde elde edilmiştir. Öz odunda ise; en yüksek LPBD değeri CCA ve valeksin % 3'lük konsantrasyonlarında elde edilmiştir. En düşük LPBD değeri, % 1 lik valeks çözeltisinde elde edilmiştir. % 1'lik valeks çözeltisinin hem diri hem de öz odununda en düşük LPBD değeri vermesi dikkat çekici bulunmuştur. Kontrol grubu ile kıyaslandığında ise yine valeks çözeltisi hariç tutulmak kaydıyla test örneklerindeki oranla hem diri he de öz odunundan daha iyi bir LPBD performansı elde edilmiştir. %1'lik CCA ile empenye edilen diri odun test örneklerinin liflere paralel basınç direnci (LPBD) değerlerinde kontrol grubuna oranla % 32,5'lik bir artış, %3'lük CCA ile empenye edilen örneklerde %40,5'lik bir artış elde edilmiştir. %1'lik CCA ile empenye edilen öz odun örneklerinde kontrol grubuna oranla % 10,33'lük, %3 CCA ile empenye edilen örneklerde ise % 37,12'lik bir LPBD artışı elde edilmiştir. %1'lik CBA ile empenye edilen diri odun örneklerinde % 12,64'lük bir artış, %3'lük CBA ile empenye edilen örneklerde % 36,72'lik bir LPBD artışı bulunmuştur. %1'lik valeks ile empenye edilen diri odun örneklerinin LPBD değerinde kontrole oranla % 18,83'lük, %3 valeks ile empenye edilen örneklerde ise kontrole oranla % 10,43'lük bir azalış bulunmuştur. %1'lik valeks ile empenye edilen öz odunda ise kontrole oranla % 2,49'lük, %3 valeks ile empenye edilen örneklerde ise % 37,15'lik bir artış meydana gelmiştir. Valeks ile empenye edilen özellikle diri odun örneklerindeki azalan LPBD değeri dikkat çekici bulunmuştur.

5.3. Biyolojik Özelliklere Ait Sonuçlar

5.3.1. Mantar Çürüklük Testine Ait Sonuçlar

Diri odunda en yüksek ağırlık kaybı değeri % 44,7 ile % 1'lik valeks empenye maddesiyle empenye edilen sarıçam diri odununda elde edilmiştir ve kontrol grubuna oranla büyük bir ağırlık kaybı yaşanmıştır. Buna rağmen % 3'lük valeks ile empenye edilen sarıçam diri odunu örneklerinde meydana gelmiştir. Bu durumda valeksin daha yüksek konsantrasyonlarda uygulanması daha iyi bir koruyucu etki sağlanabileceğini

düşündürmektedir. MÇT testi ile *Coniophora puteana* esmer çürüklük mantarının zararına maruz bırakılan sarıçam diri odununda % 0,12'lik ağırlık kaybıyla %3'lük CCA ve %3'lük CBA emprenyesi göstermiştir. MÇT testi sonunda sarıçam diri odununun kontrol gruplarında ortalama % 21,44'lük bir ağırlık kaybı olduğu tespit edilmiştir. Emprenyeli sarıçam öz odun örneklerinde en yüksek ağırlık kaybı % 7,17 ile valeksin % 3'lük konsantrasyonunda elde edilmiştir. Öz odunda valeksin %1 ve % 3 konsantrasyonları haricinde çok büyük ağırlık kaybı olmamıştır. Bunun nedeni öz odunun yüksek miktarlarda koruyucu ekstraktif bileşikler içermesidir

5.3.2. Böcek Deneylerine Ait Sonuçlar

5.3.2.1. *Hylotrupes bajulus* Böceği (EN 47) Deneyine Ait Sonuçlar

Kontrol grubunda % 70'in üstünde larva hayatta kaldığı için test EN 47 standardına göre geçerli sayılmıştır. Deney sonucunda referans madde olan CCA üstün bir başarı göstermiştir. CCA'nın her iki konsantrasyonunda da tüm larvalar ölmüştür. En düşük koruyuculuk etkinlik ise valeksin %1 ve %3'lük konsantrasyonlarından elde edilmiştir. Fakat valeksin konsantrasyonu arttığında, larvaların konsantrasyon artışına bağlı olarak ölüm oranının da arttığı tespit edilmiştir. CBA'nın koruyuculuk etkinliği yeterli bulunmuş ve konsantrasyon arttıkça larva ölümlerinin de buna bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir. Valeksin düşük performans sergilemesi, bitkisel koruyuculara empreye maddelerinin karıştırılarak verilmesi gibi bir alternatifini akla getirmektedir.

5.3.2.2. *Reticulitermes lucifugus* (EN 117) Deneyine Ait Sonuçlar

Emprenyeli sarıçam örneklerinde en yüksek atak ortalaması valeksin % 1 ve %3 konsantrasyonun da elde edilmiştir. EN 117 standardına göre atak ortalaması yüksek olan test grubunun odun koruyuculuk değeri en düşüktür. Bu sebeple valeks emprenye maddesinin % 1 ve % 3 konsantrasyonun EN 117 testine göre odun koruyucu etkisi olmadığı belirlenmiştir. Yapılan test kontrol grubunun atak ortalaması bakımından geçerli sayılırken, kontrol grubunun canlı larva yüzdesi % 50'yi bulmadığı için Avrupa standardı normlarını tam olarak karşılayamamıştır. Referans madde olan CCA'nın EN 117 testine göre termitlere karşı odun koruyucu etkisinin bulunduğu tespit edilmiştir. Fakat EN 117

testinde en yüksek koruyuculuk etkinliğini CBA'nın %3 konsantrasyonu sağlamıştır. Bu bilgiler göre CCA emprenye maddesinin MÇT bakımından CBA ya göre üstün olduğu fakat EN 117 termit testine göre CBA'dan daha az koruyuculuk etkinliği gösterdiği görülmüştür. Diğer taraftan CCA'nın atak ortalamasının 1 olmasına rağmen % 3 konsantrasyonda larvaların yaklaşık % 30'nun canlı kalması, termit testlerinde CCA'nın odun koruyuculuk etkinliğinin beklentileri karşılamadığı kanısına varılmıştır. % 1'lik valeks emprenye maddesiyle emprenye edilen sarıçam odun örneklerinin atak ortalamasının 3 olmasına yani yüksek derecede termit zararına maruz kalmasına rağmen tüm termitlerin yaşamını yitirmesi oldukça umut verici olmasına rağmen bir o kadar da şaşırtıcı bir sonuç olmuştur. % 3 valeks konsantrasyonunda ise çok düşük bir koruma performansı sergilenmiştir.

6. ÖNERİLER

Bu çalışmada Türkiye’de doğal olarak yetişen ve orman ürünleri sanayinde yoğun olarak tüketilen Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ağaç türüne ait diri ve öz odun örnekleri emprenye işlemine tabi tutulmuştur. Emprenye işleminden sonra meydana gelen değişiklikler bazı fiziksel, mekanik ve biyolojik test yöntemleriyle belirlenmeye çalışılmıştır. Örneklerin test sonrası odun koruyuculuk etkinlikleri araştırılmış ve bu bağlamda bir veri tabanı oluşturulması hedeflenmiştir. Bu veri tabanında yer alan bilgilerin diğer çalışmalar için bir kaynak olması ümit edilmektedir.

Sürekli gelişen dünyada, gelişime bağlı olarak oluşan kirliliğin günümüzde önlenemez boyutlara geldiği görülmektedir. Giderek artan petrol fiyatlarıyla birlikte kanserojen etkisi olan petrol ürünlerinin kullanımının sınırlandırılarak temiz enerji ve temiz kaynaklara yönelmeye başlanması, orman ürünleri sektörünün tekrardan canlanmasını sağlamıştır. Bu amaçla yeni nesil ve çevreye duyarlı emprenye maddelerinin bu vizyona göre üretiminin sağlanmasıyla ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada referans madde olarak kullanılan CCA’nın her ne kadar fiziksel, mekanik ve biyolojik testlerde odun koruyucu etkinliği üst düzey olsa da hedef olmayan canlılara karşı duyarlılığı bir o kadar düşüktür. CCA’nın bu zaafiyeti kısmen CBA ile giderilmeye çalışılsa da daha doğal ve bitkisel kökenli koruyuculara yönelim zorunluluk haline gelmiştir. Bitkisel esaslı veya öz odundan elde edilen ekstraktif maddelerin ileri de odun koruma endüstrisinin bir kolu olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada kullanılan palamut ekstraktı (Valeks) bitkisel esaslı koruyuculara iyi bir örnek teşkil etmektedir. Valeksin odun koruma maddesi olarak tek başına koruyuculuk etkinliği vermesi istendiğinde, yüksek konsantrasyonlarda kullanılması tavsiye edilmektedir. Ayrıca valeksin diğer emprenye maddelerine oranla fiksasyonunun düşük olması, daha iyi emprenye şartlarının sağlanması gerektiğini göstermektedir. Liflere paralel basınç direncinin önemli olduğu kullanım alanlarında valeksin tek başına odun koruyucu madde olarak kullanıldığı odun örnekleri tercih edilmemelidir. Diğer çalışmalardan elde edilen bilgilere göre bitkisel esaslı odun koruyucu maddelerin, koruyuculuk etkinliğini artırmak ve mekaniksel bazı özelliklerini iyileştirmek için emprenye maddeleriyle kombine olarak kullanılması tavsiye edilmektedir.

Valeksin etkin madde olması dışında diğer emprenye maddeleriyle birlikte kullanımının daha uygun olacağı düşünülmektedir. Bunun yanında valeksin farklı ekstraksiyon metodlarıyla birlikte kullanılması da valeksin koruyuculuk etkinliğine katkıda bulunabilir. Diğer taraftan iğne yapraklı ağaç türleriyle test edilen valeksin, orman ürünleri sanayinde tercih edilen yapraklı ağaç türleriyle de etkileşimlerine bakılmasında fayda olabilir. Ağaç malzeme çeşitli kullanım yerlerinde, her türlü biyotik, abiyotik ve dış hava koşulları gibi ağaç malzemeye zarar verebilecek etmenlere karşı ekonomik yoldan en uygun yöntemlerle korunarak uzun bir dayanıma kavuşturulmalıdır. Bunu sağlamanın en iyi alternatifi de kullanım yeri koşullarına göre ağaç malzemeyi emprenye etmektir. Bu sebeple bitkisel koruyucuların ekonomikliği ile kimyasal emprenye maddelerinin başarılı koruma performanslarının birleştirilerek bir sinerji sağlanması önemli bir alternatif olarak düşünülmelidir.

Bitkisel koruyucuların dışında şu anda da odun koruma sektöründe kullanımı olan tarım biyosidlerinin kullanımı da doğal bir koruma maddesi için büyük önem taşımaktadır. Hatta bitkisel esaslı koruyucular ile biyosidlerin birlikte kullanımı ilk yapılacak kombinasyonlar arasında bulundurulmalıdır.

Çalışma kapsamında her emprenye maddesi için 2 konsantrasyon (%1 ve %3) uygulanmıştır. Emprenye konsantrasyonlarının artmasıyla özellikle biyolojik testlerde büyük bir avantaj sağlandığı görülmüştür. Bu sebeple odunun biyolojik faktörlerle bozunumu söz konusu olduğu durumlarda özellikle çürüme ya da tahribat riskinin yüksek olduğu yerlerde emprenye maddesinin yüksek konsantrasyonlarda kullanılması tahribatı önlemek açısından büyük önem taşımaktadır. Daha kapsamlı araştırmalar özellikle bitkisel koruyucuların performansını daha iyi ortaya koymak bakımından % 10'a kadar ki konsantrasyonlarda denemeler yapmak faydalı olacaktır. Plastikler, metalller, PVC gibi doğal döngüye karışması zor olan malzemelerin kullanımının azaltmak için bitkisel koruyucu emprenye maddeleriyle emprenye edilmiş doğal ve sürdürülebilir malzemelerin kullanımı teşvik edilmelidir. Bunun için yeni yasa ve yönetmelikler oluşturulmalı ve tüketici bilincini arttırmaya yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Adamopoulos 2012. Resistance of *Pinus leucodermis* heartwood and sapwood against the brown-rot fungus *Coniophora puteana*, Technological Educational Institute of Karditsa, Department of Wood and Furniture Technology-Design, 43100, Karditsa, Greece. Registered Number: 1072954
- Anonim, 1995. DPT, VII. 5 Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Orman Ürünleri Sanayi, Yayın No: DPT: 2376- ÖİK 445 Ankara.
- Anonim, 1999. Wood Hanbook, Wood as an Engineering Material. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory 463 p. Madison, WI: U.S.
- Anşin, R. ve Özkan Z.C., (1993). Tohumlu Bitkiler Odunsu Taksonlar, KTÜ Orman Fakültesi,167, 19, Trabzon.
- Anşin, R., 1987. Orman Fitopatolojisi, Orman Ağaçlarında Görülen Parazit ve Saprofit Mantarlar, Kayı Yayıncılık, İstanbul.
- Asımgil, A 2009. Şifalı Bitkiler, İstanbul, ISBN: 975-362-085-3.
- ASTM 1993. Standard Spesification for Chromated Copper Arsenate, Annual Book of ASTM Standards D 1625-71.
- Awoyemi, L. ve Westmark, U., 2005. Effects of Borate Concentration for Alleviating Strenght Loss During Heat Treatment of Wood Wood Sci Technol 39, 484-491.
- ASTM-D 1413 2007. Standard Test Method for Wood Preservatives by Laboratory Soil Block Cultures.
- AWPA 1992. Standard for Water-Borne Preservatives.
- AWPA A12-12, 2012. Wood Densities for Preservative Retention Calculations
- Baytop, T., 1999. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi, ISBN: 975-420-021-1, İstanbul.
- Berkel, A., 1972. Ağaç Malzeme Teknolojisi II. Cilt, Ağaç Malzemenin Korunması ve Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi,1745, 183, İstanbul.
- Bal, B.C., 2006. Amonyaklı Bakur Quat (ACQ) Emprenye Tuzu ile Emprenye Edilen Sarıçam Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, K.Maraş.

- Batu, F., 1978. Varyans Analizi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 12-234-325.
- Bozkurt, Y. ve Göker, Y., 1981. Orman Ürünlerinden Faydalanma, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Göker, Y. ve Erdin, N., 1993. Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi 3779, 425, ISBN : 975- 404-327-2, İstanbul.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N., 1997. Ağaç teknolojisi Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi, 3998/445 İstanbul.
- Bozkurt, Y., Odun Anatomisi, İ.Ü. Orman Fakültesi, 3652, 415 ISBN : 975-404-230-6. İstanbul.
- British Standards Institution 1974. BS4072 Specification for Wood Preservation by Means of Water- Borne Copper/ Chrome/ Arsenic Compositions. BSI, March 1974.
- Can, A., 2011. Endüstriyel Ölçekli Isıl İşlem ve Borlu Bileşiklerle Emprenyenin Odunun Bazı Fiziksel, Mekanik ve Biyolojik Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Dizman, E., 2005. Kimyasal Modifikasyonun, Kızılağaç ve Ladin Yongalevhalarında Fiziksel, Mekanik ve Biyolojik Özelliklere Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Efe, H. ve Kasal, A., 2007. Çeşitli Masif ve Kompozit Ağaç Malzemelerin Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi, Politeknik Dergisi, 10, 3, 303-311.
- EN 47, 2005. Wood preservatives - Determination of the toxic values against larvae of *Hylotrupes bajulus* (Linnaeus) - (Laboratory method).
- EN 113, 1996. Wood Preservatives-Determination of Toxic Values of Wood Preservatives Against Wood Destroying Basidiomycetes Cultured on Agar Medium. European Committee for Standardisation (CEN), Brussels, Belgium.
- EN 117, 2012. Wood preservatives-Determination of toxic values against *Reticulitermes* species (European termites) (Laboratory method).
- Ergut, A., 2011. Bazı İğne Yapraklı Ağaçlara Ait Kozalak Ekstraktiflerinin Odunda Emprenye Maddesi Olarak Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Gao, Y. ve Brevil, C., 1995. Wood Extractives as Carbon Sources for Stainig Fungi in the Sapwood of Lodgepole Pine and Trembling Aspen, 26 th Annual Meeting. IRG-WP-95-10098.
- Gezer, E.D., 2003. Kullanım Süresini Tamamlamış Emprenyeli Ağaç Malzemelerin Yeniden Değerlendirilmesi Olanaklarının Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Gültekin, S., Deniz, İ. ve Hakimoğlu, İ. 2006. Meşe Palamudundan Sepi Maddesi Üretimi ve Karşılaşılan Sorunlar 1.Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, KTÜ Orman Fakültesi, Trabzon, 806-811.
- Hafizoğlu, H., 1983. Odun Ekstraktifleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, 6-2-340-365, Trabzon.
- Haslberger, H. ve Fengel, D., 1991. Larvae Development of the House Longhorn Beetle in Pinewood Treated with Different Beechwood Extracts, Holz als Roh-und Werkstoff, 49, 229-234.
- Haslberger, H. ve Fengel, D., 1991. Larvae Development of the House Longhorn Beetle in Pinewood Treated with Different Beechwood Extracts, Holz als Roh-und Werkstoff, 49, 333-339.
- Haslberger, H. ve Fengel, D., 1991. Larvae Development of the House Longhorn Beetle in Pinewood Treated with Different Beechwood Extracts, Holz als Roh-und Werkstoff, 49, 141-146.
- Hutchins, R.A., 1997. Evulation of the Natural Antitermic Properties of Aleurites Fordi (Tung Tree) Extracts, Journal of the Mississippi Academy of Science, 42/3 165-172.
- Kalıpsız, A.K., 1976. Bilimsel Araştırma. İÜ. Orman Fakültesi, 216, İstanbul.
- Kaygın, A., 2007. Endüstriyel Odun Zararlıları, Ankara, S.244, ISBN: 9789944770842.
- Köksal, B. A., 1995. İstatistik Analiz Metodları, ISBN : 975-436-016-2, İstanbul.
- Lebow, S., 1996. Leaching of Wood Preservative Components and Their Mobility in the Enviroment Summary of Pertinent, U.S. Department of Agricultere, Forest Service , Forest Products Laboratory 36p. Madison.
- Ntalos, G., 2005. Dimensional Stability and Decay Resistance Against Coniophora puteana of Scots Pine Sapwood due to Reaction with Propionic Anhydride, Technological Educational Institute of Karditsa, Department of Wood and Furniture Technology-Design, 43100, Karditsa, Greece.
- Ormancılık Araştırma Enstitüsü 1994. Sarıçam, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 67, 7, 285, Ankara.
- Örs, Y., 1996. Odunun Mekanik Özellikleri Basılmış Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi, Trabzon.
- Örs, Y. ve Keskin, H., 2008. Ağaç Malzeme İşleme Teknolojisi, Ankara, S.199, ISBN : 9786055804008.

- Örs, Y., Atar, M., Peker, H., 1999. Bazı Emprenye Maddelerinin Sarıçam ve Doğu Kayını Odunlarının Yoğunluklarına Etkileri, *Türk Tarım Ormancılık Dergisi* 23,5 1169-1179.
- Özen, R., Özçifçi, A. ve Uysal, B., 2001. Emprenyeli Sarıçam Odunundan Üretilen Lamine Ağaç Malzemelerin Yanma Özellikleri.
- Özçifçi, A. ve Batan F., 2010. Atık Bor Yağının Ağaç Malzemenin Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi, *Kastamonu Üniv OF Dergisi* S. 102-110.
- Pierre- Yves C., 1993. Guidelines and Standards Division, Environment Canada, Ottawa, Ontario, Canada.
- Palanti, S. ve Feci, E., 2013. A Wood Preservative Based on Commercial Silica Nanodispersions and Boric Acid against Fungal Decay through Laboratory and Field Tests, *Open Journal of Forestry*, 3, 2, 57-61.
- Palanti, S., Feci, E., Predieri, G. ve Vignali, G., 2011. Copper Complex Grafted to Amino Functionolized Silica Gel as Wood Preservatives Against Fungal Decay: Mini Blocks and Standard Test, *Maderas. Ciencia Tecnologia* 12(3): 259-266. DOI 10.4067/S0718-221X2010000300010.
- Pehlivan, S., 2009. Sarıçam (*Pinus sylvestris*) Ağaç Hacim Tablolarının Düzenlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Rowell, R.M., 2005 *Handbook of Wood Chem. And Wood Composites*, Taylor and Francis, Boca Raton FL, 487pp.
- Schmidt, O., 2006. *Wood and Tree Fungi*. KTÜ Faik Ahmet Barutçu Kütüphanesi, Trabzon.
- Sivrikaya, H., Tümen, İ. ve Çetin, H., 2008. Deniz Zararlılarına Maruz Kalmış Yapraklı Odunların Fiziksel ve Kimyasal Yönden İncelenmesi, Proje No : 1070647, Bartın.
- Smith, A.L., Campbell, C.L., Walker, D. B. ve Hannover, JW. 1989. Extracts from Black Locust as Wood Preservatives: Extraction of Decay Resistance from Black Locust heartwood, *Holzforshung*, 43;5, 293-296.
- Şen, S. ve Hafizoğlu, H., 2001. Ahşap Korumada Kullanılan Bazı Kimyasalların Çevreye Etkileri , *Ulusal Sanayi Çevre Sempozyumu*, Nisan, Bildiriler Kitabı : 753-759.
- Şen, S. ve Hafizoğlu, H. ve Dığrak, M., 2002 . Bazı Bitkisel Ekstraktların Fungisit Olarak Odun Koruyucu Etkilerinin Araştırılması, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 51/51.99-110.
- Şen, S., 2001. Bitki Fenollerinin Odun Koruyucu Etkinliklerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

- Tondi, G., 2012. Wood Preservation Properties of Tanninboron Formulations Against Insects, Mid Term Project CNR Ivalsa, University of Salzburg.
- TSE 344 1981. Ahşap Koruma Genel Kuralları TSE, Ankara.
- TS 788 1969. Ahşap Emprenye Maddeleri TSE, Ankara.
- TS 345 1998. Ahşap Emprenye Maddeleri Etkilerini Muayene Metotları.
- TS 1016 1975. Palamut ve Palamut Tırnakları.
- TS 2472 1979. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Hacim Yoğunluk Değerinin Tayini.
- TS 5564 EN 47 1996. Ahşap Koruyucular Emprenye Maddelerinin Ev Teke Böceği Larvalarına Karşı Zehirlilik Değerlerinin Tayini (Laboratuvar Metodu).
- TS 5563 EN 113 1996. Ahşap Koruyucular- Agar Ortamında Odunu Tahrip Eden Basidiomisetlere Karşı Zehirlilik Değerlerinin Tayini (Laboratuvar Metodu).
- URL1,http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blue_stain_on_pinus_sylvestris.jpg 8 Temmuz 2013.
- URL 2, [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hylotrupes_bajulus_\(huisbokter\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hylotrupes_bajulus_(huisbokter).jpg) 12 Temmuz 2013.
- Var, A. A., 2000. Emprenye Edilmiş Yongalardan Üretilen Yongalevhaların Bazı Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Trabzon.
- Vintila,E., 1967. Increasing the Natural Durability of Wood by Impregnation with Natural Tannins, Indust. Lemn, 18,7, 256-261.
- Yaltırık, F. ve Efe, A., 1994. Dendroloji ders kitabı, Gymnospermea- Angiospermea, İÜ. 3836, 431, ISBN: 975-404-363-9, İstanbul.
- Yaşar, B., Karaca, İ., Özgökçe, M.,S., Durmuşoğlu, E., Kazak, C. ve Gözel, U., 2011. Entomoloji, Anadolu Üniversitesi Yayınları, 2355.
- Yıldız, Ü., C., 2005. Odun Koruma Basılmamış Ders Notları KTÜ Orman Endüstri Müh. Bölümü, Trabzon.
- Yıldız, S. ve Yıldız, Ü.,C., 2010. Mikoloji Laboratuvar Teknikleri Yüksek Lisans Basılmamış Ders Notları KTÜ Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

ÖZGEÇMİŞ

08.08.1989 yılında Konya’da doğdu. İlköğretimini Özel Adana Kolejinde tamamladı. 2004 yılında Özel Adana Gündoğdu Fen Lisesi’nde lise eğitimine başladı. 2004 ve 2005 yıllarında Özel Adana Gündoğdu Fen Lisesinin düzenlemiş olduğu bilim sergisinde katıldığı iki projeye başarı ve katılım belgesi aldı. Aynı yıllar içinde Akdeniz Üniversitesi’nin düzenlemiş olduğu Akdeniz Matematik Olimpiyatları’nda Özel Gündoğdu Fen Lisesi’ni temsil etti. 2006 yılında TÜBİTAK’ın düzenlemiş olduğu Ulusal Biyoloji Olimpiyatlarında Özel Gündoğdu Fen Lisesi’ni temsil etti. 2007 yılında lise öğrenimini tamamladı. Aynı yıl içinde Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü’ne kayıt yaptırdı. 2011 yılında bölümünden Orman Endüstri Mühendisi unvanıyla mezun oldu. Aynı yıl içinde Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2012 yılında Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Nanoteknoloji ve İleri Malzemeler Anabilim Dalında ikinci yüksek lisans eğitimine başladı. Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi’nde bilimsel çalışmalarını sürdürmekte olup iyi derecede İngilizce ve temel derecede Fransızca bilmektedir.