



**T.C.  
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TİCARETTE ÖNEMLİ BAZI ODUN VE KABUK EKSTRAKTLARININ  
İÇ MEKÂN AHŞAP MALZEMEDE ZARAR YAPAN MANTAR VE  
BÖCEKLERE KARŞI ODUN KORUYUCU ETKİLERİNİN  
BELİRLENMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**MESUT YALÇIN**

**ARALIK 2012**

**DÜZCE**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Mesut YALÇIN tarafından hazırlanan Ticarete Önemli Bazı Odun ve Kabuk Ekstraktlarının İç Mekân Ahşap Malzemede Zarar Yapan Mantar ve Böceklerle Karşı Odun Koruyucu Etkilerinin Belirlenmesi isimli Doktora tez çalışması, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 26/11/2012 tarih ve 2012/430 sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Üye  
(Tez Danışmanı)  
Doç. Dr. Cihat TAŞÇIOĞLU  
Düzce Üniversitesi

Üye  
(Eş Danışman)  
Doç. Dr. Selim ŞEN  
Gümüşhane Üniversitesi

Üye  
Doç. Dr. Yalçın ÇÖPÜR  
Düzce Üniversitesi

Üye  
Doç. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA  
Bartın Üniversitesi

Üye  
Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir ALLI  
Düzce Üniversitesi

Tezin Savunulduğu Tarih: 14/12/2012

### ONAY

Bu tez ile Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Mesut YALÇIN'ın Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora derecesini almasını onamıştır.

Doç. Dr. Haldun MÜDERRİSOĞLU  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## **BEYAN**

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

14/12/2012

Mesut YALÇIN

## TEŞEKKÜR

Doktora çalışmasına başladığım ilk andan itibaren, yapılan bu çalışmanın planlanması ve yürütülmesi sırasında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım sayın hocalarım Doç. Dr. Cihat TAŞÇIOĞLU ve Doç. Dr. Selim ŞEN'e teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Tez çalışması kapsamında yapılan termit deneylerindeki yardımlarından dolayı sayın Doç. Dr. Hüseyin Sivrikaya'ya teşekkür ederim.

Araştırma boyunca değerli tavsiyelerinden yararlandığım sayın Doç. Dr. Yalçın ÇÖPÜR'e ve sayın Yrd. Doç. Dr. Beşir YÜKSEL'e teşekkürlerimi sunarım.

Tezin istatistiki olarak yorumlanmasında yardımlarını esirgemeyen sayın Doç. Dr. Emrah ÇİÇEK ve Arş. Gör. Ali Kemal ÖZBAYRAM'a teşekkür ederim.

Ayrıca, tez çalışması boyunca laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Arş. Gör. Halil İbrahim ŞAHİN, Arş. Gör. Çağlar AKÇAY ve Arş. Gör. Ömer ÖZYÜREK'e teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak tüm yaşamım boyunca maddi ve manevi desteklerini gördüğüm tüm aile fertlerine sonsuz teşekkür ediyorum.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi 2012.02.HD.072 numaralı Doktora Hızlı Destek Projesi kapsamında desteklenmiştir.

**Aralık 2012**

**Mesut Yalçın**

## İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
EK LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	1
ABSTRACT.....	2
EXTENDED ABSTRACT.....	3
1. GİRİŞ.....	6
1.1. EMPRENYE ENDÜSTRİSİ VE GELİŞİMİ.....	9
1.1.1. Emprenye Maddeleri.....	9
1.1.1.1. Yağlı Emprenye Maddeleri.....	10
1.1.1.2. Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri.....	10
1.1.1.3. Suda Çözünen Emprenye Maddeleri.....	11
1.1.2. Geleneksel Emprenye Maddelerin Çevresel Tehditleri.....	12
1.1.3. Emprenye Metotları.....	12
1.1.3.1. Basınç Uygulanmayan Metotları.....	12
1.1.3.2. Basınç Uygulanan Metotlar.....	13
1.2. ÇALIŞMADA KULLANILAN AĞAÇ TÜRLERİNE AİT BİLGİLER	14
1.2.1. Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris L.</i> ).....	14
1.2.2. Doğu Kayını ( <i>Fagus orientalis L.</i> ).....	15
1.2.3. Titrek Kavak ( <i>Populus tremula L.</i> ).....	16
1.3. AHŞAP MALZEMENİN İÇ MEKÂNLARDA KULLANIMI.....	17
1.3.1. Ahşap Malzemedeki Zarar Yapan Mantarlar.....	18

1.3.1.1. <i>Esmere çürüklük mantarı</i> .....	19
1.3.1.2. <i>Beyaz çürüklük mantarı</i> .....	20
<b>1.3.2. Coleoptera Takımına Ait Odun Zararlısı Böcekler</b> .....	<b>20</b>
1.3.2.1. <i>Spondylis buprestoides (L.)</i> .....	21
<b>1.3.3. Isoptera (Termitler) Takımına Ait Odun Zararlısı Böcekler</b> .....	<b>22</b>
1.3.3.1. <i>Reticulitermes grassei (Clement)</i> .....	23
<b>1.4. BİTKİSEL EKSTRAKTLAR VE TANENLER</b> .....	<b>24</b>
<b>1.4.1. Tanenlerin Kimyası ve Sınıflandırılması</b> .....	<b>25</b>
1.4.1.1. <i>Hidrolize Tanenler</i> .....	25
1.4.1.2. <i>Kondanse tanenler</i> .....	26
<b>1.4.2. Çeşitli Bitki Kısımlarına Göre Tanen Miktarları</b> .....	<b>28</b>
1.4.2.1. <i>Kabuklar</i> .....	30
1.4.2.2. <i>Odunlar</i> .....	31
1.4.2.3. <i>Meyve, Tohum, Yaprak ve Kökler</i> .....	31
<b>1.4.3. Bitkisel ekstraktların (Tanenlerin) Elde Edilmesi</b> .....	<b>32</b>
<b>1.4.4. Tanenlerin Kullanım Alanları</b> .....	<b>33</b>
1.4.4.1. <i>Tanenlerin Deri Sepilenmesinde Kullanımı</i> .....	33
1.4.4.2. <i>Tanenlerin ilaç yapımında kullanımı</i> .....	34
1.4.4.3. <i>Tanenlerin tutkal yapımında kullanımı</i> .....	34
1.4.4.4. <i>Tanenlerin Diğer Kullanım Alanları</i> .....	35
<b>1.4.5. Çalışmada Kullanılan Ekstraktlar</b> .....	<b>35</b>
1.4.5.1. <i>Mimoza (Acacia mearnsii, A. mollissima, A. decurrens)</i> .....	35
1.4.5.2. <i>Kebrako (Schinopsis lorentzii, Schinopsis balansae)</i> .....	36
1.4.5.3. <i>Kızılçam (Pinus brutia) kabuğu Taneni</i> .....	38
<b>1.4.6. Bitkisel Ekstraktların ve Tanenlerin Antifungal, İnsektisit ve Antitermitik Özellikleri İle İlgili Literatür Özeti</b> .....	<b>38</b>
1.4.6.1. <i>Bitkisel Ekstraktların ve Tanenlerin Antifungal Özellikleri</i> .....	38
1.4.6.2. <i>Bitkisel Ekstraktların ve Tanenlerin İnsektisit Özellikleri</i> .....	42
1.4.6.3. <i>Bitkisel Ekstraktların ve Tanenlerin Antitermitik Özellikleri</i> .....	44
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>47</b>
<b>2.1. MATERYAL</b> .....	<b>47</b>
2.1.1. <b>Örnek Ağaçların Seçimi</b> .....	<b>47</b>
2.1.2. <b>Deney Örneklerinin Hazırlanması</b> .....	<b>47</b>
2.1.3. <b>Bitkisel Ekstraktların Temini</b> .....	<b>49</b>
2.1.4. <b>Mantar Kültürleri, Larvalar ve Termitler</b> .....	<b>50</b>

2.1.5. Emprenye Düzenekleri.....	51
2.1.6. Kimyasal Analizler .....	51
2.1.7. SEM (Scanning Electron Microscope) Görüntü Analizi.....	52
2.2. YÖNTEM.....	53
2.2.1. Odun Numunelerinin Emprenyesi.....	53
2.2.2. Retensiyon Miktarının Belirlenmesi .....	54
2.2.3. Mikolojik ve Entomolojik Deneyler .....	55
2.2.3.1. Mikolojik Deneyler.....	55
2.2.3.2. Entomolojik Deneyler .....	56
2.2.4. Kimyasal Analizler .....	59
2.2.4.1. HPLC Analizleri .....	59
2.2.4.2. GS-MS Analizleri .....	60
2.2.5. Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Analizi .....	60
2.2.6. İstatistiksel Yöntem .....	60
3. BULGULAR VE İRDELEME .....	61
3.1. KİMYASAL ANALİZLERE AİT BULGULAR VE İRDELEME.....	61
3.1.1. HPLC Analizleri .....	61
3.1.2. GS-MS Analizleri.....	65
3.2. MİKOLOJİK DENEYLERE AİT BULGULAR VE İRDELEME.....	66
3.2.1. Retensiyon Miktarı.....	66
3.2.2. Beyaz Çürüklük Mantarlarına Ait Ağırlık Kayıpları.....	67
3.2.2.1. <i>Trametes versicolor</i> .....	67
3.2.2.2. <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	75
3.2.3. Esmer Çürüklük Mantarlarına Ait Ağırlık Kayıpları.....	81
3.2.3.1. <i>Fomitopsis palustris</i> .....	81
3.2.3.2. <i>Gloeophyllum trabeum</i> .....	87
3.3. BÖCEK DENEYLERİNE AİT BULGULAR VE İRDELEME.....	100
3.3.1. <i>Spondylis buprestoides</i> Larvalarının Yaptığı Tahribatlar .....	100
3.3.1.1. Retensiyon Miktarı.....	100
3.3.1.2. Ağırlık Kayıpları.....	101
3.3.1.3. Görsel muayene .....	105
3.3.1.4. Larva Yeniği Sarıçam Odun Tozlarında Odun Bileşen Analizleri .....	111

3.3.2. <i>Reticulitermes grassei</i> Termit Türüne Ait Bulgular ve İrdeme .....	113
3.3.2.1. Retensiyon Miktarı.....	113
3.3.2.2. Ağırlık Kayıpları.....	114
3.3.2.3. Termit Ölüm Oranları.....	118
3.3.2.4. Tahribata uğramış odun örneklerinde görsel muayene.....	122
<b>4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>125</b>
4.1. KİMYASAL ANALİZLERE AİT SONUÇLAR.....	125
4.2. MİKOLOJİK DENEYLERE AİT SONUÇLAR.....	125
4.3. ENTOMOLOJİK TESTLERE AİT SONUÇLAR.....	127
4.3.1. <i>Spondylis buprestoides</i> Larvalarına Ait Sonuçlar .....	127
4.3.2. <i>Reticulitermes grassei</i> Termitine Ait Sonuçlar.....	128
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>131</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>148</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	



## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1.	Reticulitermes türlerinin Avrupa'daki yayılışı (Clement ve diğ. 2001)...23
Şekil 1.2.	<i>R. grassei</i> termitinin yaşam döngüsü.....24
Şekil 1.3.	Hidrolize olabilen tanenlerin yapıtaşları.....26
Şekil 1.4.	Flavan -3-ol ve flavan 3,4-diol kondanse tanenlerinin yapıtaşları.....27
Şekil 1.5.	<i>A. mearnsii</i> kabuklarından üretilen mimoza ekstraktı (Roux ve diğ. 1980, Roux 1992).....36
Şekil 1.6.	<i>S. lorentzii</i> odunundan elde edilen kebrako ekstraktı (Roux ve diğ. 1980, Roux 1992).....37
Şekil 2.1.	Mantar deney örnekleri.....48
Şekil 2.2.	Böcek deney örnekleri.....48
Şekil 2.3.	Termit deney örnekleri.....49
Şekil 2.4.	Emprenye düzenekleri.....51
Şekil 2.5.	GS-MS cihazı.....52
Şekil 2.6.	HPLC cihazı.....52
Şekil 2.7.	Taramalı elektron mikroskobu (SEM).....52
Şekil 2.8.	Test kaplarının hazırlanması ve termitlerin yerleştirilmesi.....58
Şekil 3.1.	HPLC analizinde standartların kromatogramı.....61
Şekil 3.2.	Mimoza ekstraktına ait kromotogram.....63
Şekil 3.3.	Kebrako ekstraktına ait kromotogram.....64
Şekil 3.4.	Pineks ekstraktına ait kromotogram.....64
Şekil 3.5.	<i>T. versicolor</i> mantar örneklerine ait görüntü.....74
Şekil 3.6.	<i>P. ostreatus</i> mantar örneklerine ait görüntü.....80
Şekil 3.7.	<i>F. palustris</i> mantar örneklerine ait görüntü.....86
Şekil 3.8.	<i>G. trabeum</i> mantar örneklerine ait görüntü.....92
Şekil 3.9.	<i>T. versicolor</i> misellerinin sarıçam odununa ait reçine kanallarına yayılışı.....93
Şekil 3.10.	<i>T. versicolor</i> misellerinin sarıçam odununa ait traheid hücrelerine yayılışı.....94
Şekil 3.11.	<i>T. versicolor</i> misellerinin kavak odununa ait trahe hücrelerine yayılışı...94

Şekil 3.12.	<i>T. versicolor</i> misellerinin kayın odununa ait trahe hücrelerine yayılışı. ..95
Şekil 3.13.	Beyaz ve esmer çürüklük mantarlarının kontrol örneklerinde yaptığı tahribatlar (Beyaz çürüklük, a: sarıçam, b: kayın, c: kavak; Esmer çürüklük: d: sarıçam, e: kayın, f: kavak). .....96
Şekil 3.14.	Pineks ekstraktının %12 konsantrasyon seviyesi ile muamele edilen kavak odun örneklerinde <i>T. versicolor</i> mantarının yaptığı tahribat (A) ve tahribata uğratılmamış emprenyesiz kavak odun örnekleri (B). .....97
Şekil 3.15.	Ekstraktların tanecik yapılarına ilişkin SEM görüntüleri (A: Kebrako ekstraktı, B: Mimoza ekstraktı, C: Pineks ekstraktı). .....98
Şekil 3.16.	<i>S. buprestoides</i> böceğinin larva, pupa ve ergin dönemleri. ....106
Şekil 3.17.	Pupa yastığı içerisinde ergin hale geçmiş böceğe ait görüntü. ....106
Şekil 3.18.	Kontrol örneklerindeki (solda) ve yüksek konsantrasyon seviyesinde emprenye edilmemiş örneklerde (sağda) talaş boyutları. ....107
Şekil 3.19.	Altıncı ayın sonunda sarıçam kontrol örneklerindeki larva tahribatı. ....108
Şekil 3.20.	Larva deneyi sonuçlarına ait görüntü. ....111
Şekil 3.21.	Termit deneyi sonuçlarına ait görüntü. ....124
Şekil 4.1.	Sarıçam odun örneklerinde mantar deneylerine ait sonuçlar .....126
Şekil 4.2.	Kayın odun örneklerinde mantar deneylerine ait sonuçlar. ....126
Şekil 4.3.	Kavak odun örneklerinde mantar deneylerine ait sonuçlar .....127
Şekil 4.4.	<i>S. buprestoides</i> böceği larvalarına ait ağırlık kaybı sonuçları. ....128
Şekil 4.5.	<i>R. grassei</i> termitine ait sonuçlar .....129

## ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1.1. Bitkilerin kısımlarına göre içerdikleri tanen miktarları (Huş 1969).....	29
Çizelge 2.1. Deneyleerde kullanılan ağaç türlerine ait özgül ağırlık değerleri.....	47
Çizelge 2.2. Ekstraktif maddelere ait Ph değerleri. ....	53
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan ağaç türlerine ait HPLC sonuçları.....	62
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan ekstraktlara ait HPLC sonuçları.....	63
Çizelge 3.3. Metanolde çözünen ekstraktif bileşenlerine ait GS-MS sonuçları.....	65
Çizelge 3.4. Farklı konsantrasyon seviyelerindeki ekstraktif maddeler ile emprenye edilen odun örneklerinde ortalama retensiyon değerleri (kg/m <sup>3</sup> ).....	66
Çizelge 3.5. AT ve ET faktörlerinin retensiyon miktarına olan etkisine ilişkin ÇVA sonuçları.....	67
Çizelge 3.6. <i>T. versicolor</i> mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin ÇVA sonuçları. ....	68
Çizelge 3.7. Sarıçam odununda <i>T. versicolor</i> mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları. ....	69
Çizelge 3.8. Sarıçam odununda <i>T. versicolor</i> mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.....	70
Çizelge 3.9. Kayın odununda <i>T. versicolor</i> mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları...	71
Çizelge 3.10. Kayın odununda <i>T. versicolor</i> mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.....	71
Çizelge 3.11. Kavak odununda <i>T. versicolor</i> mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları.	72
Çizelge 3.12. Kavak odununda <i>T. versicolor</i> mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.....	73
Çizelge 3.13. <i>P. ostreatus</i> mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin ÇVA sonuçları. ....	75
Çizelge 3.14. Sarıçam odununda <i>P. ostreatus</i> mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları.	76
Çizelge 3.15. Sarıçam odununda <i>P. ostreatus</i> mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.....	76
Çizelge 3.16. Kayın odununda <i>P. ostreatus</i> mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları. ...	77
Çizelge 3.17. Kayın odununda <i>P. ostreatus</i> mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.....	78
Çizelge 3.18. Kavak odununda <i>P. ostreatus</i> mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları. ..	79

Çizelge 3.19. Kavak odununda <i>P. ostreatus</i> mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.....	79
Çizelge 3.20. <i>F. palustris</i> mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin ÇVA sonuçları. ....	81
Çizelge 3.21. Sarıçam odununda <i>F. palustris</i> mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları.	82
Çizelge 3.22. Sarıçam odununda <i>F. palustris</i> mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.....	82
Çizelge 3.23. Kayın odununda <i>F. palustris</i> mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları. ...	83
Çizelge 3.24. Kayın odununda <i>F. palustris</i> mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.....	84
Çizelge 3.25. Kavak odununda <i>F. palustris</i> mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları....	84
Çizelge 3.26. Kavak odununda <i>F. palustris</i> mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.....	85
Çizelge 3.27. <i>G. trabeum</i> mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin ÇVA sonuçları. ....	87
Çizelge 3.28. Sarıçam odununda <i>G. trabeum</i> mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları.	88
Çizelge 3.29. Sarıçam odununda <i>G. trabeum</i> mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.....	88
Çizelge 3.30. Kayın odununda <i>G. trabeum</i> mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları....	89
Çizelge 3.31. Kayın odununda <i>G. trabeum</i> mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.....	90
Çizelge 3.32. Kavak odununda <i>G. trabeum</i> mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları. ...	90
Çizelge 3.33. Kavak odununda <i>G. trabeum</i> mantarının yaptığı ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.....	91
Çizelge 3.34. Farklı konsantrasyon seviyelerindeki ekstraktif maddeler ile empenye edilen odun örneklerinde ortalama retensiyon değerleri (kg/m <sup>3</sup> ).....	100
Çizelge 3.35. AT ve ET faktörlerinin retensiyon miktarına olan etkisine ilişkin ÇVA sonuçları.....	101
Çizelge 3.36. AT ve ET faktörlerinin ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin ÇVA sonuçları.....	102
Çizelge 3.37. Sarıçam odununda <i>S. buprestoides</i> böceği larvalarına ait ortalama ağırlık kayıpları .....	103
Çizelge 3.38. Sarıçam odununda larvalarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.....	103
Çizelge 3.39. Kayın odununda <i>S. buprestoides</i> böceği larvalarına ait ortalama ağırlık	

kayıpları .....	104
Çizelge 3.40. Kayın odununda larvalarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.....	104
Çizelge 3.41. Kavak odununda <i>S. buprestoides</i> böceği larvalarına ait ortalama ağırlık kayıpları .....	105
Çizelge 3.42. Kavak odununda larvaların yaptığı ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.....	105
Çizelge 3.43. Sarıçam odun örneklerindeki görsel muayene test sonuçları.....	108
Çizelge 3.44. Kayın odun örneklerindeki görsel muayene test sonuçları.....	109
Çizelge 3.45. Kavak odun örneklerindeki görsel muayene test sonuçları.....	110
Çizelge 3.46. Larva yeniği sarıçam odun tozlarındaki odun bileşenleri oranı.....	112
Çizelge 3.47. Larva yeniği sarıçam odun tozlarında şeker analizi sonuçları.....	112
Çizelge 3.48. Farklı konsantrasyon seviyelerindeki ekstraktif maddeler ile emprenye edilmiş odun örneklerinde ortalama retensiyon değerleri (kg/m <sup>3</sup> ).....	113
Çizelge 3.49. AT ve ET faktörlerinin retensiyon miktarına olan etkisine ilişkin ÇVA sonuçları.....	114
Çizelge 3.50. AT ve ET+K faktörlerinin ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin ÇVA sonuçları.....	115
Çizelge 3.51. Sarıçam odununda <i>R. grassei</i> termitine ait ortalama ağırlık kayıpları.....	115
Çizelge 3.52. Sarıçam odununda <i>R. grassei</i> termitine ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.....	116
Çizelge 3.53. Kayın odununda <i>R. grassei</i> termitine ait ortalama ağırlık kayıpları.....	116
Çizelge 3.54. Kayın odununda <i>R. grassei</i> termitine ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.....	117
Çizelge 3.55. Kavak odununda <i>R. grassei</i> termitine ait ortalama ağırlık kayıpları.....	117
Çizelge 3.56. Kavak odununda <i>R. grassei</i> termitine ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.....	118
Çizelge 3.57. AT ve ET+K faktörlerinin termit ölüm oranlarına olan etkisine ilişkin ÇVA sonuçları.....	119
Çizelge 3.58. Sarıçam odun örneklerinde ortalama termit ölüm oranları (%).....	119
Çizelge 3.59. Sarıçam odun örneklerindeki termitinin ölüm oranlarına ilişkin BVA sonuçları.....	120
Çizelge 3.60. Kayın odun örneklerinde ortalama termit ölüm oranları (%).....	120

Çizelge 3.61. Kayın odun örneklerindeki termitinin ölüm oranlarına ilişkin BVA sonuçları.....	121
Çizelge 3.62. Kavak odun örneklerinde ortalama termit ölüm oranları (%).....	121
Çizelge 3.63. Kavak odun örneklerindeki termitinin ölüm oranlarına ilişkin BVA sonuçları.....	122
Çizelge 3.64. Termit tahribatına maruz bırakılan odun örneklerine ait görsel muayene sonuçları.....	122

## EKLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Ek Şekil 1. HPLC analizi sonucu ekstraktlarda ve odun numunelerinde tespit edilen bileşikler.....	148
Ek Şekil 2. Sarıçam odun örneğine ait kromotogram.....	149
Ek Şekil 3. Kayın odun örneğine ait kromotogram.....	150
Ek Şekil 4. Kavak odun örneğine ait kromotogram.....	150
Ek Şekil 5. Metanolde çözünen mimoza ekstraktına ait kromotogram (GC-MS)....	152
Ek Şekil 6. Metanolde çözünen kebrako ekstraktına ait kromotogram (GC-MS)....	152
Ek Şekil 7. Metanolde çözünen pineks ekstraktına ait kromotogram (GC-MS).....	153
Ek Şekil 8. Hegzanda çözünen mimoza ekstraktına ait kromotogram (GC-MS).....	153
Ek Şekil 9. Hegzanda çözünen kebrako ekstraktına ait kromotogram (GC-MS).....	154
Ek Şekil 10. Hegzanda çözünen pineks ekstraktına ait kromotogram (GC-MS).....	154
Ek Çizelge 1. Ağaç türlerinin diklorometan:metanol (1:1) çözünürlüğüne ait HPLC sonuçları.....	149
Ek Çizelge 2. Hegzanda çözünen ekstraktif bileşenlerine ait GS-MS sonuçları.....	151

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	Atmosfer
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AT	Ağaç Türü
AWPA	American Wood Protection Association
BVA	Basit Varyans Analizi
BSE	Electronic Filing System
CCA	Bakır/Krom/Arsenik
CCB	Bakır/Krom/Bor
cm	Santimetre
Cl <sub>2</sub>	Klörür
Cu	Bakır
ÇVA	Çoğul Varyans Analizi
dak.	Dakika
EN	European Standartd
ET	Ekstrakt Türü
g	Gram
GC-MS	Gas Chromatography–Mass Spectrometry
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
JWPA	Japanese Wood Preserving Association
K	Konsantrasyon
kg	Kilogram
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
Kv	Kilovolt
m	Örnek ağırlığı
min	Minimum
MEA	Malt Ekstrakt Agar
mg	Miligram
mak	Maksimum



mm	Milimetre
$\mu$	Mikron
N	Örnek sayısı
Pa	Paskal
PCP	Pentaklorofenol
PDA	Patates Dekstroz Agar
SEM	Scanning Electron Microscope
SEI	Electronics Initiative
Std	Standart sapma
pH	Potential of Hydrogen
SPSS	Statistical Packages for the Social Sciences
TCDD	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yolları
t	Termit sayısı
TSE	Türk Standartları Enstitüsü

## ÖZET

### TİCARETTE ÖNEMLİ BAZI ODUN VE KABUK EKSTRAKTLARININ İÇ MEKÂN AHŞAP MALZEMEDE ZARAR YAPAN MANTAR VE BÖCEKLERE KARŞI ODUN KORUYUCU ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Mesut YALÇIN

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışman: Doç. Dr. Cihat TAŞÇIOĞLU - Doç.Dr. Selim ŞEN

Aralık 2012, 154 sayfa

Bu çalışmada, ticari olarak üretimi yapılan çevre dostu bitkisel ekstraktların odun koruma etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında, zengin kondanse tanen içeriğine sahip mimoza (*Acacia mollissima*), kebrako (*Schinopsis lorentzii*) ve pineks (*Pinus brutia*) ekstraktları değerlendirilmiştir. Ekstraktların emprenye edilmesi için, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kayın (*Fagus orientalis* L.) ve kavak (*Populus tremula*) türleri kullanılmıştır. Ekstraktların odun koruma etkinliklerinin tayini için, mikolojik ve entomolojik deneylerin yanısıra çeşitli kimyasal analizler yapılmıştır. Mikolojik deneylerde *Trametes versicolor* ve *Pleurotus ostreatus* beyaz çürüklük mantarları ile *Fomitopsis palustris* ve *Gloeophyllum trabeum* esmer çürüklük mantarları kullanılmıştır. Entomolojik deneylerde ise *Spondylis buprestoides* larvaları ile *Reticulitermes grassei* termiti kullanılmıştır. Ekstraktların kimyasal içeriklerinin belirlenmesi amacıyla HPLC ve GC-MS cihazları kullanılmıştır. Ayrıca, ekstraktların morfolojik yapılarının yanısıra mikolojik deneylerdeki tahribatların görüntülenmesi amacıyla SEM cihazında çalışmalar yapılmıştır. Yapılan mikolojik denemelerin sonunda, mimoza ve kebrako ekstraktlarının hem beyaz hem de esmer çürüklük mantarına karşı oldukça iyi sonuçlar verdiği fakat pineks ekstraktının bu mantarlara karşı iyi bir direnç göstermediği tespit edilmiştir. Mimoza ve kebrako ekstraktlarının %9 ve üzeri konsantrasyon seviyeleri mantar aktivitelerini büyük oranda azalttığı belirlenmiştir. Yapılan entomolojik deneyler sonucu elde edilen bulguların mikolojik deneylerle paralellik gösterdiği saptanmıştır. %12 konsantrasyon seviyesindeki mimoza ve kebrako ekstraktları hem böceği larvalarına hem de termitlere karşı oldukça yüksek bir insektisit etki göstermiştir. Yapılan çalışma sonucu ticari öneme sahip mimoza ve kebrako ekstraktlarının çevre dostu odun koruyucu olarak iç mekân ahşap malzemede zarar yapan mantarlara ve böceklere karşı koruyucu emprenye maddesi olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Böcek, Bitkisel ekstrakt, Kebrako, Mantar, Mimoza, Pineks

## ABSTRACT

### DETERMINATION THE EFFECTS OF SOME COMMERCIAL WOOD AND BARK EXTRACTS AGAINST WOOD DECAY FUNGI AND INSECTS WHEN UTILIZED IN INDOOR APPLICATIONS

Mesut YALÇIN

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Science,

Department of Forest Industrial Engineering

Doctoral Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Cihat TAŞÇIOĞLU - Assoc. Prof. Dr. Selim ŞEN

December 2012, 154 pages

The objective of this study is to determine the protective effect of commercial and environmentally friendly extracts. In this study, mimosa (*Acacia mollissima*), quebracho (*Schinopsis lorentzii*) and pine bark extracts (*Pinus brutia*) known with their higher condance tannin amount were tested. These extracts were used to impregnate scotch pine, beech and populus wood specimens prepared in different dimensions. Mycologic, entomologic and chemical tests were utilized to identify the protective effects of extracts. Two types of white rot *Trametes versicolor* and *Pleurotus ostreatus* and two types of brown rot *Fomitopsis palustris* and *Gloeophyllum trabeum* fungi were used. *Spondylis buprestoides* larvae and *Reticulitermes grassei* were used for entomological assays. High Pressure Liquid Chromotography (HPLC) and Gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS) were used analitical instruments for chemical analysis of extract components. Demaged analysis of decayed wood samples and morphologic characters of extracts were visually examined with Scanning Electron Microscope (SEM). According to the results, while mimosa and quebracho extracts showed highest resistance against both white rot and brown rot fungi, pine extract resulted in lowest antifungal activity. The threshold concentrations of mimosa and quebracho extracts found to be 9% or higher for decay test and 12% for insect test, respectively. The current study indicates that commercial mimosa and quebracho extracts can be used as environmentally friendly wood preservatives against decay fungi wood destroying insects in indoor applications.

**Keywords:** Insect, Extract, Quebracho, Wood decay fungi, Mimosa, Pine bark extract

## **EXTENDED ABSTRACT**

### **DETERMINATION THE EFFECTS OF SOME COMMERCIAL WOOD AND BARK EXTRACTS AGAINST WOOD DECAY FUNGI AND INSECTS WHEN UTILIZED IN INDOOR APPLICATIONS**

Mesut YALÇIN

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Science,

Department of Forest Industrial Engineering

Doctoral Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Cihat TAŞÇIOĞLU - Assoc. Prof. Dr. Selim ŞEN

December 2012, 154 pages

#### **1. INTRODUCTION**

Wide range of chemical and methods have been developed in order to extend service life of wood material. Since these chemicals were formulated to protect wood material outdoor applications. They are not considered as appropriate for indoors. Therefore, there is agent need to develop environmentally friendly and harmless wood preservative chemicals. Plant extracts and tannens provide high potential as preservative chemical for wood material used in interior. Due to depletion and increased price of naturally durable species, non-durable species are required to be treated with synthetic chemicals. Protective effects of extracts and tannens obtained from plant roots, bark, leaves and fruits are well known. They exhibit anti-fungi and anti-insect properties.

The objectives of this study are;

- to determine the protective effect of commercial and environmentally friendly extracts;
- to provide a new user area to mimosa and quebracho extracts have commercial importance,
- to investigate possibilities of utilization in the fields of wood protection of red pine bark extractive has great potential in Turkey,

- to determine the most effective concentration levels of mimosa, quebracho and pinex used in this study against wood destructives,
- with the results obtained from end of the this study, to contribute to the literature on the subject.

## 2. MATERIAL AND METHODS

In this study, mimosa, quebracho and pine bark extracts known with their higher condance tanin amound one tested. These extracts were used to impregnate scotch pine, beech and populus wood specimens prepared in different dimensions. Mycologic, entomologic and chemical tests were utilized to identify the protective effects of extracts. Two types of white rot *Trametes versicolor* and *Pleurotus ostreatus* and two types of Brown rot *Fomitopsis palustris* and *Gloeophyllum trabeum* fungi were used (TS 5563 EN 113). *Spondylis buprestoides* larvea and *Reticulitermes grassei* were tested for entomologic assays (TS 5563 EN 113). High Pressure Liquid Chromotography (HPLC) and Gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS) were analitical instruments for chemical analysis of extract components. Damage analysis of decayed wood samples and morphologic characters of extracts were visually examined with Scanning Electron Microscope (SEM).

An analysis of variance (ANOVA) test was applied to evaluate the effects of wood species, extract species and concentration levels using SPSS software (SPSS 19, 2010). Significant differences between variables were determined by Duncan test at  $p < 0.05$  level.

## 3. RESULT AND DISCUSSION

There were 14 components identified in extracted solutions obtained from wood and bark in this study. In terms of quantities, rutin (124,26g/kg) and gallic acid (103,72g/kg) were listed as dominated compounds in quebracho extract. Similarly, p-cumaric acid (67,19g/kg) and catechol (31g/kg) were found as major compounds in mimosa extract. Pine bark extract, on the other hand, resulted in much lower quantities of active compounds.

Statistical analyses were conducted including an analysis of multiple variance to obtain the effects of wood species (WS), extractive species (ES) in different concentration (C) levels (ES+C), and their interactions on retention levels. Wood species, extract species and their interaction (WS and ES+C) at different concentration levels had significant differences at high confidence level.

According to analysis of mutiple varience of mycological test, Wood species, extract species and their interaction (WS and ES+C) at different concentration levels had significant differences at high confidence level ( $p < 0,05$ ). While the especially 9% and 12% retention levels of mimosa and quebracho extracts provided significant reductions in mass losses, the pine bark extract failed to protect wood against fungi.

In the results of entomological tests, wood species, extract species and their interaction (WS and ES+C) at different concentration levels had significant differences at high confidence level in both larvae and termite tests ( $p < 0,05$ ). But the interactions of WS and ES+C hadn't significant effenct on termite mortality rates.

#### **4. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS**

According to the results, while mimosa and quebracho extracts showed highest resistance against both white rot and brown rot fungi, pinex extract resulted in lowest antifungal activity. The threshold concentrations of mimosa and quebracho extracts found 9% and higher for decay test and 12% for insect test, respectively. The current study indicates that commencial mimosa and quebracho extracts can be used as enviromentally friendly wood preservatives against decay fungi wood destroying insects in indoor applications.

## 1. GİRİŞ

Yüzyıllardan beri iç ve dış ortamlarda kullanılan ahşap malzeme günümüzde halen önemini korumaktadır. Ahşap malzeme, farklı zevklere hitap eden estetik ve dekoratif görünümünün yanı sıra, çeşitli kullanım yerlerine uygun özellikleri ile iç mekânlarda mobilya, parke, lambri, tavan ve çatı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, kolay temin edilebilmesi, çeşitli boyut ve şekillerde işlenebilmesi, yenilenebilmesi, işçilik ve tamir masraflarının düşük olması, birinci derece bir yapı malzemesi olarak tercih edilmesinde etkili olmaktadır.

Ahşap malzemenin kullanım yerindeki ömrünü uzatmak için, odun koruma endüstrisinde çok sayıda yöntem ve kimyasal madde geliştirilmiştir. Genellikle dış mekânda kullanılan ahşap malzemenin korunması için geliştirilen bu kimyasallar, iç mekân ahşap malzeme için uygun değildir. Bu nedenle, iç mekân ahşap malzemenin korunmasında insan sağlığına zararlı olmayacak emprenye maddelerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Günümüzde konut ve işyeri gibi yaşam ve çalışma alanlarında kullanılan ahşap malzemeler, emprenye edilmeden monte edilmekte ve sonra çeşitli üst yüzey işlemleri (vernik, boya, v.b.) uygulanmaktadır. Fakat üst yüzey işlemlerin de kullanılan maddeler biyotik faktörlere (mantar, böcek, termit) karşı yeterli koruma sağlamadığı için şartlar yeterli olduğunda korumasız kalan alt ve orta kısımlarda mantar, böcek ve termit tahribatları oluşabilmektedir. Bu bakımdan iç mekân ahşap malzemenin de uygun koruyucu maddeler ile derinlemesine emprenye edilmesine ihtiyaç vardır.

İç mekân ahşap malzemenin korunmasında kullanılabilen uygun emprenye maddelerden birisi de bitkisel ekstraktlar ve tanenlerdir. Ekstraktif madde içeriklerinden dolayı doğal olarak dayanıklı olan ağaç türlerinin, hem yüksek maliyetli olması hem de dünya genelinde gittikçe azalması, dayanıklı olmayan türlerin emprenye edilerek bu alanda kullanılmasını gerektirmiştir. Bitkilerin kök, gövde, kabuk, yaprak ve meyve kısımlarındaki bitkisel ekstraktlar ve tanenler doğal koruyucular olarak bilinmektedir. Bu maddeler böcek, mantar ve termit saldırılarına karşı koruyucu ve itici özelliğe sahiptirler.

Herhangi bir maddenin odun koruma alanında değerlendirilebilmesi için özellikle odun zararlısı mantar ve böceklerle karşı antifungal ve insektisit özellik göstermesi gerekmektedir. Yapılan bu çalışmada, tanen içeriği yüksek çeşitli odun ve kabuk ekstraktlarının antifungal, insektisit ve antitermitik özellikleri incelenerek iç mekân ahşap malzemenin korunmasında değerlendirilip değerlendirilemeyeceği araştırılmıştır. Ülkemizde, iç mekân ahşap malzemelerde zarar yapan faktörlerin başında çeşitli odun zararlısı mantarlar ve böcekler gelmektedir. Özellikle, Cerambycidae familyasına ait böcekler iç mekânlar da yoğun tahribatlara neden olmaktadır. Isoptera takımına ait çeşitli termit türleri ise, dünyanın çoğu bölgelerinde ekonomik ve teknik zararlara sebep olurken, bu türlere ülkemizde sadece bazı bölgelerde rastlanmaktadır.

Tez çalışması kapsamında bitkisel ekstraktlardan kebrako (*Schinopsis lorentzii*) odun ekstraktının yanısıra, mimoza (*Acacia mollissima*), ve kızılçam (*Pinus brutia*) kabukları ekstraktları kullanılmıştır. Mimoza, kebrako ve pineks gibi odun ve kabuk ekstraktı yüksek orandaki tanen içeriklerinden dolayı, birçok çalışmada “tanen” olarak ta adlandırılmıştır. Her üç ekstrakt farklı konsantrasyonlarda hazırlanıp, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kayın (*Fagus orientalis* L.) ve kavak (*Populus tremula*) odun örnekleri ile emprenye edilmiştir. Emprenyeli numuneler ve kontrol örnekleri odun zararlısı mantar (*Trametes versicolor* ve *Pleurotus ostreatus* beyaz çürüklük, *Fomitopsis palustris*, *Gloeophyllum trabeum* esmer çürüklük), böcek (*Spondylis buprestoides*) ve termit (*Reticulitermes grassei*) tahribatına maruz bırakılarak koruma etkinlikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, ekstraktif maddelerin içeriğinde bulunan bileşenlerin tespiti ve miktarlarının belirlenmesi amacıyla HPLC (High performance liquid chromatography) ve GC-MS (Gas chromatography–mass spectrometry) cihazlarında analizler yapılmıştır.

Bu çalışmanın amaçları,

- İç mekân ahşap malzemedeki zarar yapan mantar ve böceklerle karşı çevre dostu odun koruyucuların geliştirilmesi ve kullanılmasına yönelik katkı sağlamak.
- Yüksek tanen içeriklerinden dolayı deri sanayisinde sepileme (tabaklama) maddesi olarak bilinen fakat yerini gittikçe mineral sepi maddelerine (kromla sepileme) bırakmasından dolayı önemi azalan mimoza ve kebrako ekstraktlarına yeni bir kullanım alanı oluşturmak.



- Ülkemiz ormanlarının yaklaşık %25'ini kızılçam (*Pinus brutia*) ağacı oluşturmaktadır (Özdemir 2010). Büyük potansiyele sahip bu ağaç türü kabuklarının odun koruma alanında değerlendirilebilme olanaklarını araştırmak.
- Çalışma kapsamında kullanılan mimoza, kebrako ve pineks ekstraktlarının odun zararlılarına karşı etkili olabilecek konsantrasyon seviyelerini belirlemek.

Bu çalışma dört bölümden oluşmakta olup, şu şekilde özetlenebilir;

Çalışmanın birinci kısmı olan “Giriş” bölümünde, çalışmanın amaçları ortaya konularak, çalışma kapsamındaki çeşitli konular ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Ayrıca, çalışma ile ilgili ulusal ve uluslar arası ölçekte literatür irdelemesi yapılmıştır.

Çalışmanın ikinci kısmını “Materyal ve Yöntem” bölümü oluşturmaktadır. Bu bölümde çalışmanın tüm aşamalarında kullanılan materyaller tanımlanmıştır. Ayrıca, çalışma kapsamında yararlanılan yöntemler hakkında ayrıntılı bilgiler verilmiştir.

Üçüncü kısım olan “Bulgular ve Tartışma” bölümünde ise, çalışma kapsamında yapılan kimyasal analizler, mikolojik testler ve entomolojik testler sonunda elde edilen bulgular ortaya konmuş ve istatistiki açıdan değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucu ortaya çıkan sonuçlar konu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın son kısmını ise “Sonuç ve Öneriler” bölümü oluşturmaktadır. Bu bölümde, çalışmadan elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlara dayalı çeşitli öneriler ortaya konmuştur.

## **1.1. EMPRENYE ENDÜSTRİSİ VE GELİŞİMİ**

Ağaç malzemenin çeşitli zararlı faktörlere karşı korunmasına ilişkin yapılan uygulamalar 4000 yıl öncesine dayanmaktadır. Yüzeyi kömürleştirme işleminin yanısıra, bitkisel, hayvansal ve mineral yağlardan faydalanılarak ağaç malzeme çeşitli faktörlere karşı uzun yıllar dayanıklı bir şekilde korumuştur. Romalılar sedir yağı ve zeytinyağı, Burmalılar petrol yağını kullanmışlardır. Mısırlılar, ağaç malzemenin çürümesini kurutarak engellemişlerdir. Yunanlılar, M.Ö. 500 yıllarında, ağaç malzemeye delikler açıp içine yağ akıtarak muhafaza etmişlerdir. 1600-1800 yılları arasında ağaç malzemenin emprenyesinde çeşitli yağlar, tutkallar, reçineler, kauçuk, tuzlar, katran yağları veya çeşitli endüstriyel atıklar denenmiştir. 1800'lü yıllarda ise, çok yakın geçmişte kullandığımız çeşitli emprenye maddelerinin kullanımına başlanmıştır. 1831 yılında Fransız Jean Robert Breant kreozot kullanarak çelik kazanda ağaç malzemeye önce vakum uygulanması, sonra da emprenye çözeltisinin basınç altında ağaç malzeme içerisine enjekte edilmesi yöntemi bulunmuştur. Bu tarihten bir kaç yıl sonra İngiliz John Bethell tarafından emprenye maddesi olarak kreozot kullanılmak suretiyle bu yöntemi denemiştir. 19. yy sonları ve 20. yy başlarında tren, elektrik ve telgraf ağlarının gelişimi, buna paralel olarak emprenyeli travers ve direklere olan talebi arttırmıştır. Bu dönemlerde halen emprenye endüstrisinde yararlanılan birçok emprenye maddesi ve yöntemi geliştirilmiştir (Bozkurt ve diğ. 1993, Sivrikaya, 2003).

Ülkemizde, emprenye endüstrisi ilk olarak demiryollarında kullanılan ağaç traversleri ve takozları boş hücre yöntemine göre kreozotla emprenye etmek amacıyla çeşitli yerlerde tesisler kurularak başlamıştır. Bunların başında 1915 yılında TCDD işletmeleri tarafından Denizli'de kurulan emprenye fabrikası gelmektedir. 1985'ten itibaren ahşap doğramaların emprenyesinde organik çözücülü emprenye maddelerinin kullanıldığı tesisler kurulmuştur (Bozkurt ve diğ. 1993, Şen 2001).

### **1.1.1. Emprenye Maddeleri**

Günümüzde emprenye endüstrisinde kullanılan emprenye maddesi sayısı 2500 'ü aşmış bulunmaktadır. Farklı özelliklere sahip bu emprenye maddelerinin taşınması gereken özelliklerin başında; ağaç liflerine tutunucu (fikse) olması, derine nüfuz etmesi, odunu tahrip eden organizmalar için yüksek zehirlilik derecesine sahip olması, yıkanma ve buharlaşma ile oluşan kayıpların mümkün oldukça az olması, metallere korozyon

meydana getirmemesi, yıkanmaya karşı dirençli olması, emprenye işlemi ile uğraşan kişilerin sağlığını olumsuz etkilememesi, fiziksel ve mekanik özelliklerini azaltmaması gelmektedir (Bozkurt ve diğ. 1993).

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

1. Yağlı Emprenye Maddeleri
2. Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri
3. Suda Çözünen Emprenye Maddeleri
4. Özel Amaçlı emprenye Maddeleri (Yangın, ardaklanma ve renklenmeleri önleyici emprenye maddeleri).

#### *1.1.1.1. Yağlı Emprenye Maddeleri*

Yağlı emprenye maddeleri kömür katranı destilasyonu ve kimyasal toksinlerin çözüldürülmesiyle elde edilen polifenollerdir (Nicholas 1973). En önemlileri; kreozot, maden kömürü katranı, karbolinimum, odun katranı, katran yağı, linyit kömürü katranı ve petrol ürünleridir. En eski ve yaygın olarak kullanılan yağlı emprenye maddesi kreozottur. Yağlı emprenye maddeleri fırça ile sürme veya püskürtme yöntemleri ile de toprakla temas etmeyen dış cephe ağaç malzemenin emprenyesinde kullanılırken, kazanda basınç veya sıcak-soğuk kazan yöntemleri uygulanarak toprakla temas eden tüm ağaç malzemelerin emprenyesinde kullanılır (Erten 1980). Yağlı emprenye maddeleri suda çözünmediklerinden etkileri uzun sürelidir ve ağaç malzemeye etkili bir şekilde emprenye edildiğinde mantar ve böceklere karşı zehirlilik etkisi göstermektedir (Bozkurt ve diğ. 1993). Bu tip emprenye maddeleri kötü kokularından dolayı kapalı alanlarda kullanılması uygun değildir. Bu tip maddelerin kullanıldığı ağaç malzemenin boyanması ve yapıştırılması güçtür (Hafizoğlu 1986, Tümsek 1987).

#### *1.1.1.2. Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri*

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

(Nicholas 1973, Erten 1988, AWWA P8–1991). Bu tip empenye maddelerinde çözücü olarak hidrokarbonlar kullanılmaktadır. Aktif bileşikler çözücü ile birlikte ağaç malzemeye taşındıktan sonra, çözücü madde buharlaşarak ağaç malzemenin uzaklaşır ve asıl aktif madde geride kalarak koruyuculuk yapar (Bozkurt ve diğ. 1993).

Organik çözücülü empenye maddeleri, doğal olarak suda çözünmemekte, ağaç malzemenin rengini değiştirmemekte ve malzeme çarpılma, eğilme ve şişme oluşturmamaktadır. Ağaç malzeme, empenye işleminden sonra tutkallanabilir ve boyanabilmektedir. Bu özelliğinden dolayı, bu tip empenye maddeleri pencere ve kapı doğramalarının empenyesi için uygundur. Böceklerle ve mantarlara karşı oldukça iyi bir etkiye sahiptirler. Pahalı oluşu ve çözücü maddelerin empenye işleminden sonra ağaç malzemeyi terk ederken tutuşma tehlikesinin olması, bu tip empenye maddelerin sakıncalı yanlarıdır. Ayrıca pentaklorofenol insan ve hayvan sağlığı için kapalı alanlarda ve seralarda kullanılmamalıdır (Richardson 1978, Bozkurt ve diğ. 1993).

#### *1.1.1.3. Suda Çözünen Empenye Maddeleri*

Birden fazla inorganik tuzun su içerisinde çözündürülerek oluşturulan çözeltilerdir (Tümsek 1987). Başlıca suda çözünen empenye maddeleri, bakır/krom/arsenik (CCA), bakır/krom/bor (CCB), bor bileşikleri (borik asit, disodyum oktaborat tetrahidrat) dir. (AWWA P5–1992, Bozkurt ve diğ. 1993).

Bu tip empenye maddelerinin uygulamasında su içerisinde çözülmüş inorganik tuz bileşikleri, ağaç malzemeye uygulandıktan sonra su, odundan buharlaşmakta ve aktif madde (tuz) kimyasal ve fiziksel olarak ağaç malzemeye tutunmaktadır (Winandy ve Morrell 1993).

Suda çözünen tuzlar tel direkleri, traversler, deniz tahkimatında kullanılan iskele direkleri, çit direkleri, maden direkleri, soğuk hava deposu, gıda maddesi ve ambalaj kapları gibi alanlarda kullanılan ağaç malzemenin empenyesi için uygundur (Bozkurt ve Erdin 1985). Bu tip empenye maddeleri ile empenye edilmiş ağaç malzeme, kokusuz olup, üst yüzey işlemleri kolayca uygulanabilir.

### **1.1.2. Geleneksel Emprenye Maddelerin Çevresel Tehditleri**

Ülkelerin hızlı kalkınma süreçlerinde, gittikçe artan demiryolu traversleri, telefon ve elektrik direkleri ihtiyacının giderilmesi için yüksek miktarlarda emprenyeli ahşap üretimi gerçekleştirilmektedir. Çürüme riski yüksek olan kullanım yerindeki biyolojik degradasyona karşı emprenye edilerek korunmuş ağaç malzemenin bazı durumlarda çevreye ve diğer canlılara da zararı olabilmektedir. Son yıllarda bazı emprenye maddelerinin kullanımı çevreci kuruluşlar tarafından baskı altında tutulmaktadır (Kartal ve Kantay 2006). Ağır metal içerikli odun koruyucular çevre ve memeliler için zehirli içeriklere sahip olmalarından dolayı, ahşap malzemeyi koruma amacıyla Japonya, ABD, Avrupa ülkelerinde kullanımı sınırlandırılmışlardır (Kartal ve diğ. 2004a). Bu nedenle çalışmaların yönü çevreye dost olan ve ahşap malzemede biyotik faktörlere karşı etkin odun koruyucularına odaklanmıştır (Kartal ve diğ. 2004b).

Dış mekândaki ahşap malzemenin emprenyesinde kullanılan toksik etkisi yüksek metal tuzları birçok yollarla odundan çözünüp serbest hale gelerek su ve toprak kirliliği oluşturmaktadır (Fink 1990, Michael 1998). Bu kirlilik, odun yakıldığında, su içerisinde sürekli olarak yıkanmaya maruz kaldığında, mekanik aşınmalar sonucu ve emprenye edilmiş ağaç malzemeye temas ile olmaktadır (Şen ve Yalçın 2009).

### **1.1.3. Emprenye Metotları**

Genel olarak emprenye metotları üçe ayrılmaktadır. Birincisi, basınç uygulanmayan emprenye metotları, ikincisi, basınç uygulanan emprenye metotları, üçüncüsü ise diğer emprenye metotları (besi suyunu çıkarma, difüzyon metodu ve yerinde bakım metotları) dır.

#### *1.1.3.1. Basınç Uygulanmayan Metotları*

Bu yöntemler; fırça ile sürme, püskürtme, daldırma, sıcak-soğuk tank, osmoz, basit difüzyon, çift difüzyon, besi suyu çıkarma, bandaj, tepe koruma, oyma delik, kobra metotlarıdır (David ve diğ. 1993, Bozkurt ve diğ. 1993). Emprenye maddesi derine nüfuz etmediğinden uzun süreli bir koruma sağlamaz. Yöntemin avantajı ise, kolay uygulanabilmeleri ve basit ekipmanların kullanılmasıdır.

### 1.1.3.2. Basınç Uygulanan Metotlar

Bu metotlar, dolu hücre metodu, boş hücre metodu, osilasyon ve değişken basınçlı metotlar, çok yüksek basınçlı metot, çözücüyü geri kazanma metotları ve alçak basınç (vakum) metotlarıdır (Eaton ve Hale 1993; Bozkurt ve diğ. 1993, David ve diğ. 2001). Tamamen kapalı çelik bir kazan içerisinde olmak üzere emprenye maddesinin ağaç malzemeye belirli bir süre, basınç ya da vakum (alçak basınç) altında uygulandığı yöntemlerdir. Metotta emprenye maddesinin ağaç malzemeye daha yeknesak dağılması, daha derine nüfuz etmesi ve daha fazla miktarda alınması sağlanabilmektedir (Bozkurt ve Erdin 1997).

**Dolu Hücre Metotları:** 1831 yılında Fransız Breant tarafından geliştirilen metodun, daha sonraları Burnett ve Bethell tarafından endüstriyel uygulamaları yapılmıştır. Yöntemin ana prensibi, ağaç malzemenin hücrelerini tamamen emprenye maddesi ile doldurarak, maksimum absorpsiyon sağlama esasına dayanmaktadır. Dolu hücre metoduda emprenye kazanına yerleştiren ağaç malzemeye ilk olarak ön vakum uygulanır. Böylece ağaç malzemenin havası alınır. Sistem vakum altında iken emprenye maddesi kazana sevk edilir. Emprenye maddesini daha derinlere nüfuzunu sağlamak amacıyla emprenye silindirine basınç uygulanır. Böylece odun hücrelerinin içerisi emprenye maddesi ile doldurulur (Berkel 1972, Bozkurt ve diğ. 1993, Eaton ve diğ. 1993).

Dolu hücre metodunun uygulaması ön vakum işlemi, emprenye maddesinin kazana verilmesi, basınç işlemi, emprenye maddesinin kazandan dışarı alınması ve son vakum işlemi olmak üzere 5 aşamada gerçekleşmektedir. Ön vakum işleminde, odunsu hücrelerdeki hava dışarı alınarak emprenye maddesinin ağaç malzemeye kolay bir şekilde nüfuz etmesini sağlamaktır. Uygulanacak vakum işleminin süresi ağaç malzemenin kalınlığı, ağaç türü ve özgül ağırlığa bağlı olarak 15–60 dak. arasında değişmektedir. Basınç işleminin amacı, vakum altında kazana sevk edilen emprenye maddesinin, ağaç malzemeye yeteri kadar absorpsiyonunun sağlanmasıdır. Basınç miktarı genellikle 10–14 kp/cm<sup>2</sup> arasındadır. Basınç uygulama süresi, ağaç malzemenin kalınlığı ve emprenye edilebilme kabiliyeti dikkate alınarak 1–6 saat arasında olmaktadır. Basınç periyodunun ardından emprenye maddesi kazandan alınır. Kazandan çıkarılan ağaç malzemenin fazla emprenye maddesinin kendiliğinden dışarı sızmasını önlemek amacıyla ağaç malzemeye 10-15 dak. süre ile 635mm'lik bir vakum

yapılmakta ve ağaç malzemedeki fazla emprenye maddesi dışarı alınmaktadır (Bozkurt ve diğ. 1993).

**Boş Hücre Metotları:** Metodun ana prensibi, dolu hücre metodunda uygulanan ön vakum işlemi kaldırılarak, ağaç malzemeye arzu edilen miktarda emprenye maddesi vermektir. Metot, demiryolu, enerji hatları ve haberleşme hizmetlerinin çok büyük ölçüde yaygınlaşması nedeniyle ağaç malzemedeki derin bir nüfuz sağlamakla birlikte kullanılan emprenye maddesi miktarını azaltmak ve masrafları daha düşük seviyede tutmaktır (Bozkurt ve diğ. 1993).

## 1.2. ÇALIŞMADA KULLANILAN AĞAÇ TÜRLERİNE AİT BİLGİLER

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

**Botanik Özellikleri ve Doğal Yayılışı:** İğne yapraklı ağaç türlerinden (Gymnospermae), Pinaceae familyasına ait bir türdür (Yaltırık ve Efe 1994, OAE 1994). Silindirik gövdeli, sivri tepeli ve ince dallı veya dolgun gövdeli olup, yetiştirme yerine göre 20-40m'ye kadar boylan bir türdür. Kullanılabilir gövde uzunluğu 18-20 m olup, gövde orta çapı ise 0,6-1m arasındadır. Sarıçam, hem Avrupa'da hem de Asya'da geniş bir yayılım alanına sahiptir. Özellikle Kuzey ve Orta Avrupa, Güney İspanya, Kuzey İtalya, Makedonya, Türkiye, Kafkasya ve İran'da yayılım göstermektedir (Bozkurt 1992). Ülkemizde saf ve karışık olarak yaklaşık 1 milyon hektarda yayılım göstermektedir. Kuzeydoğu Anadolu bölgesinde, Ardahan, Oltu, Posof, Sarıkamış dolaylarında çoğunlukla saf, Yalnızçam Dağları'nda saf veya Ladin ve Gökmar gibi diğer ağaç taksonları ile karışık olarak geniş ormanlar kurar. Karadeniz Bölgesi'nde Of, Sürmene, Artvin, Rize, Gümüşhane, Giresun, Amasya, Sinop ve Abant çevresinde geniş bir yayılım göstermektedir (Yaltırık 1994).

**Makroskobik ve Mikroskobik Özellikler:** Diri odun 5-10cm genişlikte, sarımsı ile kırmızımsı beyaz renkte, öz odun kırmızımsı sarı, kahverengimsi kırmızı olup giderek koyulaşır. Reçineli, yıllık halka sınırları belirgin, ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş tedrici, bazen anidir (Bozkurt 1992).

İlkbahar odununda traheitler geniş çeperli ve ince lümenlidir. İlkbahar odunu traheitlerinin radyal çeperlerinde, kenarlı geçitler büyük ve tek sıralıdır. Özışınları heteroselüler yapıda 1-12 hücre yüksekliğindedir. Özışını traheidleri 1-3 sıralı ve

çeperleri dişlidir. Karşılama yeri geçitleri 1–2 adet pencere tipindedir. Boyuna reçine kanalları tek tek ve genellikle yaz odunu tabakasındadırlar (Bozkurt 1992).

**Kimyasal Özellikler:** Sarıçam odununda selüloz % 40–57, lignin %25–29, pentozan %8–11, alkol-benzende çözünen ekstraktif madde oranı %3,4 ve pH 5,1'dir (Bozkurt 1992).

**İşlenme ve Kurutma Özellikleri:** İşlenme özelliği yıllık halka genişliği ve budaklılığa bağlı olarak değişmektedir. El aletleri ve makineler ile kolay ve iyi işlenir. Reçine fazlalığından dolayı aletlerin çalışmasını engelleyebilir. Ayrıca fazla reçine bulunması yüzeylerin yapıştırılmasında güçlükler çıkarabilir. Çok hızlı ve iyi bir şekilde kurutulabilir. Fakat mavi renk oluşumuna eğilimlidir. Bu yüzden tomruklar biçildikten hemen sonra daldırma yöntemi ile emprenye edilmelidir.

**Emprenye Edilebilme Özelliği ve Doğal Dayanıklılığı:** Diri odun kolay, öz odun oldukça güç emprenye edilir. Diri odun mantar ve böceklere karşı hassas, öz odun oldukça dayanıklıdır.

**Kullanış Yerleri:** Ağaç malzemenin kullanılabilceği her yerde değerlendirilebilir. Dar yıllık halkalı malzemenin doğramacılıkta, daha geniş yıllık halkalı malzemenin ise binaların karkas kısmında yararlanır. Bunun dışında, mobilya yapımında kontrplak imalinde, dekoratif amaçlar için kesme kaplama levha üretiminde, tornacılıkta, kimyasal odun hamuru elde edilmesinde, emprenye edildiğinde travers olarak tel direği, maden direği ve su içi inşaatlarda kullanılır (Bozkurt 1992).

### 1.2.2. Doğu Kayını (*Fagus orientalis L.*)

**Botanik Özellikleri ve Doğal Yayılışı:** Fagaceae familyasına ait bir türdür. 30-40m'ye kadar boylanabilen, 100-150cm'ye kadar çap yapabilen dolgun gövdeli birinci sınıf orman ağacıdır (Bozkurt 1992). Kafkasya, Kuzey İran, Türkiye ve Kuzey Doğu Avrupa'da yayılış gösterir. Türkiye'de asıl yayılışını ve en iyi gelişimini Karadeniz sahillerinde yapmaktadır (Anşin ve Özkan 1993, Yaltırık 1993).

**Makroskobik Anatomik Özellikler:** Olgun odun özelliklerine sahiptir. Dağınık trahelidir. Yıllık halka sınırları koyu renkli yaz odununda trahelerin az sayıda olması ile belirgindir. Traheler küçük çaplıdır. Geniş öz ışınları çıplak gözle dahi görülebilmekte



ve 0,5-1mm aralıktır. Sert ve ağır bir odunu vardır (Bozkurt 1992). Yoğunluğu,  $0.66\text{g/cm}^3$ 'dür (Bozkurt ve Erdin 1995).

**Mikroskopik Anatomik Özellikler:** Yıllık halka içinde traheler yaz odununa doğru gittikçe gerek sayı, gerekse büyüklük bakımından azalmaktadır. Trahe sayısı fazla olup çapları  $60\text{--}80\mu\text{m}$ ,  $\text{mm}^2$  de  $80\text{--}180$  adettir. Öz odununda içleri yabancı maddelerle dolu traheler bulunabildiği gibi tüller de mevcuttur. Boyuna paranzimler çok sayıdadır. Dağınık traheli bir yapı mevcuttur. Bu özelliği ile emprenyesi kolaydır (Bozkurt ve Erdin 1995).

**İşlenme ve Kurutma Özellikleri:** Çatlamaya ve dönüklüğe eğilimi dolayısıyla dikkatli kurutulur. İşlenmesi kolaydır. Soyulabilir, kesilebilir, yapıştırma ve yüzey işlemlerinde güçlük yoktur. İyi boya ve cila kabul eder.

**Dayanıklılık ve Emprenye:** Böcek ve mantarlara karşı çok hassas olup dayanıksızdır. Çabuk ardaklanır. Diri odun kısmı kolayca emprenye edilebilir. Öz odun emprenye edilemez.

**Kullanış Yerleri:** Geniş bir kullanım alanına sahiptir. Masif mobilya, bükme mobilya, spor aletleri, tornacılık, kontrplak, kaplama levha, parke, fiçı sanayinde, araba ve otobüs karoseri, kağıt odunu olarak ve emprenye edildiği takdirde travers yapımında kullanılır. Ayrıca odun kömürü yapımında değerlendirilmektedir (Bozkurt 1992).

### 1.2.3. Titrek Kavak (*Populus tremula* L.)

**Botanik özellikleri ve Doğal Yayılışı:** Titrek Kavak (*Populus tremula* L.) sistematikte Angiospermae'lerin Salicales takımının Salicaceae familyasına bağlı *Populus* cinsine ait bir türdür (Kayacık 1981). Bu ağaç türü, 25m'ye kadar boylanabilen, silindirik gövde, sık dallı, geniş konik tepeye sahip I. Sınıf bir orman ağacı olup, öncü orman ağaçlarındandır. Kabuklar yeşilimsi-gri renkli olup parlak ve düzdür (Yaltırık 1993). Titrek kavak dünya üzerinde, Avrupa, Kafkasya, Sibirya, Kuzey batı Afrika, Lübnan, ön Asya ve Kuzey Çin'de yayılım göstermektedir. Ülkemizde ise, Batı Anadolu bölgesi, Batı Trakya ve Karadeniz bölgesinde yayılış göstermektedir. Titrek kavak deniz seviyesinden 2000-2500m yüksekliklere kadar yayılış göstermektedir (Yaltırık 1993).

**Makroskobik ve Mikroskobik Özellikler:** Odunu genellikle beyaz ve sarımsı beyaz renklidir. Yıllık halkalar düzensizdir. Öz odun ile diri odun farkı belirsizdir (Merev 2003). Titrek kavağın odunu dağınık traheli olup, ilkbahar odunu traheleri yaz odunu trahelerine nazaran biraz daha büyüktür. Traheler yıllık halka içerisinde radyal (2–6), teğet (2–6) ve küme şeklinde (3–14) gruplar oluştururlar ve tek tek dağılırlar. Trahelerin perforasyon tablası basittir (Merev 2003). Odunundaki trahe sayıları mm<sup>2</sup> içinde 135'tir. Rakım yükseldikçe mm<sup>2</sup> içerisindeki bu sayı git gide yükselmektedir (Sarıbaş 1989). Temel lif dokusu libriform lifleridir. Öz ışınları üniseri homoselüler, homojen "Tip III" dür. Boyuna paranzimler marjinaldir. Paranzim hücrelerinin horizontal çeperleri nodüllüdür.

**Kimyasal Özellikler:** Titrek kavak odununda selüloz % 48, pentozan %26,13, lignin %17,4, suda çözünen ekstraktif madde oranı %3,44 ve kül oranı %0,28'dir (Önder ve Aslan 2002) .

Titrek kavağın kalın çaplı gövdeleri yumuşak ve yeknesak yapılı olduğundan, kaplama ve kontrplak üretiminde önemli bir hammadde olmaktadır. Selüloz içeriğinin yüksek oluşu, lif uzunlununun 1.36mm oluşu ve kolayca beyazlatılabilmesi gibi nedenlerden dolayı kağıt üretimine elverişli bir türdür (Atik 1995). Ayrıca, titrek kavak odunu, kimyasal maddeleri absorbe edebilmesi, eğilme direncinin yüksek olması, yıllık halkalarının dar olması ve düzgün lifli olması gibi bazı özelliklere sahiptir (Öner ve Aslan 2002).

### 1.3. AHŞAP MALZEMENİN İÇ MEKÂNLARDA KULLANIMI

Ahşap malzeme, çok çeşitli alanlarda kullanılmakla birlikte iç mekânlarda da çok tercih edilen en ekonomik ve uygun yapı materyallerinden biridir. Diğer yapı materyalleri ile kıyaslandığında ahşap malzemeyi üstün kılan birçok özellik bulunmaktadır. Her zaman bulunabilmesi, estetik oluşu, geçmişe dayanan performansı, dizaynı, kullanım ve imalattaki esnekliği, ekonomikliği, tamir ve bakımının kolaylığı, uygun şekilde emprenye edilip inşa edildiğinde gösterdiği dayanım, yüksek direnci ve elastikliği başta gelen özelliklerdir (Göktaş ve diğ. 2006).

Ahşap malzemenin, dış hava koşullarında ve toprakla temas halinde kullanımı yüzyıllardır devam etmektedir. Özellikle ılıman iklim kuşağında yetişen ağaç türlerinin çoğu emprenye edilmeden dış hava koşullarında kullanılması mümkün

olmamaktadır. Bunun için geliştirilen çok çeşitli koruyucu kimyasal maddeler vardır. İnsanla temasın olmadığı yerlerde kullanılan bu kimyasal koruyucular, içerisindeki toksik maddelerden dolayı iç mekânlarda kullanılan ağaç malzemelerde kullanılması uygun olmamaktadır. Eski çağlarda, Asya ülkelerinde odun, bitkisel ekstraktlarla emprenye edilerek saray ve tapınak binalarında kullanılırdı. Bu şekilde ağaç malzemelerin çürüme ve bozulma olmaksızın yüzyıllarca kullanımına imkân sağlanmıştır (Freeman ve diğ. 2003).

Günümüzde iç mekânlarda kullanılan ağaç malzemeler genellikle bir üst yüzey işlemine (vernik, boya v.b.) tabi tutularak kullanılmaktadır. Bu durumda ağaç malzemeye önceden yerleşmiş biyotik faktörlere karşı yeterli derecede etki sağlaması mümkün olmamaktadır. Yapılan birçok çalışma göstermiştir ki, doğal dayanıklılığı, düşük ve kolay emprenye edilebilen türlerin bitkisel ekstraktlar ve tanenler ile vakum- basınç altında emprenye edilerek toprakla temas etmeyen iç mekanlarda kullanılması durumunda mantar, böcek ve termitlere karşı oldukça iyi bir koruma sağlayabilmektedir (Pizzi 1988, Lotz ve Hollaway 1988, Lotz 1993, Olteanu 1997, Dığrak ve diğ. 1999, Schults ve Nicholas 2000, Şen 2001, Clausen ve Yang 2007). Tropik ülkelerde bulunan bazı kullanım yerlerinde doğal dayanıklı odun türleri emprenye edilmeden geleneksel olarak kullanılmakta ve gerektiğinde yenilenmektedir. Çünkü bu ağaç türleri yıkanmaya karşı dayanıklı ekstraktif maddeler içermekte ve emprenyeleri çok zor hatta imkânsız olmaktadır. Ekstraktif madde bakımından zayıf ağaç türlerinin doğal dayanıklılığı daha düşük olduğundan emprenye edilerek kullanılmaktadırlar. Tropik türlerin temini ve yüksek maliyetlerinden bu türlerin yerine daha az dayanıklı olup emprenye edilerek dayanıklılığı arttırılan ahşap malzeme çok çeşitli kullanım yerleri için ideal olmaktadır.

Ahşap malzeme iç mekânlarda doğal haliyle kullanılmakta, sonradan bir üst yüzey koruma maddesi ile muamele edilmektedir. Bu koruyucu maddeler genellikle poliüretan ve sentetik koruyuculardır. Son zamanlarda daldırma veya çift vakum yöntemleriyle uygulanabilen bazı kimyasal maddeler geliştirilmiştir.

### **1.3.1. Ahşap Malzemedeki Zarar Yapan Mantarlar**

Odun çürüten mantarlar, yapıların dayanıklılığı için büyük problemlere sebep olmaktadır. Fakat çevresel atıkların bozundurulması için geri dönüşümünde mantarların önemli bir ekolojik fonksiyonu vardır (Bowyer ve diğ. 2003). Dünya genelinde mantarların çürüme ile meydana getirdikleri yıllık kayıplar çok büyüktür.

Her ne kadar böcekler ve delici organizmalar gibi faktörler ağaç malzemede büyük oranda zarara sebep olsalar da, mantarların yaptığı zarar diğer faktörlere nazaran daha yıkımlayıcıdır. Dikili ağaçlara arız oldukları gibi, taşıma ve depolama esnasında tomruklara, kurutma esnasında ve kullanım yerinde ise kerestelere arız olurlar (Bozkurt ve diğ. 1993).

Mantarlar basit bitkisel canlılar olup, beş binden fazla türleri vardır. Mantarlar, eşeyli ve eşeysiz yoldan çoğalabilen sporların çimlenmesi ile oluşmaktadır. Sporlar yuvarlak veya oval biçimde olup, gözle görülemeyecek kadar küçüktürler. Sporlar, uygun sıcaklık, rutubet, pH ve besin maddesinin bulunduğu ortamda çimlenerek iplikçik şeklinde hüf meydana getirirler. Hüfler odun hücresi içerisinde penetre olduktan sonra salgıladıkları enzimler ile kimyasal reaksiyonlar meydana getirip, gelişmeleri için gerekli olan besin maddelerini elde ederler. Rutubetli şartlar altında bir araya gelen hüfler, keçe görünümünde miselyumu oluşturmaktadırlar. Olgunluk evresinde, oluşturdukları üreme organları ile çok sayıda spor üretebilmektedirler (Silva ve diğ. 2007).

Odun çürüten mantarlar, temel olarak odunun yapısal bileşenlerini bozundurlar. Çoğu odun çürüten mantar, ilk olarak enzimatik olmayan yolla oduna saldırırlar. Bu yolla, büyük boyutlu enzimlerin hücre duvarına geçişini kolaylaştırırlar. Enzimatik olmayan bu yapı odunun yapısal bileşenlerinin ve ligninin yıkımlanmasına katkı sağlayan hidroksil radikallerini üretirler. Ekstraselüler enzimler hücre duvarı bileşenlerinin çözünmesini hızlandırmakta ve bu nedenle odunun birçok özelliğinde değişmelere neden olmaktadır. Odunun bozunmasına karşı en hassas mekanik özellik odunun sertliğidir. Mantar tahribatından etkilenen mekanik özellikler sırasıyla, odunun, sertliği, eğilme direnci, basınç direnci ve elastikiyet modülüdür (Schirp ve Wolcotte 2005, Yen ve diğ. 2008).

Odunu çürüten mantarlar çürüklük tipine göre; esmer çürüklük, beyaz çürüklük ve yumuşak çürüklük mantarları olmak üzere üç grupta toplanmaktadır.

#### *1.3.1.1. Esmer çürüklük mantarı*

Basidiomycetes sınıfına giren esmer çürüklük mantarı ağaç malzemeyi kullanım yerinde tahrip eden mantarların en önemlilerindedir. Esmer çürüklük mantarının saldırıları

ağaç malzeme üzerinde bir sporun çimlenmesi ile başlamakta, miselyum oluşturarak odun içerisine yayılmasıyla devam etmektedir. Mantar hüfleri salgıladıkları enzimler ile odun bileşenlerini çözmekte ve gıda maddesi olarak absorbe etmektedir (Bozkurt ve diğ. 1993). Bu tip çürüklükte enzimatik ve enzimatik olmayan sistemler ile odun tahrip edilir. Esmer çürüklük mantarı çürümenin ilk safhalarında hücre duvarındaki hemiselülozları ve öz ışınlarındaki basit şekerlere saldırırlar (Winandy ve Morrell 1993). Hücre lümeni, reçine kanalları ve öz ışınlarında gelişen esmer çürüklük mantarı sekonder çeperdeki selülozu enzimatik yolla tahrip etmektedir (Bozkurt ve diğ. 1993). Esmer çürüklük mantarı tahribatına maruz kalan ağaç malzemenin direnç değerleri hızlı bir şekilde düşmekte ve odunun rengi kahverengine dönüşmektedir (Goodell ve diğ. 2008). Odunun renginin esmer olmasının en önemli nedeni, odundaki selülozun bozundurulması geride koyu renkli lignin, ekstraktif madde ve tanenlerin kalmasıdır. Çürümenin son safhalarında odunda enine yönde çatlaklar, daralmalar ve hücre çeperinde çökmeler meydana gelmektedir (Anke ve diğ. 2006).

#### *1.3.1.2. Beyaz çürüklük mantarı*

Beyaz çürüklük mantarları, Basidiomycetes sınıfına giren mantarlardandır. İki tip beyaz çürüklük mantarı vardır. Bunlardan birincisi doğada sıkça rastlanmakta olup, odundaki lignin, hemiselüloz ve selülozu eş zamanlı olarak tahrip ederler. Diğer beyaz çürüklük mantarı ise odunda hemiselüloz ve lignini tahrip etmekte ve geriye beyaz lifli selüloz yapısını bırakmaktadır. (Erikson ve Kirk, 1985, Kirk ve diğ. 1984).

Bu tip çürüklükte yalnızca enzimatik sistem söz konusu olup, mantarların enzimatik aktivitesi sonunda lignin peroksidaz, manganez peroksidaz ve lakkaz üretilir (Hatakka ve diğ. 2002). Beyaz çürüklüğün ileri safhalarında odun yumuşak ve açık renkli olmakta, özellikle yapraklı ağaç türleri bu mantara karşı hassasiyet göstermektedir. Çürümenin sonlarında esmer çürüklükte olduğu gibi enine çatlaklar, anormal daralma veya çökmeler oluşmaktadır. Bu tip çürüklük hem binaların dış kısımlarındaki ağaç malzemeye hem de diğer yapısal doğramalara zarar vermektedir (Bozkurt ve diğ. 1993).

#### **1.3.2. Coleoptera Takımına Ait Odun Zararlısı Böcekler**

Dünya genelinde 850 bin'den fazla böcek türü yaşamaktadır. Ağaç malzemeyi tahrip eden böcekler ekonomik önemlerine göre; Cerambycidae, Anobiidae, Lyctidae,

Bostrychidae, Platypodidae ve Scolytidae familyası olarak sıralanmaktadır (Bozkurt ve diğ. 1993).

Orman ve orman ürünlerine zarar veren böcekler farklı iki görüşe göre gruplandırılırlar. Birinci görüş, buldukları yere (ağaçlar, tomruklar, kuru direkler ve kullanım yerinde) ve beslenme şekillerine (selüloz, nişasta ve mantar) göre iki gruba ayrılır. İkinci görüş ise, arız oldukları ağaç malzemenin taze (dikili ağaçlar, ormanda ve depodaki rutubetli ağaç malzeme, kesilmiş gövde ve kütükler) veya kuru (binalarda ve depolardaki ağaç malzeme) olmasına göre ikiye ayrılır (Bozkurt ve diğ. 1993).

Böcekler gelişimlerini sürdürmeleri için, besin maddesine, uygun rutubet ve sıcaklık şartlarının oluşması gerekmektedir. Genel olarak odunu tahrip ederek gelişimlerini sürdüren böcekler, selüloz, hemiselüloz, şeker, nişasta ve yumurta akı gibi maddeler ile beslenmelidirler. Fakat bazı böcek türlerinin larvaları ambrosia mantarı ile beslenmektedirler. Odunu tahrip eden böceklerin yaşama ve gelişmeleri için odun rutubetinin önemi büyük olmasına rağmen, bazı böcek türleri kuru oduna arız olabilmektedir. Bazı böcek türü larvaları %10–20 rutubet derecelerinde (*Lyctus brunneus*) maksimum gelişme hızı gösterirken, *Hylotrupes bajulus* gibi böcek türü larvaları ise %10–60 gibi geniş bir rutubet aralığında ağaç malzemeye arız olurlar. Diğer yandan, ağaç malzemeye zarar veren böceklerin sıcaklık istekleri geniş bir dağılım göstermektedir. *Anobium punctatum* gibi bazı böcek türü larvaları 14-28<sup>0</sup>C sıcaklık aralığında gelişme gösterirken, *Hylotrupes bajulus* gibi böcek türü larvaları ise 10-38<sup>0</sup>C sıcaklık değerleri arasında oduna arız olur ve bu sıcaklık değerleri arasında gelişme gösterirler (Bozkurt ve diğ. 1993).

#### 1.3.2.1. *Spondylis buprestoides* (L.)

*Spondylis buprestoides* (L.) Coleoptera takımından Cerambycidae familyasına ait bir türdür. Avustralya, Sibirya, Kore, Japonya ve Çin’de yayılış göstermektedir. Genellikle kozalaklı ağaçlara zarar yapan bu tür, sarıçam başta olmak üzere, diğer çam türleri, ladin ve göknarda zarar yapmaktadır. *S buprestoides* böceği esas olarak dip kütüklerine zarar yapan bir tür olmasına rağmen, yangın ve rüzgar gibi etmenlerden dolayı zayıflamış ağaçlarda da teknik zarar yapabilmektedir. Aynı zamanda toprakla temas halinde bulunan ahşap malzemelerde de tahribat yapmaktadır (Kolk ve Starzyk 1996).

Yetişkinleri 10-25mm uzunluğunda olabilmektedir. Gövdeleri katı ve hafif parlak siyah renktedir. Baş kısmı geniş, antenleri ise kısıdır. Yumurtaları ince, uzun ve beyaz renktedir. Larvaları, bacakları ile birlikte 35mm uzunluğunda ve beyaz renktedir. Pupaları ise sarımsı renkte olup yaklaşık 24mm uzunluğundadır (Kolk ve Starzyk 1996).

*S buprestoides* (L.) böceği yılda 1 generasyon geçirmektedir (Sokanovskii 1929). Larvadan yetişkin durumuna geçişler haziran ayının ortasından ağustos ayının sonuna kadar olmaktadır. Yetişkinleri geceleyin beslenmez ve umazlar. Dişiler yumurtalarını koyduktan sonra larva evresinde ilk olarak kabuğun altında 1cm'lik galeriler açarak beslenirler. Daha sonra larvalar 70-80cm uzunluğunda ve 1cm genişliğinde oval tüneller açarak odun içerisine girerler. Bu oval tüneller ahşap yüzeyinin 0,3-0,8cm derinliğinde inşa edilen 3-4cm uzunluğundaki pupa odaları ile son bulur (Kolk ve Starzyk 1996).

### **1.3.3. Isoptera (Termitler) Takımına Ait Odun Zararlısı Böcekler**

Isoptera takımına ait böceklerdir. Dünya genelinde, 2600' aşkın termit türü (Kambhampati ve Eggleton 2000) bilinmesine karşın, ahşap malzemeye saldıran termitlerin yalnızca 183 tür olduğu bilinmektedir. Bunların 83 türü önemli derecede zarara sebep olduğu bilinmektedir (Su ve Scheffrahn 2000).

Termitlerin ana vatanı, tropik ve subtropik bölgelerdir. Yayılışlarını, güney yarım kürede Yeni Zelanda ve Tasmanya, kuzey yarım kürede Kanada'nın Vancouver eyaletinde, Avrupa'da ise Hamburg'a kadar uzanır. Ayrıca, Güney ve Güney Doğu Avrupa ile Türkiye'nin Akdeniz bölgesinde tespit edilmiştir (Kaygın 2007). Sıcaklık ve su şartları bu dağılımın en önemli belirleyicileridir (Eggleton 2000). Termitler sosyal böcekler olup, koloniler halinde yaşarlar. Tipik bir koloni içerisinde u grup gözlenir: kısır işçiler, kısır askerler ve eşeyssel formlar (Kaygın 2007).

Termitler, toprak altı termitleri, kuru odun termitleri ve ıslak odun termitleri olmak üzere u farklı gruba ayrılmaktadır (Jones 2000). Toprak altı termitler toprak altındaki veya toprakla temas halindeki ağaç malzemeye zarar yaparken, kuru ve ıslak odun termitleri ise toprakla temas etmeyen yer üstündeki ağaç malzemeyi tahrip ederler.

Termitler binalarda; döşeme tahtaları, kirişler, kapı ve pencere doğramaları, merdivenler, parmaklıklar ve mobilyaların yanısıra, açık hava koşullarında kullanılan tel

direkleri ve çit direklerini beslenme ve barınma amacıyla tahrip etmektedirler. Bunların dışında, ham maddesi ağaç olan her türlü bitkisel lifleri (lif levha v.b.), kağıt, kumaş ve yün gibi organik maddeleri de tahrip etmektedirler. Esas besin maddeleri selülozdur. Ufalayarak yedikleri odunu, bağırsaklarda yaşayan bakteriler yardımıyla sindirirler (Bozkurt ve diğ. 1993, Kaygın 2007).

#### 1.3.3.1. *Reticulitermes grassei* (Clement)

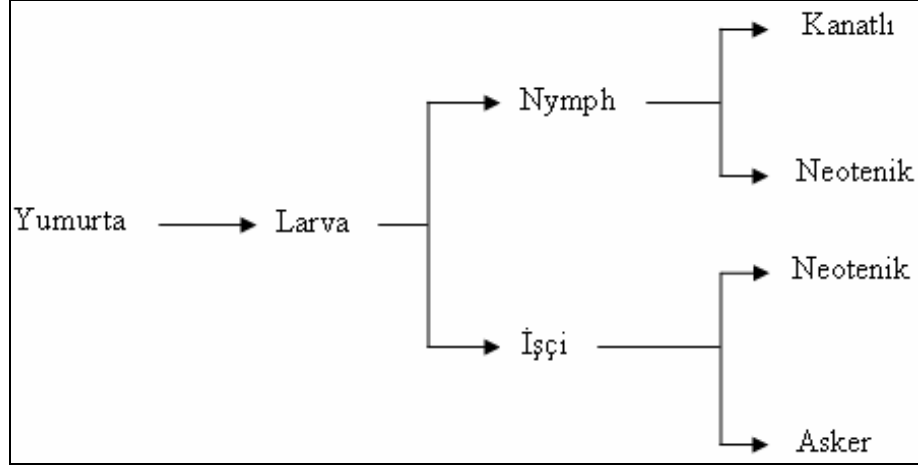
*Reticulitermes grassei*, Isoptera takımından Rhinotermitidae familyasına ait bir türdür. Daha önceleri *Reticulitermes lucifugus* türüne ait bir alt tür olmasına rağmen, son yıllarda yapılan ileri sınıflandırmalarla tür konumuna gelmiştir (Clement ve diğ. 2001). *R. grassei* ılıman bölgelerde yaygın olup, ABD'nin geneli olmak üzere, Kanada'da Winnipeg'in kuzeyine kadar mevcuttur. Ayrıca, Asya, Kuzey Afrika ve Güney Avrupa'da da yayılım göstermektedir (Plateaux ve Clement 1984). *Reticulitermes* türlerinin Avrupa'daki doğal yayılış alanları Şekil 1.1'de görülmektedir.



Şekil 1.1. *Reticulitermes* türlerinin Avrupa'daki yayılışı (Clement ve diğ. 2001).

*R. grassei* termitinin yaşam döngüsüne ait kısa bir açıklama Şekil 1.2'de görülmektedir (Lainé ve Wright 2003).





**Şekil 1.2.** *R. grassei* termitinin yaşam döngüsü.

#### 1.4. BİTKİSEL EKSTRAKTLAR VE TANENLER

Ekstraktifler, bitkilerdeki düşük molekül ağırlığına sahip bileşikler olup, selüloz, hemiselüloz ve ligninden sonra bitkilerde en çok bulunan elemandır (Chang ve diğ. 2001).

Ekstraktifler buharla damıtma ve soxhlet ekstraksiyonu gibi yöntemlerle, hegzan, diklorometan, toluen/etanol karışımı veya su gibi farklı çözücüler kullanarak bitki materyallerinden çıkarılırlar (Toshiaki 2001).

Odunlardaki ekstraktlardan bazıları tanenler, flavanoidler, lignanlar, stilbenler, terpenler ve terpenoidlerdir. Bu ekstraktifler odunların doğal olarak biyolojik degradasyonlardan korunmasını sağlayan bileşiklerdir (Toshiaki 2001; Windeisen ve diğ. 2002). Aynı şekilde ekstraktlar, odunların rengini, kokusunu, kurummasını, yapışmasını, su alıp vermesini ve akustik özelliklerini etkileyebilmektedir (Tanaka ve diğ. 2008). Bunların dışında, odun ekstraktları kağıt ve kağıt hamuru endüstrisinde teknik ve ekonomik problemlere neden olmaktadır (Toshiaki 2001).

Tanenler bitkisel kaynaklı suda çözünen kompleks polifenollerdir (Hayerman 2002). Tanenler bitki aleminde geniş bir dağılıma sahip olup, bitki hücresinde amorf yapıda tanecikler ya da farklı büyüklükte kümeler halinde sitoplazmaya yayılmış durumda bulunmaktadır. Bazı durumlarda da hücre çeperine nüfuz etmiş olarak bulunabilir. Bitkilerin kabuk, odun, meyve, meyve tohumu, yaprak, kök gibi çeşitli dokularında ve

bitki özünde bulunabilirler ve bu dokuların gelişiminin düzenlenmesinde rol oynarlar (Huş 1969).

Tanenler beyaz veya açık sarı renkte, kendine has bir kokusu, dağınık bir yapısı ve buruk bir tadı olan maddelerdir (Khanbabae ve Van Ree 2001). Genellikle amorf, nadiren kristal yapıdadırlar. Fenolik reaksiyon vermenin yanısıra alkaloid, jelâtin ve diğer proteinleri çökeltme yeteneğine sahiptirler (Hayerman 1998, David ve diğ. 2001).

Genel olarak, yüksek molekül ağırlığı taşıyan maddeler (fenolik hidroksil grupları oldukça ağırlıklı oranda olan maddeler) gerçek tanenler olarak adlandırılmaktadır. Molekül ağırlıkları 500 ile 20.000 arasındadır. Tanenler suda kolay çözünebilen maddeler olup (Fennema 1996), aseton ve etanolde kolaylıkla, eter ve kloroform gibi çözücülerde ise az çözünürler (Buchanan 1975). Yaygın olarak kullanılan çözücüler, su-aseton, su-metanol karışımları olup, % 50 oranında ki karışımlar oldukça iyi sonuçlar vermektedir (Fennema 1996).

Tanen içeren yüzlerce bitki mevcuttur. Türkiye’de ise bu bitkilerin yaklaşık 37 tanesi tespit edilmiştir (Baytop 1999). Tanen muhtevası yüksek olan bazı bitkiler şöyle sıralanabilir; Meşe, Kestane, Huş, Akasya, Nar, Çam, Kayın gibi ağaç türlerinin yanısıra, çay yaprakları, kahve tohumları, üzüm ve elma gibi değişik bitkilerde de değişik oranlarda tanen bulunmaktadır (Othmer 1967, Öztığ 1971). Ticari olarak bitkisel tanen materyalleri; ağaçlar, yapraklar, odun, meyveler, kabuklar ve köklerden elde edilir (Özacar 1997).

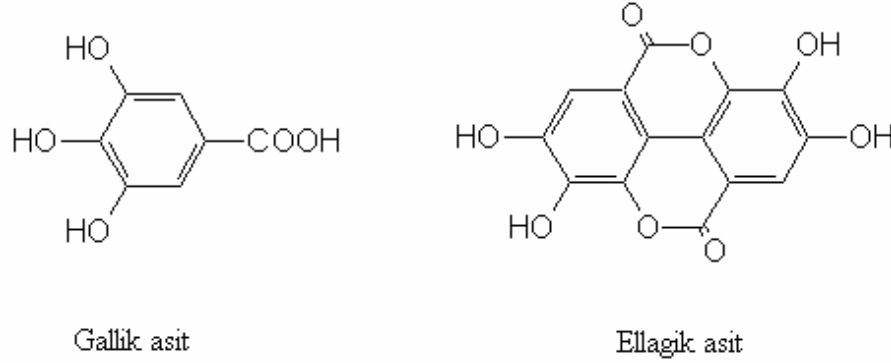
#### **1.4.1. Tanenlerin Kimyası ve Sınıflandırılması**

Tanenler kimyasal olarak hidrolize tanenler ve kondanse tanenler olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır.

##### *1.4.1.1. Hidrolize Tanenler*

Hidrolize olabilen tanenler, enzim veya sıcak su ile zayıf asit veya alkali koşullar altında kolayca hidroliz olabilen tanenlerdir (Lopez-Rios 1984). Hidrolize tanenler genel olarak iki guruba ayrılmaktadır. Gallik asidin glikoz ile esterleşmesi sonucu oluşan gallotanenler ve ellagik asidin glikoz ile esterleşmesi sonucu oluşan elligktanenlerdir (Şekil 1.3). Her iki tanen türünün molekül yapıları birbirinden farklıdır. Gallotanenlerde, fenolik gruplar bir diskin etrafına dağılmış olarak bulunur

ve molekül yapıları düzdür. Ellagitanenlerde ise, fenolik guruplar bir disk kenarlarına dizilmiş değil, bir küre yüzeyine dağılmış gibi bulunurlar (Muller-Harvey 2001).



**Şekil 1.3.** Hidrolize olabilen tanenlerin yapıtaşları.

Hidrolize tanenler merkezde karbonhidrat (genellikle D-glikoz) ve fenolik guruplarla esterleşmiş hidroksil gurupları içerirler. Zayıf asitler, zayıf bazlar, sıcak su veya tannaz gibi enzimler tarafından hidrolize edilmeleri sonucu karbonhidrat ve fenolik asite ayrışır (Goel ve diğ. 2005, Bhat ve diğ. 1998). En basit hidrolize olabilen tanenler, glikozun basit poligallol esterleri olan gallotanenlerdir (Hegerman 2002).

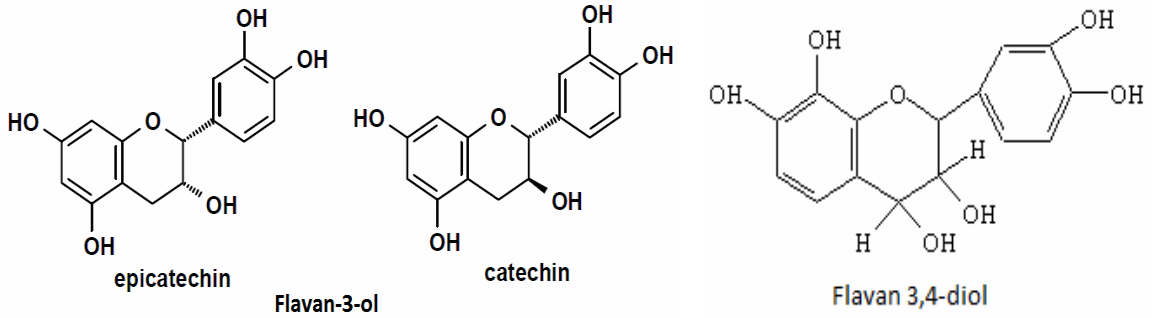
Hidrolize olabilen tanenler ağaçların, yaprak, meyve ve odun kısımlarında bulunmaktadır. Fakat yaprak ve meyve kısımlarında, odun kısımlarına göre daha yüksek oranda bulunduğu bilinmektedir. Valeks, sumak, mazı ve kestane gibi yerli sepi maddeleri hidrolize olabilmektedir (Huş 1969).

#### 1.4.1.2. Kondanse tanenler

Kondanse tanenler, her yıl yaklaşık 350000 ton üretimle Dünya'daki toplam ticari tanenlerin %90'ını teşkil etmektedir. Çeşitli ağaçların kabuk ve odunundan elde edilen kondanse tanenler, doğada geniş bir dağılıma sahip olduğu bilinmektedir (Pizzi 1983). Kondanse tanenler birçok ağaç kabuğunun yanısıra özodunun da, üzüm, elma, zeytin, fasulye, tahıl, bakla gibi meyve ve tohumlar da bulunurlar. *Schinopsis* spp., *Loxopterygium* spp. odunlarından elde edilen kebrako tanenleri, çam (*Pinus* spp.), meşe (*Quercus* spp.) ve gabon (*Aucoumea kleneana*) ağağlarındaki kabuk tanenleri yaygın olarak bilinen kondanse tanenlerdir (Haslam ve Tanner 1970, Bhat ve diğ. 1998). Ayrıca, Kebrako, akasya, tsuga, sumak ve az da olsa çam kabukları ticari öneme sahip

kondanse tanenlerdir. Özellikle II. Dünya Savaşı'ndan sonra derilerin sepiyenmesinde kullanımının artması ile ticari önemi oldukça artmıştır (Pizzi 1983).

Kondanse tanenler, polimerik flavanoidlerdir (Browning 1975). Proantosiyanidin olarak adlandırılan iki monomerin asit-katalizi kondenzasyonu ile oluşur. Proantosiyanidinler heterosiklik halkanın 3 pozisyonunda (flavan -3-ol) ya da 3 ve 4 pozisyonlarında (flavan -3,4-diol) hidroksillenmiş flavan yapılarıdır (Şekil 1.4, Zucker 1983). Proantosiyanidinler; kondanse tanenlerin değişik sınıfları için esas teşkil eden doğal ürünlerin en önemli bir sınıfıdır. Monomerik proantosiyanidin türlerinden bazıları; quersetin, mirisetin, kateşin, epikateşin, ve epigallokateşindir (Hamingway 1989, Haslam 1966). *Acacia mollissima*, *A. dealbata*, *A. decurrens*, *A. pycnantha*, ve *Casuarria equisetifolia* kabukları ile *Acacia catechu* öz odunu içeriğinde bulunan tanenler flavan -3-ol grubuna örnek olabilecek tanenlerdir. Flavan -3,4-diol'ler monomerik flavanoidlerdir. Rhizophora, Brugiera, Pinus ve bazı Eucalyptus türleri bu grupta tanenlere örnek olarak verilebilir (Browning 1975).



Şekil 1.4. Flavan -3-ol ve flavan 3,4-diol kondanse tanenlerinin yapıtaşları.

Kondanse tanenlerin herhangi bir şeker kısmı içermemesi, hidrolize tanenler ile arasındaki çok ilginç bir farktır (Porter 1994). Kondanse tanenlerin en karakteristik özelliği karbon-karbon (C-C) bağları ile bağlanmalarıdır (Hegerman 2002). Bu gruptaki sepi maddeleri hidrolitik fermentlerle parçalanmazlar ve üzerine güçlü asitler etki ettirilirse fenolü ihtiva eden çekirdekler parçalanmayarak flobafen (phlobabhen) halinde kondanse olurlar (Toptaş 1993).

Bitki materyallerinde kondanse tanenlerin miktarını ölçmek için birçok analitik yöntem kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan yöntemler, vanilin testi (Makkar ve Becker, 1994) ve asit-bütanol testi gibi oksidatif depolimerizasyon reaksiyonlarıdır (Makkar ve

diğ. 1999, Afidah 2005). Diğ. yöntemler protein çökelme reaksiyonları (Makkar 1989), Stiasin reaksiyonu (Yazaki 1985), asit bölünme reaksiyonları, enzim ve mikrobiyal inhibisyonu ve gravimetrik prosedürlerini içerir (Schofield ve diğ. 2001). Bu analizlere eklenen diğ. bir metot ise, akış enjeksiyon spektrofotometresidir (Ferreira ve Nogueira 2000, Afidah 2005).

Tanenler, bir takım mikroorganizmaların büyümesini engelleyen, mikrobik saldırıya ve biyodegradasyona karşı dirençli olan maddelerdir (Scalbert 1991). Kondanse tanenler mikrobik saldırılara karşı hidrolize olabilen tanenlerden daha dayanıklı ve birçok mikro organizma için toksik etkiye sahiptir. Bundan dolayı tanenler organizmaların biyolojik bozunmaya neden olan enzimlerini engelleyerek toprağın organik madde ayrışma oranını geciktirir (Scalbert 1991).

#### **1.4.2. Çeşitli Bitki Kısımlarına Göre Tanen Miktarları**

Bitkisel ekstraktlardan etanol, alkol benzen ve sıcak su ekstraksiyonu ile elde edilen tanenler, bitkilerin kabuk, odun, yaprak ve meyvesinde bulunmaktadır. Genel olarak, tanenin en çok toplanmış olduğu yer bitkinin kabuklarıdır. Özellikle meşe ve ladin kabuklarının yanısıra, çam ve bazı akçaağaç türlerinin kabuklarından sepi maddesi elde edilmektedir (Bozkurt ve Göker 1981).

Bitkilerin içerdiği tanen miktarlarının belirlenmesinde birçok yöntem vardır. Bunların başında, kolorimetrik, gravimetrik ve protein presipitasyon gelmektedir (Schofield ve diğ. 2001). Kolorometrik analizler (Asit-butanol testi, Vanilin testi, Prussian mavisi testi, Rodanin analizi v.b.), tanenlerin kimyasal özellikleri ile ilgili olup, tanen ile çözelti arasındaki reaksiyonlarla oluşan renk yoğunluklarının spektrofotometrik ölçümü tanen miktarları belirlenmektedir (Hagerman ve Butler 1978, Schofield ve diğ. 2001, Rubanza ve diğ. 2005). Gravimetrik yöntemlerde (Ytterbium presipitasyon, Polivinilprolidon testleri) sadece çözünebilen tanenler tespit edilmektedir (Silanikove ve diğ. 2001). Protein presipitasyon testinde ise tanenlerin protein bağlayıcı ve çöktürücü özelliklerinden faydalanılarak polifenolik yapıdaki tüm bileşikler tespit edilmektedir (Hegerman ve Butler 1978, Rubanza ve diğ. 2005).

Tanenlerin elde edildikleri bitki kısımlarına (Kabuk, odun, yaprak, kadeh, meyve ve kozalak) göre içerdikleri tanen miktarları Çizelge 1.1'de görülmektedir.

**Çizelge 1.1.** Bitkilerin kısımlarına göre içerdikleri tanen miktarları (Huş 1969).

Elde edildikleri bitki kısımları	Bitki Türü	Tanen Miktarı (%)	Tanen Harici Mad. (%)	Menş e	Tamamlayıcı bilgiler
Kabuk	Meşe	10 (5-17)	5,5	Avrupa	<i>Quercus sessiliflora</i> <i>Quercus petenculata</i>
	Ladin	11,5 (7-20)	7	Avrupa	İlkbaharda soyulan kabuklar
	<i>Tsuga canadensis</i>	11,5 (7-20)	7	Kuzey Amerika	Kuzey Amerikada çok gelişen ve tanen kaynağı olan bir göknar türü
	Sögüt	10	8	Rusya ve Kuzey Avrupa	Açık renkli ve yumuşak derilerin elde edilmesinde kullanılır.
	Huş	12	10	Rusya ve Kuzey Avrupa	-
	Mimoza	35 (22-48)	7,5	Güney Afrika, Brezilya, Avusturalya ve Doğu Afrika	<i>Acacia mollissima</i> , <i>A. deccurens</i> , <i>A. pyemantha</i> , <i>A. penninervis</i>
	Mangrove	36 (28-48)	9	Doğu Afrika ve çeşitli tropik memleketler	Rhizophora türleri
	Maletto	48	10	Güney Batı Avustralya	<i>Eucalyptus occidentalis</i> kabukları
Odun	Meşe	6 (3-10)	2	Avrupa	<i>Quercus sessiliflora</i> <i>Quercus petenculata</i>
	Kestane	9 (6-15)	2	Güney Avrupa, Fransa, Amerika, Rusya	<i>Castanea vesea</i> <i>Castanea vulgaris</i> <i>Castanea sativa</i>
	Quebracho	21 (14-26)	2	Arjantin, Brezilya, Paraguay, Bolivya	<i>Quebrachia lorentzi</i>
	Catechu	Çok zengin	-	Doğu Afrika, Batı Hindistan	<i>Acacia catechu</i>
Kadeh, Meyve, Yaprak ve Kozalak	Valonea	29 (16-38)	10	Doğu Akdeniz Bölgeleri	<i>Quercus valonean</i> 'ın kadehleri
	Drillo	40 (30-53)	10	Doğu Akdeniz Bölgeleri	<i>Quercus valonean</i> 'ın kadeh pulları (tırnak)
	Dividivi	41 (25-50)	19	Meksika- Venezuela arası	<i>Caesalpinia coriaria</i> ağacının karpeli
	Algarobilla	44 (35-52)	21	Latin Amerika	<i>Caesalpinia brevifolia</i> 'nın bakla tipindeki meyveleri
	Myrobalanen	34 (25-48)	14	Hindistan	Terminalia türlerinin sert meyveleri
	Sumak	29 (13-35)	14	Akdeniz Memleketleri	Sumak bitkisinin yaprakları
	Gambir	40-45	13-17	Hindistan, Çin	<i>Uacaria Gambir</i> 'in yaprak ve taze sürgünleri
	Mazı	64,18-69,70	-	Özellikle Doğu Anadolu	<i>Quercus infectoria</i>

#### 1.4.2.1. Kabuklar

Dünyada kabuktan üretilen en önemli sepi maddesi *Acacia mollisima*, *Acacia pycnantha*, *Acacia decurrens*, *Acacia dealbata*, *Acacia binervata* ağaç kabuklarından üretilen mimoza ekstraktıdır. Oldukça yüksek tanen içeriğine sahip olan bu ekstraktif madde, derilerin sepilenmesi ve yapıştırıcı olarak kullanılmaktadır. Mimoza kabukları %33 kadar tanen ihtiva ederler.

Ülkemizde sepi maddesi bakımından çam kabukları büyük önem arz etmektedir. Özellikle kızılçam kabukları sepi maddesi yönünden zengindir. Yaklaşık olarak %10 oranında tanen içermektedirler. Kızılçam kabuğundan elde edilen sıvı ekstrakt %22, kuru haldeki ekstrakt %54 sepileyici madde içermektedir. Karaçam kabukları ise, %2,7-5,4 gibi miktar bakımından teknik kullanım değeri az olan tanen ihtiva etmektedir. Sarıçam'ın kuru olan dış kabuk kısımlarında %6–10, iç kabuk kısımlarında da %12–13 tanen bulunmaktadır. Fıstıkçamı kabukları %13–20, 20 yaşındaki gövdeye sahip kızılçam kabuklarında ise % 34 oranında tanen bulunmaktadır. Ağacın yaşı arttıkça (40 yaşına kadar) kabuklarındaki sepileyici madde miktarı da artmaktadır (Bozkurt ve Göker 1981).

Meşe kabuklarında sepi maddesi miktarı ortalama %7–20 arasında değişmektedir. 300'e yakın bilinen meşe türleri içerisinde, kabukları sepi maddesi bakımından değerli olup ülkemizde üretimi yapılanları sapsız meşe (kara meşe) (*Quercus sessiliflora* L.), saplı meşe (akmeşe) (*Quercus robur* L.) ve pırnal meşesi (*Quercus ilex* L.)'dir. Bu meşeler yaklaşık 18 yıl sonra tanen üretimine uygun olgunluğa erişmektedir.

Ladin kabukları, Avrupa ve Kuzey memleketlerinde tabii olarak bol miktarda bulunan bir tanenli madde kaynağıdır. Sıvı haldeki ekstrakt genel olarak %22, toz haldeki ise %52–55 tanen ihtiva etmektedir (Bozkurt ve Göker 1981, Huş 1969). Akyüz ve diğ. (2004), ülkemizdeki ladin (*Picea orientalis* L.) kabukları üzerinde yaptıkları bir araştırmada tanen miktarının %8,91–11,19 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Kabukların ağaç gövdesinden alındıkları yere göre yükseklik arttıkça tanen miktarı da artmaktadır. Ayrıca güney bakılarda ve 750m rakımda kabuklardaki tanen miktarının daha yüksek oranda olduğu saptanmıştır.

#### 1.4.2.2. Odunlar

Ekstraktif madde bakımından en yüksek potansiyele sahip odunlar tropik bölgelerde yetişen ağaç türleridir. Dünya genelinde ticareti yapılan en önemli odun ekstraktı *Schinopsis lorentzii* ağacından elde edilen kebrako ekstraktıdır. Kebrako odun ekstraktı en çok kullanılan bitkisel ekstraktlardan olup, sıvı halde %35–37, katı halde %65–77 oranında tanen ihtiva eder (Huş 1969).

Meşe odununun sıvı ekstraktı %20, katı ekstraktı %60, toz halinde ise %66 miktarında tanen içerir. Tanen, yaşlanmış ağaçların özellikle öz odun kısmında toplanmıştır. Meşe odunu değerli bir kullanacak odunu olması dolayısıyla tanen maddesi meşe artıklarından ekstrakt elde edilmek suretiyle çıkarılır.

Kestane odunundan bol miktarda ekstrakt çıkarılmaktadır. Kestane özellikle Akdeniz havzası ülkelerinde doğal olarak yayılış gösteren bir türdür. Odunundaki tanen miktarı ağaç yaşlandıkça artmasına karşılık, kabuklarındaki tanen azalmaktadır. Kestane odunu ekstraktı yapılırken bunların diri odun kısmı ile kabukları birlikte kaynatılır ve daha çok 60–70 yaşındaki ağaçların odunları kullanılır. Kestane odunu ekstraktı, sıvı halde %30–40, parçalar ve toz halinde iken de %8–72 tanen ihtiva eder. Avrupa'da ve Amerika'da üretimi yapılmaktadır (Huş 1969, Bozkurt ve Göker 1981).

#### 1.4.2.3. Meyve, Tohum, Yaprak ve Kökler

Bitki meyvelerinden elde edilen tanenlerin başında, valex (valonea ve trillo) (%70), dividivi (%41), myrobalan (%50), algarobilla (%44), teri (%50).

Sumak yaprakları toz ekstrakt %64, sıvı ekstrakt %30 tanen içermektedir. gambir yaprağı %55, sarağan yaprağı %17, okaliptus yaprağı %10–15, badan %17, kermek %2,5 tanen içermektedir.

Köklerinden tanen üretimi yapılan canaigre (%18–25), badan (%20), kermek (%17) tanen ihtiva etmektedir (Huş 1969, Bozkurt ve Göker 1981).



### 1.4.3. Bitkisel ekstraktların (Tanenlerin) Elde Edilmesi

Tanen ekstraktının elde edileceği kabuk, odun, kozalak ve kadeh gibi bitki kısımları önce parçalanıp küçük kısımlara ayrılır, sonrada desintegratör denilen bir nevi öğütme vazifesini gören makinelerde daha ince bir duruma getirilir. Kabuklar önce 6-24mm uzunluğunda olmak üzere kırılır veya kesilir. Odun kısımları ise ya boyuna ya da enine olmak üzere torna makinelerinde yontularak küçük parçalara bölünür. Boyutlara uymayan kısımlar tekrar ayrılarak büyük parçalar santrifüj veya çekiç değirmeni adı verilen özel makinelerden geçirilerek küçültülür. Böylece hazırlanmış olan maddeler hava cereyanı yardımı ile ekstraksiyonun yapılacağı kazanların üstündeki depolara sevk edilir (Huş 1969).

Ekstraksiyonun yapılacağı kaplar 6–8 adet olmak üzere bir batarya halinde ve her biri 500–1200 lt'dir. Kapların 100 litresine takriben 250-350kg miktarında olmak üzere ekstraksiyon malzemesi doldurulur. Ekstraksiyonda kullanılacak olan suyun kalsiyum ve magnezyum gibi sertlik derecesini artıran maddeleri ihtiva etmemesi ve pH derecesinin takriben 5 olması gerekmektedir. Bazı fabrikalarda ekstraksiyon suyuna sodyum sülfid veya sodyum bisülfid katılmak suretiyle randıman artırılmaktadır. Ekstraksiyon kapları açık veya kapalı olabilmektedir. Ekstraksiyonu yapılacak madde ekstraksiyon kaplarının aralarına yerleştirilmiş ısıtıcı tertibatla çeşitli sıcaklık derecelerinde tatbik edilmektedir. Ekstraksiyon işlemi bittikten sonra tanen çözeltisi durulmak üzere tekne şeklinde kaplara akıtılmakta ve bunu müteakip çerçevesi pres veya santrifüj tertibatından geçirilerek filtre edildikten sonra, buharlandırma tertibatında suyu buharlaştırılarak yoğun bir duruma getirilmektedir. Buharlandırma kapları bir diğeri ile bağlantısı olan art arda kazanlardan ibarettir. Bu şekil bir buharlandırma tertibatında ikinci kabın sıcaklığı birinciden, üçüncünün de ikinciden daha düşük olacağından vakumun birinci kaptan üçüncüye doğru tedricen artırılması gerekmektedir. Böylece belli bir yoğunluğa kadar buharlandırılmış olan tanen çözeltisi, içinde karıştırıcı tertibatlı olan özel bir vakum buharlaştırıcısında %20–25 oranına erişinceye kadar tekrar bir buharlandırmaya tabi tutulmaktadır. Bunu müteakip madde soğumaya terk edilerek katı bir durumdaki ekstraksiyon ürünü elde edilmektedir. Katı maddenin elde edilmesi, ayrıca yoğun tanen ekstraktını silindir biçimindeki kurutuculardan geçirmek veya bunu sıcak hava cereyanına karşı püskürtmek suretiyle de sağlanabilmektedir. Katı maddenin püskürtme metodu ile elde edilebilmesi aynen süt tozu ve kahve ekstraktının elde edilmişinde olduğu

gibi yapılmaktadır. Tanen çözeltisi dakikada 5000-20000 devir yapan bir tertibattan geçirilerek püskürtülmekte ve kabın aşağısından doğru yükselen sıcak hava ile temas eden zerrelere derhal kuru toz haline gelerek dip kısma çökmektedir (Huş 1969).

Odun parçalarının ekstraksiyona tabi tutulması neticesinde % 90 tanenli madde odundan çıkarılabilmekte ve arta kalan taneni alınmış madde ya yakıt malzemesi olarak ya da yarı kimyasal selüloz metoduyla selüloz istihsalinde veya yonga levhaların imalinde kullanılmaktadır (Huş 1969).

#### **1.4.4. Tanenlerin Kullanım Alanları**

Tanenlerin birçok endüstriyel kullanım alanı vardır. Bunlar içerisinde, derilerin sepilene, tıp ve eczacılık, tutkal üretimi, boya yapımı, petrol sondajı incelticisi ve mürekkep üretimi gibi çok değişik kullanım alanı mevcuttur.

##### *1.4.4.1. Tanenlerin Deri Sepileneğinde Kullanımı*

Sepi deyimi, sanayiciler tarafından ham derilerin tanenli maddeler yardımı ile kullanılabilir bir deri haline çevrilmesi maksadıyla yapılan tabaklama işleminde kullanılmaktadır. Yapılan bu işleme de sepilene denilmektedir (Huş 1969). Bitkisel tabaklayıcılar insanoğlunun kallogeni modifiye etmek amacı ile kullandığı ilk tabaklama maddelerinden biridir. Doğal bitkisel tabaklayıcı madde veya tanen yaygın olarak bulunmasına karşın teknik ve ekonomik anlamda 40 dolayında bitkiden yararlanılmaktadır. Bunlar içerisinde ülkemizde doğal olarak yetişen palamut meşesi (*Quercus aegilops* L) meyvesinin kadeh ve tırnaklarında bulunan tanen, ülkemiz deri sanayii için teknik ve ekonomik açıdan büyük bir önem taşımaktadır (Özgünay 2000).

Sepilene ile kararsız, bozunabilir, kokuşabilir ve parçalanabilir durumdaki deri kollagenleri dış etkilere karşı sürekli olarak dayanıklı hale getirilmiş olur. Ayrıca deriye esneklik ve dolgunluk verir. Sepilemede kullanılan tanen, kollagen molekülleri arasında ağ şeklinde bağlanmalar meydana getirir ve böylece deri proteinlerinin zincir şeklindeki yapısı kararlı hale geçer (Toptaş 1993).

#### 1.4.4.2. Tanenlerin ilaç yapımında kullanımı

Tanenlerin eczacılıkta kullanımı M.Ö. yıllara dayanmaktadır. Bu maksatla Asya ve Yunan mazıları hem teknik olarak hem de tıbbi maksatlarla kullanıldığı anlaşılmaktadır (Berkel 1964). Ayrıca yıllardan beri tanenlerin geleneksel Çin ilaç tedavilerinde temel teşkil ettiği bilinmektedir.

Tanenlerin antioksidan özellikleri farklı araştırmacılar tarafından kolorimetre ile değerlendirilmiş ve teyit edilmiştir (Minussi ve diğ. 2003, Gülçin ve diğ. 2003, Mi-Yea ve diğ. 2003, Çakır ve diğ. 2003). Proantosiyanidinlerin biyolojik faaliyetleri, antimikrobiyal ve antiviral, enzim inhibe edicilik, mutajenite, antimutajenite, antitümoral ve antioksidan özellikleri olarak özetlenebilir (De Bruyne ve diğ. 1999).

Tanenlerin enzimlere, virüslere, bakterilere ve mikroorganizmalara karşı etkileri çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Gallik asit ve gallo tanen içeren *Limonium axillare* bitkisinin alkol ekstraktı bakterilere karşı karakteristik bir antimikrobiyal aktivite göstermiştir (Ali 1991).

#### 1.4.4.3. Tanenlerin tutkal yapımında kullanımı

Tanenlerin odunsu materyallerin yapıştırılmasında tutkal olarak kullanılması, eski tarihlerden beri süre gelmektedir. Son yıllarda ise, sentetik yapıştırıcıların istenmeyen formaldehit emisyonlarının fazla olması nedeni ile tanenlerin tutkal olarak kullanımı daha fazla önem kazanmıştır.

Tanenlerin tutkal olarak değerlendirilmesi üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda başarılı sonuçlar alınmıştır. Kontrplak, parça tahta ve ince tabakaların yapıştırılmasında çam kabuğu tanenlerinin çeşitli formülasyonları kullanılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Steiner 1989, Kreibich 1989). Kızılcım, kebrako ve mimoza tanenlerinin lif levhada tutkal olarak kullanılması üzerine yapılan bir çalışmada, kızılcım taneni ile üretilen tutkallarda HMA'nın (Hegzametilentetraamin), kebrako ve mimoza taneni ile üretilenlerde ise paraformaldehit'in sertleştirici olarak kullanılmasının iyi sonuçlar verdiği görülmüştür (Özdemir 2010).

#### 1.4.4.4. Tanenlerin Diğer Kullanım Alanları

Taneneler çok eski tarihten beri ipek kumaşların boyamasında yardımcı madde (fiksator) olarak kullanılmaktadır (Berkel 1964). Bunun dışında, mürekkep imalinde mazi tanenin demir bileşikleri ile birlikte kullanılması, sülfür ve sülfür bileşiklerine dayanıklı boyaların yapılması ve kökboyası olarak bilinen boyaların yapımında kullanılması tanenlerin diğer değerlendirme alanlarıdır (Kedlaya 1971).

Kompleks polisakarit tanen türevleri geniş ölçüde içme suyu, evrensel ve endüstriyel atık suların tasfiyesinde kullanılmıştır (Sato ve diğ. 1990). Diğer yandan, kazanda kireç taşı oluşumunun engellenmesi, petrol kuyularının inşası, sicimler balık ağları ve kumaşlarda koruyucu olarak kullanılması ve cevherlerin flotasyon ile zenginleştirilmesi boya kaplamalarda pigment formülasyonları ile korozyon inhibitörü olarak değerlendirilmesi sayılabilir (Matamala ve diğ. 2000, Pardini ve diğ. 2001).

#### 1.4.5. Çalışmada Kullanılan Ekstraktlar

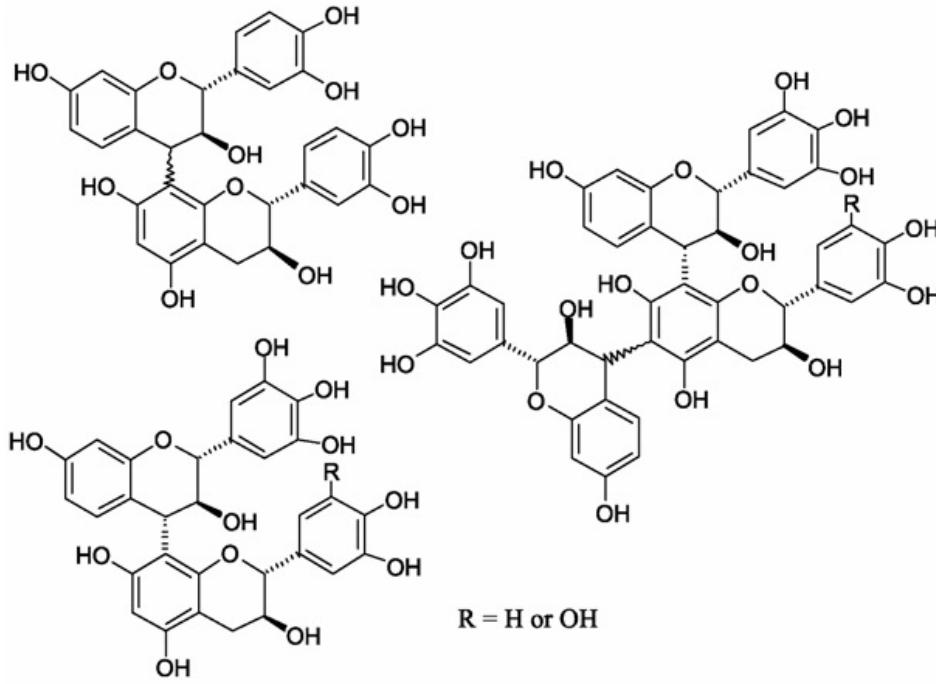
##### 1.4.5.1. Mimoza (*Acacia mearnsii*, *A. mollissima*, *A. decurrens*)

Mimoza ekstraktı bazı akasya türü kabuklarından elde edilmektedir. Bu akasyalar, Leguminosae familyasından, *A. mearnsii*, *A. mollissima*, *A. pycnantha*, *A. decurrens* ve *A. dealbata*'dır. Doğal olarak Avustralya'da bulunan ağaçlar, şimdilerde yoğun olarak Güney Afrika, Doğu Afrika ve Kenya'da yapılan plantasyondan elde edilmektedir. İngilizler tanen veren akasya türlerini Natal'da, Fransızlar Madagaskar ve Cezayir'de yetiştirmeyi başarmışlardır. Tanen bakımından önemli olan akasyalara İngiltere, Avustralya ve Afrika'da Wattles denilmektedir. Kabukçuluk işletmesi olarak yetiştirilen mimoza'lar, 7 yıllık sürenin sonunda kesilerek yerine yenileri dikilmektedir. Ağaçlar genellikle 1 yıl sonunda 2-3m boy kazanmakta, 5-10 yıl içerisinde de 6-11mm kalınlığında ve tanence zengin bir kabuk meydana getirmektedir (Huş 1969).

Mimoza ekstraktı çok yüksek saflığa, düşük asit ve tuzluluğa sahip olup, yüksek tanen içeriği vardır. Dericilik alanında yaygın bir kullanım alanına sahip olup, deri üzerine eşit ve hızlıca penetre olmaktadır. Çoğu doğal tanen maddesine göre mikroorganizma ataklarına karşı oldukça dayanıklı ve etkilidir. Bunun yanında, deriye iyi bir şekilde bağlanmakta, su absorpsiyonuna karşı iyi bir direnç gösteren, ince yapılı tanene sahiptir (Bureau of Indian Standards 2008).

*Acacia mearnsii* kabukları kırmızı ile menekşe rengi arasında olup, koparıldığında parlak bir kesit verirler. Bu kabuklar, %33 kadar tanen ihtiva ederler. *Acacia mollisima* kabuğu taneni, suda kolayca çözünmektedir. Kimyanın pyrokatechin grubuna girerler (Şekil 1.5) (Roux ve diğ. 1980, Roux 1992). Mimoza kabukları taze halde iken %53, hava kurusu halinde iken %12 su ihtiva etmektedir. Buna göre 187kg taze kabuktan 100kg hava kurusu mimoza kabuğu elde edilmektedir (Huş 1969).

Mimoza ekstraktları genel olarak sıcak su ekstraksiyonu ile elde edilmektedir. Tutkal yapımı, dericilik ve kirlilik kontrolü gibi alanlarda değerlendirilmektedir (Ashish ve diğ. 2007). Odun koruma alanındaki değerlendirmelerine ilişkin ileri düzeyde çalışmalar yapılmamıştır.



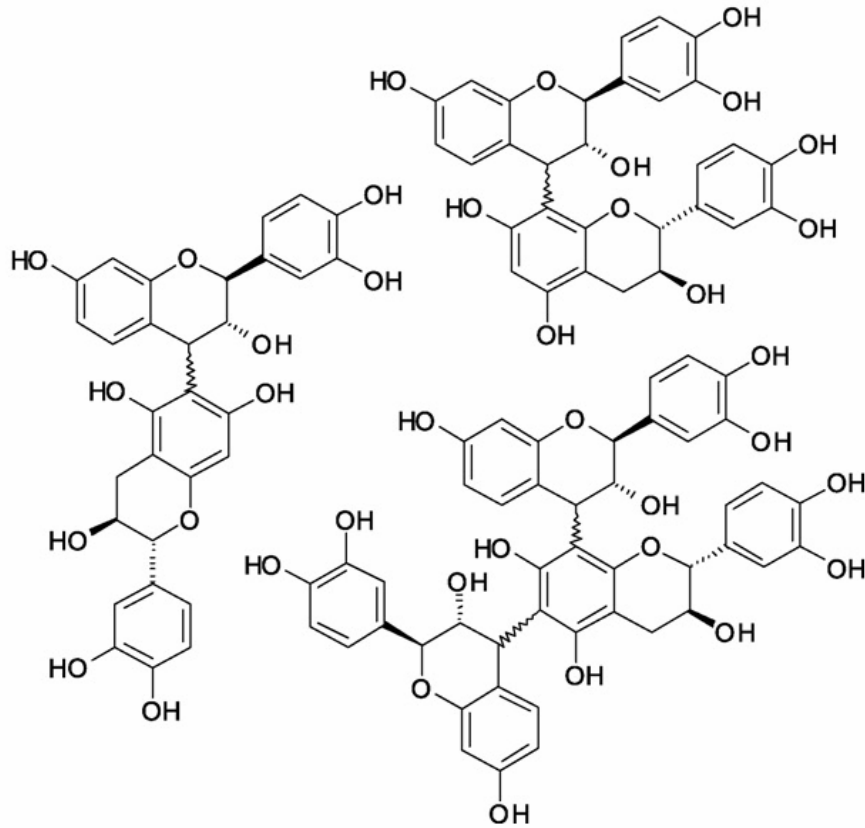
Şekil 1.5. *A. mearnsii* kabuklarından üretilen mimoza ekstraktı (Roux ve diğ. 1980, Roux 1992).

#### 1.4.5.2. Kebrako (*Schinopsis lorentzii*, *Schinopsis balansae*)

Kebrako ekstraktı, *S. balansae* ve *S. lorentzii* ağaçlarının odunlardan elde edilmektedir. Bitkisel sepi maddeleri arasında en önemlilerinden birisi de bu odunundan elde edilen tanenlerdir. 1960'lerde dünya tanenli madde ihtiyacının 1/3'üne yakını kebrako ile karşılanmakta idi. Kebrako ekstraktının elde edildiği ağaçların en yaygın bulunduğu

yerler, Arjantin, Paraguay ve Bolivya'dır. Kırmızı ve beyaz kebrako diye adlandırılan bu ağaçların kırmızı türünün odunu tanen ihtiva etmektedir. *Schinopsis lorentzii* odunu sert odunlar arasında bulunup daha ziyade yapı endüstrisinde ve travers imalinde kullanılır. Ancak, *S. lorentzii* odununun endüstride kullanılmayacak kısımlarından ise ekstrakt çıkarılır. Bu odunlar, %20 oranında tanen ihtiva eder ve taneni pyrogallol grubuna girer (Huş 1969).

Soğuk veya ılık suda çözünebilme özelliğine sahip olan kebrako ekstraktı, phlobaphenes ve kondanse tanenler bakımından zengin olup, çözünmesi kondanse olmayan tanenlere nispeten daha zordur. Ayrıca, çok hızlı bir penetrasyona sahip olması, yüksek tanen içeriği, tanen olmayan maddelerin nispeten düşük yüzdesi ve oldukça düşük asit ve tuz içeriği gibi özelliklere sahiptir (Anonim 2011). *S. lorentzii* odunundan elde edilen kebrako ekstraktı ait kimyasal yapı Şekil 1.6'da görülmektedir (Roux ve diğ. 1980, Roux 1992).



Şekil 1.6. *S. lorentzii* odunundan elde edilen kebrako ekstraktı (Roux ve diğ. 1980, Roux 1992).

#### 1.4.5.3. Kızılçam (*Pinus brutia*) kabuğu Taneni

Çam türleri içinde kızılçam kabuğu, sepileyici madde yönünden en değerlisidir (Huş 1969). Ağacın yaşı arttıkça (40 yaşına kadar) kabuklarındaki tanen miktarı da artmaktadır.

Kızılçam kabuğundan elde edilen sıvı ekstrakt %22, kuru ekstrakt ise %54 sepileyici madde içermektedir. Karaçam kabukları ise, %2,7–5,4 lük düşük miktardaki tanen ihtivası ile teknik kullanım değeri azdır. Sarıçamın kuru olan dış kabuk kısımlarında %5,7–10, üzerinde soymuk etli kısım bulunan kabuk kısımlarında da %12–13 tanen bulunmaktadır. Fıstıkçamı kabukları %13–20, kızılçam kabukları ise 20 yaşındaki gövdelerde %34 oranında tanen bulunmaktadır (Huş 1969).

#### 1.4.6. Bitkisel Ekstraktların ve Tanenlerin Antifungal, İnsektisit ve Antitermitik Özellikleri İle İlgili Literatür Özeti

##### 1.4.6.1. Bitkisel Ekstraktların ve Tanenlerin Antifungal Özellikleri

Asırlardır, Asya ülkelerindeki ahşap malzemeler, bitkisel ekstraktlar ile emprenye edilerek saray ve tapınak binalarında kullanılmıştır. Kullanım ömürleri boyunca bu yapılar çürüme ve bozunma olmaksızın yüzyıllarca dayanıklı olarak kalmıştır. Fakat bu uygulamalar dünya genelinde ekonomik sebeplerden dolayı sınırlandırılmıştır (Freitag ve diğ. 1991).

Bitkisel ekstraktların odunu tahrip eden mantarlara karşı kullanımı ile ilgili birçok araştırma mevcuttur (Tunner ve Conradia 1995, Mortinez-Inigo ve diğ. 1999, Dorado ve diğ. 2001, Harju ve diğ. 2003). Nzokou ve Kamdem (2002) *Pterocarpus soyauxii* Taub.(Afrika paduku) odunundan toluen ve etilen ekstraksiyonu ile elde ettiği ekstraktifler ile çürümeye karşı dayanıksız olan türleri emprenye etmiştir. Toluen ile paduk ekstraktını seyrelterek (13,6mg/ml, 27,2mg/ml, 54,4mg/ml, 108,8mg/ml ve 217,76 mg/ml konsantrasyon) kavak odunlarını vakumlu desikatörde (25psi 1saat) emprenye etmiştir. Kahverengi çürüklük mantarları *Poria placenta* ve *Gloeophyllum trabeum*; beyaz çürüklük mantarları *Irpex lacteus* ve *Trametes versicolor* kullanarak soil-block testlerine tabi tutmuştur. Kontrol örneklerinde tüm mantar türleri için %100 gelişme oluşurken, Paduk ekstraktlarının kullanıldığı kavak odunlarında dört tür mantarın tümünün büyümelerinde en az %40 azalma tespit edilmiştir.

Dirol ve Scalbert (1991) yaptıkları çalışmada, kebrako öz odunundan (*Schinopsis* sp.) elde edilen kondanse tanenler ve kestane öz odunundan (*Castanea sativa* Mill.) elde edilen hidrolize tanenlerin farklı sulu çözeltilerinin vakum ve basınç altında emprenye etmişlerdir. Sekiz örneğe beş farklı konsantrasyonlarda ekstraktlar uygulanmıştır. Çalışma sonunda, düşük konsantrasyonlarda kestane taneni *C. versicolor*'a karşı etki göstermemesine rağmen, konsantrasyonun artması ile mantara karşı hafif bir dayanım göstermiştir. Buna karşılık kebrako odun ekstraktı %4 konsantrasyonda bile *C. versicolor*'a karşı büyük etki göstermiştir. Ayrıca, 5 farklı konsantrasyon seviyesindeki kebrako ekstraktı ile emprenye ettikleri sarıçam odun örneklerinde 6 haftalık deneme süresi sonunda, *Gloeophyllum trabeum* esmer çürüklük mantarına karşı etkinlikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, emprenye edilmemiş sarıçam kontrol numunelerindeki ortalama ağırlık kaybı %40 olurken, konsantrasyon seviyesi %0,5, %1, %2, %4 ve %6'ya yükseldiğinde ortalama ağırlık kayıpları sırasıyla %21,5, %18,5, %13, %11 ve %0'a düşmüştür. Aynı çalışma kapsamında yapılan yıkanma testleri sonunda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Zamk ağacının (*Acacia nilotica*), öz odunu, kabukları ve tohumlarının gallik asit ve gallik asit metil esteri gibi çeşitli tanenler içerdikleri bilinmektedir. Zamk ağacı yapraklarından elde edilen aseton-su ekstraktları *Pythium aphanidermatum* 'un misel gelişimini etkili bir şekilde engellemiştir (Khan ve diğ. 1996).

Smith ve diğ. (1989) *Robinia pseudoacacia* (Black locust) özodunlarını hekzan, etil asetat, metanol ve sulu aseton olmak üzere bir dizi çözücü ile ekstraksiyona tabi tuttuktan sonra elde ettiği ekstraktlar ile *Populus grandidentata* (titrek kavak) odunlarını emprenye etmişlerdir. Kahverengi çürüklük mantarı *Gloeophyllum trabeum* etkisine maruz bıraktığı normalde dayanıksız olan titrek kavak odun örneklerinin ekstraktiflerin etkisiyle yüksek seviyede bir koruyucu etki kazandığını belirtmiştir.

Stirling ve diğ. (2007), yaptıkları çalışmalar da, hem batı kırmızı sediri hem de doğu beyaz sedirinin biyolojik zararlılara karşı direnci, öz odunlarında bulunan thujaplicinler ve thujik asitten kaynaklandığını belirlemişlerdir. Bu bağlamda odunlarındaki %0,1-0,3 oranındaki bileşiklerin mantar büyümesine engel olabileceğini belirtmişlerdir. Diğer bir çalışmada, %0,5 thujaplicin'in borat ve karbon temelli çok bileşikli sistemlerde kullanımı olmuştur. Bu çalışma ile odunun termit zararlısına, çürüklüğe ve küflenmelere karşı korunmasına yönelik umut verici sonuçlar alınmıştır (Clausen ve Yang



2007). Ayrıca, Yang ve diğ. (2005) ve Wan ve diğ. (2007) yaptıkları çalışmada beyaz sedir ekstraktlarının küflenmelere karşı oldukça etkili olduğunu belirlemiştir.

Lin ve diğ. (2007) Tayvan'da yaptıkları çalışmada, Cinnamaldehit olarak bilinen Tarçın yaprağı ekstraktları ile empenye edilen odun örneklerinin çürüklüğe karşı mükemmel bir direnç kazandıklarını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, beyaz ve kahverengi çürüklük mantarlarının oluşturduğu ağırlık kaybı empenye edilmeyen örneklerde %31,8 ve %1,2 arasında olurken %5 konsantrasyondaki tarçın ekstraktı ile empenyeli örneklerde ağırlık kayıpları %0,8-1,2 arasında olmuştur.

Kartal ve diğ. (2006) odun katran yağı ve dodecanol bileşiğinin mantar çürüklüğünü engelleyici etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Mantar çürüklüğü için hazırlanan formülasyonların termit testlerinde kullanılması ile bu karışımların termitlere karşı daha dirençli olduğu gözlenmiştir. Kötü hava koşullarına maruz kalmasından sonra bile toprak altı termitlerine karşı dirençli olduğu saptanmıştır. Sonuçlar, uçucu yağlar ve bitkisel ekstraktların insan ve çevreye en az zararlı yeni odun koruma maddeleri olabileceği yönünde umut vermiştir.

Mourant ve diğ. (2007) yaptığı çalışmada, pirolitik biyoyağ ve fenol formaldehit reçinesini formüle ederek, Amerikan kayını ve çam odun örneklerini empenye etmişlerdir. Toprak testlerine tabi tutulan bu odun örnekleri 16 hafta sonunda 3 çürüklük mantarında da numunelerdeki ağırlık kayıplarının azaldığı gözlenmiştir.

Kawamura ve diğ. (2010) 11 Malezya kereste türünün (*Dipterocarpus apterus*, *Shorea curtisii*, *Hopea odorata*, *Calophyllum rubiginosum*, *Calophyllum symingtonianum*, *Cynometra inaequifolia*, *Swintonia schwenkii*, *Dyera costulata*, *Sandoricum koetjape*, *Pimeleodendron griffithianum* ve *Pterocarpus indicus*) kabuk, diri odun ve öz odunları metanol ekstraksiyonu farklı ekstraktlar elde etmişlerdir. Bu ekstraktların odun çürüten kahverengi çürüklük mantarı *Gloeophyllum trabeum* ve beyaz çürüklük mantarı *Pycnoporus sanguineus*'a karşı etkinliklerini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar, metanol ekstraksiyonu sonucu elde edilen ekstraktların potansiyel bir fungusit olarak kullanılabilceğini ortaya koymuştur.

Yapılan diğer bir çalışmada, tik öz odunundan elde edilen farklı konsantrasyondaki ekstraktif maddeler ile kontrol amaçlı cuprinol, kerosene gibi empenye maddeleri

Kuzey Doğu Nijerya'nın Omo ormanlarından temin edilen *Triplochiton scleroxylon* ve *Gmelina arborea* odun örnekleri emprenye edilmiştir. Odun örneklerinde oluşan ağırlık kayıplarını incelemek üzere 12 hafta boyunca *Pleurotus squarrosullus* ve *Lentinus subnundus* 2 beyaz çürüklük mantarına maruz bırakılmışlardır. Aşılamanın altıncı haftası sonunda teak öz odunu ekstraktı oldukça etkili bir koruma sağladığı belirlenmiştir. Test bloklarındaki ağırlık kayıpları %4'lük ekstraktif madde içerikli çözelti ile muamele edilmiş örneklerde en az olduğu tespit edilmiştir. Ekstrakt ile emprenyeli örneklerde ağırlık kaybı *T scleroxylon* odun örneklerinde %20 'den %4'e *G arborea* odun örneklerinde ise %15'ten %5'e azalmıştır (Adegeye ve diğ. 2009).

Kanzemi ve diğ. (2006) yaptıkları çalışmada, metanol ve aseton ekstraksiyonu sonucu elde edilen karaağaç (*Zelkova carpinifolia*), meşe (*Quercus castanifolia*) ve dut (*Morus alba*) odun ekstraktifleri ile gül (*Rosa damascene*) ve şahtere otu (*Fumaria sp*) gibi odun olmayan bitkilerden elde edilen ekstraktlar kayın (*Fagus orientalis*), Akçaağaç (*Acer insgin*), kızılağaç (*Alnus subcordata*) ve ihlamur (*Tilia sp*) gibi dayanıklı olmayan türlere emprenye edilmiştir. Steril hale getirilen emprenyeli ve kontrol numuneleri *Trametes vesicular* beyaz çürüklük mantarına maruz bırakılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, kızılağaç ve ihlamur, kayın ve akçaağaca göre daha fazla çözelti absorbe etmiştir. Ayrıca, dut odunundan elde edilen ekstraktif madde çözeltisi diğer ekstraktif maddelere göre odun numunelerine daha az absorbe olduğu tespit edilmiştir. İhlamur odun örnekleri haricindeki tüm numunelerin ağırlık kayıplarında azalma olduğu belirlenmiştir.

Smith ve diğ. (1989) yaptıkları çalışmada, yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*) öz odunlarından metanol ekstraksiyonu ile elde edilen ekstraktif maddelerin mantarlara karşı koruyucu etkinliklerini CCA (bakır krom arsenik) ve pentaklorofenol emprenye maddeleri ile karşılaştırmıştır. Emprenyeli deneme numuneleri *Gloeophyllum trabeum* ve *Pleurotus ostreatus* mantarlarına 10 haftalık süre ile maruz bırakılmıştır. Öz odunu ekstraktifleri ile emprenye edilmiş kavak ve güney çamı odunlarında mantar gelişiminin tamamen durduğu tespit edilmiştir.

#### 1.4.6.2. Bitkisel Ekstraktların ve Tanenlerin İnsektisit Özellikleri

170 den fazla familyaya dahil 2000’i aşkın bitkinin bazı kısımlarından elde edilen ekstraktların az ya da çok böcek öldürücü etkiye sahip oldukları bilinmektedir. Nikotin, piretrin ve rotenon bu insektisitlere örnek olarak verilebilir. Nikotin ve piretrin böceklerin sinir sistemini paralize ederek seğirmesine, şiddetli sarsılmasına ve sonunda ölmelerine neden olduğu tespit edilmiştir. Bitkisel kaynaklı bazı insektisitlerin fumigant olarak gaz halinde de kullanılabileceği belirtilmiştir (Kaygın 2007).

Haslberger ve Fengel (1991) kayın odunu ekstraktları ile muamele edilmiş çam odunlarında ev teke böceği (*Hylotrupes bajulus*) larvalarının gelişimini araştırmışlardır. Sıcak su ekstraktları ve organosolv hamurlarından elde edilen bazı kısımlar larvaların gelişimi üzerinde önleyici etki göstermiştir. En çok önleyici etki gösteren kısımların özellikle öz odunu ksilanı (ksilan) içerdiğini saptamıştır. Bu ekstraktların lignin içerikleri oldukça düşük bulunmuştur.

Şen ve diğ. (2002), yaptıkları bir çalışmada, çevresel zararları olmayan bitki ekstraktlarının insektisit özelliklerini araştırmışlardır. Bu deneyde ekstraktif maddelerin zehirlilik derecesi tayini laboratuvar ortamında çift siyah kuşaklı teke böceği (*Rhagium inquisitor*) larvaları kullanılarak, ekstraktlar ile emprenye edilmiş sarıçam odunlarında yapılmıştır. Koruyucu madde olarak meşe palamudu (*Quercus ithaburensis*), meşe mazısı (*Quercus infectoria*), sumak yaprakları (*Cotinus coggyria*) ve kızılçam (*Pinus brutia*) kabuklarından elde edilen ekstraktlar ile ayrıca karşılaştırma yapmak için CCA emprenye maddesi kullanılmıştır. Sarıçam (*Pinus sylvestris*) odun numuneleri bu ekstraktlar ile 5 ayrı konsantrasyonda emprenye edilmiştir. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol odun örnekleri içerisinde *R. inquisitor* larvaları yerleştirilmiş ve ergin hale gelinceye kadar larvaların gelişimleri gözlenmiştir. Sonuçlar ekstraktif maddelerle emprenyeli odunlar içerisinde larvaların yaşam ve gelişimlerinin olumsuz etkilendiğini göstermiştir. % 4’e kadar olan konsantrasyonlarda larvaların gelişimlerinin yavaşladığı, daha yüksek konsantrasyonlarda ise gelişimlerinin durduğu ve yaşayamadıkları gözlenmiştir.

Civelek ve Çolak (2008) yaptıkları bir çalışmada, yedi farklı bitkiden hazırlanan ekstraktları (*Cyclamen mirabile* Hildebr, *Fritillaria bithynica* Baker, *Juglans regia* L., *Muscari neglectum* Guss., *Nicotiana tabacum* L., *Sternbergia candida* Mathew and

Baytop, *Urginea maritima* L.) *Pinus brutia* L. odun örneklerine emprenye edilmiş ve *Trichoferus griseus* F. (Coleoptera: Cerambycidae) böceği larvalarına karşı koruma etkinlikleri tespit edilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen sonuçlara göre, *U. maritima* bitkisel ekstraktı hariç diğer altı ekstrakt larva aktivitelerini engellediği tespit edilmiştir.

Nerg ve diğ. (2004) yaptıkları çalışmada, terpenoid (monoterpenler, reçine asitleri) içerikleri ve farklı konsantrasyonları ile emprenye edilmiş odun örneklerinin odun delici *Hylotrupes bajulus* böceği ve çürüklük yapan *Coniophora puteana* mantarına karşı koruyucu etkisini araştırmışlardır. Sonuçta küçük *H bajulus* larvalarının büyüme oranları ile toplam monoterpen konsantrasyonu arasında doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Fakat yapılan çürüklük testlerinde bu doğrusal ilişki bulunamamıştır.

Fenolik bileşikler, terpenler ve reçine asitleri içeren odunlar, böceklerin aktivitelerini ve büyümelerini engelleyici etki yaparlar (Gershenzon ve Croteau 1991, Langenheim 1994). *H bajulus* gibi odun tahrip eden böcekler, öz odundan ziyade diri odunu tercih ederler. Çünkü öz odun böcekler için uygun olmayan fenolik bileşikler içermektedir (Holm ve Ekbohm 1958, Fettköther ve diğ. 2000).

Kim ve diğ. (2005) yaptıkları çalışmada, 17 farklı familyadan, 22 bitki türününün 28 örneğinden metanol ekstraksiyonu ile elde edilen ekstraktların böceklere karşı etkinlikleri incelemişlerdir. *Ficus carica* yapraklarından ve *Gardenia jasminoides* meyvelerinden elde edilen ekstraktifler *Myzus persicae* ve *Aphis gossypii* böceklerine karşı güçlü bir etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır. *Panonychus citri* böceği ile yapılan alan denemelerinde *Lamellia japonica* tohumları, *Albizzia coreana*, *Houttuynia cordata* yaprakları, *Ranunculus japonicus* yaprakları ve kökleri böcek öldürücü etki göstermişlerdir.

Jembere ve diğ. (2005), Birbira (*Milletia ferruginea*) tohum tozlarından elde edilen polar ve polar olmayan ekstraktiflerin farklı konsantrasyon (%10-40a/a) seviyelerinde yetişkin *Macrotermes* termitleri ve *Sorghum chaffer* (*Pachnoda interrupta*) böceğine karşı zehirlilik etkisini incelemişlerdir. Çalışma laboratuvar şartlarında, filtre kağıtları üzerinde ve toprak talaş karışıklı ortamlarda yönetilmiştir. Filtre kağıdı üzerinde yapılan denemede, *Milletia* tohumu ekstraktı, %10 konsantrasyonda %93–100, %25 konsantrasyonda %100, %40 konsantrasyonda yine %100 termit ölümü gözlenmiştir. Bunun yanında, kroton kabuklarından elde edilen ekstraktların %10 konsantrasyonda

%13-83, %25 konsantrasyonda %33–88, %40 konsantrasyonda %21-93 termit ölümü tespit edilmiştir. Toprak talaş ortamında, %40 milletia tohumu ve % 40 kroton kabuğu ekstraktı sırasıyla %100 ve %13–63 termit ölümüne sebep olmuştur.

Perez ve diğ. (2002) yaptıkları laboratuvar ve alan denemelerinde, kebrako tanenin deniz organizmalarına karşı boya maddesi olarak kullanımını araştırmışlardır. Kebrako taneni sıvı ortamda yüksek çözünürlüğe sahip bir madde olduğundan deniz ortamında hızlıca yıkanabilmektedir. Bunun için deniz boyalarında uygun bir çözücü olarak kullanılan alüminyum tannate ile birlikte kullanılmıştır. Hem kebrako hem de alüminyum tannate ile doyurulmuş çözeltilerin düşük konsantrasyonlarda *Bolanus amphitrite* ve *Polydona lignin* tahribatına maruz bırakılmışlardır. Sonuçta doğal tanenin test alanlarındaki küçük ve büyük deniz organizmaların önemli derecede azalma gösterdiği tespit edilmiş ve bu tanenlerin deniz organizmalarına karşı koruyucu madde teknolojisinde biyoaktif boyar madde olarak değerlendirilebileceği önerilmiştir.

#### 1.4.6.3. Bitkisel Ekstraktların ve Tanenlerin Antitermitik Özellikleri

*Chamaecyparis nootkatensis* (D.Don) ve *Thuja plicata* gibi bazı ağaç türleri öz odunları termit ve mantar saldırılarına karşı içeriğinde var olan ekstraktif maddelerden dolayı oldukça dayanıklıdır. Bu doğal dayanımda, öz odunların termitler açısından zehirli etki yapmasının yanında, bazen de tiksindirici bir etki göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Moore 1979).

Hutchins (1997) tung ağacından elde edilen ekstraktları *Eastern subterranean* (doğu toprak altı termitleri) ve *Reticulitermes flavipes* termitlerine karşı test ederek potansiyel antitermitik etki gösterdiklerini belirlemiştir. En güçlü toksik etki gösteren odun ekstraktı 48 saat sonra termitlerde toplu ölümlere sebep olduğu tespit edilmiştir. *Reticulitermes flavipes* toprak altı termitine karşı yapılan diğer bir çalışmada ise, bu termit türünün *Juniperus virginia* testere talaşı ekstraktları karşısında canlılığını sürdüremediği belirlenmiştir.

Avustralya ve Yeni Zelanda'daki plantasyonlarda yetiştirilmiş *Pinus elliottii*, *Pinus caribaea*, ve *Pinus radiata* türlerinin öz odunlarının toprak altı termiti olan *Coptotermes acinaciformis* karşı etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda, termit türünün farklı duyarlılık gösterdiği ekstraktif bileşen (stilben, flavanoid) analiz edilmiştir. *P caribaea* ve *P elliottii* öz odunları sürekli olarak termitlere karşı

aynı direnci gösterirken; *Pinus radiata* öz odunu hassaslığının (dayanıklılığı) stilben ve flavanoid içeriğinin azalmasıyla arttığı gözlenmiştir (Kennedy ve diğ. 1995).

Grace ve Yamamoto (1994) yaptıkları çalışmada ise, Alaska sediri (*Alaska cedar*), sekoya (redwood) ve Hint meşesi (teak) ağaç türlerinin öz odunlarından alınan örneklerin termitlere karşı dirençleri, CCA ile emprenye edilmiş odunlarla karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır. Çalışma sonunda, öz odunu ekstraktlarının yüksek termit ölümüne sebep olduğu belirlenmiştir.

Sajap ve Sahri (1983) Malezya yarımadasında en yaygın kuru odun termiti *Cryptotermes cynocephalus* 'un Chengal (*Neobalanocarpus heimii*) ve Meranti kepong (*Shorea ovalis*) odunları içindeki yaşam mücadelesini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, termitlerin *S ovalis* odununda daha fazla tüketime neden olduğunu göstermiştir. Ayrıca, *S ovalis* odunundaki termitlerin *N heimii* odunundaki termitlere göre hayatta kalmaları bakımından pozitif yönde bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Odunların termit ataklarından etkilenmelerindeki farklılıklar, odunun sertliğinden dolayı zor kemirilebilir olması ve odunun yapısında bulunan antitermitik ekstraktif bileşenlerin oduna hoş olmayan bir tat vermesi, itici veya zehirli etki göstermesidir.

Lin ve diğ. (2007) Tayvan'da yaptıkları çalışmada, Cinnamaldehit olarak bilinen tarçın yaprağı ekstraktları ile emprenye edilen odun örneklerinin termitlere karşı mükemmel bir direnç kazandırdıkları tespit edilmiştir. Termit direncini deney sonu oluşan ağırlık kayıplarına göre değerlendirilmiş ve tarçın ekstraktı ile emprenye edilmeyen numunelerdeki ağırlık kaybı %7,28 olurken, %5 tarçın ekstraktı ile emprenyeli numunelerde bu oran %1,35 olmuştur.

Adams ve diğ. (1988) yaptıkları bir çalışmada, ardıç (*Juniperus ssp.*) ağacına ait 20 ayrı türünün hegzan ve metanol ekstraksiyonlarından elde edilen öz odun, kabuk, diri odun ve yaprak ekstraktlarının *Reticulitermes flavipes* termitine karşı dirençleri belirlemiştir. Çalışma sonunda, iki ayrı ekstraksiyon yönteminde de bütün türlerin taze öz odununa ait testere talaşı ekstraktlarının termitlere karşı etkili olduğu belirlenmiştir. *Juniperus scopularun* kabuk ve diri odun testere talaşlarının çok yüksek termit aktivitelerine sahip oldukları belirlenmiştir.

Metanol çözültisi ile yapılan ekstraksiyonlarda, bazı türlerde çok yüksek termit aktivitesi gözlemlenmiş olup, diğer kalan türlerde de termitlerin hayatta kalma oranlarında bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.

Yamaguchi (2001) odun koruyucu olarak mimoza taneni, tanen-bakır kompleksi ve modifiye edilmiş tanenleri araştırmıştır. Emprenyeli numunelerin mantarına karşı etkinliğini belirlemek için yapılan çürüklük testlerinde, amonyak ve bakır klörür ile kimyasal olarak modifiye edilmiş tanenlerin odunda çürüklük yapan *Fomitopsis palustris* mantarına karşı etkili olduğu tespit edilmiştir.

Tanen-bakır-amonyak bileşenin termitlere karşı etkisine yönelik denemelerde ise, örneklerde oluşan ağırlık kayıplarının azalmasına rağmen, termitlerdeki ölüm oranlarında başarı göstermediği gözlemlenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. MATERYAL

#### 2.1.1. Örnek Ağaçların Seçimi

Çalışma kapsamında, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve kavak (*Populus tremula* L.) ağaç türleri kullanılmıştır. Belirtilen ağaç türleri, Düzce ili Gümüşova mevkiinden temin edilmiştir. Ağaçların seçiminde TS 4176 nolu standartında belirtildiği gibi, dal ve budaklardan temizlenmiş ve kök kısmından itibaren 1.30m ‘den yukarı olacak şekilde 2m’lik tomruklar alınmıştır.

#### 2.1.2. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Ormanda kesilerek boyutlandırılan tomrukların kabukları soyulduktan sonra, direk güneş almayan ve kuru bir ortamda hava kurusu hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Daha sonra, şerit testerede diri odun kısımlarından radyal yönde keresteler elde edilmiştir. Planyadan geçirilerek yüzeyleri pürüzsüz hale getirilen kerestelerden çitalar oluşturulmuştur. Mantar, böcek ve termit deneyleri için ilgili standartlarda belirtilen boyutlara göre ayrı ayrı numuneler hazırlanmıştır. Ayrıca, kesilen örneklerin düzgün lifli olmasına, reçine içermemesine, üzerinde küflenme, renklenme ve odun çürüklüğü bulunmamasına dikkat edilmiştir. Hazırlanan bütün numuneler emprenye işleminden önce  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve  $\%65 \pm 3$  bağıl nem ortamında 15 gün boyunca kondisyonlanmıştır. Deneylerde kullanılan ağaç türlerine ait özgül ağırlık değerleri Çizelge 2.1’de görülmektedir.

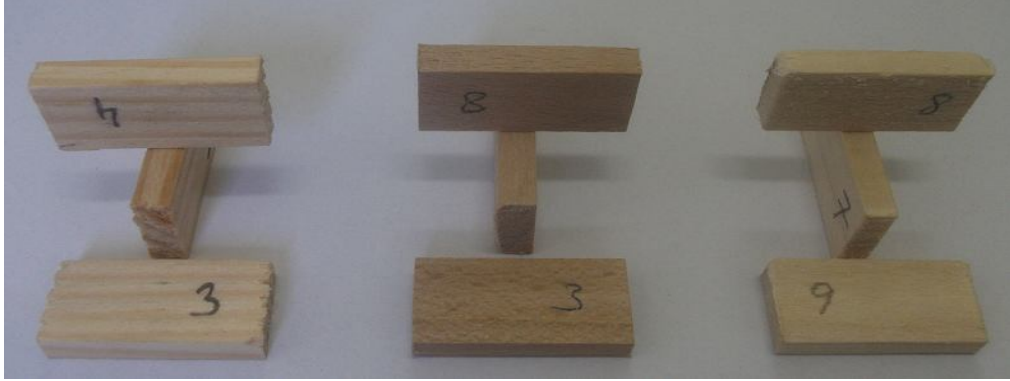
**Çizelge 2.1.** Deneylerde kullanılan ağaç türlerine ait özgül ağırlık değerleri.

Ağaç Türü	Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )
Sarıçam	0,48
Kayın	0,74
Kavak	0,43

Mantar denemeleri için hazırlanan numuneler, TS 5563 EN 113 standardın da belirtilen esaslar takip edilerek sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kayın (*Fagus orientalis* L.) ve kavak



(*Populus tremula* L.) diri odunlarından hazırlanmıştır. Fakat standartta belirtilen örnek boyutları deneylerde kullanılan petri kaplarına sığmadığı için, boyutlarda belli bir oranda düzenleme yapılarak 30x15x5mm (boyuna x radyal x teğet) olarak hazırlanmıştır (Şekil 2.1). Özellikle numunelerin geniş yüzeyindeki yıllık halkaların örnek boyuna paralel olmasına dikkat edilmiştir. Her bir ağaç türü için 156 adet olmak üzere toplamda (156+156+156) 468 adet örnek kullanılmıştır.



Şekil 2.1. Mantar deney örnekleri.

Böcek larvası denemeleri için kullanılan odun örnekleri, TS 5565 EN 22 ve TS 5564 EN 47 standartları dikkate alınarak sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kayın (*Fagus orientalis* L.) ve kavak (*Populus tremula* L.) diri odunlarından 50x25x15mm (boyuna x radyal x teğet) boyutlarında hazırlanmıştır (Şekil 2.2). Bu numunelerde yıllık halkalar geniş yüzeye paralel olmasına dikkat edilmiş ve larva delikleri, deneyde kullanılan larva boyutlarına uygun matkap uçlarıyla delinmiştir. Her bir ağaç türü için 36 örnek olmak üzere toplamda (36+36+36) 108 adet örnek hazırlanmıştır.



Şekil 2.2. Böcek deney örnekleri.

Termit denemelerinde kullanılan odun örnekleri, JWPS-TW P.1 (2001) standardına göre sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kayın (*Fagus orientalis* L.) ve kavak (*Populus tremula* L.) diri odunlarından 10x20x20mm (boyuna x radyal x teğet) boyutlarında hazırlanmıştır (Şekil 2.3). Her bir ağaç türü için 27 örnek olmak üzere toplamda (27+27+27) 81 adet örnek hazırlanmıştır.



Şekil 2.3. Termit deney örnekleri.

### 2.1.3. Bitkisel Ekstraktların Temini

Çalışma kapsamında çeşitli organizmalara karşı doğal koruyuculuklarının test edilmesi amacıyla, mimoza (*Acacia mollissima*) kabuk ekstraktı, kebrako (*Shinopsis lorentzii*) odun ekstraktı ve kızılçam kabuğu ekstraktı (*Pinus brutia*) kullanılmıştır.

Mimoza ve kebrako ithal ekstraktları Bolu ili Gerede ilçesinde bulunan deri fabrikalarından temin edilmiştir. Bu ekstraktlardan mimoza, Güney Afrika'da kebrako ise, Arjantin'de üretilmektedir. Mimoza ve kebrako ekstraktları, sıcak su ekstraksiyonu ile elde edilmiş olup, %4 rutubet seviyesindeki toz halinde piyasada bulunmaktadır. İçeriğinde sıcak su ekstraksiyonu sonucu çözünen ekstraktlar bulunmaktadır. Bu ekstraktların büyük bir kısmını ise tanenler oluşturmaktadır. Kızılçam kabuğu ekstraktı ise, ülkemizde mevcut bir üretim tesisi bulunmadığından, laboratuvar koşullarında üretilmiştir. Düzce yöresinden toplanan kızılçam kabukları parçalanmadan önce hava kurusu hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulmuş kabuklar bir kesici yardımıyla kırılarak willey değirmenine girecek kadar küçük boyutlara getirilmiştir. Willey değirmeninde öğütülen kabuklar, sarsak elekte elenerek çok büyük boyuttaki kabuklar tekrar öğütmeye tabi tutulmuştur.

Ekstaksiyon işlemi 100<sup>0</sup>C’de 1,5 saat sürede gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon işleminden sonra bulamaç halindeki çözelti suda çözünmeyen partiküllerden süzdürülerek arındırılmış ve homojen bir çözelti elde edilmiştir. Elde edilen sıvı ekstrakt çözeltisi kurutulmuştur. Kurutma işlemi sonrası toprak halinde bulunan ekstraktlar havan içerisinde dövülerek toz haline getirilmiştir.

#### **2.1.4. Mantar Kültürleri, Larvalar ve Termitler**

Çalışma kapsamındaki mikolojik testlerde basidiomycetes sınıfına ait toplam dört adet çürüklük mantarı kullanılmıştır. Beyaz çürüklük mantarı olarak, *Trametes (Coriolus) versicolor* (L.: Fr.) Pilat. (FFPRI 1030) ve *Pleurotus ostreatus* kullanılırken, esmer çürüklük mantarı olarak, *Fomitopsis (Tyromyces) palustris* (Berk. et Curt) Gilbn.&Ryv. (FFPRI 0507) ve *Gloeophyllum trabeum* (Pers.) Murrill (Mad-617-R) mantarları kullanılmıştır. *Trametes versicolor* ve *Fomitopsis palustris* Japonya Kyoto üniversitesi RISH bölümünden, *Gloeophyllum trabeum* Forest Product Laboratory-(Madison)’dan, *Pleurotus ostreatus* ise, Denizli Agromantar© şirketinden temin edilmiştir. *Pleurotus ostreatus* mantar miselleri buğday taneciklerinin üzerinden izole edilmiştir. Temin edilen mantar kültürleri aşılama yolu ile çoğaltılıp 5<sup>0</sup>C’lik buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Entomolojik testlerde kullanılan *Spondylis buprestoides* (Coleoptera:Cerambycidae) larvaları Erzurum ili Şenkaya ilçesinden temin edilmiştir. Larvalar çok hassas bir şekilde toplanmış ve rutubetli sarıçam talaşı içinde muhafaza edilmiştir. Böceğe ait tür tespiti, Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Entomolojisi ve koruma anabilim dalında yaptırılmıştır. Cerambycidae familyasına ait böcek türleri ahşap malzeme üzerinde yoğun bir tahribat yapmaktadır (Kaygın 2007). Bu nedenle ahşap malzemeye zarar veren böceklere karşı yapılan deneylerde genellikle Cerambycidae familyasına ait türler kullanılmaktadır. Yapılan bu tez çalışması kapsamında, *S. buprestoides* böcek türünün tercih edilmesinin sebebi Cerambycidae familyasına ait bir tür olmasıdır.

Türkiye’de odun koruma alanında termit deneyi yapılabilecek mevcut laboratuvarlar bulunmadığından, deneyler İspanya’da CIFOR-INIA’nın Orman Ürünleri Bölümü, Odun Koruma Laboratuvarında yapılmıştır. Termit deneylerinde *Reticulitermes grassei* (Clément) türü kullanılmıştır.

### 2.1.5. Emprenye Düzenekleri

Emprenye işlemlerinde iki çeşit düzenek kullanılmıştır. Böcek deney numuneleri, mantar ve termit deneylerindeki göre nispeten daha büyük hacimli olmasından dolayı, iyi bir nüfuz derinliği sağlamak için vakum-basınç uygulayabilen bir emprenye silindiri kullanılmıştır. Mantar ve termit örneklerinin emprenyesinde ise, sadece vakum uygulaması yapabilen vakumlu emprenye düzeneği kullanılmıştır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Emprenye düzenekleri.

### 2.1.6. Kimyasal Analizler

Çalışma kapsamında emprenye maddesi olarak kullanılan ekstraktif maddelere ait kimyasal analizleri HPLC (High Performance Liquid Chromatography) ve GC-MS (Gas chromatography–mass spectrometry) cihazlarında yapılmıştır. Her iki cihaza ait görüntüler Şekil 2.5 ve Şekil 2.6’da görülmektedir.

HPLC cihazı ile yapılan analizler Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümünde yaptırılmıştır. GS-MS cihazı ile yapılan kimyasal analizler ise, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) laboratuvarlarında yaptırılmıştır.

Odunun örneklerine ait kimyasal analizler, Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Ürünleri Kimyası Laboratuvarlarında yapılmıştır.



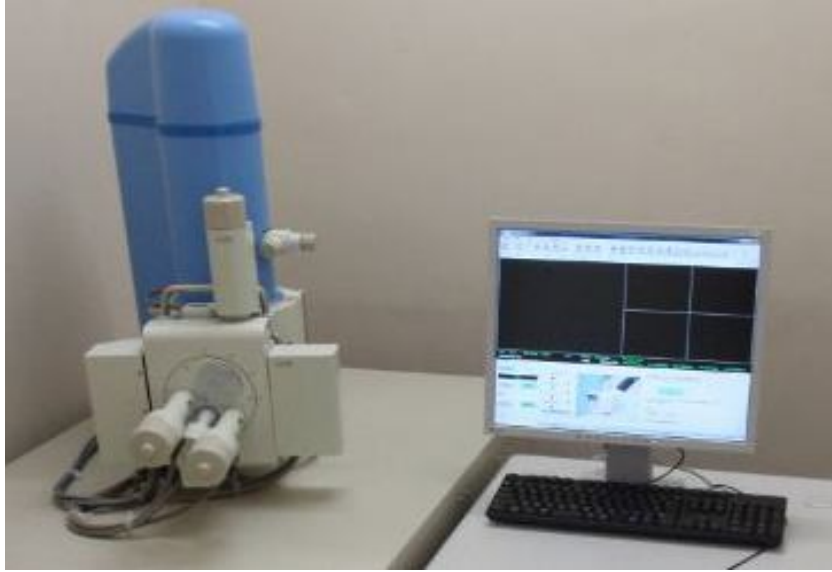
Şekil 2.5. GS-MS cihazı.



Şekil 2.6. HPLC cihazı.

### 2.1.7. SEM (Scanning Electron Microscope) Görüntü Analizi

SEM (Scanning Electron Microscope) görüntüleme analizleri MAM laboratuvarlarında yapılmıştır. Görüntüleme işleminde JEOL JSM-6510LV marka cihaz kullanılmıştır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Taramalı elektron mikroskobu (SEM).

## 2.2. YÖNTEM

### 2.2.1. Odun Numunelerinin Emprenyesi

Emprenye işleminden önce toz haldeki ekstraktlardan farklı konsantrasyon seviyelerinde çözeltiler hazırlanmıştır. Çözücü olarak saf su kullanılmıştır. Yapılan birçok çalışmada, tanen içeriği zengin ekstraktların sulu çözeltilerde daha kolay bir şekilde çözüldüğü belirtilmiştir (Fennema 1996). Mikolojik deneylerde, her üç ekstraktif maddeye ait %3, %6, %9 ve %12 (a/a) olmak üzere 4 farklı konsantrasyon seviyesi kullanılmıştır. Entomolojik deneylerde ise %6 ve %12 olmak üzere iki farklı konsantrasyon seviyesi kullanılmıştır. Ekstraktların çözünlülüğünü arttırmak için her bir çözelti manyetik karıştırıcılı ısıtıcı üzerinde 100°C'de 20 dak boyunca karıştırılarak ısıtılmıştır. Hazırlanan emprenye çözeltilerine ait pH değerleri Çizelge 2.2'de görülmektedir.

**Çizelge 2.2.** Ekstraktif maddelere ait Ph değerleri.

Ekstrakt Türü	pH			
	%3	%6	%9	%12
Mimoza	5,28	5,16	5,12	5,08
Kebrako	5,47	5,49	5,54	5,58
Pineks	4,95	4,75	4,71	4,69

Deney numuneleri emprenye edilmeden önce 60°C sıcaklıkta 48 saat etüvde kurutulularak fırın kurusu ağırlıkları belirlenmiştir ( $m_{60^{\circ}\text{C}}$ ). Emprenye işlemi, Düzce Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi laboratuvarlarında yapılmıştır. Odun örneklerinin emprenyesinde vakumlu desikatör düzeneği ve emprenye silindiri kullanılmıştır.

Mantar ve termit deneylerindeki odun numunelerinin emprenyesi vakumlu bir desikatör yardımı ile yapılmıştır. Odun numuneleri beherler içerisine yerleştirilip, çözelti seviyesinin altında tutmak için üzerine delikli bir aparat yerleştirilmiştir. Örnekler vakum desikatörüne yerleştirilip 20 dak süre ile 600mmHg'ye eşdeğer ön vakum uygulanmıştır. Daha sonra, içerisinde odun numunelerinin bulunduğu beherlerin üzerine farklı konsantrasyon seviyelerinde hazırlanmış ekstrakt çözeltileri doldurulmuştur. Vakum işleminin ardından çözeltiler atmosfer basıncı altında 5 dak. bekletilerek

emprenye sıvısının atmosferik basınç yardımıyla odun örneklerine nüfuzu arttırılmıştır.

Böcek larvası deneylerine ait numunelerin emprenyesinde vakum-basınç yapabilen bir emprenye silindiri kullanılmıştır. Emprenye işleminde dolu hücre metodu (Bethell yöntemi) takip edilmiştir. Bu yöntemde odun örnekleri bir kap içerisine konularak emprenye silindirine yerleştirilmiştir. Ağız sıkıca kapatılan silindire 30 dak süre ile 600mmHg'lik bir ön vakum işlemi uygulanarak odunun hücre boşluklarındaki hava boşaltılmıştır. Daha sonra vakum vanası kapatılarak örnekler vakum altında iken kazandaki örnek dolu kap içerisine, daha önceden hazırlanmış bir hortum aparatıyla emprenye çözeltisi doldurulmuştur. Emprenye işlemi 60 dak. süre ile 8kp/cm<sup>2</sup> basınç uygulanması sonunda sona ermiştir (Bozkurt ve diğ. 1993).

Emprenye işlemi sonunda bütün örnekler hafifçe silinerek üzerlerindeki sıvı kalıntıları temizlenmiş ve hemen 0,01g hassasiyetteki terazide tartılarak emprenye sonrası yaş ağırlıkları (m<sub>yaş</sub>) belirlenmiştir. Deney numuneleri 2 hafta süre ile 20 ± 2<sup>0</sup>C ve %65 ± 3 bağıl nemde kondisyonlanmıştır.

### 2.2.2. Retensiyon Miktarının Belirlenmesi

Emprenye edilen örneklerin absorbe ettikleri çözelti miktarları TS 5723/1988 (Ahşap Koruma-Emprenye Maddesi Nüfuz Derinliğinin Tayini) standardında belirtilen yol takip edilerek aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (Bozkurt ve diğ. 1993).

$$\text{Retensiyon} = \frac{G \times C}{V} \times 10 \text{ kg/m}^3 \quad (2.1)$$

Eşitlikte;

G = Örnek tarafından absorbe edilen çözelti miktarı (m<sub>yaş</sub>- m<sub>60°C</sub>) (g)

m<sub>60°C</sub>= Emprenye öncesi ağırlık (g)

m<sub>yaş</sub>= Emprenye sonrası yaş ağırlık (g)

C = Çözelti konsantrasyonu

V = Odun örneğinin hacmi (cm<sup>3</sup>) dir.

## 2.2.3. Mikolojik ve Entomolojik Deneyler

### 2.2.3.1. Mikolojik Deneyler

**Besi Ortamı Hazırlanması:** Deney örneklerini petri kaplarına yerleştirmeden önce, mantar misellerinin önceden hazırlanan besi ortamları üzerinde tamamen yayılması sağlanmıştır. *Fomitopsis palustris*, *Gloeophyllum trabeum* ve *Pleurotus ostreatus* mantarlarına besi ortamlarında %3,9'luk patates dekstroz agar (PDA) kullanılmıştır. Besi ortamı, 0,01g hassasiyetinde tartılan 39g patates dekstroz agarın, erlen içerisine konarak destile su ile 1lt'ye tamamlanması ile elde edilmiştir. *Trametes versicolor* mantarı için hazırlanan besi ortamında ise, %3,7'lik malt ekstrakt agar (MEA) kullanılmıştır. Besi ortamı, 0,01g hassasiyetinde tartılan 37g malt ekstrakt agarın, erlen içerisine konarak destile su ile 1lt'ye tamamlanması ile elde edilmiştir. Manyetik karıştırıcılı ısıtıcı üzerinde homojen bir karışım sağlanmıştır. Karışımlar otoklav içerisinde 121°C'de 1,1A'lık basınç altında 20 dak. süre ile sterilize edilmiştir. Her bir petri kabına yaklaşık 14ml besi ortamı konulmuştur.

**Deney Numunelerinin Mantar Tahribatına Maruz Bırakılması:** Odun numunelerinin mantar tahribatına maruz bırakılmasında, TS 5563/1996 EN 113 standardı takip edilmiştir. Besin ortamları sterilize edilip plastik petri kaplarına konulduktan sonra üzerlerine mantar miselleri aşılanmıştır. Aşılamada kullanılan mantar miselleri dört haftadan daha az yaşlı kültürlerden elde edilmiştir. Aşılama sonrası, mantar misellerinin besin ortamının yüzeyini tamamen kaplaması beklenmiştir. Kültür ortamına yerleştirilecek olan emprenyeli ve emprenyesiz kontrol numunelerinin fırın kurusu ağırlıkları (60 °C sıcaklıkta 48 saat bekledikten sonra) alınıp ( $m_{60^{\circ}\text{C}-1}$ ), 110°C sıcaklık ve 1,1A basınç altında steril hale getirilmişlerdir. Sterilizasyon işlemi otoklav içerisinde yapılmıştır. Tüm odun örnekleri laminar hava kabini içerisinde petri kaplarına aktarılmışlardır. Mantar misellerinin deney örneklerini daha iyi bir şekilde sarmasını kolaylaştırmak için, besi ortamı ve deney örneği arasında altlık kullanılmıştır.

Petri kapları sıcaklığı ve rutubeti kontrol edilebilir inkübatöre yerleştirilmiştir. Mantarların bulunduğu inkübatörler sırasıyla %70–75 rutubet, 23–24°C sıcaklık derecelerine ayarlanmıştır. Deney 4 ay süre sonunda sonlandırılmıştır.



**Deney Numunelerin Muayenesi:** Odun numuneleri üzerinde mantarların yaptıkları tahribatın belirlenmesinde TS 5563/1996 EN 113 standardı kullanılmıştır. Deney sonunda numuneler kültür ortamından çıkartılıp üzerindeki miseller bir diş fırçası yardımıyla temizlenmiştir. Numuneler 60°C sıcaklık altında 48 saat süre ile kurutulmuş ve 0,01g hassasiyetle tartılarak deney sonrası ağırlıklar tespit edilmiştir ( $m_{60^{\circ}\text{C}-2}$ ). Elde edilen ağırlık kayıpları aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır.

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)} = [(m_{60^{\circ}\text{C}-1} - m_{60^{\circ}\text{C}-2}) / m_{60^{\circ}\text{C}-1}] \times 100 \quad (2.2)$$

$m_{60^{\circ}\text{C}-1}$  = Deney öncesi numunelerinin 60°C kurutulmuş ağırlıkları (g)

$m_{60^{\circ}\text{C}-2}$  = Deney sonrası numunelerin 60°C kurutulmuş ağırlıkları (g)

#### 2.2.3.2. Entomolojik Deneyler

**Böcek larvası deneyleri:** Larvalarla yapılan böcek denemelerinde TS 5564 EN 47 (1996) ve TS 5565 EN 22 (1996) numaralı standartlarda belirtilen yol takip edilmiştir. Bu metot emprenye maddesinin etkinliğinin değerlendirilmesini sağlayan bir kriter oluşturmaktadır.

Deneylerde, *Spondylis buprestoides* böcek türüne ait larvalar kullanılmıştır. Her bir larvanın ağırlığı tartılarak, 50-60mg arasında olanları deneylerde kullanılmak üzere, rutubetli sarıçam talaşı içerisinde muhafaza edilmiştir.

Emprenye edilmiş deney örneklerine larva yerleştirilmeden önce, 60°C sıcaklık altında 48 saat kurutulmuş ağırlıkları tartılmıştır ( $m_{60^{\circ}\text{C}-1}$ ). Örneklerin enine kesitlerine 1 adet (larva çapının 1,5 katı) deliği açılmıştır. Her bir larva başı aşağıda olacak şekilde larva deliğine yerleştirilmiştir. Deliklerin ağzı ıslatılmış pamuk ile kapatılmıştır. Deney, Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi ABD laboratuvarında devam ettirilmiştir. Laboratuvarın iklim koşulları larvaların alındığı bölgenin iklimik koşullarına benzetilmiştir. Larvaların alındığı bölgede gündüz sıcaklık değerleri 25–30°C arasında, geceleyin ise 15–20°C'lere kadar düşmektedir. Bu sebeple, laboratuvarın sıcaklığı ortalama 22 °C, rutubet derecesi ise %70–80 olarak ayarlanmıştır.

Deney numunelerinin muayenesinde TS 5565/1996 EN 22 standardında belirtilen esaslar dikkate alınmıştır. Larvaların yaptığı zararların değerlendirilmesinde,

-Aylık ölü larva sayısı,

-Aylık olarak aktif tahribat yapmış larva sayısı,

-Varsa bulunamayan larva sayısı,

-Larvaların emprenyeli ve emprenyesiz odun örnekleri üzerinde yaptıkları ağırlık kayıpları hesaplanarak emprenye maddesinin, larva üzerindeki etkinliği belirlenmiştir. Deney sonunda tüm numunelerde bulunan larvalar çıkarılıp, numuneler içerisindeki larva yenikleri temizlenmiştir. Tüm örnekler 60°C sıcaklıkta 48 saat kurutularak ağırlıkları tartılmıştır ( $m_{60^{\circ}\text{C}-2}$ ) Oluşan ağırlık kayıpları aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)} = [(m_{60^{\circ}\text{C}-1} - m_{60^{\circ}\text{C}-2}) / m_{60^{\circ}\text{C}-1}] \times 100 \quad (2.3)$$

$m_{60^{\circ}\text{C}-1}$  = Deney öncesi numunelerinin 60°C kurutulmuş ağırlıkları (g)

$m_{60^{\circ}\text{C}-2}$  = Deney sonrası numunelerin 60°C kurutulmuş ağırlıkları (g)

Altı aylık deney süresi boyunca, aylık olarak her bir deney numunesindeki larvaların aktif olanları “+”, canlı fakat aktif olmayanlar “+” ve ölü veya pupa evresine geçmiş larvalar ise “-“ olarak işaretlenmiştir.

**Termit Deneyleri:** Termit deneyi EN 117 (2005) standardında belirtilen esaslar dikkate alınarak yapılmıştır. Kullanılan standartta çalışmanın genel yapısını ve sonuçlarını etkilemeyecek bazı boyutsal değişiklikler yapılmıştır.

Termit testinin değerlendirilmesinde üç değişik inceleme yapılmıştır;

1. Emprenyeli ve emprenyesiz kontrol numunelerinde ağırlık kayıpları belirlenmiştir.
2. Deney sonunda, işçi ve asker termitlerin canlı ve ölü sayıları not edilmiş ve termit ölüm oranları belirlenmiştir.
3. Görsel muayene ile termit tahribatı tespit edilmiştir.

Termit testinden önce tüm örnekler 60°C sıcaklık altında 48 saat kurutularak ağırlıkları tartılmıştır ( $m_{60^{\circ}\text{C}-1}$ ). Çalışmada kullanılan kaplarının içerisine 1/3 oranında su-toprak karışımı konulmuştur. Her bir test örneği silindirik test kabının ortasına gelecek şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 2.8). Hazırlanan her bir test kabının içerisine termit

kolonisinden alınan 100 adet işçi, 2-3 adet asker ve 2-3 adet nymphs yerleştirilmiştir. Test kapları 28°C sıcaklık, %85 rutubet derecesinde 8 hafta test odasında bekletilmiş ve deney sonlandırılmıştır. Termit deneyi sonunda, bütün örnekler 60°C sıcaklık altında 48 saat kurutulmuş ve yaklaşık 0,01g hassasiyetteki terazide tartılarak deney sonrası ağırlıkları ( $m_{60^{\circ}\text{C}-1}$ ) tespit edilmiştir. Yüzde ağırlık kayıpları hesaplanmıştır.

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)} = [(m_{60^{\circ}\text{C}-1} - m_{60^{\circ}\text{C}-2}) / m_{60^{\circ}\text{C}-1}] \times 100 \quad (2.4)$$

$m_{60^{\circ}\text{C}-1}$  = termit testi öncesi 60°C kurutulmuş ağırlık (g),

$m_{60^{\circ}\text{C}-2}$  = termit testi sonrası 60°C kurutulmuş ağırlık (g)



**Şekil 2.8.** Test kaplarının hazırlanması ve termitlerin yerleştirilmesi.

Termit ölüm oranları, empenye kimyasallarının termitler üzerindeki etkisinin belirlenmesinde önemli bir parametredir. Termit ölüm oranı her bir test kabı içerisinde deney öncesi konulan termit sayısı deney sonrası canlı kalan termit sayısı arasındaki fark ile aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{Termit ölüm oranı (\%)} = [(t_1 - t_2) / t_1] \times 100 \quad (2.5)$$

Bu eşitlikte;

$t_1$  = Deney öncesi termit sayısı

$t_2$  = Deney sonrası canlı kalan termit sayısı

Termit tahribatına maruz kalan odun örneklerinde yapılan görsel muayenelerdeki tahribatların şiddeti, 0-4 puan arasında gruplandırılmıştır. Görsel değerlendirmede; 0- saldırı yok, 1- yüzeysel tahribat, 2- hafif şiddette tahribat (1mm den daha az derinlikte), 3 orta şiddette tahribat (1-3mm derinlikte), 4- şiddetli tahribat (3mm den daha derin). Termit testinin geçerli olup olmadığını belirlemek amacıyla standartta belirtilen esaslar dikkate alınmıştır. Bu esaslar, emprenye edilmemiş numunelerin görsel muayenesinde ortalama 4 seviyede bir tahribat olması ve canlılık oranı %50'nin üzerinde olması gerekmektedir.

## **2.2.4. Kimyasal Analizler**

### *2.2.4.1. HPLC Analizleri*

Odun örnekleri ve ekstraktların kimyasal içeriklerinin tayininde HPLC cihazı kullanılmıştır. Ekstraktif madde analizi için odun numuneleri ve ekstraktlar farklı ön işlemlerden geçirilmiştir.

Odun numuneleri, öncelikle Willey değirmeninde öğütülmüştür. Daha sonra sarsak elekte eleme işlemi yapılarak, 60 mesh'lik elek üzerinde kalan odun tozları ağzı kapalı kavanozlara konulmuştur. Hazırlanan numuneler sıcak su ekstraksiyonuna uğratılmış ve elde edilen sıvı çözeltiler, analiz edilmek üzere buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Toz halindeki ekstraktif maddeler HPLC cihazında analizinden önce sıcak su içerisinde çözüldürülmüştür. Cihaza verilmeden önce tüm çözeltiler oda sıcaklığına getirilmiştir.

HPLC analizleri Perkin Elmer Series 200 cihazında yaptırılmıştır. Kullanılan kolon Phenomenex Kromasil C18 marka olup, 4x20cm, por büyüklüğü 5 $\mu$ 'dur. UV detektörü kullanılmıştır. Çalışma dalga boyu 280nm'dir. Numunelerin taşınmasında kullanılan mobil fazlar %2 formik asit içeren deiyonize su ve asetonitridir. Mobil faz akış hızı 1ml/dak. olarak ayarlanmıştır. Toplam çalışma süresi ise 40 dak.'dır.

Numune 20 $\mu$ l olarak ve manüel olarak enjekte edilmiş olup, örnekler enjeksiyondan önce 20 $\mu$  PTFE filtre ile süzildükten sonra direkt olarak enjekte edilmiştir.

#### 2.2.4.2. GS-MS Analizleri

GS-MS analizi için toz halinde bulunan her üç ekstraktif madde metanol ekstraksiyonu ile çözüldürülmüştür. Metanol ekstraksiyonu sonucu elde edilen çözelti filtre kâğıdından süzülerek büyük parçacıklardan arındırılmıştır. Daha sonra ekstraktif madde çözeltisinden enjektör yardımıyla 1. çözelti alınıp GS enjeksiyon bloğuna enjekte edilmiştir.

HP 5MS (60m×0,25mm×0,25µm) marka bir kolon ile çalışılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak He (1 m/dak) kullanılmıştır. Fırın sıcaklığı, 50<sup>0</sup>C'de 2 dak., 10<sup>0</sup>C /dak hızla 250<sup>0</sup>C'de 5 dak. bekleme. Enjeksiyon sıcaklığı 225<sup>0</sup>C ve enjeksiyon süresi 1µL. İyon kaynağı sıcaklığı 200<sup>0</sup>C, detektör sıcaklığı 230<sup>0</sup>C olarak ayarlanmıştır. Elektron iyonizasyonu 70 e(V)'dir. MS-tarama 50-650m/z'dir.

#### 2.2.5. Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Analizi

SEM analizinden önce mantar tahribatına uğratılmış deney örneklerinin farklı kesitlerinden (enine, teğet, radyal) analiz örnekleri alınmıştır. Daha sonra hava kurusu hale gelinceye kadar steril ortamda bekletilmiştir. Odun örneklerinden daha net görüntüler alabilmek için örneklerin üzeri altın kaplanarak SEM görüntüleri alınmıştır.

Kullanılan SEM cihazı, SEI (ikincil elektron) ve BSE (geri yansıyan elektron) detektör, tungsten-w elektron tabancası, 0,5-30Kv hızlanma voltajı, 5-300000X büyütme, 1Pa-I Ma ışık akımı, 10-270Pa basınç gibi teknik özelliklere sahiptir.

#### 2.2.6. İstatistiksel Yöntem

Bu tez çalışmasında elde edilen veriler SPSS (SPSS 19, 2010) istatistik paket programı kullanarak, %95 güven düzeyinde analiz edilmiştir.

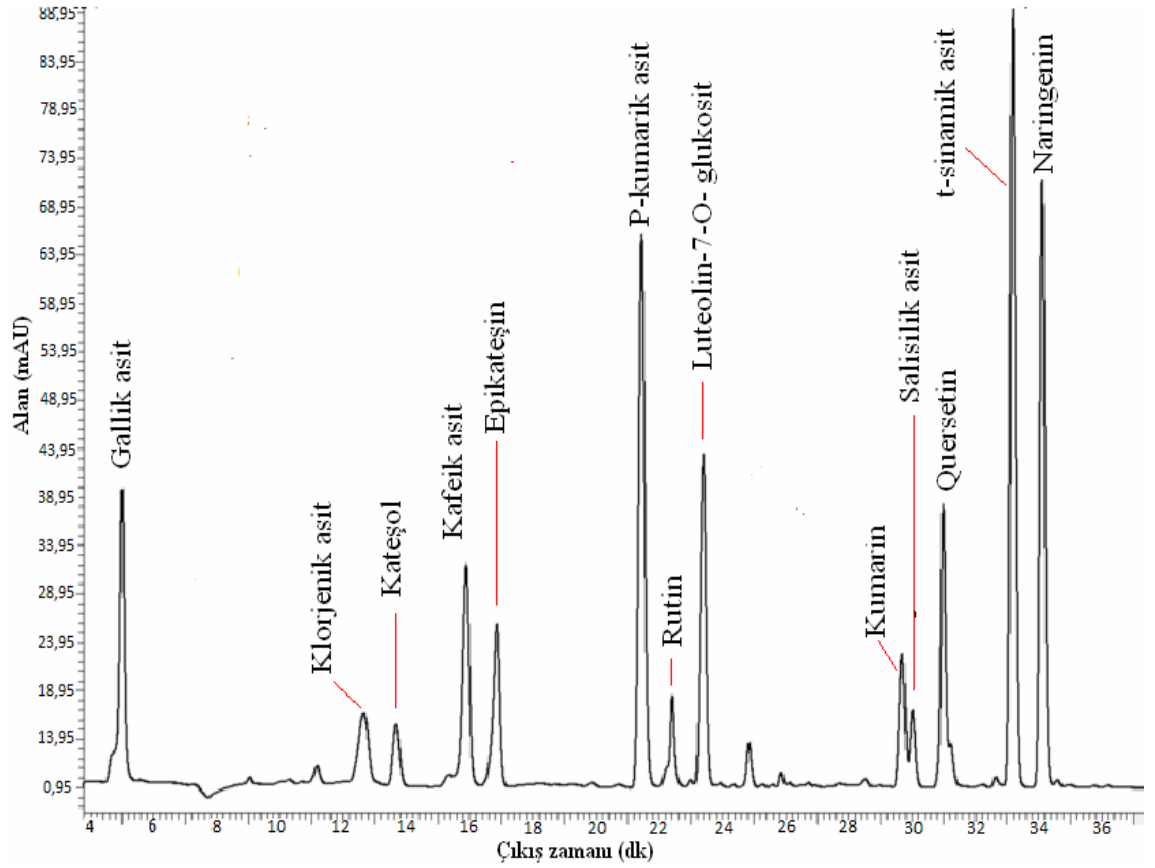
Farklı ağaç türlerine emprenye edilen ekstraktların retensiyon miktarları ve ağırlık kayıplarına ait veriler değerlendirilmiştir. Öncelikle tüm varyasyonlar birlikte ele alınarak çoğul varyans analizi ile irdelenmiştir. Faktörler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu ortalamaların karşılaştırılması Duncan testi ile yapılmıştır.

### 3. BULGULAR VE İRDELEME

#### 3.1. KİMYASAL ANALİZLERE AİT BULGULAR VE İRDELEME

##### 3.1.1. HPLC Analizleri

HPLC analizinden önce hazırlanan standartlara ait kromatogram Şekil 3.1’de görülmektedir.



Şekil 3.1. HPLC analizinde standartların kromatogramı.

Yapılan HPLC analizlerinde, odun örneklerinde ve ekstraktif maddelerde tespit edilen 14 adet bileşiye ait kimyasal formüller Ek Şekil 1’de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan ağaç türlerinin su çözünürlüğüne ait HPLC sonuçları Çizelge 3.1’de görülmektedir. Analiz için her üç ağaç türünün diri odun kısımlarından

numuneler hazırlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, sarıçam diri odun örneklerinde epikateşin (119,9mg/kg), salisilik asit (97,79mg/kg), kateşol (86,49mg/kg) ve rutin (84,39mg/kg); kayın odun örneklerinde salisilik asit (120,3mg/kg) ve rutin (85,8mg/kg); kavak odun örneklerinde ise rutin (71,5mg/kg) ve kateşol (47,1mg/kg) dikkate değer oranda tespit edilen bileşiklerdir.

Çalışmada kullanılan ağaç türlerinin diklorometan:metanol (1:1) çözünürlüğüne ait HPLC sonuçları ve kromotogramları Ek Çizelge 1’de ve Ek Şekil 2-4’te verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Çalışmada kullanılan ağaç türlerine ait HPLC sonuçları.

<b>Bileşikler</b>	<b>Sarıçam*</b> <b>(mg/kg)</b>	<b>Kayın*</b> <b>(mg/kg)</b>	<b>Kavak*</b> <b>(mg/kg)</b>
Gallik asit	-	-	-
Klorjenik asit	-	-	-
Kateşol	86,47	-	47,09
Kafeik asit	-	-	-
Epikateşin	119,93	-	-
P- kumarik asit	-	-	-
Rutin	84,28	85,85	71,48
Luteolin 7-O-glukosit	30,55	21,82	22,11
Salisilik asit	97,72	120,37	11,48
Naringenin	-	-	-
Kumarin	-	-	36,24

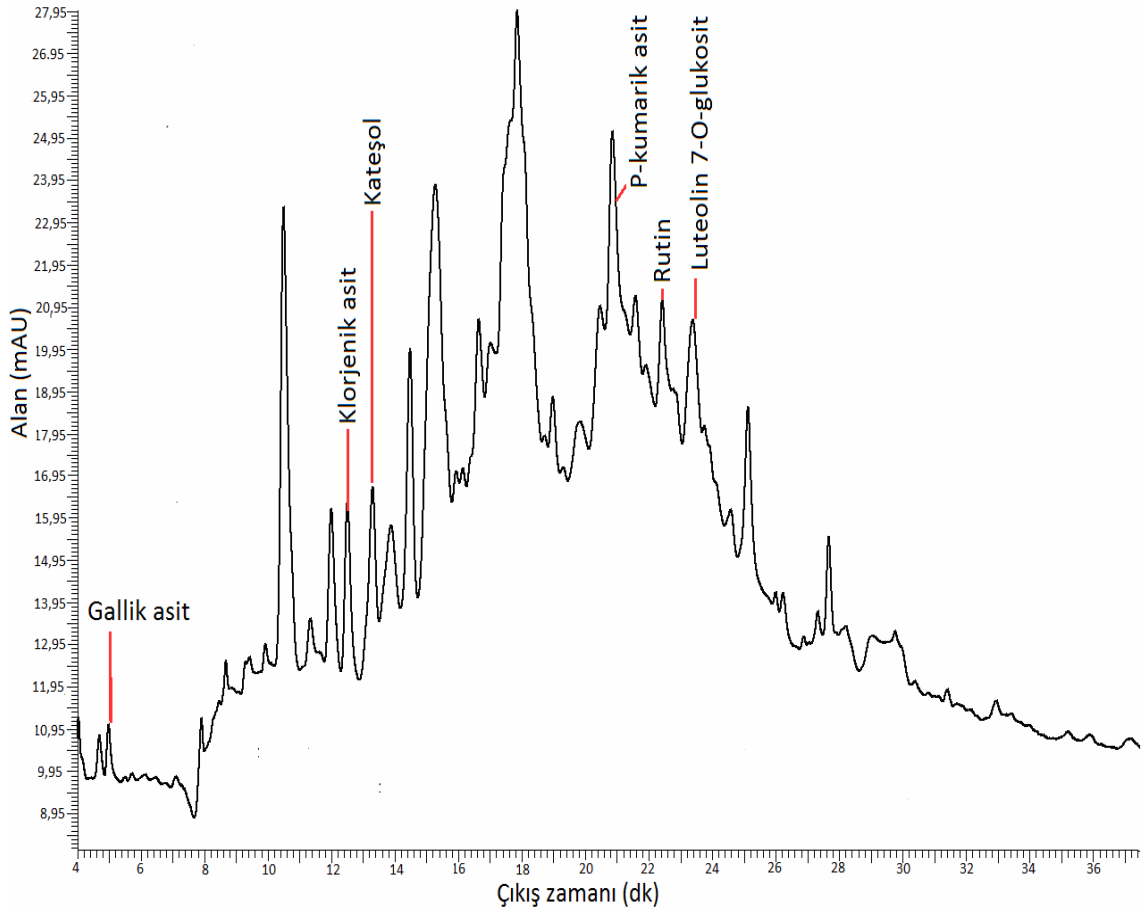
\*Diri odun kısımları

Çalışmada kullanılan ekstraktif maddelere ait HPLC sonuçları Çizelge 3.2’de görülmektedir. Kalitatif ve kantitatif analizler sonucu, tespit edilen bileşikler ve bu bileşiklerin miktarları ekstrakt türüne göre değişiklik göstermiştir. Mimoza ekstraktında p-kumarik asit (67,2g/kg) ve kateşol (31g/kg), kebrako ekstraktında rutin (124,3g/kg) ve gallik asit (103,7g/kg), pineks ekstraktında ise rutin (71,4g/kg) ve kateşol (47,1g/kg) en yüksek miktarlarda tespit edilen bileşiklerdir.

Mimoza kebrako ve pineks ekstraktlarına ait kromotogramlar Şekil 3.2, Şekil 3.3 ve Şekil 3.4’te görülmektedir.

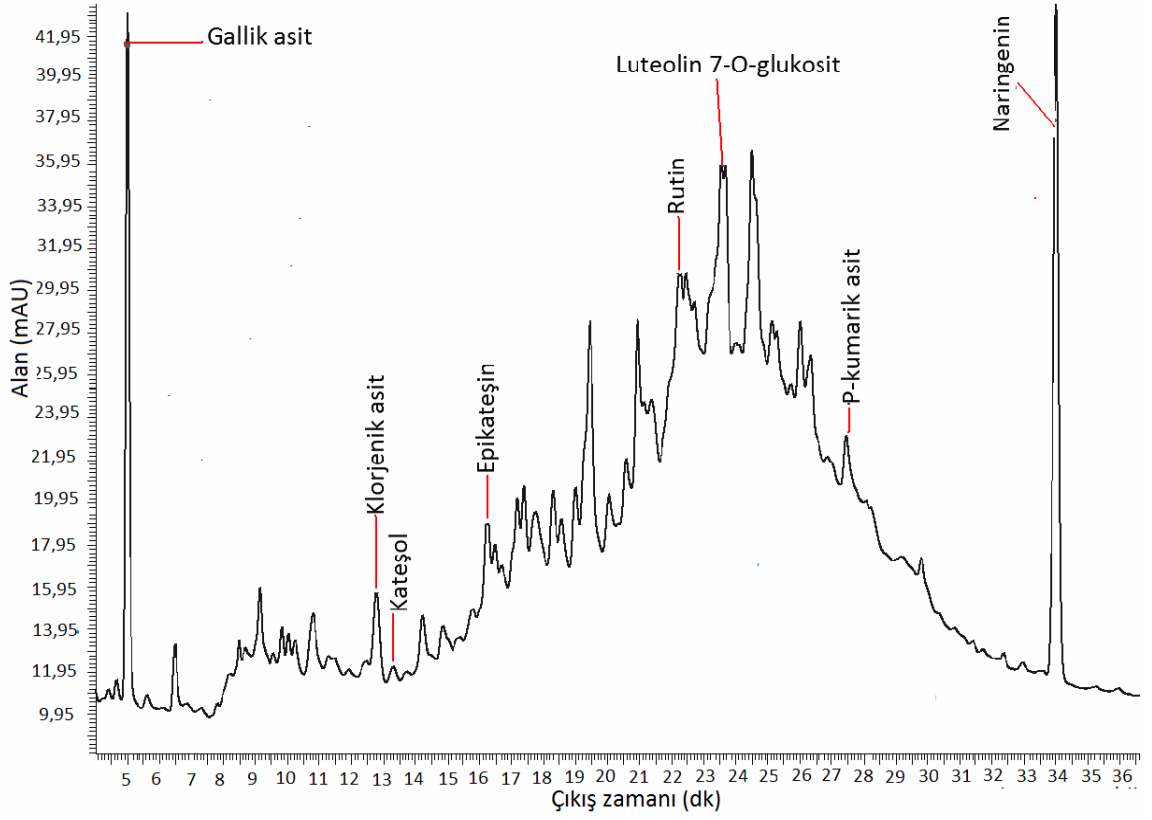
**Çizelge 3.2.** Çalışmada kullanılan ekstraktlara ait HPLC sonuçları.

Bileşikler	Mimoza (g/kg)	Kebrako (g/kg)	Pinexs (g/kg)
Gallik asit	9,943	103,716	-
Klorjenik asit	25,455	24,296	11,101
Kateşol	30,995	7,452	2,796
Kafeik asit	7,500	7,974	14,227
Epikateşin	3,796	18,951	-
P- kumarik asit	67,189	4,255	-
Rutin	3,796	124,261	-
Luteolin 7-O-glukosit	14,167	45,033	5,787
Salisilik asit	12,421	21,234	-
Naringenin	-	50,422	-
Kumarin	-	-	-

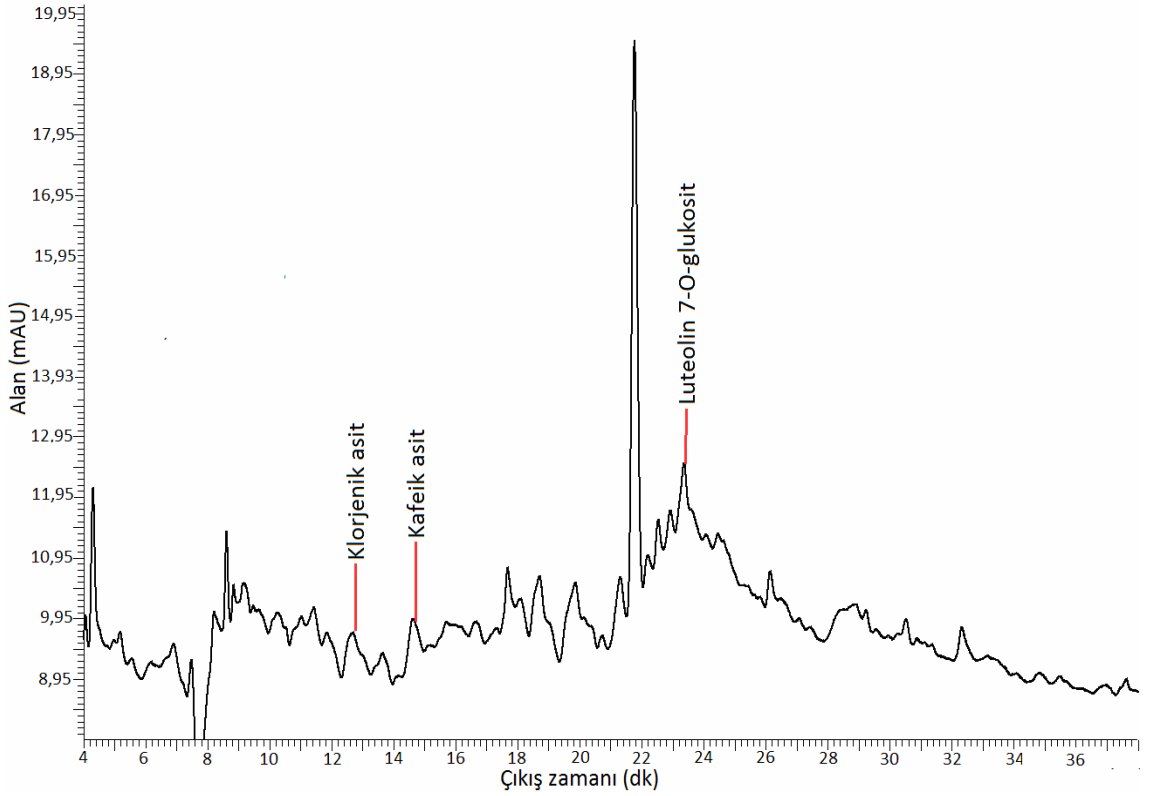


**Şekil 3.2.** Mimoza ekstraktına ait kromotogram.





Şekil 3.3. Kebrako ekstraktına ait kromotogram.



Şekil 3.4. Pineks ekstraktına ait kromotogram.

### 3.1.2. GS-MS Analizleri

Metanolde çözünen mimoza, kebrako ve pineks ekstraktlarına ait GS-MS bulgular Çizelge 3.3'te, kromotogramlar ise Ek Şekil 5-7'de verilmiştir. Her üç ekstrakt türünde de metanol çözünürlüğü sonucu elde edilen bileşiklerin büyük çoğunluğunu yağ asitleri oluşturmuştur.

Hegzanda çözünen mimoza, kebrako ve pineks ekstraktlarına ait GS-MS bulgular ve kromotogramlar, Ek Çizelge 2'de, Ek Şekil 8-10'da verilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Metanolde çözünen ekstraktif bileşenlerine ait GS-MS sonuçları.

Ekstraktif madde	Bileşikler	Ablkonma Süresi (dak)	% Alan
Mimoza	Fenil alkol	8,79	1,15
	Kaprilik asit	11,92	1,90
	1-piridin-2-one1-(2-(1,3-Benzodioxol-5-yl)etil)-1,3,4A,5,6-hexa)	13,98	0,33
	Linoleik asit	16,21	0,065
	Nonanoik asit,9-oxo,metil ester	18,01	0,23
	Behenik asit ME	19,83	0,77
Kebrako	Ethanthiol,2(Diethylboryloxy)	6,85	22,50
	Fenil alkol	8,79	10,10
	Asetik asit, ((fenilmetoksi)imino)-trimetilsil ester	7,34	5,70
	Kaprilik asit	10,19	2,36
	2-Heptenal,(E)-	10,64	0,52
	Propan ,2-Flupro-2metil	11,01	0,59
	1-piridin-2-oen(1-(2(1,3-benzodioksiol-5-yl)etil)1,3,4A,5,6-hexahidro	13,97	3,49
	3-metil-2(2-oxopropyl)furan	14,87	0,83
	Laurik asit	15,08	8,30
	Hidrokinon	15,85	2,37
	Linoleik asit	16,19	3,12
	Heptakosanoik asit,25metil,metil ester	16,52	0,37
	Nonanoik asit, 9-oxo,metil ester	18,01	0,30
	Steril alkol	20,86	0,90
Pineks	3-metil-2-(2-oxopropil)furan	13,29	0,11
	Kaprilik asit	13,56	1,20
	1-benzoxepin,2,3,4,5-tetrahidro	13,98	0,20
	Linoleik asit	16,82	0,28

### 3.2. MİKOLOJİK DENEYLERE AİT BULGULAR VE İRDELEME

#### 3.2.1. Retensiyon Miktarı

Faktör seviyeleri (Ağaç Türü (AT), Ekstrakt Türü (ET) ve Konsantrasyon (K)) kombinasyonlarına ilişkin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri karşılaştırmalı olarak Çizelge 3.4'te görülmektedir.

**Çizelge 3.4.** Farklı konsantrasyon seviyelerindeki ekstraktif maddeler ile empenye edilen odun örneklerinde ortalama retensiyon değerleri (kg/m<sup>3</sup>).

Ağaç Türü	Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama retensiyon (kg/m <sup>3</sup> )*	Std	Min	Mak	
Sarıçam	Mimoza	%3	24	19,6	<i>a</i>	3,9	11,8	26,2
		%6	24	40,0	<i>d</i>	7,3	26,1	57,3
		%9	24	59,3	<i>gh</i>	9,2	36,5	78,1
		%12	24	74,8	<i>ijk</i>	15,0	47,5	96,7
	Kebrako	%3	24	18,1	<i>a</i>	3,2	12,0	23,3
		%6	24	37,9	<i>cd</i>	7,9	25,3	60,2
		%9	24	59,4	<i>gh</i>	13,2	38,0	83,0
		%12	24	72,7	<i>ij</i>	14,5	50,7	107,4
	Pineks	%3	24	16,2	<i>a</i>	3,8	8,4	22,3
		%6	24	31,0	<i>b</i>	6,5	13,1	44,5
		%9	24	50,9	<i>e</i>	11,3	27,3	75,7
		%12	24	70,7	<i>t</i>	9,6	53,3	82,0
Kayın	Mimoza	%3	24	19,4	<i>a</i>	2,3	14,7	23,8
		%6	24	36,5	<i>cd</i>	3,5	30,7	48,4
		%9	24	54,7	<i>efg</i>	7,9	44,4	84,2
		%12	24	74,4	<i>ijk</i>	6,1	61,1	85,8
	Kebrako	%3	24	18,9	<i>a</i>	3,1	14,4	27,4
		%6	24	36,5	<i>cd</i>	3,3	30,5	42,4
		%9	24	55,1	<i>efg</i>	5,6	44,6	64,8
		%12	24	74,3	<i>ijk</i>	9,2	60,7	96,1
	Pineks	%3	24	16,3	<i>a</i>	1,9	12,8	19,8
		%6	24	33,2	<i>bc</i>	4,8	24,0	42,3
		%9	24	52,9	<i>ef</i>	6,5	39,7	67,5
		%12	24	72,2	<i>t</i>	6,2	60,7	83,0
Kavak	Mimoza	%3	24	20,5	<i>a</i>	3,4	12,4	24,6
		%6	24	38,6	<i>d</i>	8,4	20,8	52,1
		%9	24	57,0	<i>fgh</i>	12,0	25,0	72,3
		%12	24	80,2	<i>l</i>	11,1	36,3	101,6
	Kebrako	%3	24	19,9	<i>a</i>	4,2	10,4	24,9
		%6	24	37,6	<i>cd</i>	8,4	20,3	49,0
		%9	24	61,2	<i>h</i>	9,8	30,1	72,5
		%12	24	77,6	<i>jkl</i>	12,3	32,4	91,6
	Pineks	%3	24	18,2	<i>a</i>	3,6	11,0	22,8
		%6	24	36,8	<i>cd</i>	6,7	25,1	47,3
		%9	24	54,3	<i>efg</i>	10,7	31,7	66,7
		%12	24	78,8	<i>kl</i>	7,2	67,0	90,0

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (p<0,05)

Faktör seviyeleri kombinasyonlarını (konular) içeren otuz altı adet ortalama değer karşılaştırıldığında, retensiyon miktarı bakımından en yüksek performansı %12 konsantrasyon seviyesindeki mimoza ekstraktı ile emprenye edilen kavak odun örnekleri (80,2kg/m<sup>3</sup>) göstermiştir. %3 konsantrasyon seviyesindeki mimoza, kebrako ve pineks ekstraktları ile emprenye edilen her üç ağaç türünde de retensiyon miktarları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur(p<0,05). Elde edilen bulgular incelendiğinde, konsantrasyon seviyesi ile retensiyon miktarı arasında pozitif yönlü doğrusal bir ilişki olmasına rağmen, bu orantının bire bir olmadığı görülmektedir. Odunun heterojen bir yapıya sahip olması (Aydın 2004) çalışmada kullanılan örneklerin retensiyon miktarlarını etkileyen en önemli faktördür.

Ağaç türü (AT) ve ekstraktif türü (ET) + konsantrasyon (K) faktörlerinin retensiyon miktarına etkisi ile ilgili Çoğul Varyans Analizi (ÇVA) sonuçları Çizelge 3.5'te görülmektedir.

ÇVA sonuçlarına göre, AT ve ET faktörlerinin retensiyon miktarına etkisi yüksek güven düzeyinde önemli bulunurken,  $AT*ET+K$  etkileşimi önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 3.5.** AT ve ET faktörlerinin retensiyon miktarına olan etkisine ilişkin ÇVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
A: AT	1518,3	2	759,1	11,5	,000*
B: ET+K	389259,9	11	35387,3	534,4	,000*
Etkileşim AB	1763,2	22	80,1	1,2	,230 <sup>ÖD</sup>
Hata	54830,5	828	66,2		
Toplam	447371,9	863			

\*p<0,05, ÖD: Önemli Değil

### 3.2.2. Beyaz Çürüklük Mantarlarına Ait Ağırlık Kayıpları

#### 3.2.2.1. *Trametes versicolor*

Ekstraktların *T. versicolor* beyaz çürüklük mantarına karşı etkinliklerine ilişkin yapılan 4 aylık deney sonunda, sarıçam, kayın ve kavak kontrol örneklerinde meydana gelen ortalama ağırlık kayıpları sırasıyla %35,7, %54,3 ve %67,1 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, belirtilen test koşulları altında *T. versicolor* beyaz çürüklük mantarı doğal haldeki her üç ağaç türü odun örnekleri üzerinde aktif olarak

tahribat yapmıştır. En düşük ortalama ağırlık kaybı sarıçam kontrol örneklerinde meydana gelmiştir.

Yapılan birçok çalışmada, beyaz çürüklük mantarlarının yapraklı ağaç türlerinde daha fazla tahribata sebep olduğu belirlenmiştir. Çeşitli bitki ekstraktlarının antifungal özellikleri üzerine yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ghosh ve diğ. (2008) yaptıkları bir çalışmada, kayın odun örneklerinin 12 hafta süreyle *T. versicolor* mantarı tahribatına uğratılması sonucu, odun örneklerinde yaklaşık %60 oranında bir ağırlık kaybı meydana gelmiştir.

Hashemi ve Latibari (2011) yaptıkları çalışmada ise emprenye edilmemiş kavak odun örneklerini 14 hafta süreyle *T. versicolor* mantarına maruz bırakması sonucu odun örneklerinde %36,9'luk bir ağırlık kaybı meydana gelmiştir.

Göktaş ve diğ. (2007) yaptıkları çalışmada ise emprenye edilmemiş sarıçam ve kayın diri odun örneklerini 3 ay süreyle *T. versicolor* mantarına maruz bırakmışlardır. Deney süresi sonunda ağırlık kayıpları sırasıyla %11,9 ve %37,3 olarak elde edilmiştir.

AT ve ET+K faktörlerinin ağırlık kaybına etkisi ile ilgili çoğul varyans analizi (ÇVA) sonuçları Çizelge 3.6'da görülmektedir.

ÇVA sonuçlarına göre, AT ve ET+K faktörlerinin ağırlık kaybına etkisi yüksek güven düzeyinde önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Ayrıca,  $AT*ET+K$  etkileşiminin de ağırlık kaybına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

**Çizelge 3.6.** *T. versicolor* mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin ÇVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
A: AT	43363,1	2	21681,5	1273,9	,000
B: ET+K	51279,8	14	3662,9	215,2	,000
Etkileşim AB	3625,6	28	129,5	7,6	,000
Hata	3829,3	225	17,0		
Toplam	102097,7	269			

\* $p<0,05$

### Sarıçam odun örneklerine ait ağırlık kayıpları

Dört farklı konsantrasyon seviyesindeki ekstraktlar ile emprenye edilen sarıçam odun örneklerinde *T. versicolor* beyaz çürüklük mantarının sebep olduğu ortalama ağırlık kayıpları Çizelge 3.7’de görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, kebrako ve mimoza ekstraktlarındaki en düşük ağırlık kayıpları %9 ve %12 konsantrasyon seviyelerinde tespit edilmiştir. %3 ve %6 konsantrasyon seviyesindeki mimoza ekstraktlarında meydana gelen ağırlık kayıpları sırasıyla, %24,1 ve %20,9 olup, aralarında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Fakat her iki konsantrasyon seviyesindeki ortalama ağırlık kayıpları sarıçam kontrol örneklerine göre daha düşük olup, kontrol örnekleri ile aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Mimoza ekstraktı ile emprenye edilen örneklerde konsantrasyon seviyesi %9’a yükseldiğinde, ağırlık kayıplarında ciddi bir düşüş olduğu belirlenmiştir.

Kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında ortalama ağırlık kaybı %35,7’den %4,4 seviyesine inmiştir. Kebrako ekstraktı ile emprenye edilen sarıçam odun örneklerinde meydana gelen ortalama ağırlık kayıpları, mimoza ekstraktı ile benzer sonuçlar vermiştir. Pineks ekstraktında ise ağırlık kaybı bakımından, %12 konsantrasyon seviyesi hariç diğer konsantrasyon seviyeleri arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre, pineks ekstraktının *T. versicolor* beyaz çürüklük mantarına karşı mimoza ve kebrako ekstraktı kadar etkili olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 3.7. Sarıçam odununda *T. versicolor* mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama ağırlık kaybı (%)*		Std	Min	Mak
	Kontrol**						
Mimoza	Kontrol**	6	35,7	<i>e</i>	5,69	29,05	43,90
	3	6	24,1	<i>cd</i>	4,38	19,06	29,86
	6	6	20,9	<i>c</i>	1,50	18,87	22,54
	9	6	4,4	<i>a</i>	1,82	1,63	6,53
	12	6	1,8	<i>a</i>	,46	1,25	2,35
Kebrako	3	6	33,9	<i>e</i>	5,87	28,44	41,85
	6	6	12,6	<i>b</i>	1,54	10,64	14,50
	9	6	4,4	<i>a</i>	1,18	2,87	5,77
	12	6	1,3	<i>a</i>	,89	,00	2,45
	Pineks	3	6	35,3	<i>e</i>	4,23	30,67
6		6	36,3	<i>e</i>	2,93	32,72	39,72
9		6	33,8	<i>e</i>	6,97	24,82	40,90
12		6	28,4	<i>d</i>	3,02	24,26	31,80

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $p<0,05$ ),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

ET + K faktörünün sarıçam odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.8’de görülmektedir.

**Çizelge 3.8.** Sarıçam odununda *T. versicolor* mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	16822,1	14	1201,6	73,5	,000
Gruplar İçi	1226,2	75	16,4		
Toplam	18048,3	89			

\*p< 0,05

### Kayın odun örneklerine ait ağırlık kayıpları

Farklı konsantrasyon seviyelerindeki ekstraktlar ile emprenye edilen kayın odun örneklerinde *T. versicolor* beyaz çürüklük mantarının sebep olduğu ortalama ağırlık kayıpları Çizelge 3.9’da görülmektedir. Kayın kontrol örneklerindeki ortalama ağırlık kaybı %54,3 olduğu belirlenmiştir. Genel olarak üç ekstrakt türü ile emprenye edilen kayın odun örneklerinde meydana gelen ağırlık kayıpları konsantrasyon seviyesindeki artışa bağlı olarak azaldığı görülmektedir. En düşük ortalama ağırlık kaybı %12’lik kebrako ekstraktı (%11,5) ile emprenye edilen kayın odun örneklerinde tespit edilmiştir. Kebrako ekstraktının %3 ve %6 konsantrasyonlarında meydana gelen ortalama ağırlık kayıpları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamış olup, kontrol örnekleri gibi düşük mantar direnci göstermişlerdir. Ağırlık kaybı bakımından %6 ve %9 konsantrasyon seviyeleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken, her iki konsantrasyondaki mantar direnci kontrol ve %3 konsantrasyon seviyesine göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Pineks ekstraktı ile emprenye edilen kayın odun örneklerinde ise, %12’lik konsantrasyon hariç diğer konsantrasyon seviyelerindeki artış, ortalama ağırlık kayıpları üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Dirol ve Scalbert (1991) yaptıkları bir çalışmada, %4 ve %6 konsantrasyon seviyesindeki kebrako ekstraktının *Coriolos versicolor* beyaz çürüklük mantarına karşı kayın odununun direncini arttırdığı görülmüştür.

**Çizelge 3.9.** Kayın odununda *T. versicolor* mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama ağırlık kaybı (%)*		Std	Min	Mak
	Kontrol**						
Mimoza	Kontrol**	6	54,3	<i>f</i>	1,9	50,8	55,8
	3	6	51,0	<i>ef</i>	3,8	45,8	55,3
	6	6	37,8	<i>cd</i>	2,2	35,6	41,1
	9	6	33,7	<i>c</i>	2,8	30,4	36,9
	12	6	26,6	<i>b</i>	6,3	18,2	36,9
Kebrako	3	6	52,7	<i>ef</i>	3,5	49,5	57,1
	6	6	38,7	<i>e</i>	3,4	33,3	43,5
	9	6	26,0	<i>b</i>	5,4	18,3	31,6
	12	6	11,5	<i>a</i>	3,9	6,8	15,2
Pineks	3	6	54,0	<i>f</i>	3,5	48,5	58,1
	6	6	52,7	<i>ef</i>	5,4	45,4	58,9
	9	6	53,8	<i>f</i>	3,1	48,9	57,8
	12	6	48,7	<i>e</i>	4,7	43,4	55,8

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

ET + K faktörünün kayın odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.10'da görülmektedir.

**Çizelge 3.10.** Kayın odununda *T. versicolor* mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	15532,4	14	1109,5	76,0	,000
Gruplar İçi	1094,7	75	14,6		
Toplam	16627,1	89			

\* $p < 0,05$

### Kavak odun örneklerine ait ağırlık kayıpları

Üç farklı ekstrakt ile emprenye edilen kavak odun örneklerinde *T. versicolor* beyaz çürüklük mantarı tahribat sonucu meydana gelen ortalama ağırlık kayıpları Çizelge 3.11'de görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, kavak kontrol örnekleri oldukça düşük bir mantar direnci göstermiş ve ortalama %67,1 ağırlık kaybı meydana gelmiştir. Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre farklı konsantrasyonlardaki ekstraktların



ağırlık kaybına etkisi %95 güven düzeyinde önemli bulunmuştur. En düşük ağırlık kaybı %12'lik mimoza (%16,9) ve kebrako (%20,6) ekstraktları ile emprenye edilen kavak odun örneklerinde tespit edilmiş olup, aralarında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda da ekstraktların benzer sonuçlar verdiği ve *T. versicolor* mantarına karşı antifungal etki gösterdiği tespit edilmiştir. Hashemi ve Latibari (2011) yaptıkları bir çalışmada ceviz öz odunlarından elde edilen ekstraktlar ile emprenye edilen kavak odun örneklerindeki ağırlık kayıpları %36,9'dan %30,4'a düştüğü tespit edilmiştir.

**Çizelge 3.11.** Kavak odununda *T. versicolor* mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama ağırlık kaybı (%)*		Std	Min	Mak
	Kontrol**						
Mimoza	Kontrol**	6	67,1	<i>f</i>	6,2	58,8	76,0
	3	6	57,7	<i>e</i>	3,5	52,5	61,0
	6	6	49,3	<i>c</i>	5,3	44,1	55,7
	9	6	40,4	<i>b</i>	3,5	36,1	43,4
	12	6	16,9	<i>a</i>	3,0	12,8	22,1
Kebrako	3	6	62,9	<i>ef</i>	5,5	56,4	68,9
	6	6	58,0	<i>de</i>	4,3	52,5	63,7
	9	6	45,1	<i>bc</i>	2,5	42,5	48,1
	12	6	20,6	<i>a</i>	2,5	17,5	22,8
Pineks	3	6	68,7	<i>f</i>	3,2	64,4	72,1
	6	6	65,2	<i>f</i>	5,8	58,0	71,0
	9	6	56,9	<i>d</i>	3,3	53,1	60,5
	12	6	58,0	<i>de</i>	3,4	55,9	64,6

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

Duncan testi sonuçlarına göre, ağırlık kaybı bakımından mimoza ekstraktının konsantrasyon seviyeleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Özellikle konsantrasyon seviyesi %9'dan %12'ye yükseldiğinde ağırlık kayıplarında ciddi oranda bir düşüş meydana gelmiştir. Ortalama ağırlık kayıpları %67,1'den %16'ya kadar düşmüştür. Kebrako ekstraktında ise, %3'lük konsantrasyon oranı hariç, kontrol örneklerine göre ağırlık kayıplarında belirgin bir azalma tespit edilmemiştir. Özellikle konsantrasyon seviyesi %12'ye yükseldiğinde ağırlık kayıplarında ciddi oranda bir düşüş meydana gelmiş ve %67,1 olan ağırlık kayıpları %20,6'ya kadar gerilemiştir.

Pineks ekstraktının %3 ve %6 konsantrasyon oranları arasında istatistiki olarak fark bulunmamış olup, kontrol örnekleri ile yaklaşık aynı oranda bir ağırlık kaybı meydana gelmiştir. Fakat konsantrasyon oranı %9'a yükseldiğinde ortalama ağırlık kayıplarında belli oranlarda azalma meydana gelmiş ve istatistiki olarak kontrol örneklerine göre daha yüksek mantar direnci göstermiştir. Pineks ekstraktının %12'lik konsantrasyonu ile kavak kontrol örnekleri karşılaştırıldığında ağırlık kayıpları %67'den %58'e düştüğü belirlenmiştir.

ET + K faktörünün kavak odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.12'de görülmektedir.

**Çizelge 3.12.** Kavak odununda *T. versicolor* mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	22550,8	14	1610,8	80,1	,000
Gruplar İçi	1508,4	75	20,1		
Toplam	24059,2	89			

\*p< 0,05

16 hafta süre ile *T. versicolor* beyaz çürüklük mantarına maruz bırakılan sarıçam, kayın ve kavak odun örneklerine ait görüntü Şekil 3.5'te görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi, mimoza ve kebrako ekstraktı ile emprenye edilen sarıçam ve kayın odun örneklerinde konsantrasyon seviyesi arttıkça misel yoğunluğunda belirgin bir azalmameydana gelmiştir. Kavak odun örneklerinde ise, bu azalma diğer iki ağaç türüne göre daha az belirgin olduğu gözlenmiştir. Bu değişimin sarıçam odun örneklerinde daha belirgin olduğu gözlenmiştir.

Pineks ekstraktı ile emprenye edilen her üç ağaç türünde ise, konsantrasyon seviyesindeki artışa bağlı olarak misel yoğunluğunda belirgin bir azalma tespit edilmemiştir. *T. versicolor* mantar miselleri odun örneklerinin yüzeyinde oldukça sıkı bir keçe oluşturduğu gözlenmiştir.



Şekil 3.5. *T. versicolor* mantar örneklerine ait görüntü.

### 3.2.2.2. *Pleurotus ostreatus*

Ekstraktların *P. ostreatus* beyaz çürüklük mantarına karşı etkinliğine ilişkin yapılan 4 aylık deney sonunda sarıçam, kayın ve kavak kontrol örneklerinde oluşan ortalama ağırlık kayıpları sırasıyla %25,9, %30,3 ve %36,8 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, belirtilen test koşulları altında *P. ostreatus* beyaz çürüklük mantarı doğal haldeki her üç ağaç türü odun örnekleri üzerinde aktif olarak tahribat yapmıştır. Kayın mantarı olarak ta bilinen *P. ostreatus*, özellikle yapraklı ağaç türü odunlarında daha fazla tahribat yapmaktadır.

AT ve ET+K faktörlerinin ağırlık kaybına etkisi ile ilgili ÇVA sonuçları Çizelge 3.13'te görülmektedir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, AT ve ET+K faktörlerinin ağırlık kaybına etkisi yüksek güven düzeyinde önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Ayrıca,  $AT*ET+K$  etkileşiminin de ağırlık kaybına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

**Çizelge 3.13.** *P. ostreatus* mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin ÇVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
A: AT	2374,7	2	1187,4	87,5	,000
B: ET+K	22257,7	14	1589,8	117,2	,000
Etkileşim AB	1121,0	28	40,0	3,0	,000
Hata	3052,7	225	13,6		
Toplam	28806,1	269			

\* $p < 0,05$

### Sarıçam odun örneklerine ait ağırlık kayıpları

*Pleurotus ostreatus* beyaz çürüklük mantarına maruz bırakılan emprenyeli ve emprenyesiz sarıçam odun örneklerinde meydana gelen ortalama ağırlık kayıpları Çizelge 3.14'te görülmektedir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, mimoza ve kebrako ekstraktları ile emprenyeli sarıçam odun örneklerinin *P. ostreatus* mantarına karşı etkinlikleri benzer sonuçlar vermiştir. Her iki ekstrakt türündeki ortalama ağırlık kayıpları konsantrasyon oranlarına göre değişiklik göstermiştir. En düşük ortalama ağırlık kayıpları mimoza ve kebrako ekstraktlarına ait %9 ve %12 konsantrasyon seviyelerinde tespit edilmiştir. Ayrıca, her iki ekstrakta ait %3 ve %6 konsantrasyon

seviyelerindeki ortalama ağırlık kayıpları kontrol örneklerine göre daha düşük bulunmuştur. Pineks ekstraktı ile emprenye edilen sarıçam odun örneklerinde ise, ağırlık kaybı bakımından %6, %9 ve %12 konsantrasyonlar arasında fark bulunmamıştır. Fakat her üç konsantrasyon seviyesindeki ortalama ağırlık kayıpları kontrol örneklerine göre daha düşük olmuştur. Ağırlık kaybı bakımından %3'lük pineks ile kontrol örnekleri arasında fark bulunmamıştır.

**Çizelge 3.14.** Sarıçam odununda *P. ostreatus* mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama ağırlık kaybı (%)*		Std	Min	Mak
	Kontrol**						
	Kontrol**	6	25,9	<i>d</i>	4,2	20,5	30,4
Mimoza	3	6	18,0	<i>c</i>	0,7	17,0	18,8
	6	6	9,9	<i>b</i>	1,6	8,3	12,7
	9	6	4,3	<i>a</i>	1,2	2,9	6,4
	12	6	0,9	<i>a</i>	0,7	0,0	1,9
Kebrako	3	6	17,4	<i>c</i>	3,4	13,1	21,4
	6	6	9,5	<i>b</i>	1,2	7,8	11,2
	9	6	4,2	<i>a</i>	3,1	0,0	6,7
	12	6	0,9	<i>a</i>	0,8	0,0	2,1
Pineks	3	6	24,8	<i>d</i>	3,4	20,2	28,4
	6	6	18,5	<i>c</i>	1,5	16,1	20,3
	9	6	17,7	<i>c</i>	3,9	12,5	22,3
	12	6	15,0	<i>c</i>	1,6	12,2	16,7

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ),  
 \*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

ET + K faktörünün sarıçam odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.15'te görülmektedir.

**Çizelge 3.15.** Sarıçam odununda *P. ostreatus* mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	7033,8	14	502,4	65,9	,000
Gruplar İçi	571,4	75	7,6		
Toplam	7605,2	89			

\* $p < 0,05$

### Kayın odun örneklerine ait ağırlık kayıpları

Dört farklı konsantrasyon seviyesindeki ekstraktlar ile emprenye edilen kayın odun örneklerinde *P. ostreatus* beyaz çürüklük mantarı tarafından meydana gelen ortalama ağırlık kayıpları Çizelge 3.16'da görülmektedir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, mimoza ve kebrako ekstraktlarında konsantrasyon seviyesi ile ortalama ağırlık kayıpları arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir. Hem mimoza hem de kebrako ekstraktlarının %3 ve %6 konsantrasyonlarındaki ortalama ağırlık kayıpları arasında istatistiki olarak fark tespit edilmemiştir. Her iki ekstrakt türünün %12 konsantrasyon seviyesi ile kontrol örnekleri karşılaştırıldığında, kontrol örneklerinde %30,3 olan ortalama ağırlık kayıpları %12'lik mimoza ve kebrako ekstraktlarında sırasıyla % 3,3 ve %4,1'e gerilemiştir. Pineks ekstraktı ile emprenye edilen kayın odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıpları kontrol örneklerine nazaran belli bir oranda azaldığı tespit edilmiştir. Fakat ağırlık kaybı bakımından, pineks ekstraktının konsantrasyon seviyeleri arasında istatistiki olarak bir fark tespit edilmemiştir. Şen (2001) yaptığı çalışmada, %7 konsantrasyon seviyesindeki sumeks, valeks ve çameks ekstraktları ile emprenye edilen kayın diri odun örneklerinin, *P. ostreatus* mantarına karşı önleyici etki gösterirken, %1, %3 ve %5 konsantrasyon seviyelerinde aynı etki tespit edilmemiştir.

**Çizelge 3.16.** Kayın odununda *P. ostreatus* mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama ağırlık kaybı (%)*		Std	Min	Mak
	Kontrol**						
Mimoza	Kontrol**	6	30,3	<i>e</i>	1,9	27,1	31,9
	3	6	22,6	<i>d</i>	3,0	20,0	27,4
	6	6	21,1	<i>d</i>	3,8	16,2	24,6
	9	6	14,0	<i>c</i>	5,1	7,5	22,3
	12	6	3,3	<i>a</i>	2,7	0,0	8,1
Kebrako	3	6	22,3	<i>d</i>	4,6	17,1	30,2
	6	6	22,3	<i>d</i>	4,4	17,2	30,3
	9	6	8,4	<i>b</i>	1,2	6,8	9,9
	12	6	4,1	<i>a</i>	1,5	1,6	5,8
Pineks	3	6	23,9	<i>d</i>	3,8	20,1	27,8
	6	6	22,4	<i>d</i>	4,1	16,1	27,3
	9	6	23,1	<i>d</i>	5,6	16,5	29,7
	12	6	22,2	<i>d</i>	2,9	19,6	27,6

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

ET + K faktörünün kayın odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.17’de görülmektedir.

**Çizelge 3.17.** Kayın odununda *P. ostreatus* mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	6442,8	14	460,2	37,9	,000
Gruplar İçi	909,9	75	12,1		
Toplam	7352,7	89			

\*p< 0,05

### **Kavak odun örneklerine ait ağırlık kayıpları**

Dört farklı konsantrasyon seviyelerindeki ekstraktlar ile emprenye edilen kavak odun örneklerinde *P. ostreatus* beyaz çürüklük mantarının sebep olduğu ortalama ağırlık kayıpları Çizelge 3.18’de görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, emprenye edilmeyen kavak kontrol örnekleri düşük antifungal etki göstermiş ve ortalama %36,8 ağırlık kaybı meydana gelmiştir. Kavak odun örnekleri üzerinde en yüksek antifungal etki mimoza ve kebrako ekstraktlarının %12’lik konsantrasyon seviyelerinde meydana gelmiş olup, sırasıyla %2,9 ve % 5,3 ağırlık kayıpları tespit edilmiştir. Ortalama ağırlık kayıpları bakımından mimoza ekstraktının %3 ve %6 konsantrasyon oranları arasında istatistiki olarak farklılık gözlenmezken, konsantrasyon oranı %9’a yükseldiğinde ağırlık kayıplarında hızlı bir düşüş olduğu belirlenmiştir.

Ağırlık kaybı bakımından kebrako ekstraktının konsantrasyon seviyeleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. %3 gibi düşük konsantrasyonda bile ortalama ağırlık kayıplarında önemli oranda azalma gözlenmiştir. Pineks ekstraktında ise, empreyeli örnekler, empreyeyesiz kontrol örneklerine göre daha düşük ağırlık kaybına sahip olsa da, mimoza ve kebrako ekstraktı kadar etkili olamamıştır.

ET + K faktörünün kavak odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.19’da görülmektedir.

**Çizelge 3.18.** Kavak odununda *P. ostreatus* mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama ağırlık kaybı (%)*		Std	Min	Mak
	Kontrol**						
Mimoza	Kontrol**	6	36,8	<b>g</b>	5,9	30,7	46,9
	3	6	22,3	<b>e</b>	5,4	16,2	31,3
	6	6	21,0	<b>e</b>	2,0	17,7	23,8
	9	6	13,5	<b>c</b>	2,3	11,9	17,6
	12	6	5,3	<b>ab</b>	4,6	0,0	9,5
Kebrako	3	6	28,0	<b>f</b>	4,4	25,0	36,9
	6	6	17,0	<b>e</b>	6,0	8,7	23,1
	9	6	10,4	<b>bc</b>	2,7	8,7	15,8
	12	6	2,9	<b>a</b>	1,2	1,4	4,8
Pineks	3	6	29,9	<b>f</b>	4,3	21,5	33,9
	6	6	22,4	<b>e</b>	4,5	17,4	30,5
	9	6	21,7	<b>e</b>	6,1	17,0	33,4
	12	6	17,4	<b>de</b>	3,5	10,8	19,6

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

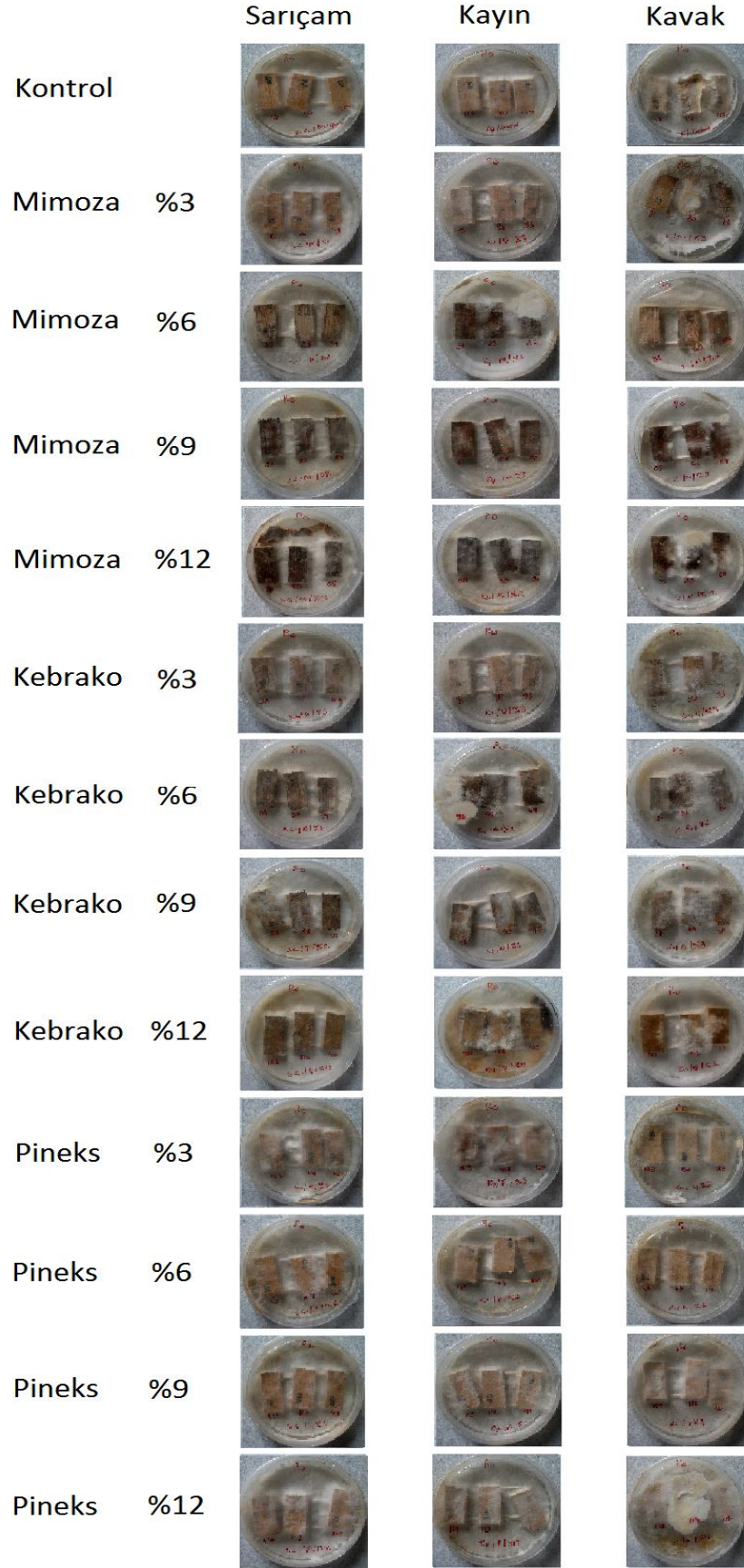
**Çizelge 3.19.** Kavak odununda *P. ostreatus* mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	9902,0	14	707,3	33,8	,000
Gruplar İçi	1571,4	75	21,0		
Toplam	11473,5	89			

\*  $p < 0,05$

4 aylık deney süresi boyunca *P. ostreatus* beyaz çürüklük mantarına maruz bırakılan sarıçam, kayın ve kavak odun örneklerine ait görüntüler Şekil 3.6'da görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi, mimoza ve kebrako ekstraktları ile emprenye edilen sarıçam odun örneklerindeki misel yoğunluğu konsantrasyon seviyesine bağlı olarak değiştiği görülmektedir. Mimoza ekstraktı ile emprenye edilen kayın ve kavak odun örneklerinde ise konsantrasyon seviyesi %3'ten %12'ye yükseldiğinde misel yoğunluğunda belirgin bir azalma olurken, kebrako ve pineks ekstraktları ile muamele edilen aynı tür odun örneklerinde böyle bir azalma gözlenmemiştir. Pineks ekstraktında ise üç ağaç türünde de konsantrasyon oranlarına bağlı olarak misel yoğunlukları arasında belirgin bir farklılık tespit edilmemiştir. Yapılan görsel muayenelerde *P.ostreatus* mantarına ait misellerin örnekler üzerinde pamuk şeklinde yayılmış fakat misel oluşumunda keçeleşme gözlenmemiştir.





Şekil 3.6. *P. ostreatus* mantar örneklerine ait görüntü.

### 3.2.3. Esmer Çürüklük Mantarlarına Ait Ağırlık Kayıpları

#### 3.2.3.1. *Fomitopsis palustris*

Ekstraktların *F. palustris* esmer çürüklük mantarına karşı etkinliğine ilişkin yapılan 4 aylık deney sonunda, sarıçam, kayın ve kavak kontrol örneklerinde oluşan ortalama ağırlık kayıpları sırasıyla %32,3, %43,3 ve %48 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, sarıçam kontrol örnekleri kayın ve kavak kontrol örneklerine göre *F. palustris* mantarına karşı daha yüksek direnç göstermiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada da sarıçam odun örneklerinin *F. palustris* mantarına karşı 3 aylık süre ile maruz bırakılması sonucu ortalama %22,4 ağırlık kaybı tespit edilmiştir (Terzi ve diğ. 2008).

AT ve ET+K faktörlerinin ağırlık kaybına etkisi ile ilgili ÇVA sonuçları Çizelge 3.20'de görülmektedir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, AT ve ET+K faktörlerinin ağırlık kaybına etkisi yüksek güven düzeyinde önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Ayrıca,  $AT*ET+K$  etkileşiminin ağırlık kaybına etkisi de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

**Çizelge 3.20.** *F. palustris* mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin ÇVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
A: AT	10584,9	2	5292,5	374,5	,000
B: ET+K	30974,1	14	2212,4	156,6	,000
Etkileşim AB	1652,9	28	59,0	4,2	,000
Hata	3179,7	225	14,1		
Toplam	46391,6	269			

\* $p < 0,05$

#### Sarıçam odun örneklerine ait ağırlık kayıpları

Farklı konsantrasyon seviyelerindeki ekstraktlar ile emprenye edilen sarıçam odun örneklerinde *F. palustris* esmer çürüklük mantarının sebep olduğu ortalama ağırlık kayıpları Çizelge 3.21'de görülmektedir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, mimoza ve kebrako ekstraktların *F. palustris* mantarına karşı etkinlikleri benzerlik göstermiştir. Her iki ekstrakt türünde de konsantrasyon seviyesi arttıkça ortalama ağırlık kayıplarında azalma olduğu belirlenmiştir. En düşük ortalama ağırlık kayıpları %12'lik mimoza

(%1,5) ve kebrako (%2,4) ekstraktları ile muamele edilen sarıçam odun örneklerinde meydana gelmiştir.

Pineks ekstraktının %3'lük konsantrasyon oranı ile kontrol örnekleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamasına rağmen, konsantrasyon seviyesi %6'ya yükseldiğinde kontrol örneklerine göre ağırlık kayıplarında belli oranda düşüş tespit edilmiştir. Ayrıca, pineks ekstraktının %6, %9 ve %12 konsantrasyon oranlarında meydana gelen ortalama ağırlık kayıpları arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir ( $p < 0,05$ ).

**Çizelge 3.21.** Sarıçam odununda *F. palustris* mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama ağırlık kaybı (%)*		Std	Min	Mak
	Kontrol**						
Mimoza	Kontrol**	6	32,3	<b>g</b>	1,9	29,7	35,5
	3	6	20,3	<b>e</b>	2,2	17,7	23,4
	6	6	14,6	<b>c</b>	3,2	11,3	19,5
	9	6	11,5	<b>b</b>	1,6	9,3	13,2
	12	6	1,5	<b>a</b>	1,1	0,5	2,9
Kebrako	3	6	19,7	<b>d</b>	2,1	15,8	21,4
	6	6	17,3	<b>d</b>	2,7	14,0	21,2
	9	6	10,4	<b>b</b>	1,3	8,8	12,2
	12	6	2,4	<b>a</b>	2,2	0,8	6,5
Pineks	3	6	30,0	<b>g</b>	3,1	24,0	32,3
	6	6	25,3	<b>f</b>	1,6	23,1	26,9
	9	6	27,0	<b>f</b>	1,8	24,5	29,4
	12	6	26,7	<b>f</b>	1,3	24,4	28,0

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

ET + K faktörünün sarıçam odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.22'de görülmektedir.

**Çizelge 3.22.** Sarıçam odununda *F. palustris* mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	9191,6	14	656,5	151,1	,000
Gruplar İçi	326,0	75	4,3		
Toplam	9517,6	89			

\* $p < 0,05$

### Kayın odun örneklerine ait ağırlık kayıpları

Mimoza, kebrako ve pineks ekstraktlarının farklı konsantrasyon oranları ile empenye edilen kayın odun örneklerinde *F. palustris* esmer çürüklük mantarına karşı meydana gelen ortalama ağırlık kayıpları Çizelge 3.23'te görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek ortalama ağırlık kaybı kayın kontrol örneklerinde (%43,3) meydana gelmiştir. En düşük ağırlık kayıpları ise %12'lik mimoza (%10,6) ve kebrako (%7,2) ekstraktları ile muamele edilen kayın odun örneklerinde tespit edilmiştir.

Duncan testine göre, ortalama ağırlık kayıpları bakımından mimoza ekstraktının %3 ve %6, kebrako ekstraktının %3 ve pineks ekstraktının tüm konsantrasyon seviyeleri ile kayın kontrol örnekleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p < 0,05$ ). Fakat mimoza ekstraktı %9, kebrako ekstraktı ise %6 konsantrasyon seviyesine yükseldiğinde ağırlık kayıplarında önemli oranda azalma olmuştur. Pineks ekstraktında konsantrasyon seviyesi %12'ye yükseldiğinde bile ortalama ağırlık kayıpları %39'a kadar gerilemiş ve kontrol örnekleri ile istatistiki olarak farksız çıkmıştır. Pineks ekstraktı ile empenye edilen kayın odun örnekleri *F. palustris* esmer çürüklük mantarına karşı antifungal etki göstermemiştir.

Çizelge 3.23. Kayın odununda *F. palustris* mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama ağırlık kaybı (%)*		Std	Min	Mak
	Kontrol**						
Mimoza	Kontrol**	6	43,3	<i>d</i>	3,4	38,3	48,4
	3	6	38,6	<i>d</i>	5,6	31,5	48,8
	6	6	37,8	<i>d</i>	1,7	36,2	40,8
	9	6	24,5	<i>b</i>	5,7	17,7	30,9
	12	6	10,6	<i>a</i>	4,3	4,1	15,2
Kebrako	3	6	40,7	<i>d</i>	3,8	36,8	46,8
	6	6	31,0	<i>c</i>	6,0	24,2	37,6
	9	6	23,8	<i>b</i>	4,9	18,4	28,9
	12	6	7,2	<i>a</i>	3,3	1,2	10,9
	Pineks	3	6	39,4	<i>d</i>	3,5	35,3
6		6	38,0	<i>d</i>	1,2	36,6	40,0
9		6	38,6	<i>d</i>	5,2	32,3	45,9
12		6	39,0	<i>d</i>	3,1	36,6	44,2

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

ET + K faktörünün kayın odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.24'te görülmektedir.

**Çizelge 3.24.** Kayın odununda *F. palustris* mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	11341,2	14	810,1	47,8	,000
Gruplar İçi	1269,8	75	16,9		
Toplam	12611,0	89			

\*p< 0,05

### Kavak odun örneklerine ait ağırlık kayıpları

Üç farklı ekstrakt türü ile empenye edilen kavak odun örneklerinde *F. palustris* esmer çürüklük mantarına karşı meydana gelen ortalama ağırlık kayıpları Çizelge 3.25'te görülmektedir. En yüksek ağırlık kayıpları *F. palustris* mantarına maruz bırakılan kavak kontrol örneklerinde meydana gelmiş olup, ortalama %48 oranında bir ağırlık kaybı tespit edilmiştir.

**Çizelge 3.25.** Kavak odununda *F. palustris* mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama ağırlık kaybı (%)*	Std	Min	Mak	
	Kontrol**	6	48,0	<i>e</i>	0,9	47,2	49,5
Mimoza	3	6	38,3	<i>cd</i>	4,9	33,3	46,6
	6	6	26,0	<i>b</i>	5,8	17,2	31,5
	9	6	22,0	<i>b</i>	2,5	17,9	25,6
	12	6	15,7	<i>a</i>	7,1	5,3	23,1
Kebrako	3	6	43,0	<i>de</i>	4,8	33,9	47,6
	6	6	32,7	<i>cd</i>	6,9	19,6	37,7
	9	6	21,7	<i>b</i>	3,8	15,8	25,8
	12	6	10,9	<i>a</i>	6,0	2,2	17,6
Pineks	3	6	43,1	<i>de</i>	1,5	41,4	44,4
	6	6	37,8	<i>cd</i>	5,3	31,6	43,9
	9	6	36,5	<i>c</i>	5,4	31,9	44,4
	12	6	34,8	<i>c</i>	4,6	32,4	44,1

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (p<0,05),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

Mimoza kebrako ve pineks ekstraktlarında meydana gelen ağırlık kayıpları en yüksek konsantrasyon seviyelerinde (%12) bile %10'un üzerinde tespit edilmiştir. En düşük ağırlık kaybı %12 konsantrasyon seviyesindeki kebrako (%10,9) ve mimoza (%15,7) ekstraktlarında meydana gelmiştir. Kebrako ve pineks ekstraktının %3'lük konsantrasyonları ile emprenye edilen kavak odun örneklerinde tespit edilen ortalama ağırlık kayıpları, kavak kontrol örnekleri ile yaklaşık aynı oranda gerçekleşmiş olup, aralarında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Pineks ekstraktının %6 ve üzeri konsantrasyon oranlarında *F. palustris* mantarın yaptığı ağırlık kayıplarında azalmalar olsa da mimoza ve kebrako kadar etkili olamamıştır.

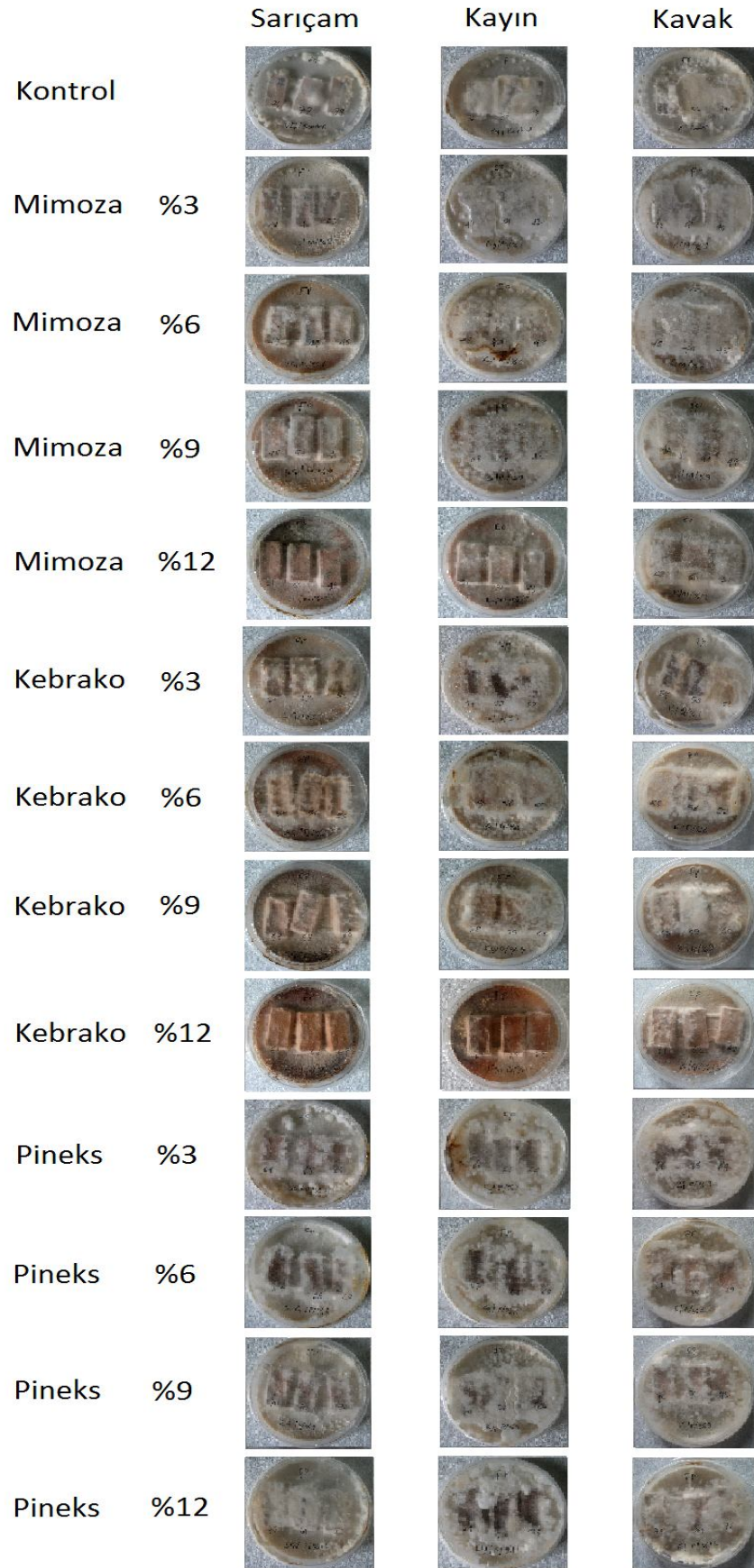
ET + K faktörünün kavak odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.26'da görülmektedir.

**Çizelge 3.26.** Kavak odununda *F. palustris* mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	12094,1	14	863,9	40,9	,000
Gruplar İçi	1583,9	75	21,1		
Toplam	13678,0	89			

\* p< 0,05

*F. palustris* esmer çürüklük mantarına maruz bırakılan sarıçam, kayın ve kavak odun örneklerine ait görüntüler Şekil 3.7'de görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi mimoza ve Kebrako ekstraktları ile emprenye edilen sarıçam ve kayın odun örneklerinin üzerindeki misel yoğunluğu konsantrasyon seviyelerindeki artışa bağlı olarak belli oranlarda azalma göstermiştir. Pineks ekstraktı ile emprenye edilen her üç ağaç türü odun örneklerinde ise konsantrasyon seviyelerindeki artışa bağlı olarak misel yoğunluğunda belirgin bir değişiklik gözlenmemiş olup, kontrol örnekleri ile benzer bir görünüm almışlardır.



Şekil 3.7. *F. palustris* mantar örneklerine ait görüntü.

### 3.2.3.2. *Gloeophyllum trabeum*

Ekstraktların *G. trabeum* esmer çürüklük mantarına karşı antifungal etkinliğine ilişkin yapılan 4 aylık deney sonunda sarıçam, kayın ve kavak kontrol örneklerinde oluşan ortalama ağırlık kayıpları sırasıyla %41,8, %49,3 ve %47,1 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, belirtilen test koşulları altında *G. trabeum* mantarı doğal haldeki her üç ağaç türüne ait odun örnekleri üzerinde oldukça yoğun tahribat yapmıştır.

AT ve ET+K faktörlerinin ağırlık kaybına etkisi ile ilgili ÇVA sonuçları Çizelge 2.27'de görülmektedir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, AT ve ET+K faktörlerinin ağırlık kaybına etkisi yüksek güven düzeyinde önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Ayrıca,  $AT*ET+K$  etkileşiminin ağırlık kaybına etkisi de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

**Çizelge 3.27.** *G. trabeum* mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin ÇVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
A: AT	8170,9	2	4085,5	357,4	,000
B: ET+K	76473,9	14	5462,4	477,8	,000
Etkileşim AB	7401,4	28	264,3	23,1	,000
Hata	2572,3	225	11,4		
Toplam	94618,6	269			

\* $p < 0,05$

### Sarıçam odun örneklerine ait ağırlık kayıpları

Mimoza, kebrako ve pineks'in dört farklı konsantrasyon seviyesi ile muamele edilen sarıçam odun örneklerinde *G. trabeum* esmer çürüklük mantarının sebep olduğu ortalama ağırlık kayıpları Çizelge 2.28'de görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, en düşük ağırlık kayıpları, %12'lik mimoza (%0,8) ve kebrako (1,54) ekstraktları ile emprenye edilen sarıçam odun örneklerinde gerçekleşmiştir.

Mimoza ve kebrako ekstraktlarının bütün konsantrasyon seviyelerinde gerçekleşen ağırlık kayıpları, kontrol örneklerine göre oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu ekstrakt türlerinin *G. trabeum* mantar türüne karşı oldukça yüksek antifungal etki göstermiştir. Pineks ekstraktı türünde ise, %3 konsantrasyon oranı hariç



diğer üç konsantrasyon oranlarındaki ortalama ağırlık kayıpları kontrol örneklerine göre daha düşük olduğu gözlenmiştir. Dirol ve Scalbert (1991) yaptıkları bir çalışmada, kebrako ekstraktının *G. trabeum* esmer çürüklük mantarına karşı oldukça etkili bir koruma sağladığı tespit edilmiş olup, bu çalışma ile paralel sonuçlar elde edilmiştir.

**Çizelge 3.28.** Sarıçam odununda *G. trabeum* mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama ağırlık kaybı (%)*		Std	Min	Mak
	Kontrol**						
Mimoza	Kontrol**	6	41,8	<i>g</i>	2,6	36,7	44,3
	3	6	9,5	<i>de</i>	0,8	8,5	10,3
	6	6	4,3	<i>bc</i>	1,7	1,2	5,6
	9	6	3,1	<i>abc</i>	0,8	2,2	4,2
	12	6	0,8	<i>a</i>	,6	0,1	1,5
Kebrako	3	6	10,4	<i>e</i>	1,2	8,4	11,9
	6	6	7,3	<i>d</i>	0,9	6,2	8,4
	9	6	4,5	<i>c</i>	0,8	3,3	5,4
	12	6	1,5	<i>ab</i>	1,0	0,5	3,4
Pineks	3	6	42,1	<i>g</i>	2,7	38,3	44,9
	6	6	20,5	<i>f</i>	5,3	15,4	27,9
	9	6	20,7	<i>f</i>	2,7	18,1	24,5
	12	6	19,0	<i>f</i>	3,2	14,6	22,1

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

ET + K faktörünün sarıçam odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.29’da görülmektedir.

**Çizelge 3.29.** Sarıçam odununda *G. trabeum* mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	22170,3	14	1583,6	287,9	,000
Gruplar İçi	412,6	75	5,5		
Toplam	22582,9	89			

\* $p < 0,05$

### Kayın odun örneklerine ait ağırlık kayıpları

Kayın odun örneklerine emprenye edilen ekstraktların *G. trabeum* esmer çürüklük mantarına karşı etkinliklerine ilişkin bulgular Çizelge 3.30’da görülmektedir.

Elde edilen bulgular incelendiğinde, mimoza ve kebrako ekstraktları ile emprenye edilen kayın odun örneklerinde %3 konsantrasyon seviyesinden itibaren ortalama ağırlık kayıplarında önemli oranlarda azalma olmuştur. Her iki ekstrakt türünün %6 ve üzeri konsantrasyonlarında meydana gelen ağırlık kayıpları %10'un altında gerçekleşmiştir. Kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında %49 olan ortalama ağırlık kayıpları %12'lik mimoza ve kebrako ekstraktları ile emprenye edilen örneklerde sırasıyla %3,9 ve %2,7'ye gerilemiştir. Ayrıca mimoza ve kebrako ekstraktlarının %9 ve %12'lik konsantrasyon oranlarındaki meydana gelen ortalama ağırlık kayıpları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p < 0,05$ ). Pineks ekstraktı ile emprenye edilen kayın odun örneklerinde ise, yalnızca %9 ve %12 konsantrasyon seviyelerinde meydana gelen ortalama ağırlık kayıpları kontrol örneklerine göre farklı çıkmıştır. Elde edilen bu sonuçlara göre, mimoza ve kebrako ekstraktı ile emprenye edilen kayın odun örneklerinin *G. trabeum* mantar türüne karşı oldukça iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

**Çizelge 3.30.** Kayın odununda *G. trabeum* mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama ağırlık kaybı (%)*		Std	Min	Mak
	Kontrol**						
Mimoza	Kontrol**	6	49,3	<i>g</i>	1,7	47,1	51,0
	3	6	20,4	<i>d</i>	4,9	14,1	25,1
	6	6	7,3	<i>b</i>	,9	6,1	8,9
	9	6	6,9	<i>ab</i>	1,0	5,4	8,3
	12	6	3,9	<i>ab</i>	3,7	,2	9,2
Kebrako	3	6	17,9	<i>d</i>	5,5	11,8	25,7
	6	6	13,2	<i>c</i>	4,6	7,0	19,3
	9	6	6,3	<i>ab</i>	2,0	3,7	9,3
	12	6	2,7	<i>a</i>	1,9	,5	6,2
Pineks	3	6	48,3	<i>fg</i>	5,0	44,5	54,9
	6	6	45,8	<i>efg</i>	5,0	40,8	54,8
	9	6	44,3	<i>ef</i>	4,3	38,0	50,9
	12	6	42,0	<i>e</i>	3,7	38,3	46,6

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

ET + K faktörünün kayın odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.31'de görülmektedir.

**Çizelge 3.31.** Kayın odununda *G. trabeum* mantarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	32946,8	14	2353,3	186,0	,000
Gruplar İçi	949,1	75	12,7		
Toplam	33895,9	89			

\*p< 0,05

### Kavak odun örneklerine ait ağırlık kayıpları

*G. trabeum* esmer çürüklük mantarına maruz bırakılan emprenyeli ve emprenyesiz kayın odun örneklerinde meydana gelen ortalama ağırlık kayıpları Çizelge 3.32’de görülmektedir.

**Çizelge 3.32.** Kavak odununda *G. trabeum* mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama ağırlık kaybı (%)*	Std	Min	Mak	
	Kontrol**	6	47,1	<i>e</i>	3,6	45,0	54,4
Mimoza	3	6	33,6	<i>d</i>	4,2	28,7	39,6
	6	6	26,8	<i>c</i>	5,7	19,0	36,6
	9	6	5,9	<i>a</i>	3,9	1,8	11,9
	12	6	5,3	<i>a</i>	2,1	1,5	7,2
	3	6	42,3	<i>e</i>	5,2	35,9	48,1
Kebrako	6	6	18,9	<i>b</i>	5,3	12,4	24,6
	9	6	4,6	<i>a</i>	1,7	2,9	7,5
	12	6	2,5	<i>a</i>	1,9	0,7	5,1
	3	6	46,8	<i>e</i>	4,4	40,6	50,4
Pineks	6	6	46,9	<i>e</i>	4,3	38,1	49,1
	9	6	46,1	<i>e</i>	4,9	40,9	52,0
	12	6	44,8	<i>e</i>	3,0	41,5	48,9

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (p<0,05),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

Mimoza, kebrako ve pineks ekstraktları ile emprenyeli odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıpları, konsantrasyon seviyesindeki artışlarla beraber belli oranlarda azaldığı görülmektedir. Özellikle mimoza ve kebrako ekstraktının konsantrasyon seviyeleri %9 ve %12’ye çıktığında, ortalama ağırlık kayıplarında çok ciddi bir düşüş meydana gelmiştir. Kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında %47,1 olan ortalama ağırlık

kayıpları, %9'luk mimoza ve kebrako ekstraktlarında sırasıyla %5,9 ve %4,6'ya gerilemiştir.

Daha önce yapılan çalışmalarda çeşitli konsantrasyonlardaki bazı kimyasal maddelerin antifungal etkileri ile bu çalışmada kullanılan ekstraktların benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Nguyen ve diğ. 2012 yaptıkları çalışmada %3'lük CuSO<sub>4</sub> ile empenye edilen kavak odun örneklerinin *G. trabeum* mantarına karşı antifungal etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ortalama ağırlık kayıplarının %61,8'den %3,43'e düştüğü tespit edilmiştir.

kavak kontrol örneklerindeki %47,1 olan ortalama ağırlık kayıpları pineks ekstraktının %12'lik konsantrasyon oranında %44,8'e kadar düşmüştür. Fakat pineks ekstraktının farklı konsantrasyon oranları ile kontrol örnekleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.

ET ve K faktörlerinin kavak odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.33'de görülmektedir.

**Çizelge 3.33.** Kavak odununda *G. trabeum* mantarının yaptığı ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	28758,2	14	2054,2	127,3	,000
Gruplar İçi	1210,6	75	16,1		
Toplam	29968,8	89			

\*p< 0,05

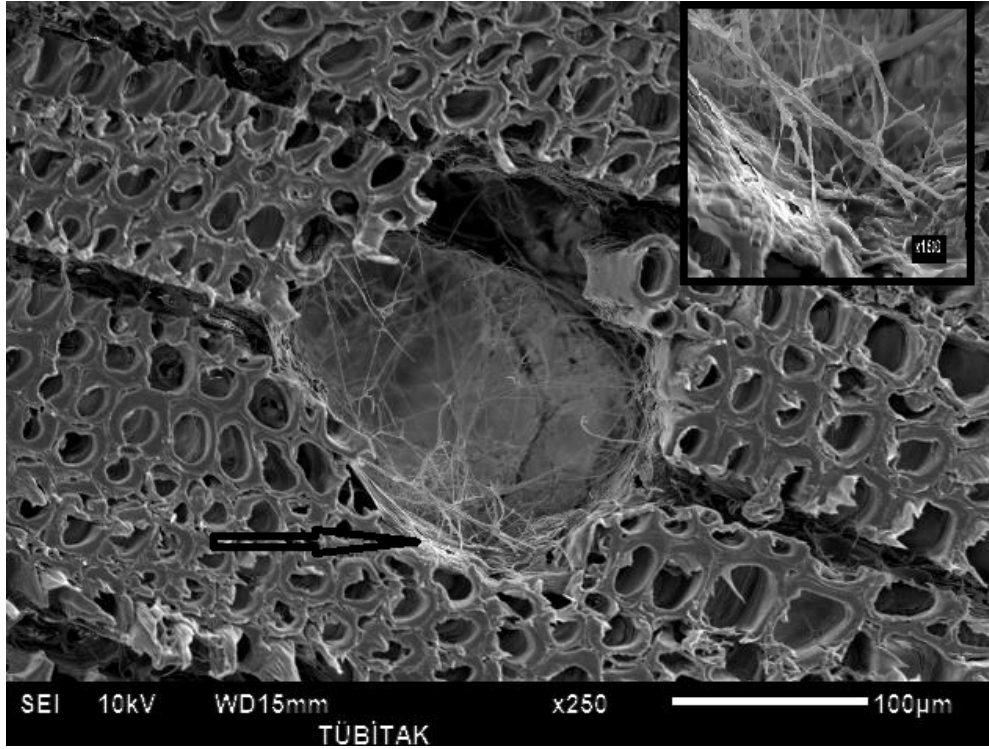
*G. trabeum* esmer çürüklük mantarına maruz bırakılan sarıçam, kayın ve kavak odun örneklerine ait görüntüler Şekil 3.8'de görülmektedir. Mimoza ve Kebrako ekstraktları ile empenye edilen her üç ağaç türü odun örneklerinde ekstraktların konsantrasyon seviyelerine bağlı olarak misel yoğunluğunda belli oranlarda azalma meydana gelmiştir. Pineks ekstraktında ise konsantrasyon oranındaki artışa bağlı olarak misel yoğununda ciddi bir değişiklik gözlenmemiştir. Ayrıca, pineks ekstraktı ile empenyeli odun örneklerine dışarıdan bakıldığında deformasyonlar kolaylıkla görülmektedir.



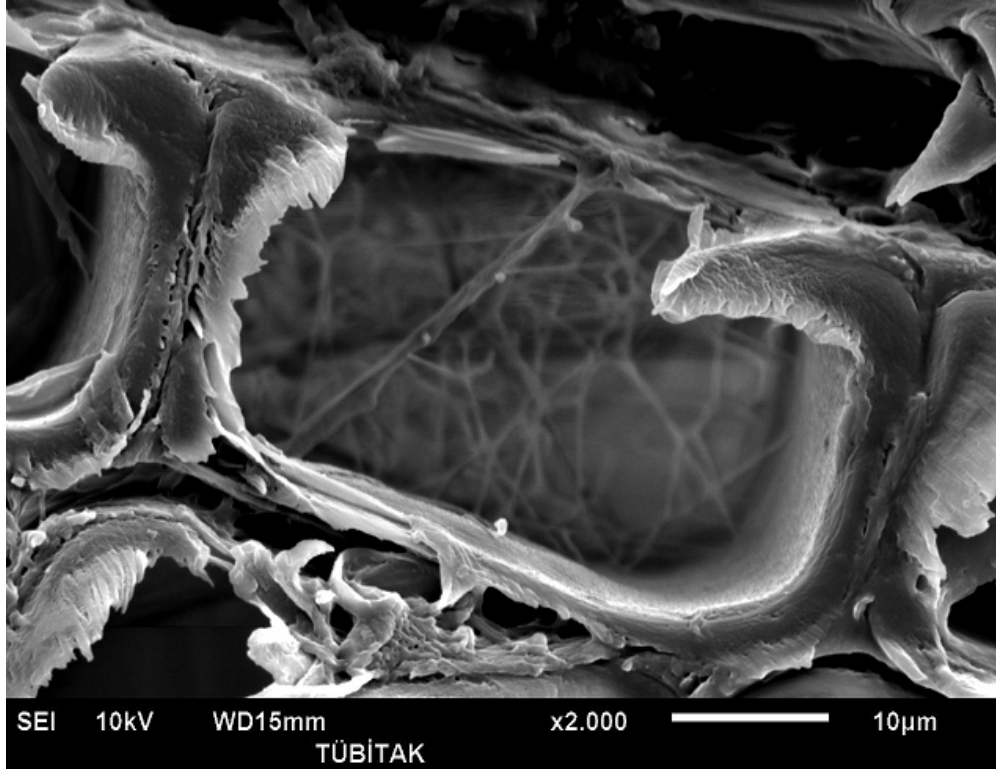
Şekil 3.8. *G. trabeum* mantar örneklerine ait görüntü.

Mantar çalışmalarında elde edilen sonuçlara göre, ağaç türlerinin mantarlara karşı farklı direnç değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan birçok çalışmada, ağaç türlerinin mantarlara ve böceklere karşı gösterdikleri direnç değerleri arasında farklılık olabildiğini göstermiştir. Türlerin yaşı, yetişme yeri, yetişme koşulları ve mevsimsel farklılıkların türlerin biyotik faktörlere karşı dayanıklılığını etkilemektedir (Bozkurt ve diğ. 1993).

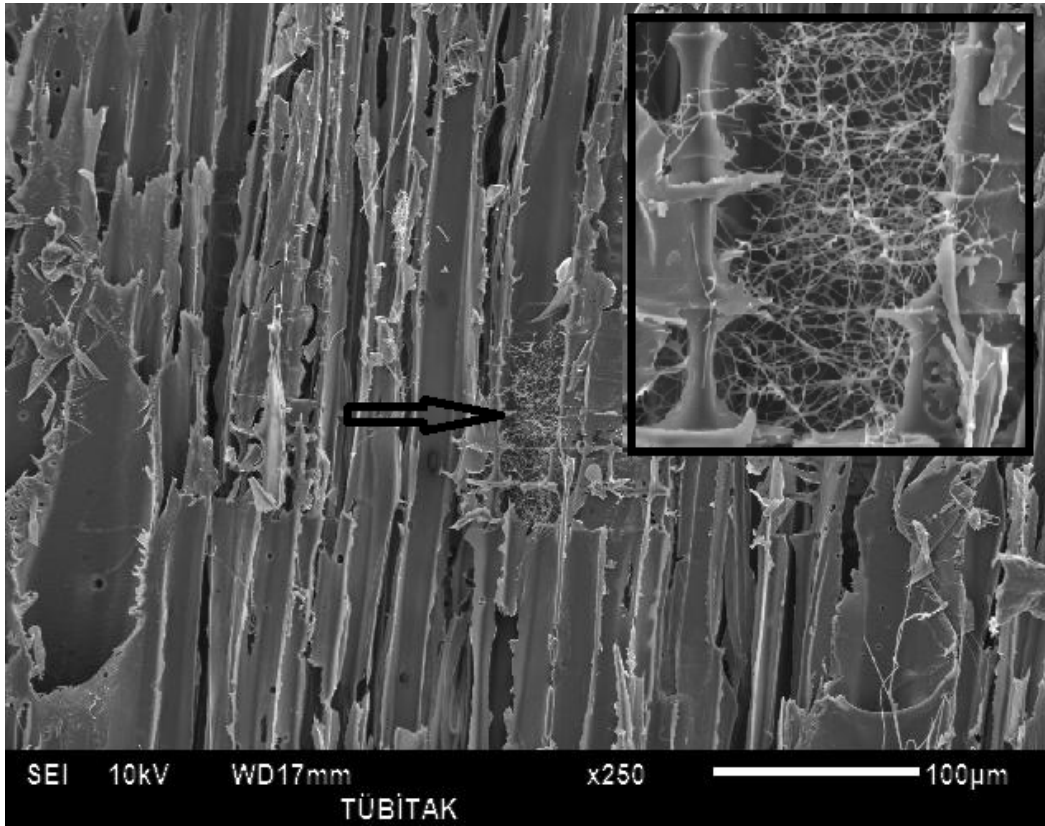
Mantar deneylerinden sonra, odun örneklerindeki tahribatın görüntülenmesi amacı ile SEM (Scanning Electron Microscope) cihazında görüntü analizleri yapılmıştır. Genel olarak deney örnekleri üzerinde en çok tahribata *T. versicolor* beyaz rrlk mantarı türünün sebep olduğu tespit edilmiştir. Bundan dolayı görüntüleme analizlerinde *T. versicolor* mantar türüne maruz bırakılan emprenyemiz ve emprenyeli odun örnekleri kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, *T. versicolor* mantar misellerinin, sarıçam kontrol örneklerinin reçine kanallarında (şekil 3.9) ve traheid lümenlerinde (şekil 3.10), kavak (şekil 3.11) ve kayın (şekil 3.12) kontrol örneklerinde ise, özellikle trahe lümenlerinde yoğun bir şekilde gözlenmiştir.



şekil 3.9. *T. versicolor* misellerinin sarıçam odununa ait reçine kanallarına yayılışı.

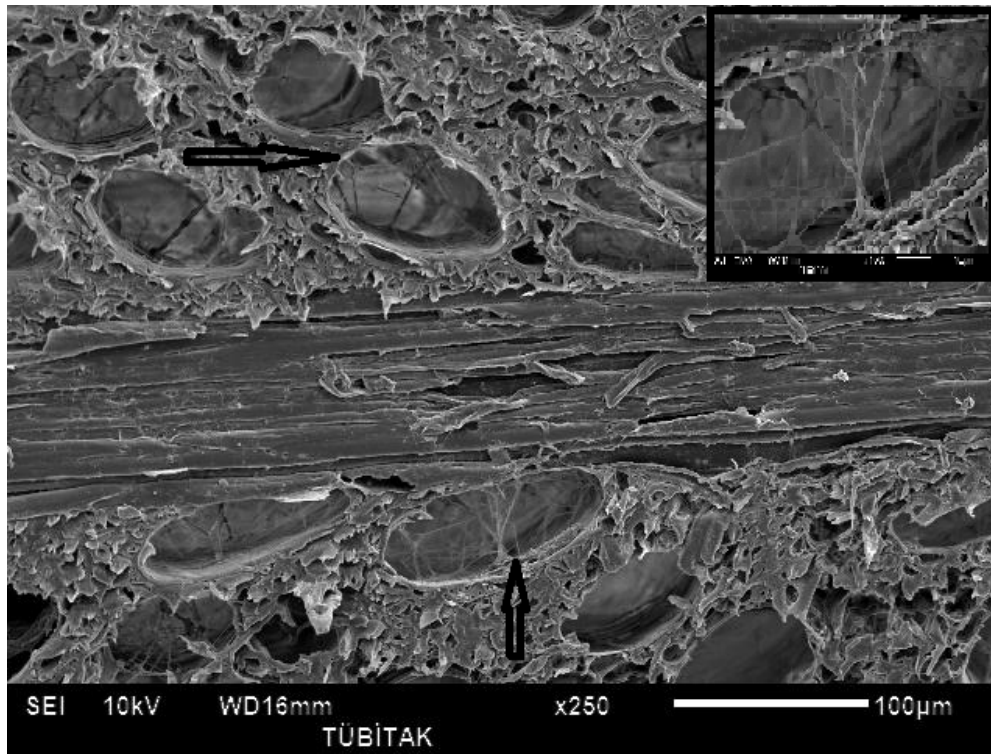


Şekil 3.10. *T. versicolor* misellerinin sarıçam odununa ait traheid hücrelerine yayılışı.



Şekil 3.11. *T. versicolor* misellerinin kavak odununa ait trahe hücrelerine yayılışı.

Çalışma kapsamında kullanılan hem beyaz hem de esmer çürüklük mantarları kontrol örnekleri üzerinde yoğun tahribatlara sebep olmuşlardır. Mantar deneyi sonunda odun numuneleri üzerinde yapılan görsel muayenelerde, odun örnekleri üzerindeki tahribatların beyaz ve esmer çürüklük mantarlarında farklılık gösterdiği görülmüştür. Beyaz çürüklük mantarlarına maruz bırakılan odun örnekleri açık renkli bir görünüme sahip olup, dışarıdan bakıldığında çok büyük bir tahribat izi görülmemiştir. Esmer çürüklük mantarlarında ise, odun örnekleri doğal haline göre daha koyu kahverengimsi bir görünüm aldığı ve enine yönde kesik kesik çatlakların oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 3.13).

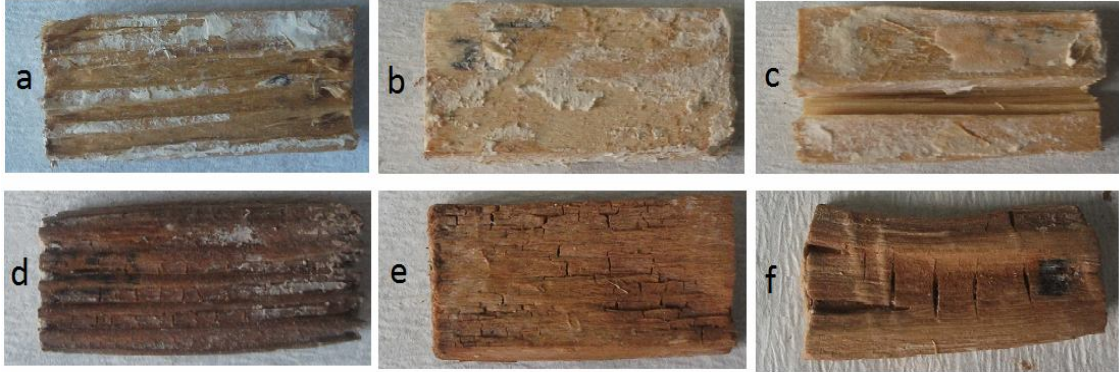


Şekil 3.12. *T. versicolor* misellerinin kayın odununa ait trahe hücrelerine yayılışı.

Çalışma kapsamında kullanılan hem beyaz hem de esmer çürüklük mantarları kontrol örnekleri üzerinde yoğun tahribatlara sebep olmuşlardır. Mantar deneyi sonunda odun numuneleri üzerinde yapılan görsel muayenelerde, odun örnekleri üzerindeki tahribatların beyaz ve esmer çürüklük mantarlarında farklılık gösterdiği görülmüştür. Beyaz çürüklük mantarlarına maruz bırakılan odun örnekleri açık renkli bir görünüme sahip olup, dışarıdan bakıldığında çok büyük bir tahribat izi görülmemiştir. Esmer çürüklük mantarlarında ise, odun örnekleri doğal haline göre daha koyu kahverengimsi



bir görünüm aldığı ve enine yönde kesik kesik çatlakların oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 3.13).

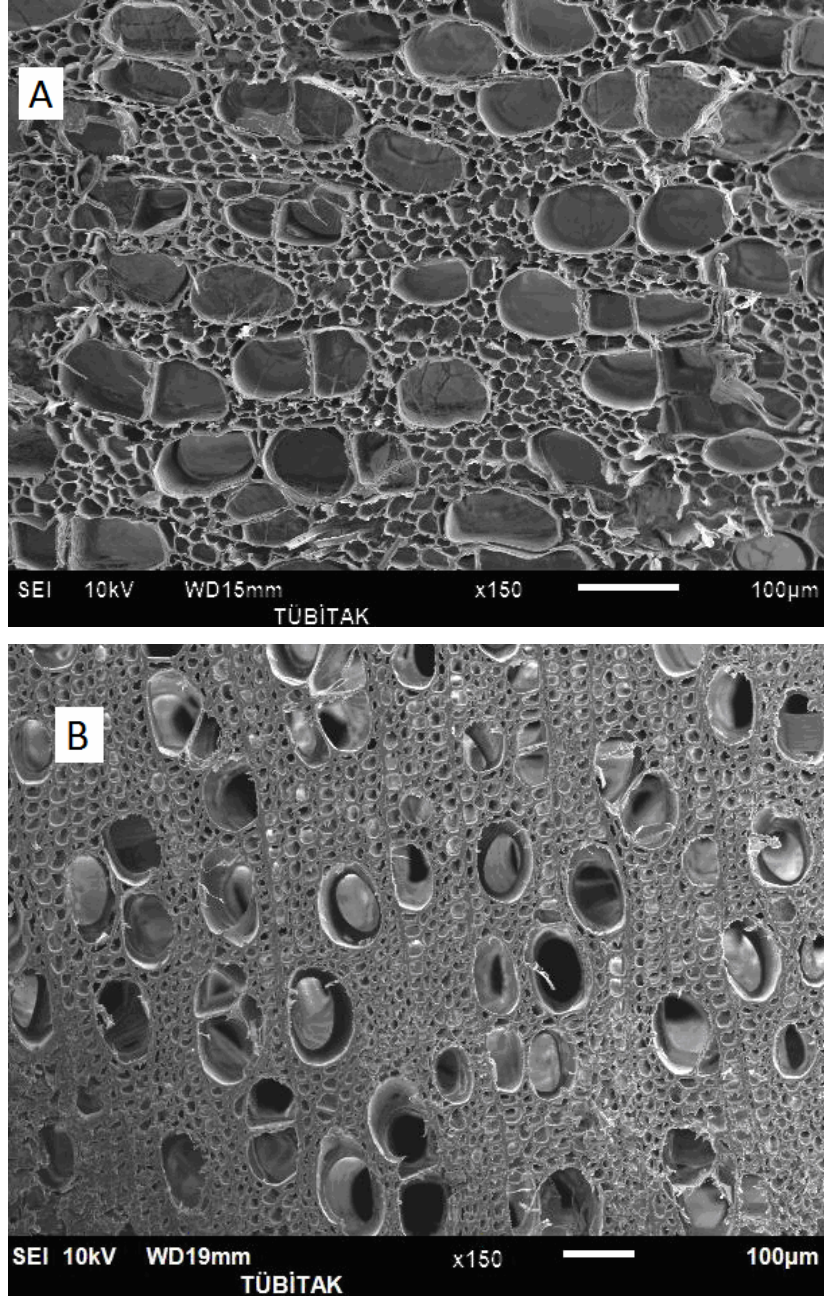


**Şekil 3.13.** Beyaz ve esmer çürüklük mantarlarının kontrol örneklerinde yaptığı tahribatlar (Beyaz çürüklük, a: sarıçam, b: kayın, c: kavak; Esmer çürüklük: d: sarıçam, e: kayın, f: kavak).

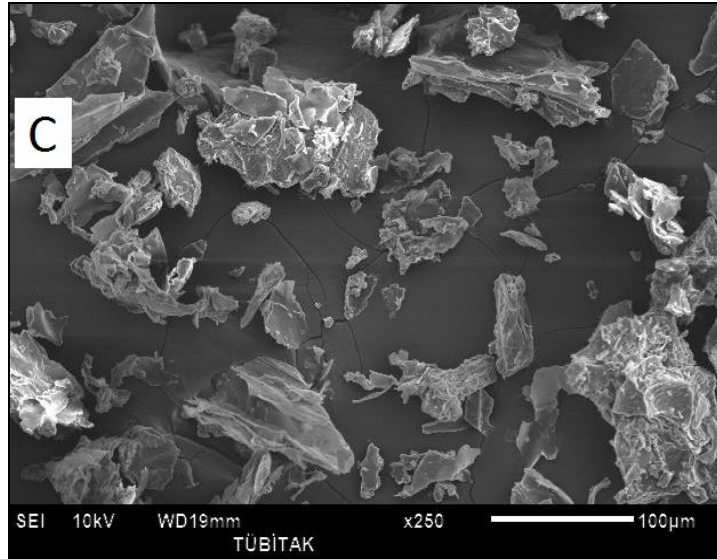
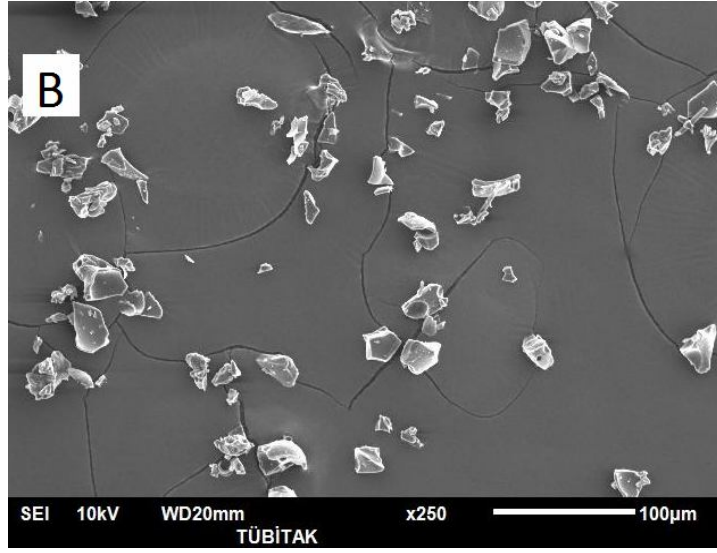
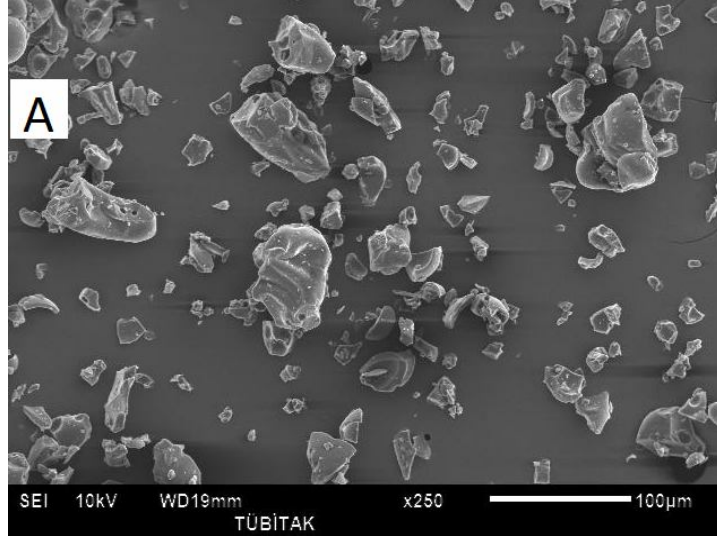
Mikolojik deneylerde kullanılan dört mantar türünde de, mimoza ve kebrako ekstraktlarına ait %9 ve %12 konsantrasyon seviyeleri oldukça yüksek antifungal etki göstermişlerdir. Ekstraktlar üzerine yapılan birçok çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş ve belli bir konsantrasyon seviyesinin üzerindeki ekstraktların mikroorganizmaların büyümesini engellediği ve biyolojik bozunmaya karşı direnç gösterdikleri belirtilmiştir (Scalbert 1991). Bernardis ve Popof (2009) yaptıkları çalışmada, mineral tuzlar ve kebrako kolorado taneni karışımının ile emprenye ettikleri odun örneklerinde özellikle retensiyon miktarları  $9-25\text{kg/m}^3$ 'e çıkarılmasıyla *Pcynoporus sanguineus* ve *Gloeophyllum sepiarium* mantarının sebep olduğu ağırlık kayıplarında azalmalar olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında antifungal etkinliği araştırılan pineks ekstraktının yüksek konsantrasyon seviyelerinde bile mantarlara karşı mimoza ve kebrako ekstraktı kadar direnç göstermediği tespit edilmiştir. Bazı durumlarda da pineks ekstraktları ile emprenyeli odun örneklerinde meydana gelen ağırlık kayıpları kontrol örneklerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Belirtilen bu durumun pineks ekstraktı içeriğindeki bileşiklerin özelliklerinde kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan birçok çalışmada, bazı bileşiklerin çürüklük mantarına karşı etkili olurken, diğerlerinin mantarlar için besleyici özellik gösterdiği belirtilmektedir (Turner ve Conraide, 1995, Martinez-Inigo ve diğ 1999, Dorado ve diğ. 2001, Harju ve diğ. 2003). Özellikle kavak odun örneklerinde %12 gibi yüksek konsantrasyon seviyelerinde bile oldukça

yüksek ağırlık kayıpları meydana gelmiştir (Şekil 3.14). Bilindiği gibi bitkisel ekstraktların içerikleri çevre, yaş ve genetik gibi birçok faktöre bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Toshiaki 2001; Haupt ve diğ. 2003). Bundan dolayı, daha yaşlı *Pinus brutia* ağaçlarının özellikle alt kısımlarından alınacak kabuklardan biyolojik aktivitesi daha yüksek ekstrakt elde edilebilir.



**Şekil 3.14.** Pineks ekstraktının %12 konsantrasyon seviyesi ile muamele edilen kavak odun örneklerinde *T. versicolor* mantarının yaptığı tahribat (A) ve tahribata uğratılmamış emprenyesiz kavak odun örnekleri (B).



**Şekil 3.15.** Ekstraktların tanecik yapılarına ilişkin SEM görüntüleri (A: Kebrako ekstraktı, B: Mimoza ekstraktı, C: Pineks ekstraktı).

Mimoza ve kebrako ekstraktlarının yüksek antifungal özellik göstermesi ihtiva ettikleri tanen miktarı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda, mimozanın %33 (Raux ve diğ. 1980, Raux 1992), kebrakonun %20 (Bozkurt ve Göker 1981) ve pineksin (kızılçam kabuğu) ise %10 tanen ihtiva ettiği tespit edilmiştir (Huş 1969). Ayrıca, yapılan elektro mikroskop (SEM) görüntülemesinde mimoza ve kebrako ekstraktlarının pineks ekstraktına göre daha küçük boyutlu olduğu tespit edilmiştir. Ekstraktların morfolojik yapılarındaki bu farklılıktan dolayı, mimoza ve kebrako gibi küçük molekül yapısına sahip ekstraktların, odun numunelerine daha derinlemesine nüfuz etmesine sebep olduğu düşünülmektedir. Fakat pineks ekstraktının büyük molekül yapısına sahip olması, ekstraktların daha çok odun numunelerinin yüzeyinde birikmesine ve iç kısımlara iyice nüfuz etmemesine neden olmuştur.

Çalışmada kullanılan ekstraktların tanecik yapılarına ait SEM görüntüleri Şekil 3.15'te görülmektedir. Her üç görüntü 250 kat büyütülerek alınmış olup, birim alandaki toz miktarları eşit dağıtılmamıştır. Üç ekstrakt türünde de farklı morfolojik yapıya sahip taneciklerin homojen bir dağılım göstermemesinden dolayı, tanecik boyutları ölçülememiştir.

Ayrıca, yapılan HPLC analizlerinde, kateşol ve epikateşin (Hirasawa ve Takada 2004, Veluri ve diğ. 2004, Tomova ve diğ. 2005, Treutter 2006) ve gallik asit (Kishino ve diğ. 1995) gibi antifungal özelliğe sahip birçok bileşiğin mimoza ve kebrako ekstraktlarında daha yüksek miktarda tespit edilmiştir. Aynı şekilde, yapılan birçok çalışmada kateşin ve epikateşinin bazı mantar misel ve hüflerini engelleyici etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Yamamoto ve diğ. 2000, Ichihara ve Yamaji 2009). Odun örneklerinin bu tip fenolik bileşiklere sahip ekstraktlar ile emprenye edilmesi, numunelerin antifungal etkinliklerinin önemli oranlarda artmasına sebep olduğu düşünülmektedir.

Diğer yandan, yapılan GS-MS analizlerinde ise, ekstraktların içeriğinde antifungal (Pohl ve diğ. 2011) özelliği yüksek birçok yağ asiti (lineolik asit, caprilik asit, laurik asit) tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda, lineoik asit (Walters ve diğ. 2004), laurik asit (Rihakova ve diğ. 2001) ve caprilik asitin (Coleman ve diğ. 2010) mantarlara karşı antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir.

### 3.3. BÖCEK DENEYLERİNE AİT BULGULAR VE İRDELEME

#### 3.3.1. *Spondylis buprestoides* Larvalarının Yaptığı Tahribatlar

##### 3.3.1.1. Retensiyon Miktarı

Faktör seviyeleri (ağaç türü, ekstrakt türü ve konsantrasyon) kombinasyonlarına ilişkin ortalama standart sapma, minimum ve maksimum değerleri karşılaştırmalı olarak Çizelge 3.34’te görülmektedir. Faktör seviyeleri kombinasyonlarını (konular) içeren on sekiz adet ortalama değer karşılaştırıldığında, retensiyon miktarı bakımından en yüksek performansı %12 konsantrasyon seviyesindeki kebrako ekstraktı ile emprenye edilen kavak ve sarıçam odun örnekleri göstermiş olup, sırasıyla 91,5, 81,3kg/m<sup>3</sup> retensiyon değerleri tespit edilmiştir. Bitkilerin çeşitli kısımlarından elde edilen ekstraktların değişik odun türlerine emprenyesi sonucu elde edilen retensiyon değerlerinin ağaç türüne ve ekstrakt türüne göre değişiklik gösterdiği yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir (Sen 2002, Tırak 2006).

**Çizelge 3.34.** Farklı konsantrasyon seviyelerindeki ekstraktif maddeler ile emprenye edilen odun örneklerinde ortalama retensiyon değerleri (kg/m<sup>3</sup>).

Ağaç Türü	Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama retensiyon (kg/m <sup>3</sup> )*	Std	Min	Mak	
Sarıçam	Mimoza	% 6	4	26,8	<i>b</i>	1,8	25,1	28,8
		% 12	4	72,6	<i>cd</i>	6,5	66,0	79,0
	Kebrako	% 6	4	15,9	<i>a</i>	2,3	14,5	18,5
		% 12	4	81,3	<i>e</i>	2,9	79,6	84,6
	Pineks	% 6	4	21,5	<i>ab</i>	2,6	18,6	23,7
		% 12	4	72,1	<i>cd</i>	0,2	71,9	72,3
Kayın	Mimoza	% 6	4	25,5	<i>b</i>	6,3	18,5	30,4
		% 12	4	73,2	<i>cd</i>	0,6	72,7	73,8
	Kebrako	% 6	4	25,8	<i>b</i>	2,0	23,6	27,4
		% 12	4	69,9	<i>cd</i>	2,1	67,9	72,1
	Pineks	% 6	4	23,4	<i>b</i>	0,6	22,9	24,1
		% 12	4	66,8	<i>c</i>	1,4	65,2	67,8
Kavak	Mimoza	% 6	4	22,0	<i>ab</i>	8,3	12,7	28,6
		% 12	4	73,4	<i>cd</i>	9,6	67,1	84,4
	Kebrako	% 6	4	25,3	<i>b</i>	4,3	20,3	28,0
		% 12	4	91,5	<i>f</i>	1,3	90,1	92,6
	Pineks	% 6	4	21,4	<i>ab</i>	7,0	14,4	28,4
		% 12	4	74,5	<i>d</i>	8,1	65,1	79,7

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (p<0.05)

AT ve ET+K faktörlerinin retensiyon miktarına etkisi ile ilgili ÇVA sonuçları Çizelge 3.35'te görülmektedir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, AT ve ET+K faktörleri ve  $AT*ET+K$  etkileşiminin retensiyon miktarına etkisi yüksek güven düzeyinde önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

**Çizelge 3.35.** AT ve ET faktörlerinin retensiyon miktarına olan etkisine ilişkin ÇVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
A: AT	131,6	2	65,8	6,4	,003
B: ET+K	107041,4	8	13380,2	1311,9	,000
Etkileşim AB	1233,6	16	77,1	7,5	,000
Hata	826,1	81	10,2		
Toplam	224717,3	108			

\* $p<0,05$

### 3.3.1.2. Ağırlık Kayıpları

Ekstraktların *S. buprestoides* larvalarına karşı etkinliklerine ilişkin yapılan altı aylık deneyler sonunda sarıçam, kayın ve kavak ağaç türlerinin emprenyesiz kontrol örneklerinde meydana gelen ortalama ağırlık kayıpları sırasıyla, %47,2, %25,2 ve %30,6 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre, sarıçam odun örnekleri en yüksek tahribat oranına sahip olurken, yapraklı ağaç türlerinden kayın ve kavak odun örneklerinde daha düşük ağırlık kaybı meydana gelmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, doğal halde kayın ve kavak ağaç türü odun örnekleri larvalara karşı daha dirençli olduğu ortaya çıkmaktadır.

AT ve ET+K faktörlerinin ağırlık kaybına etkisi ile ilgili ÇVA sonuçları Çizelge 3.36'da görülmektedir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, AT ve ET+K faktörlerinin ağırlık kaybı üzerine etkisi yüksek güven düzeyinde önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Fakat  $AT*ET+K$  etkileşiminin ağırlık kaybı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

**Çizelge 3.36.** AT ve ET faktörlerinin ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin ÇVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
A: AT	7749,6	2	3874,8	563,1	,000
B: ET+K	10949,5	8	1368,7	198,9	,000
Etkileşim AB	384,6	16	24,0	3,5	,000
Hata	557,4	81	6,9		
Toplam	85150,9	108			

\*p< 0,05

### Sarıçam odun örneklerindeki ağırlık kayıpları

Farklı konsantrasyon seviyesindeki ekstraktlar ile emprenye edilen sarıçam odun örneklerinde meydana gelen ortalama ağırlık kayıpları Çizelge 3.37’de görülmektedir. %12 konsantrasyon seviyesindeki mimoza ekstraktı ile emprenye edilen sarıçam odun örnekleri *S. buprestoides* larvalarına karşı etkili bir direnç göstermiş ve oldukça düşük ağırlık kaybı (%14,6) meydana gelmiştir. Mimoza ve kebrako ekstraktlarının %6’lık konsantrasyon oranı ile sarıçam kontrol örneklerine ait ortalama ağırlık kayıpları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Fakat pineks ekstraktına ait her iki konsantrasyon oranına ait ortalama ağırlık kayıpları ile kontrol örneklerindeki ortalama ağırlık kayıpları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (p<0,05).

Mimoza, kebrako ve pineks ekstraktlarının konsantrasyon seviyeleri %6’dan %12’ye çıkarıldığında ağırlık kayıplarında belli oranlarda azalma meydana gelmiştir. Elde edilen bu bulgulara göre ekstraktların konsantrasyon seviyelerindeki artışın larvaların odunda yaptığı ağırlık kayıplarını etkilediği ve odunu larvalara karşı daha dirençli hale getirdiği belirlenmiştir. Civelek ve Çolak (2008) yaptıkları laboratuvar denemelerinde benzer bulgular elde etmiş ve değişik ekstraktlarla emprenye edilen kızılçam odun numunelerinin larvalar üzerinde etkili olduğunu belirlemişlerdir. Şen ve diğ. (2002)’nin yaptığı çalışmada ise, %4 ve üzeri konsantrasyon seviyesindeki bazı ekstraktlar ile empreye edilen sarıçam odun numunelerinde larva gelişiminin durduğu ve hatta larvaların ölümüne sebep olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada ise, kayın odunu ekstraktları ile emprenye edilen sarıçam odun numunelerinin larvalara karşı önleyici etki gösterdiği belirtilmiştir (Haslberger ve Fergel 1991).

**Çizelge 3.37.** Sarıçam odununda *S. buprestoides* böceği larvalarına ait ortalama ağırlık kayıpları

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama ağırlık kaybı (%)*		Std	Min	Mak
	Kontrol**						
Mimoza	6	4	47,2	<i>e</i>	2,6	44,5	49,8
	12	4	38,3	<i>d</i>	3,7	35,0	42,3
	12	4	14,6	<i>a</i>	1,4	13,1	15,8
Kebrako	6	4	31,1	<i>c</i>	1,8	29,2	32,8
	12	4	20,7	<i>b</i>	2,0	18,6	22,5
Pineks	6	4	47,5	<i>e</i>	2,6	45,2	50,4
	12	4	31,5	<i>c</i>	4,4	27,3	36,0

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ),  
\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

ET + K faktörünün sarıçam odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.38’de görülmektedir.

**Çizelge 3.38.** Sarıçam odununda larvalarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	4987,8	8	623,4	121,8	,000
Gruplar İçi	138,2	27	5,12		
Toplam	5126,0	35			

\* $p < 0,05$

### Kayın odun örneklerindeki ağırlık kayıpları

Kayın odun örneklerine ait ortalama ağırlık kayıpları Çizelge 3.39’da görülmektedir. Elde edilen bulgulara göre, %12’lik mimoza ve kebrako ekstraktı ile empenye edilen kayın odun örneklerinde larva tahribatı sonucu oluşan ağırlık kayıpları sırasıyla %0,9 ve %1,8 olarak tespit edilmiş olup, aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Ayrıca her iki ekstrakta ait %6’lık konsantrasyon seviyelerindeki ağırlık kayıpları, kontrol örneklerine göre daha düşük olup, aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Bu sonuçlara göre, mimoza ve kebrako ekstraktlarının %12’lik konsantrasyon seviyeleri ile kayın odun örnekleri *S. buprestoides* larvalarına karşı oldukça yüksek bir insektisit etki göstermiştir. Tespit edilen ağırlık kaybı değerlerine göre, %12 konsantrasyon seviyesindeki mimoza ve kebrako ekstraktları ile empenye edilen kayın



odunlarının *S. buprestoides* larvalarına karşı etkili bir koruyucu emprenye maddesi olabileceğini göstermektedir. Pineks ekstraktının %6 ve %12 konsantrasyon seviyesindekiler ile emprenye edilen kayın odun örneklerindeki ağırlık kayıpları arasında istatistiksel olarak farklılık olsa da, her iki konsantrasyon seviyesinde larvalara karşı mimoza ve kebrako kadar etkili bir direnç tespit edilmemiştir.

**Çizelge 3.39.** Kayın odununda *S. buprestoides* böceği larvalarına ait ortalama ağırlık kayıpları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama ağırlık kaybı (%)*		Std	Min	Mak
	Kontrol**						
Mimoza		4	25,1	<i>d</i>	2,7	22,3	27,5
	6	4	12,0	<i>b</i>	2,4	9,3	13,7
	12	4	0,9	<i>a</i>	0,7	0,3	1,6
Kebrako	6	4	12,5	<i>b</i>	1,5	11,1	14,1
	12	4	1,8	<i>a</i>	1,5	0,7	3,5
Pineks	6	4	22,9	<i>d</i>	3,1	20,3	26,3
	12	4	18,4	<i>c</i>	1,9	16,7	20,3

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

ET + K faktörünün kayın odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.40'ta görülmektedir.

**Çizelge 3.40.** Kayın odununda larvalarına ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	3051,1	8	381,4	114,4	,000
Gruplar İçi	90,0	27	3,3		
Toplam	3141,1	35			

\* $p < 0,05$

### Kavak odun örneklerindeki ağırlık kayıpları

Kavak odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıpları Çizelge 3.41'de görülmektedir. Elde edilen bulgulara göre, mimoza, kebrako ve pineks ekstraktlarının %12 konsantrasyon seviyeleri ile kontrol örnekleri karşılaştırıldığında ortalama ağırlık kayıpları %30,6'dan sırasıyla %6,4, %5,4 ve %22,1'e düştüğü belirlenmiştir. Konsantrasyon seviyeleri %6'ya düştüğünde ise ağırlık kayıplarında ciddi oranda artışlar meydana gelmiştir.

**Çizelge 3.41.** Kavak odununda *S. buprestoides* böceği larvalarına ait ortalama ağırlık kayıpları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama ağırlık kaybı (%)*		Std	Min	Mak
	Kontrol**						
Mimoza	Kontrol**	4	30,6	<i>c</i>	6,7	23,5	36,9
	6	4	20,2	<i>b</i>	1,3	19,1	21,6
	12	4	6,4	<i>a</i>	1,5	4,7	7,4
Kebrako	6	4	19,4	<i>b</i>	2,6	16,7	21,9
	12	4	5,4	<i>a</i>	1,4	4,3	7,1
	Kontrol**	4	30,6	<i>c</i>	6,7	23,5	36,9
Pineks	6	4	31,5	<i>c</i>	3,1	28,2	33,6
	12	4	22,1	<i>b</i>	2,4	20,1	24,8
	Kontrol**	4	30,6	<i>c</i>	6,7	23,5	36,9

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

ET + K faktörünün kavak odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.42’de görülmektedir.

**Çizelge 3.42.** Kavak odununda larvaların yaptığı ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.

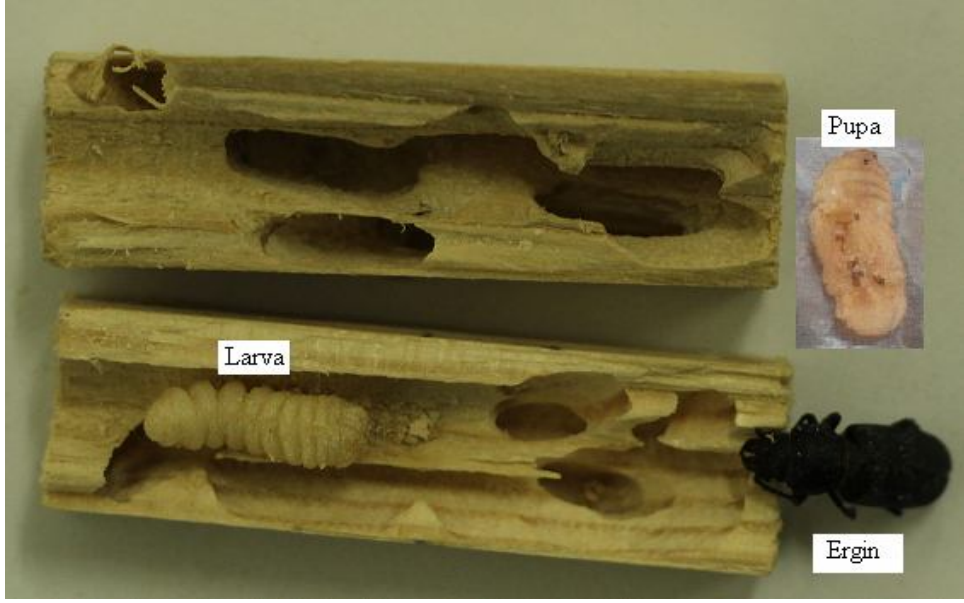
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	3295,2	8	411,9	33,8	,000
Gruplar İçi	329,2	27	12,2		
Toplam	3624,4	35			

\* $p < 0,05$

### 3.3.1.3. Görsel muayene

Altı aylık deneme süresi boyunca, her ayın sonunda görsel muayene yapılmıştır. Muayenelerde, canlı larva, canlı ve aktif larva, ölü larva ve pupa evresinde olan larvalar kaydedilmiştir. *S. buprestoides* böceği larva, pupa ve ergin dönemlerine ait görüntüler Şekil 3.16’da görülmektedir. Larvalar ergin böcek haline gelmeden önce belli bir dönem pupa evresinde geçirirler. Bu dönem boyunca pupa yastığı içerisinde bulunurlar. Pupa yastığı içerisinde larvadan ergin hale geçmiş böceğe ait görüntü Şekil 3.17’de görülmektedir.

Yapılan kontrollerde, pupa evresindeki larvalar ölü olarak değerlendirilmiştir. Muayeneler sonucu bazı larvaların aktif olmamalarına rağmen 1-2 hafta kadar canlı kalabildiği görülmüştür.



Şekil 3.16. *S. buprestoides* böceğinin larva, pupa ve ergin dönemleri.

Kontrol numunelerine yerleştirilmiş olan larvalar ilk günden itibaren odunda büyük tahribatlar yaptığı belirlenmiştir. Özellikle sarıçam odun numunelerindeki bazı larvaların beşinci ayın sonunda bile tahribata devam etmiştir. Larva tahribatına maruz bırakılan örneklere dışarıdan bakıldığında herhangi bir tahribat izi görülmemiştir. Fakat örnekler boyuna yönde kesildiğinde larvalar tarafından farklı yönlerde birçok tünel açıldığı gözlenmiştir. Açılan bu tüneller odun örneklerinin dış yüzeyi boyunca devam etmesine rağmen, örneklerin dışına çıkmadığı görülmüştür. Pupa evresinde ergin hale geçen larvalar, çıkış deliği açarak numuneleri terk ettiği tespit edilmiştir.



Şekil 3.17. Pupa yastığı içerisinde ergin hale geçmiş böceğe ait görüntü.

Larvaların çıkardığı odun talaşları ve dışkılar deneyin başında numunelerin dışına atılmasına rağmen, tahribatın ilerleyen evrelerinde, açılan tünellerin içerisinde bırakıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, larvaların yaptığı talaşların boyutları emprenye edilmiş ve edilmemiş numunelerde değişiklik göstermiştir. Larva tahribatı sonucu sarıçam ve kavak türlerinde meydana gelen talaşların boyutu, aynı türlerin yüksek konsantrasyon seviyelerindeki ekstraktlar ile emprenye edilmesiyle arttığı belirlenmiştir (Şekil 3.18). Kavak ağaç türü odun örneklerinde ise böyle bir artış gözlenmemiştir.



**Şekil 3.18.** Kontrol örneklerindeki (solda) ve yüksek konsantrasyon seviyesinde emprenye edilmemiş örneklerde (sağda) talaş boyutları.

Yapılan görsel muayene sonucu, sarıçam ağaç türünün kayın ve kavak ağaç türlerine göre daha çok tahribata uğradığı tespit edilmiştir. Ayrıca, sarıçam odun örneklerindeki larvaların kayın ve kavak odun örneklerindeki gibi daha uzun süre canlı kalabildiği belirlenmiştir.

### **Sarıçam odun örneklerinde görsel muayene**

Sarıçam odun örneklerindeki görsel muayene test sonuçları Çizelge 3.43'te görülmektedir. Sarıçam kontrol örneklerindeki larvaların büyük çoğunluğu altıncı ayın sonuna kadar canlı kalabildiği ve aktif olarak tahribat yaptığı tespit edilmiştir (Şekil 3.19). Ayrıca ikinci aydan itibaren pupa evresine geçişler başlamıştır. %6'lık mimoza ve kebrako ekstraktları ile emprenye edilen sarıçam odun örneklerinde larva aktivite dördüncü ayın sonuna kadar devam etmiştir. %6'lık pineks ekstraktında ise larvaların beşinci ayın sonuna kadar aktif olarak tahribat yaptığı gözlenmiştir.

Mimoza ve kebrako ekstraktlarının konsantrasyon seviyeleri %12'ye yükseldiğinde, tüm larvaların ikinci ayı sonunda öldüğü tespit edilmiştir. %12'lik pineks ekstraktında ise bazı larvaların beşinci ayın sonuna kadar canlı kalabildiği görülmüştür. Şen (2001) yaptığı çalışma sonucunda, mazeks, sumeks ve valeks ekstraktları ile emprenye edilen sarıçam odun örneklerinde sırasıyla %84, %80 ve %76 oranlarında larva ölümlerinin gerçekleştiğini gözlemlemiştir. Fakat aynı çalışma kapsamında çameks ekstraktı ile emprenye edilen sarıçam odun örneklerinde %28 gibi oldukça düşük bir larva ölüm oranı gözlenmiştir.

**Çizelge 3.43.** Sarıçam odun örneklerindeki görsel muayene test sonuçları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	1. ay	2. ay	3. ay	4. ay	5. ay	6. ay
		Kontrol	++++	+++	++	+++	++
Mimoza	6	+++	+++	++	+	-	-
	12	++	+	-	-	-	-
Kebrako	6	+++	++	++	++	-	-
	12	+++	++	-	-	-	-
Pineks	6	+++	+++	+++	++	+	-
	12	++++	++	++	-	-	-

\* Her bir artı bir larvayı temsil etmektedir. Koyu artılar (+) aktif-canlı, normal artılar (+) pasif-canlı, eksi (-) ölü veya pupa evresindeki larvaları temsil etmektedir.



**Şekil 3.19.** Altıncı ayın sonunda sarıçam kontrol örneklerindeki larva tahribatı.

### Kayın odun örneklerinde görsel muayene

Kayın odun örneklerindeki görsel muayene test sonuçları Çizelge 3.44'te görülmektedir. Kayın kontrol örneklerindeki larvaların ilk üç ayın sonuna kadar aktif olarak tahribat

yapmasına rağmen beşinci aydan itibaren larvalarda pupa evresine geçişler ile birlikte ölümler görülmüştür. Beşinci ayın sonundan itibaren kayın kontrol örneklerinde canlı larva gözlenmemiştir. Mimoza ve kebrako ekstraktının %6 konsantrasyon seviyesinde üçüncü aydan itibaren larvaların yaptığı tahribatların durduğu belirlenmiştir. Pineks ekstraktında ise dördüncü ayın başına kadar bazı larvaların canlı kalabildiği ve aktif olarak tahribat yaptığı görülmüştür.

Mimoza ve kebrako ekstraktlarının konsantrasyon seviyeleri %12'ye çıkarıldığında, kayın kontrol örneklerine nazaran canlı kalabilen larva sayısında önemli oranda azalma olduğu belirlenmiş olup, birinci ayın sonundan itibaren her iki ekstrakt türü ile emprenye edilen odun örneklerinde canlı larva gözlenmemiştir. Larva tahribatı sonucu, emprenyeli ve emprenyesiz kontrol örneklerinde oluşan talaşların boyutlarında önemli bir fark tespit edilmemiştir.

**Çizelge 3.44.** Kayın odun örneklerindeki görsel muayene test sonuçları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	1. ay	2. ay	3. ay	4. ay	5. ay	6. ay
	Kontrol	+++	+++	++	++	-	-
Mimoza	6	+++	++	-	-	-	-
	12	+	-	-	-	-	-
Kebrako	6	+++	++	+	-	-	-
	12	++	-	-	-	-	-
Pineks	6	+++	+++	++	+	-	-
	12	++	++	+	-	-	-

\*Her bir artı bir larvayı temsil etmektedir. Koyu artılar (+) aktif-canlı, normal artılar (+) pasif-canlı, eksi (-) ölü veya pupa evresindeki larvaları temsil etmektedir.

### **Kavak odun örneklerinde görsel muayene**

Kavak odun örneklerindeki görsel muayene test sonuçları Çizelge 3.45'te görülmektedir. Mimoza ve kebrako ekstraktları ile muamele edilmiş kavak odun örneklerinde konsantrasyon seviyeleri %12'ye yükseldiğinde, *S. buprestoides* larvalarının yaptığı tahribatlarda ciddi bir düşüşle beraber, ölü larva sayılarında artışlar gözlenmiştir. Her iki ekstrakt türünün %6'luk konsantrasyon oranlarında üçüncü ayın sonuna kadar tahribat gözlenmiştir. Fakat aynı konsantrasyon oranlarında dördüncü aydan itibaren canlı larva tespit edilmemiştir.

**Çizelge 3.45.** Kavak odun örneklerindeki görsel muayene test sonuçları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	1. ay	2. ay	3. ay	4. ay	5. ay	6. ay
	Kontrol	+++	+++	+++	++	+	-
Mimoza	6	+++	++	+	-	-	-
	12	+	+	-	-	-	-
Kebrako	6	++	++	++	+	-	-
	12	++	+	-	-	-	-
Pineks	6	+++	++	++	+	-	-
	12	++	++	+	-	-	-

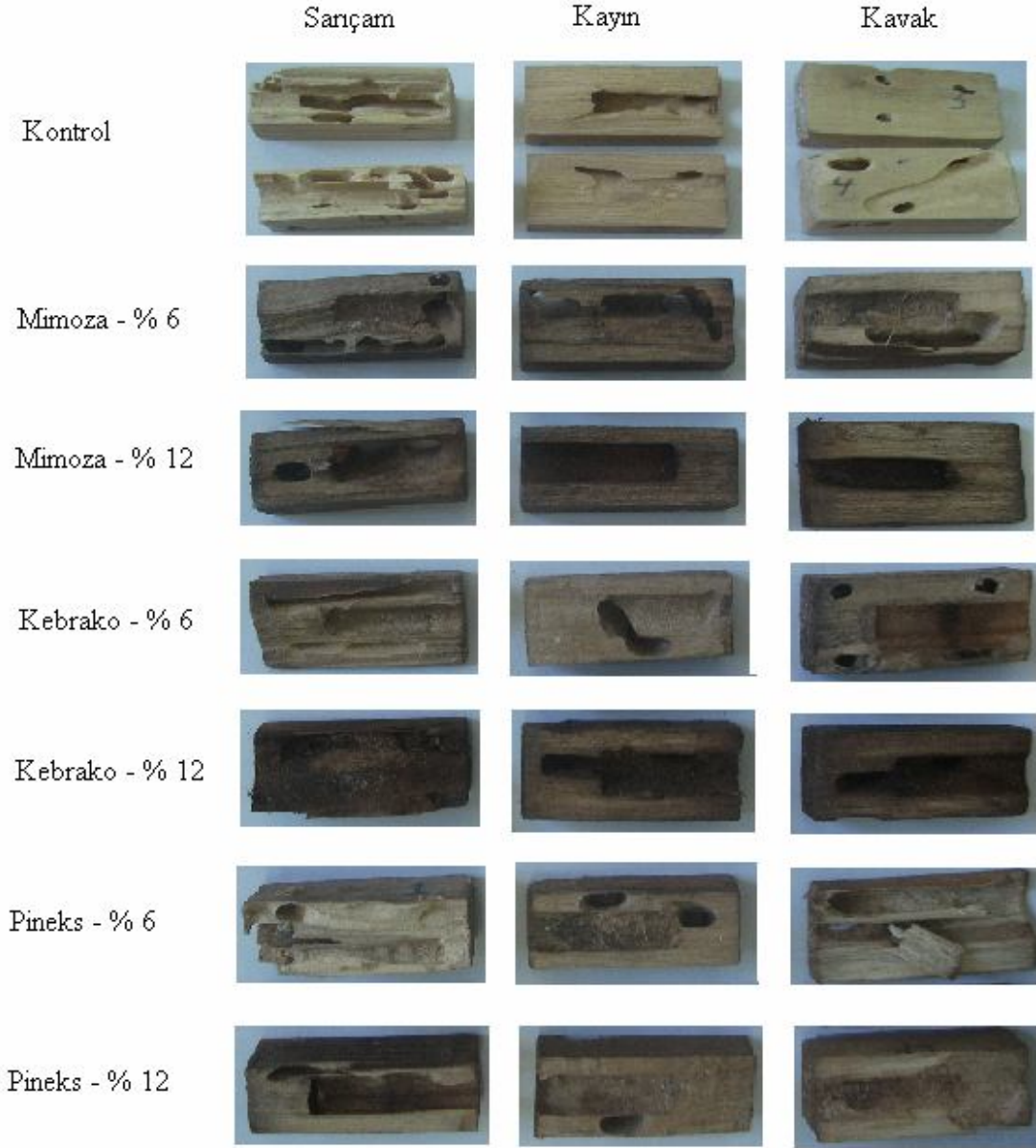
\*Her bir artı bir larvayı temsil etmektedir. Koyu artılar (+) aktif-canlı, normal artılar (+) pasif-canlı, eksi (-) ölü veya pupa evresindeki larvaları temsil etmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre, farklı konsantrasyon seviyesindeki mimoza ve kebrako ekstraktları ile emprenye edilen her üç ağaç tütününde konsantrasyon seviyesindeki artışla (%6'dan %12'ye) birlikte, larva ölümlerinde pozitif yönlü doğrusal bir artış tespit edilmiştir. Ayrıca, larvaların yaptığı ağırlık kayıpları ile larva ölümleri arasında negatif yönlü bir ilişki belirlenmiştir. Bitkisel ekstraktlar ile yapılan bazı çalışmalarda da benzer bir ilişki tespit edilmiştir (Nerg ve diğ. 2004).

Fenolik bileşiklerin böcek larvalarının gelişimini engelleyici bir etki yaptığı yapılan birçok çalışma ile tespit edilmiştir (Halm ve Ekbam 1958, Haslam 1988, Gersherzan ve Croteau 1991, Scalbert 1992, Fettek ve diğ. 2000). Mimoza ve kebrako ekstraktlarının yüksek larva direncine sahip olması, içeriğindeki çeşitli bileşiklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışma kapsamındaki HPLC analizleri sonuçlarına göre, mimoza ve kebrako ekstraktında tespit edilen kateşol ve rutin böcekler için etkili bileşikler olduğu yapılan birçok çalışma ile belirlenmiştir (Guerra ve diğ. 1990, Isman ve Duffy 1982, Simmonds 2003). Her iki ekstrakt türünde de tespit edilen diğer bir bileşikte gallik asittir. Daha önce yapılan çalışmalarda, gallik asitin antifungal (Kishimo ve diğ. 1995) ve antioksidan (Ruiz-Martinez ve diğ. 2011) özellikler gösterdiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada insektisit özelliklerinin bulunduğu desteklenmektedir.

GS-MS analizleri sonuçlarında ise, insektisit (Kio 1990, Ralston ve diğ. 2012) ve antifungal (Pohl ve diğ. 2011) özellikte birçok yağ asiti tespit edilmiştir. Özellikle kaprilik asit ve linoleik asit gibi yağ asitleri, ekstraktların larvalara karşı koruyucu etkinlikleri üzerinde etkili birer faktör olduğu düşünülmektedir.

*S. buprestoides* larva tahribatına maruz bırakılan sarıçam, kayın ve kavak odun örneklerine ait görüntüler Şekil 3.20’de görülmektedir.



Şekil 3.20. Larva deneyi sonuçlarına ait görüntü.

#### 3.3.1.4. Larva Yeniği Sarıçam Odun Tozlarında Odun Bileşen Analizleri

Ekstraktların *S. buprestoides* larvalarına karşı insektisit özelliklerinin belirlenmesi için yapılan entomolojik deneyler sonunda, sarıçam ağaç türünün en fazla tahribata uğrayan tür olduğu tespit edilmiştir.



*S. buprestoides* larvalarının sarıçam odun örneklerinde hangi odun bileşen/bileşenlerine tükettiğinin belirlenmesi için larvalar tarafından öğütülmüş odunda odunda kimyasal analizler yapılmıştır (Çizelge 3.46).

Kimyasal analizlerde, larvalar tarafından öğüntü haline getirilmiş odun tozları (talaş+dışkı) ile sarıçam diri odununa ait kontrol örnekleri (larva sindirimine maruz kalmamış) karşılaştırılmıştır.

Kimyasal analizler sonunda, larva atıklarında tespit edilen hemiselüloz miktarı kontrol örneklerine göre daha düşük oranda tespit edilmiştir. Odun bileşenlerinde hemiselüloz oranındaki azalma ile birlikte, toplam odun bileşenleri içerisindeki alfa-selüloz, ekstraktif madde ve lignin miktarlarında oransal olarak artışlar olmuştur. Elde edilen bu sonuçlara göre, *S. buprestoides* larvaları sarıçam odunu bileşenlerinden en fazla hemiselülozlara zarar verdiği belirlenmiştir.

**Çizelge 3.46.** Larva yeniği sarıçam odun tozlarındaki odun bileşenleri oranı.

Odun bileşenleri	Sindirime girmemiş kontrol (%)	Sindirime uğramış larva yeniği toz (%)
Ekstraktif madde	2,95 ± 0,43	4,86 ± 0,29
Holoselüloz	76,07 ± 0,37	70,71 ± 1,09
Alfa-selüloz	60,87 ± 0,46	65,85 ± 0,30
Lignin	23,93 ± 0,37	29,29 ± 1,09

Larvaların hemiselüloz birimlerinden hangi şekerlere ve ne oranda tahribat yaptığının belirlenmesi için şeker analizleri yapılmıştır. Elde edilen bulgular Çizelge 3.47'de görülmektedir. Çizelgede görüldüğü gibi, hemiselülozlar içerisinde en fazla kayıp (%29,3) glukoz şekerinde olmuştur. Bunun yanısıra, mannoz (%20) ve arabinoz (%7,1) şekerlerinde de bir miktar kayıp tespit edilmiştir.

**Çizelge 3.47.** Larva yeniği sarıçam odun tozlarında şeker analizi sonuçları.

Şekerler	Tahribatsız numune (g/L)	Larva yeniği toz (g/L)	Kayıp (%)
Glikoz	0,14 ± 0.011	0,09 ± 0.037	29.32
Mannoz	0,08 ± 0.013	0,06 ± 0.004	20.70
Arabinoz	0,041 ± 0.024	0,04 ± 0.021	7.06

### 3.3.2. *Reticulitermes grassei* Termit Türüne Ait Bulgular ve İrdeleme

#### 3.3.2.1. Retensiyon Miktarı

Faktör seviyeleri (ağaç türü, ekstrakt türü ve konsantrasyon) kombinasyonlarına ilişkin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri karşılaştırmalı olarak Çizelge 3.48’de görülmektedir. Faktör seviyeleri kombinasyonlarını (konular) içeren on sekiz adet ortalama değer karşılaştırıldığında, retensiyon miktarı bakımından en yüksek performansı %12 konsantrasyon seviyesindeki kebrako ekstraktı ile emprenye edilen kavak odun örnekleri ( $105,7\text{kg/m}^3$ ) göstermiştir. Fakat aynı konsantrasyon seviyesindeki (%12) kebrako ekstraktı ( $105,7\text{kg/m}^3$ ), pineks ekstraktı ( $102,2\text{kg/m}^3$ ) ve mimoza ekstraktı ( $101,4\text{kg/m}^3$ ) ile emprenye edilen kavak odun örnekleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ( $p<0,05$ ).

**Çizelge 3.48.** Farklı konsantrasyon seviyelerindeki ekstraktif maddeler ile emprenye edilmiş odun örneklerinde ortalama retensiyon değerleri ( $\text{kg/m}^3$ ).

Ağaç Türü	Ekstrakt Türü	Kons. (%)	N	Ortalama retensiyon ( $\text{kg/m}^3$ )*	Std	Min	Mak	
Sarıçam	Mimoza	% 6	3	35,2	<i>cd</i>	6,9	27,3	40,2
		% 12	3	91,1	<i>g</i>	0,9	90,5	92,1
	Kebrako	% 6	3	28,2	<i>ab</i>	1,3	26,8	29,1
		% 12	3	95,9	<i>h</i>	3,8	91,6	98,1
	Pineks	% 6	3	26,1	<i>a</i>	0,8	25,2	26,7
		% 12	3	90,5	<i>g</i>	4,0	86,3	94,2
Kayın	Mimoza	% 6	3	38,8	<i>d</i>	3,8	36,1	43,1
		% 12	3	85,7	<i>f</i>	2,1	83,4	87,3
	Kebrako	% 6	3	33,9	<i>c</i>	1,4	33,0	35,4
		% 12	3	84,8	<i>f</i>	1,5	83,5	86,4
	Pineks	% 6	3	32,4	<i>bc</i>	2,3	29,6	33,8
		% 12	3	84,6	<i>f</i>	2,9	81,4	87,2
Kavak	Mimoza	% 6	3	50,2	<i>e</i>	0,7	49,4	50,8
		% 12	3	101,4	<i>l</i>	2,1	99,0	102,9
	Kebrako	% 6	3	35,	<i>cd</i>	0,9	34,1	35,8
		% 12	3	105,7	<i>l</i>	1,1	104,8	107,0
	Pineks	% 6	3	31,9	<i>bc</i>	0,4	31,6	32,4
		% 12	3	102,2	<i>l</i>	0,8	101,5	103,0

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $p<0,05$ )

En düşük retensiyon miktarı, %6 konsantrasyon seviyesindeki pineks (%26,1) ve kebrako (%28,2) ekstraktları ile emprenye edilen sarıçam diri odunlarında tespit edilmiş olup, aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p<0,05$ ). Ağaç

malzemenin empenye edilebilme kabiliyeti, anatomik yapı ve fiziksel özelliklere bağlı olduğundan (Bozkurt ve diğ. 1993), ağaç türünün retensiyon miktarı bu gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

AT ve ET+K faktörlerinin retensiyon miktarına etkisi ile ilgili ÇVA sonuçları Çizelge 3.49'da görülmektedir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, AT ve ET+K faktörleri ve  $AT*ET+K$  etkileşiminin retensiyon miktarına etkisi yüksek güven düzeyinde önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

**Çizelge 3.49.** AT ve ET faktörlerinin retensiyon miktarına olan etkisine ilişkin ÇVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
A: AT	1328,5	2	664,3	95,8	,000
B: ET+K	47545,9	5	9509,2	1371,6	,000
Etkileşim AB	710,9	10	71,1	10,3	,000
Hata	249,6	36	6,9		
Toplam	49834,9	53			

\* $p<0,05$

### 3.3.2.2. Ağırılık Kayıpları

Termit testi sonunda sarıçam, kayın ve kavak kontrol örneklerinde oluşan ortalama ağırılık kayıpları sırasıyla %22,1, %14,2 ve %21,2 olarak meydana gelmiştir. Elde edilen bulgulara göre, belirtilen test koşulları altında *R. grassei* termit türü doğal haldeki her üç ağaç türü odun örnekleri üzerinde aktif olarak tahribat yapmıştır. En düşük ağırılık kaybı kayın kontrol örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç, kayın odununun yoğunluğundan ( $0,74\text{g/cm}^3$ ) kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Termitlerin odun üzerindeki aktiviteleri odunun farklı özelliklerine bağlı olarak değişebilmektedir (Sajap ve Sahri 1983). Odunun sertliği, termitlerin çiğneme aktivitesini etkileyebilmekte ve daha düşük ağırılık kayıplarına neden olabilmektedir (Behr ve diğ. 1972). Ayrıca, odunun doğal yapısında var olan ekstraktif maddeler odundaki ağırılık kayıpları üzerinde önemli derecede rol oynamaktadır (Yazaki ve Hillis 1977).

AT ve ET+K faktörlerinin ağırılık kaybına etkisi ile ilgili ÇVA sonuçları Çizelge 3.50'de görülmektedir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, AT ve ET+K faktörlerinin ağırlık kaybına etkisi yüksek güven düzeyinde önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Ayrıca,  $AT*ET+K$  etkileşiminin retensiyon miktarına etkisi de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ )

**Çizelge 3.50.** AT ve ET+K faktörlerinin ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin ÇVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
A: AT	1026,7	2	513,4	51,0	,000
B: ET+K	1382,6	8	172,8	17,2	,000
Etkileşim AB	443,9	16	27,7	2,8	,003
Hata	543,3	54	10,1		
Toplam	3396,6	80			

\* $p<0,05$

#### Sarıçam odun örneklerine ait ağırlık kayıpları

Farklı konsantrasyon seviyelerindeki üç ekstrakt türü ile empenye edilen sarıçam odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıpları Çizelge 3.51’de görülmektedir. %12 konsantrasyon seviyesindeki mimoza ve kebrako ekstraktları ile empenye edilen sarıçam odun örnekleri *R. grassei* termitine karşı etkili olup, oldukça düşük ağırlık kayıpları meydana gelmiştir. Fakat aynı konsantrasyon seviyesindeki (%12) pineks ekstraktı daha düşük bir koruyucu etki gösterip, sarıçam kontrol örneği ile karşılaştırıldığında yaklaşık olarak aynı oranda bir ağırlık kaybı (%22,6) meydana gelmiştir.

**Çizelge 3.51.** Sarıçam odununda *R. grassei* termitine ait ortalama ağırlık kayıpları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama ağırlık kaybı (%) <sup>*</sup>	Std	Min	Mak	
	Kontrol**	3	22,1	<i>b</i>	0,1	22,0	22,2
Mimoza	6	3	22,3	<i>b</i>	2,8	19,6	25,2
	12	3	5,5	<i>a</i>	1,2	4,7	7,0
Kebrako	6	3	18,6	<i>b</i>	6,4	11,2	22,5
	12	3	3,8	<i>a</i>	2,6	2,2	6,8
Pineks	6	3	21,7	<i>b</i>	7,4	13,5	27,7
	12	3	22,6	<i>b</i>	7,0	17,5	30,6

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $p<0,05$ ),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

Duncan testi sonucuna göre, her üç ekstraktın %6 konsantrasyon seviyelerindeki ile kontrol örneklerindeki ortalama ağırlık kayıpları arasında istatistiki açıdan önemli bir fark bulunmamıştır ( $p<0.05$ ).

ET + K faktörünün sarıçam odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.52’de görülmektedir.

**Çizelge 3.52.** Sarıçam odununda *R. grassei* termitine ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	1382,2	8	172,8	9,72	,000
Gruplar İçi	320,1	18	17,8		
Toplam	1702,3	26			

\* $p<0,05$

### Kayın odun örneklerine ait ağırlık kayıpları

*R. grassei* termit türü tahribatına maruz bırakılan emprenyeli ve emprenyesiz kayın odun örneklerinde meydana gelen ortalama ağırlık kayıpları Çizelge 3.53’te görülmektedir. En düşük ağırlık kaybı %12’lik kebrako (%6,9) ekstratı ile emprenye edilen kayın odun örneklerinde, en yüksek ağırlık kaybı ise kontrol örneklerinde (%14,2) meydana gelmiştir. %12 konsantrasyon seviyesindeki mimoza, kebrako ve pineks ile emprenye edilen sarıçam odun örneklerinde meydana gelen ortalama ağırlık kayıpları arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir ( $p<0,05$ ).

**Çizelge 3.53.** Kayın odununda *R. grassei* termitine ait ortalama ağırlık kayıpları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama ağırlık kaybı (%)*	Std	Min	Mak	
	Kontrol**	3	14,2	<i>c</i>	0,9	13,3	15,0
Mimoza	6	3	10,7	<i>b</i>	3,0	7,3	12,9
	12	3	7,2	<i>a</i>	1,2	6,2	8,5
Kebrako	6	3	11,8	<i>bc</i>	1,9	10,5	13,9
	12	3	6,9	<i>a</i>	2,5	4,0	8,5
Pineks	6	3	11,5	<i>bc</i>	1,7	9,9	13,3
	12	3	10,0	<i>ab</i>	1,8	8,4	12,0

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $p<0.05$ ),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

Kebrako, mimoza ve pineks ekstraktlarının %12'lik konsantrasyon oranı ile emprenye edilen kayın odun örnekleri ile emprenyesiz kontrol örnekleri karşılaştırıldığında, ortalama ağırlık kayıpları %14,2'den sırasıyla %6,9, %7,2 ve %10 seviyelerine düşmüştür.

ET + K faktörünün kayın odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.54'te görülmektedir.

**Çizelge 3.54.** Kayın odununda *R. grassei* termitine ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	191,1	8	23,9	7,44	,000
Gruplar İçi	57,8	18	3,2		
Toplam	248,9	26			

\* p< 0,05

#### Kavak odun örneklerine ait ağırlık kayıpları

Farklı konsantrasyon oranlarındaki mimoza, kebrako ve pineks ekstraktları ile emprenye edilen kavak odun örneklerinde *R. grassei* termit türünün sebep olduğu ortalama ağırlık kayıpları Çizelge 3.55'te görülmektedir. En düşük ağırlık kayıpları %12'lik kebrako (%12,7) ve mimoza (%15,5) ekstraktları ile emprenye edilen kavak odun örneklerinde tespit edilmiştir. Yapılan Duncan testi sonucunda, her üç ekstrakt türüne ait %6'lık konsantrasyon seviyeleri ile emprenye edilmemiş kontrol örnekleri arasında ağırlık kaybı bakımından fark bulunmamıştır (p<0,05).

**Çizelge 3.55.** Kavak odununda *R. grassei* termitine ait ortalama ağırlık kayıpları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama ağırlık kaybı (%)*	Std	Min	Mak	
	Kontrol**	3	21,2	<i>bc</i>	3,9	17,1	25,0
Mimoza	6	3	22,9	<i>c</i>	4,2	19,1	27,5
	12	3	15,5	<i>ab</i>	0,5	15,1	16,0
Kebrako	6	3	18,5	<i>bc</i>	1,5	17,3	20,1
	12	3	12,7	<i>a</i>	1,2	12,0	14,2
Pineks	6	3	20,4	<i>bc</i>	1,4	19,0	21,6
	12	3	20,6	<i>bc</i>	3,6	17,1	24,2

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (p<0,05),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

Pineks ekstraktının konsantrasyon oranı %6'dan %12'ye yükseltilmesiyle, ortalama ağırlık kayıplarında her hangi bir değişiklik olmamıştır. Ayrıca pineks ekstraktının her iki konsantrasyon seviyesindeki ortalama ağırlık kayıpları ile kavak kontrol örnekleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.

ET + K faktörünün kavak odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıplarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.56'da görülmektedir.

**Çizelge 3.56.** Kavak odununda *R. grassei* termitine ait ağırlık kayıplarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	253,5	8	31,7	3,45	,014
Gruplar İçi	165,4	18	9,18		
Toplam	418,6	26			

\*p< 0,05

### 3.3.2.3. Termit Ölüm Oranları

Termit testi sonunda sarıçam, kayın ve kavak kontrol örneklerinde oluşan ortalama termit ölüm oranları sırasıyla %10,7, %37,3 ve %6,3 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, en düşük ölüm oranı kavak kontrol örneklerinde meydana gelmiştir. En yüksek termit ölüm oranı ise, kayın kontrol örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Kayın ağaç türünün sarıçam ve kavak ağaç türlerine göre daha yüksek termit direnci göstermesi odununun daha sert bir yapıya sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ağaç türleri çeşitli faktörlerden dolayı termit saldırılarına karşı farklı oranlarda tepki gösterebilir. Bu faktörlerin en önemlilerinden birisi ise odunun sertliğidir (Sajap ve Sahri 1983).

AT ve ET+K faktörlerinin termit ölüm oranına etkisi ile ilgili ÇVA sonuçları Çizelge 3.57'de görülmektedir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, AT ve ET+K faktörlerinin termit ölüm oranına etkisi yüksek güven düzeyinde önemlidir (p<0,05). Fakat *AT\*ET+K* etkileşiminin termit ölüm oranına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0,05).

**Çizelge 3.57.** AT ve ET+K faktörlerinin termit ölüm oranlarına olan etkisine ilişkin ÇVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
A: AT	6360,5	2	3180,2	8,15	,001*
B: ET+K	46006,0	8	5750,8	14,8	,000*
Etkileşim AB	8048,6	16	503,1	1,29	,238 ÖD
Hata	21060,7	54	390,0		
Toplam	198136,0	81			

\*  $p < 0.05$ , ÖD: Önemli değil

### Sarıçam odun örneklerine ait termit ölüm oranları

Farklı konsantrasyon seviyelerde hazırlanan ekstraktlar ile emprenye edilen sarıçam odun örneklerindeki ortalama termit ölüm oranları Çizelge 3.58’de görülmektedir. Mimoza ve kebrako ekstraktlarının %12’lik konsantrasyon oranları ile emprenye edilen sarıçam odun örnekleri *R. grassei* termit türüne karşı etkili olup, oldukça yüksek termit ölüm oranı meydana gelmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre, her iki ekstrakt türüne ait %12’lik konsantrasyon oranlarındaki ortalama termit ölüm oranları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p < 0.05$ ). Ayrıca, termit ölüm oranları bakımından, %6 konsantrasyon oranındaki mimoza, kebrako ve pineks ekstraktları ile kontrol örnekleri arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır ( $p < 0.05$ ). Pineks ekstraktının konsantrasyon seviyesi %12’ye çıkarıldığında bile kontrol örnekleri ile benzer bir termit ölüm oranına sahip olmuştur.

**Çizelge 3.58.** Sarıçam odun örneklerinde ortalama termit ölüm oranları (%).

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama termit ölüm Oranı (%)*		Std	Min	Mak
	Kontrol**						
Mimoza	6	3	10,7	<i>a</i>	11,6	0,0	23,0
	12	3	29,0	<i>a</i>	7,9	23,0	38,0
Kebrako	6	3	99,7	<i>b</i>	0,6	99,0	100,0
	12	3	33,7	<i>a</i>	8,3	0,0	72,0
Pineks	6	3	93,3	<i>b</i>	11,6	80,0	100,0
	12	3	36,0	<i>a</i>	10,7	25,0	46,0
	12	3	24,7	<i>a</i>	13,5	18,0	44,0

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $p < 0,05$ ),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.



ET + K faktörünün sarıçam odun örneklerindeki ortalama termit ölüm oranlarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.59’da görülmektedir.

**Çizelge 3.59.** Sarıçam odun örneklerindeki termitinin ölüm oranlarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	17591,2	8	2198,9	4,3	,005
Gruplar İçi	9219,3	18	512,2		
Toplam	26810,5	26			

\*p< 0,05

### Kayın odun örneklerine ait termit ölüm oranları

Farklı konsantrasyon seviyesinde hazırlanan ekstraktlar ile emprenye edilen kayın odun örneklerindeki ortalama termit ölüm oranları Çizelge 3.60’ta görülmektedir. En yüksek ortalama termit ölüm oranları %12 konsantrasyon seviyesindeki kebrako (%96,3) ve mimoza (%95) ekstraktlarında olup, istatistiksel olarak aralarında bir fark bulunmamıştır (p<0,05). En düşük termit ölüm oranları ise, kontrol örnekleri ve her üç ekstrakt türünün %6’lık konsantrasyon seviyelerinde meydana gelmiştir. Ayrıca, pineks ekstraktının %12’lik konsantrasyon seviyesinde ki termit ölüm oranı %30 olup, istatistiksel olarak kontrol örnekleri ile aralarında bir fark bulunmamıştır (p<0,05).

**Çizelge 3.60.** Kayın odun örneklerinde ortalama termit ölüm oranları (%).

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama termit ölüm Oranı (%)*	Std	Min	Mak	
	Kontrol**	3	37,3	<i>a</i>	13,3	25,0	51,0
Mimoza	6	3	40,3	<i>a</i>	14,5	27,0	56,0
	12	3	95,0	<i>b</i>	4,4	92,0	100,0
Kebrako	6	3	34,0	<i>a</i>	13,8	18,0	45,0
	12	3	96,3	<i>b</i>	6,4	89,0	100,0
Pineks	6	3	28,0	<i>a</i>	17,3	8,0	38,0
	12	3	30,0	<i>a</i>	17,8	10,0	44,0

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (p<0,05),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

ET + K faktörünün kayın odun örneklerindeki ortalama termit ölüm oranlarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.61’de görülmektedir.

**Çizelge 3.61.** Kayın odun örneklerindeki termitinin ölüm oranlarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	17591,2	8	2198,9	4,3	,005
Gruplar İçi	9219,3	18	512,2		
Toplam	26810,5	26			

\*p< 0,05

### Kavak odun örneklerine ait termit ölüm oranları

Mimoza, kebrako ve pineks ekstraktları ile emprenye edilen kavak odun örneklerindeki ortalama termit ölüm oranları Çizelge 3.62’de görülmektedir. Genel olarak, kavak odunu kontrol örneklerinde oldukça düşük bir ortalama termit ölüm oranı (%6,3) tespit edilmiştir. Ayrıca ölüm oranları bakımından mimoza ve pineks ekstraktının %6’lık konsantrasyon seviyeleri ve kontrol örnekleri arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. Fakat mimoza ekstraktının konsantrasyon seviyesi %6’dan %12’ye çıktığında ortalama termit ölüm oranı yaklaşık %163 oranında arttığı belirlenmiştir. Pineks ekstraktında ise, konsantrasyon seviyesi %6’dan %12’ye çıkarılması ile ortalama termit ölüm oranlarında belli bir artış gözlenmiş olsa da, bu artış istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p< 0,05).

**Çizelge 3.62.** Kavak odun örneklerinde ortalama termit ölüm oranları (%).

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ortalama termit ölüm Oranı (%)*	Std	Min	Mak
	Kontrol**	3	6,3	<i>a</i>	6,5	0,0
Mimoza	6	3	19,0	<i>ab</i>	8,9	12,0
	12	3	50,3	<i>d</i>	12,9	36,0
Kebrako	6	3	34,7	<i>bcd</i>	13,7	19,0
	12	3	52,3	<i>d</i>	10,3	41,0
Pineks	6	3	25,0	<i>abc</i>	9,5	16,0
	12	3	40,3	<i>cd</i>	11,6	27,0

\* Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (p<0,05),

\*\* Kontrol grubuna ait veriler üç ekstrakt türü için ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur.

ET + K faktörünün kavak odun örneklerindeki ortalama termit ölüm oranlarına olan etkisine ilişkin BVA sonuçları Çizelge 3.63’te görülmektedir.

**Çizelge 3.63.** Kavak odun örneklerindeki termitinin ölüm oranlarına ilişkin BVA sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri*
Gruplar Arası	8314,5	8	1039,3	10,5	,000
Gruplar İçi	1778,6	18	98,8		
Toplam	10093,2	26			

\*p< 0,05

#### 3.3.2.4. Tahribata uğramış odun örneklerinde görsel muayene

Mimoza, kebrako ve pineks ekstraktının farklı konsantrasyon seviyeleri ile empenye edilen sarıçam, kayın ve kavak odun örneklerinde, termit testi sonucu oluşan tahribatın görsel muayene sonuçları Çizelge 3.64'te görülmektedir. Çizelgede görüldüğü gibi, sarıçam, kayın ve kavak ağaç türlerine ait kontrol örnekleri en yüksek tahribat puanı almıştır. Kebrako ekstraktlarının %12'lik konsantrasyon oranı ile empenye edilen üç ağaç türüne ait odun örneklerinde en düşük tahribat puanları elde edilmiştir. Mimoza ekstraktına ait %12'lik konsantrasyon oranı ise yalnızca sarıçam ve kayın odun örneklerinde düşük tahribat puanı almıştır.

Pineks ekstraktına ait %6 ve %12'lik konsantrasyon oranlarında muamele edilen üç ağaç türü odun örneklerinde de en yüksek tahribat puanları elde edilmiştir.

**Çizelge 3.64.** Termit tahribatına maruz bırakılan odun örneklerine ait görsel muayene sonuçları.

Ekstrakt Türü	Konsantrasyon (%)	N	Ağaç Türü		
			Sarıçam	Kayın	Kavak
	Kontrol	3	4	4	4
Mimoza	6	3	4	3,7	4
	12	3	0,7	0,7	4
Kebrako	6	3	4	4	3
	12	3	0,3	1,3	2,7
Pineks	6	3	3,7	4	4
	12	3	4	4	4

Termit deneyi sonucu elde edilen bulgulara göre, %12 konsantrasyon seviyesindeki mimoza ve kebrako ekstraktları ile empenye edilen üç ağaç türü odun örneklerinde

meydana gelen ortalama ağırlık kayıpları, kontrol örneklerine göre oldukça düşük çıkmıştır. Ayrıca, her iki ekstrakt türünün konsantrasyon seviyeleri %6'dan %12'ye çıktığında ortalama ağırlık kayıplarında azalma, termit ölüm oranlarında ise artış olduğu belirlenmiştir.

Ekstraktların antitermitik özellikleri üzerine yapılan birçok çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yamaguchi ve diğ. (2002) %5'lik mimoza ekstraktı ile emprenye ettiği sugi odun örneklerinde kontrol örneğine nazaran, daha düşük ağırlık kaybı ve daha yüksek termit ölüm oranı olduğu belirlemiştir. Grace ve Yamamoto (1994) bazı ağaç türü öz odunlarındaki ekstraktların termitlere karşı dirençlerini araştırmış ve öz odunu ekstraktiflerinin doğal koruyucu madde olarak oldukça iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Hutchins (1997) yaptığı bir çalışmada, tung ağacından elde ettiği ekstraktların yüksek antitermitik özelliğe sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Ayrıca, yapılan kimyasal analizlerde her üç ekstrakt türünde de insektisit ve anti termitik özellikte birçok fenolik bileşik tespit edilmiştir. Ekstraktlar oduna hoş olmayan bir tat vermesi ve toksik özellikte olmasından dolayı termitlere karşı tiksindirici etki yaptığı tespit edilmiştir. (Rudman ve Gay 1961, Carter ve Camango 1983, Sajap ve diğ. 1983, Ragon ve diğ. 2008, Manzoor ve diğ. 2011).

Mimoza ve kebrako ekstraktlarının pineks ekstraktlarına göre daha yüksek antitermitik etki göstermesi içeriğindeki fenolik miktarları ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Kebrako ekstraktında tespit edilen rutin, gallik asit epikateşin ve naringenin ile mimoza ekstraktındaki kateşol, p-cumarik asit ve klorjenik asit biyolojik faktörlere karşı etkinliği tespit edilen fenolik bileşiklerdir (Anderson 1961, Mallikarjuna ve diğ. 2004, Kishino ve diğ. 1995).

*R. grassei* termit türü tahribatına maruz bırakılan sarıçam, kayın ve kavak odun örneklerine ait görüntüler Şekil 3.21'de görülmektedir.



Şekil 3.21. Termit deneyi sonuçlarına ait görüntü.

## 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 4.1. KİMYASAL ANALİZLERE AİT SONUÇLAR

Çalışma kapsamında mantarlara ve böceklere karşı antifungal ve insektisit özellikleri araştırılan mimoza, kebrako ve pineks ekstraktlarının içeriğinde bulunan bileşikler, yapılan HPLC ve GS-MS analizleri ile tespit edilmiştir. Elde edilen HPLC analiz sonuçlarına göre, antifungal, insektisit, antimikrobial ve antioksidan özellikteki kateşin, kateşol, gallik asit, rutin ve p-cumarik asit gibi birçok bileşik tespit edilmiştir. Tespit edilen bu bileşiklerin mimoza ve kebrako ekstraktlarında pineks ekstraktına göre nispeten daha yüksek miktarlarda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, yapılan GS-MS analizlerinde, yağ asitleri gibi biyotik faktörlere karşı etkili birçok bileşik tespit edilmiştir.

### 4.2. MİKOLOJİK DENEYLERE AİT SONUÇLAR

Beyaz ve esmer çürüklük mantarlarına ait ağırlık kaybı sonuçları Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'te görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, emprenye edilmemiş kontrol örneklerindeki ağırlık kayıpları mantar türüne ve ağaç türüne göre farklılık göstermiştir. Sarıçam kontrol örneklerinde *G. trabeum* esmer çürüklük mantarı, kayın ve kavak odun örneklerinde ise, *T. versicolor* beyaz çürüklük mantarı en yüksek ağırlık kayıplarına neden olmuştur.

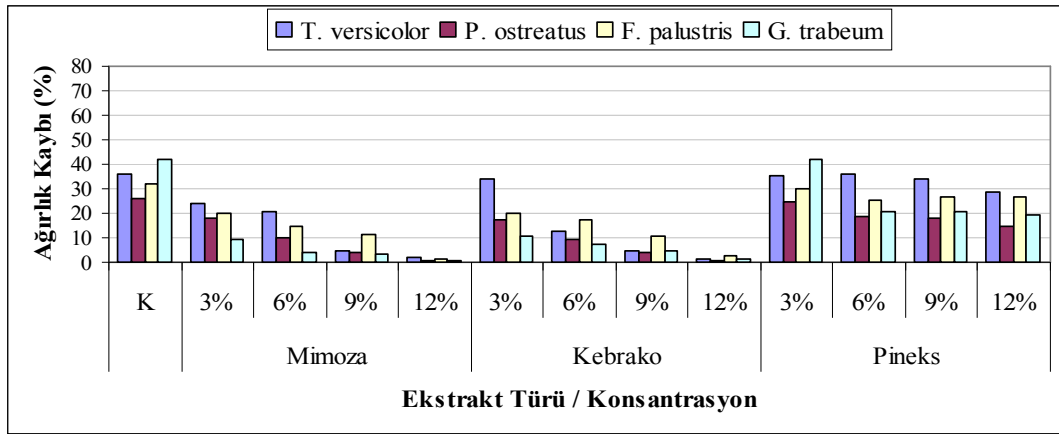
Mimoza ve kebrako ekstraktları ile emprenye edilen sarıçam, kayın ve kavak odun örneklerinde %3 ve üzeri konsantrasyon seviyelerinde hem beyaz çürüklük (*T. versicolor*, *P. ostreatus*) hem de esmer çürüklük (*G. trabeum*, *F. palustris*) mantarlarına karşı kontrol örneklerine nazaran daha yüksek direnç değerleri elde edilmiştir. Mimoza ve kebrako ekstraktlarının retensiyon miktarları ile ağırlık kayıpları arasında negatif yönlü ve hemen hemen doğrusal bir ilişki tespit edilmiştir.

Her üç ağaç türüne ait odun örneklerinde en düşük mantar tahribatı %12'lik mimoza ve kebrako ekstraktlarında elde edilmiştir. Özellikle sarıçam odun örneklerinde her iki ekstraktın konsantrasyon seviyesi %12'ye yükseldiğinde dört mantar türüne ait

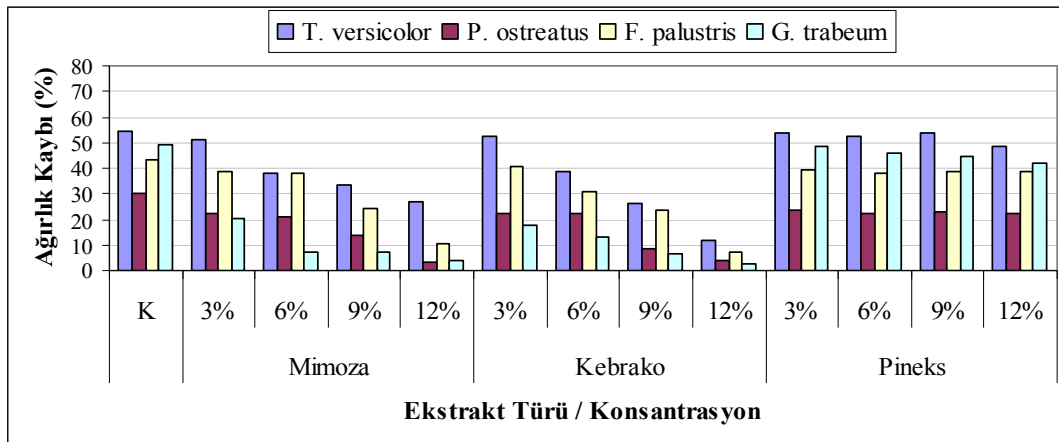
ağırlık kayıpları %5'in altına düşmüştür. Kayın ve kavak odun örneklerinde ise, *T. versicolor* mantar türü hariç diğer mantar türlerine karşı meydana gelen ağırlık kayıpları kontrol örneklerine göre oldukça düşük çıkmıştır.

Genel olarak pineks ekstraktı ile muamele edilen odun örneklerinde beyaz hem de esmer çürüklük mantarına ait ortalama ağırlık kayıpları değerleri kontrol örnekleriyle oldukça yakın sonuçlar vermiştir. Emprenyeli odun örneklerinde meydana gelen ağırlık kayıpları retensiyon miktarındaki artışa bağlı olarak belli oranlarda azalma gösterse de, mimoza ve kebrako ekstraktı kadar antifungal etki göstermemiştir.

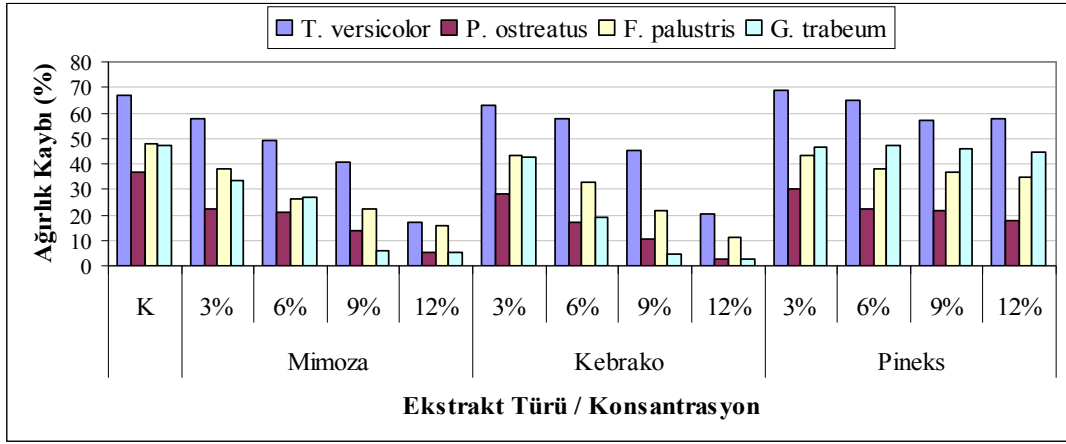
Elde edilen bu sonuçlara göre, %9 ve üzeri konsantrasyon seviyelerindeki mimoza ve kebrako ekstraktları, iç mekân ahşap malzemede zarar yapan mantarlara karşı koruyucu emprenye maddesi olarak değerlendirilebilir.



Şekil 4.1. Sarıçam odun örneklerinde mantar deneylerine ait sonuçlar.



Şekil 4.2. Kayın odun örneklerinde mantar deneylerine ait sonuçlar.



Şekil 4.3. Kavak odun örneklerinde mantar deneylerine ait sonuçlar.

### 4.3. ENTOMOLOJİK TESTLERE AİT SONUÇLAR

#### 4.3.1. *Spondylis buprestoides* Larvalarına Ait Sonuçlar

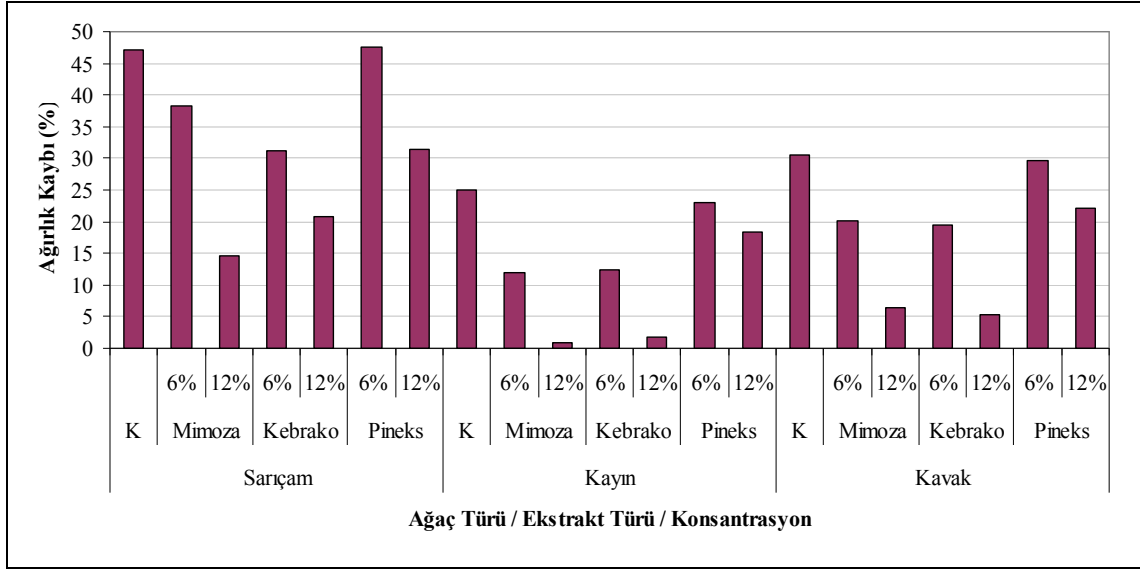
*S. buprestoides* böceği larvalarına ait ağırlık kaybı sonuçları Şekil 4.4'te görülmektedir. Ağaç türlerine ait kontrol örnekleri karşılaştırıldığında, kavak ve kayın odun örneklerinin sarıçam odun örneklerine göre daha dirençli olduğu tespit edilmiştir. Larvalar üzerinde yapılan altı aylık takibin sonunda, kayın ve kavak odun örneklerindeki ölü larva sayısının, sarıçam örneklerindeki nazaran daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Mimoza ve kebrako ekstraktları ile empenye edilen sarıçam odun örneklerinde konsantrasyon seviyeleri %12 olduğunda ortalama ağırlık kayıpları yaklaşık olarak 2/3 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Oldukça yoğun bir larval tahribata maruz kalan sarıçam kontrol örnekleri %12'lik mimoza ve kebrako ekstraktları ile empenye edilmesiyle etkili bir larval direnç elde edilmiştir. Pineks ekstraktının %6'lık konsantrasyon oranı ile empenye edilen sarıçam odun örnekleri ile kontrol örnekleri arasında ağırlık kaybı bakımından etkili bir fark çıkmamıştır. Fakat konsantrasyon oranı %12'ye yükseldiğinde, ortalama ağırlık kayıplarında yaklaşık 1/3 oranında azalma olmuştur.

Kayın odun örneklerinin %12'lik mimoza ve kebrako ekstraktları ile empenye edilmesiyle oldukça yüksek larval dirençleri elde edilmiştir. Bu sonuçlara paralel olarak, larva ölüm oranlarında ilk aydan itibaren artışlar gözlenmiştir.



Kayın ve kavak odun örneklerine ait ağırlık kaybı ve larva ölüm oranları benzerlik göstermiştir. %12'lik pineks ekstraktı ile muamele edilen kavak odun örneklerindeki ağırlık kayıpları, kontrol örneklerine nazaran 2/3 oranında daha düşük olduğu tespit edilmiştir.



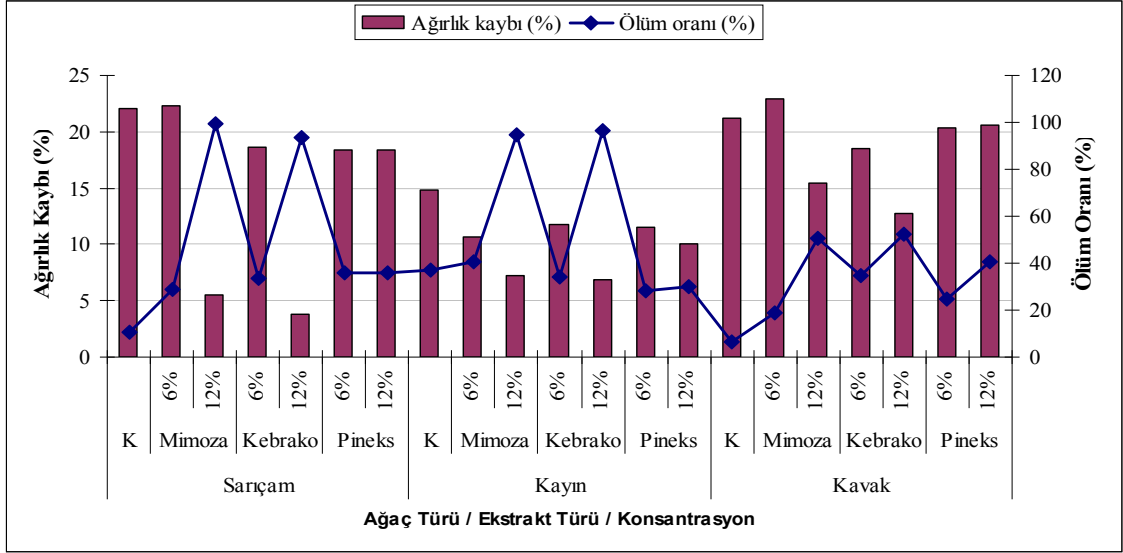
Şekil 4.4. *S. buprestoides* böceği larvalarına ait ağırlık kaybı sonuçları.

#### 4.3.2. *Reticulitermes grassei* Termitine Ait Sonuçlar

Termit deneylerinden elde edilen sonuçlar Şekil 4.5'te görülmektedir. Emprenyesiz kontrol örnekleri karşılaştırıldığında, kayın odun örnekleri sarıçam ve kavak odun örneklerine göre daha yüksek termit direnci göstermiştir. Mimoza ve kebrako ekstraktları ile emprenye edilen üç ağaç türünde genel olarak, retensiyon miktarı ile termit ölüm oranları arasında pozitif yönlü bir ilişki gözlenirken, ağırlık kayıpları ile negatif yönlü ve hemen hemen doğrusal bir ilişki tespit edilmiştir.

Her üç ağaç türünde konsantrasyon seviyesi %6'dan %12'ye çıkarıldığında, ağırlık kayıplarında belli oranlarda azalma olduğu belirlenmiştir. Mimoza ve kebrako ekstraktlarının konsantrasyon seviyesi %12'ye yükseldiğinde, sarıçam odun örneklerindeki ortalama ağırlık kayıpları kontrol örneklerine göre yaklaşık 3 kat azalmıştır. Ayrıca termit ölüm oranları bakımından mimoza ve kebrako ekstraktlarının özellikle %12 gibi yüksek konsantrasyon seviyesinde *R. grassei* termiti üzerinde yüksek oranda öldürücü etkileri tespit edilmiştir.

Termit deneylerinden elde edilen sonuçlara göre, mimoza ve kebrako ekstraktlarının %12'lik konsantrasyon seviyesi ile muamele edilen iç mekân ahşap malzemelerin *R. grassei* termit türüne karşı alternatif odun koruyucu olarak değerlendirilebileceği ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.5. *R. grassei* termitine ait sonuçlar.

Çevresel görüşlerin önem kazandığı günümüzde, insan ve çevre dostu, yenilenebilir ve ekonomik yeni nesil empenye maddelerinin geliştirilmesine yönelik birçok çalışma yapılmaktadır. Bu bağlamda yapılan bu çalışma ile elde edilen sonuçlara göre, ticari öneme sahip mimoza ve kebrako ekstraktları iç mekân ahşap malzemenin korunmasında çevre dostu bir alternatif empenye maddesi olarak kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır.

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara göre, aşağıdaki önerilerde bulunulabilir.

- İç mekân ahşap malzemeler çok çeşitli özelliklere sahip ağaç türlerinden yapılmaktadır. Özellikle doğal dayanıklılığı düşük ağaç türleri mantar ve böcekler tarafından kolaylıkla tahrip edilebilmektedirler. Doğal dayanıklılığı düşük ve kolay empenye edilebilen türler, %9 ve üzeri konsantrasyon seviyelerindeki mimoza ve kebrako ekstraktları ile empenye edilerek, biyolojik faktörlere karşı kullanım ömürleri uzatılabilir.

- Yapılan çalışma sonucu mimoza ve kebrako ekstraktının antifungal, insektisit ve antitermitik etkileri tespit edilmiştir. Her iki ekstrakt türü de çoğunlukla deri sepileme maddesi olarak kullanılmaktadır. Fakat son yıllarda derilerin sepiyenmesinde bu ekstraktların yerini mineral sepi maddeleri aldığı görülmektedir. Bu nedenle, ticari öneme sahip mimoza ve kebrako ekstraktları ahşap malzemenin korunmasında değerlendirilerek yeni bir kullanım alanı oluşturulabilir.
- Mimoza ve kebrako ekstraktlarının büyük bir bölümünü tanenler oluşturmaktadır. Tanenler ise su ile temas halinde kolaylıkla yıkanabilen fenolik bileşiklerdir. Bu nedenle bu tip ekstraktlar ile emprenye edilen ağaç malzemelerin dış mekânlarda kullanılması uygun olmamaktadır. Geçmişte çeşitli ekstraktların ahşap malzemeye tutundurulması ile ilgili birçok çalışma yapılmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan mimoza ve kebrako ekstraktlarının ağaç malzemeye penetrasyonu ve fiksasyonu ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılarak, su ile temas halinde yıkanmaları azaltılabilir.
- İç mekân ahşap malzemeleri (parke, kapı ve pencere doğramaları, mobilya v.b.) genellikle bir üst yüzey işlemine (vernik, boya v.b.) tabi tutularak kullanılmaktadır. Bu nedenle ahşap malzemenin emprenyesinde kullanılan kimyasal maddelerin üst yüzey maddeleri ile uyumlu olması gerekmektedir. Mimoza ve kebrako ekstraktlarının üst yüzey işlemlerine uygunluklarının tespiti amacıyla çeşitli çalışmalar yapılabilir.
- İç mekânlarda kullanılan ahşap malzeme bulunması gereken önemli özelliklerden biriside göze hitap edebilir olmasıdır. Mimoza ve kebrako ekstraktları koyu kırmızı-kahverengimsi bir renge sahip olduklarından ahşap malzemeye oldukça güzel bir renk vermektedirler. Bu sebeple, iç mekân ahşap malzemeleri her iki ekstrakt türüne daldırmak suretiyle hem dayanıklılıkları artırılır hem de güzel bir renk kazandırılmış olunacaktır.

## KAYNAKLAR

- Adams R.P., Mc Daniel C.A., Carter F.L., Termiticial activities in the heartwood, bark/sapwood and leaves of *juniperus* species from the United States, *Biochemical Systematics and Ecology*, 16 (1988) 453-456.
- Adegeye A.O., Ogunsanwo O.Y., Olajuyigbe S.O., Antifungal activities of heart wood extract of teak *Tectona grandis* against two white rots in woods of *Gmelina arborea* and *Triplochiton scleroxylon*, *Academic Journal of Plant Sciences*, 2 (4) (2009) 279-285.
- Ali A.A., Phytochemical study of *Limonium axillare* (Forssk.) Kize, *Bulltein of Faculty of Pharmacy*, 29 (3) (1991) 59-62.
- Akyüz M., Şahin A., Gerçek V., *Doğu ladini (Picea orientalis L.) kabuklarında tanen miktarının saptanmasına ilişkin araştırmalar*, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No:197, Trabzon, (2004).
- Anderson A. B., The influence of extractives on tree properties. I. California redwood (*Sequoia sempervirens*), *Wood Science Journal* 8 (1961) 14-34.
- Anke H., Roland W., Weber S., White-rots, chlorine and the environment-a tale of many twists, *Mycologist*, 20 (3) (2006) 83-89.
- Anonim, [http://en.silvateam.com\\_products-services\\_leather\\_vegetable-extracts\\_quebracho-extracts\\_pk\\_campaign\\_home\\_page](http://en.silvateam.com_products-services_leather_vegetable-extracts_quebracho-extracts_pk_campaign_home_page) (Erişim Tarihi: 12 Kasım 2011).
- Anonim, <http://www.angelfire.com/nc/conally/hazard.html> (Erişim Tarihi: 14 Kasım 2011).
- Anşin R., Özkan Z.C., *Tohumlu Bitkiler Odunsu Taksonlar*, KTÜ Orman Fakültesi, Genel Yayın No:167, OF Yayın No:19, Trabzon, (1993) 512.
- Ashish S., Paine M.S., Perryman P.B., Yang L., Yin H.L., Krueger J.K., Global structure changes associated with Ca<sup>2+</sup> activation of full-length human plasma gelsolin, *The Journal of Biological Chemistry*, 282 (35) (2007) 25884–25892.

- AWPA P5, Standart for waterborne preservatives, American Wood Preservatives Association (1991).
- AWPA P8, Standart for oil-borne preservatives, American Wood Preservatives Association (1991).
- Aydın İ., Çolakoğlu G., Odun yüzeylerinde pürüzlülük ve pürüzlülük ölçüm yöntemleri *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi* 4 (1) (2003)
- Baytop T., *Türkiye’de Bitkiler İle Tedavi*, İstanbul (1999).
- Behr E.A., Behr C.T., Wilson L.F., Influence of wood hardness on feeding by the Eastern subterranean termite, *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 65 (1972) 457-460.
- Berkel A., Saatçioğlu F., Acatay G., ve Huş S., *Türkiye’de mazi meşesi (Quercus infectoria)’nden elde edilen mazi üzerine araştırmalar*. İstanbul Üniversitesi Yayınlarından No. 1077, Orman Fakültesi, No. 96, İstanbul, (1964) 84.
- Berkel A., *Ağaç Malzeme Teknolojisi*, İkinci cilt, İ.Ü. Yayınları No: 1745/183, İstanbul, (1972).
- Bernardis A.C., and Popof O., Durability of *Pinus elliottii* wood impregnated with quebracho Colorado (*Schinopsis balansae*) bio-protectives extracts and CCA. *Maderas - Ciencia y tecnologia*, 11 (2)(2009) 107-115.
- BS EN 117, Wood preservatives. determination of toxic values against reticulitermes species (european termites) (laboratory method), (2005)
- Bisanda E.T.N., Gola W.O., Tesha J.V., Characterization of tannin resin blends for particle board applications, *Cement Concrete Composite*, 25 (2003) 593–598.
- Buchanan M.A., *Extraneous Components of Wood*. In: Browning, B.L. (Ed.) *The Chemistry of Wood*, The Institute of Paper Chemistry, Appleton, Wisconsin, (1975) New York.
- Bhat K.T., Singh B., Sharma O., Microbial degradation of tannins-acurrent perspective, *Biodegradation*, 9 (5) (1998) 343-357.
- Bowyer J.L., Shmulsky R., Haygreen J.G., *Forest products and wood science: An Introduction* (4th edition), Iowa State Press, (2003) 554.

- Bozkurt Y., Göker Y., *Orman Ürünlerinden Faydalanma*, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 3402, O.F. Yayın No: 379, İstanbul, (1981) 448.
- Bozkurt Y., Erdin N., *Ağaç Malzemenin Korunması ve Önemi*, Ahşap Malzemenin Korunması Semineri, MPM Yayınları:338, Ankara, (1985) 6-19.
- Bozkurt Y., *Odun Anatomisi*, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 3652, Orman Fak. Yayın No: 415, İstanbul, (1992) 298.
- Bozkurt A.Y., Göker Y., Erdin N., *Emprenye Tekniği*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No 3779, O.F. Yayın No 425, (1993) 429.
- Bozkurt Y., Erdin N., Ünlügil H., *Odun Patolojisi*, İstanbul Üniversitesi Yayın No:3878, (1995) 432.
- Bozkurt A.,Y., Erdin N., *İğne Yapraklı ve Yapraklı Ağaç Odunlarında Tanım Özellikleri (Odun anatomisi II)*, İÜ Orman Fak., Ü. Yay. No:3907, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No:6, İstanbul, (1995) 300.
- Browning B.L., *The Chemistry of Wood*, Hathway D.E., The Condensed Tannins, New York, USA, (1975), 191-228.
- Bureau of Indian Standards, *Draft Indian standard*, Specification for wattle extract (First Revision of is 6199) Ics 59.140.10, (2008).
- Carter F.L., Camargo C.R.R., Testing antitermitic properties of Brazilian woods and their extracts, *Wood Fiber Science*, 15 (1983) 350- 357.
- Chang S.T., Wu J.H., Wang S.Y., Kang P.L., Yang N.S., Shyur L.F., Antioxidant activity of extracts from *Acacia confusa* bark and heartwood. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 49 (2001) 3420–3424.
- Chen K., Ohmura W., Doi S., Aoyama M., Termite feeding deterrent from Japanese larch wood, *Bioresource Technology* 95 (2004) 609-636.
- Clément J.L., Bagnère A. G., Uva P., Wilfert L., Quintana A., Reinhard J., Dronnet S., Biosystematics of *Reticulitermes* termites in Europe: Morphology, chemical and molecular data, *Insectes Sociaux*, 48 (2001) 202-215.
- Civelek H.S., Çolak A.M., Effects of some plant extracts and bensultap on *Trichoferus griseus* (Coleoptera: Cerambycidae), *World Journal of Agricultural Sciences*, 4 (6) (2008) 721-725.

- Clausen C.A., Yang V., Protecting wood from mould, decay, and termites with multi-component biocide systems, *International Biodeterioration and Biodegradation*, 59 (1) (2007) 20-24.
- Coleman R., Yang V., Woodward B., Lebow P., Clausen C., Efficacy of fatty acid chemistry: candidate mold and decay fungicides, *American Wood Protection Association*, 106 (2010) 287-297.
- Çakır A., Mavi A., Yıldırım A., Duru M.E., Harmandar M., Kazaz C., Isolation and characterization of antioxidant phenolic compounds from the aerial parts of *Hypericum hyssopifolium* L. by activity-guided fractionation, *Journal of Ethnopharmacology*, 87 (2003) 73-83.
- David J.F., Malet N., Couteaux M.M., Roy J., Feeding rates of the woodlouse *Armadillidium vulgare* on herb litters produced at two levels of atmospheric CO<sub>2</sub>. *Oecologia*, 127 (2001), 343–349.
- David N., Hon S., Shiraishin N., *Wood and Cellulosic Chemistry*, Second edition, published by Marcel Dekker, USA, (2001).
- De Bruyne T., Pieters L., Witvrouw M., De Clercq E., Vanden Berghe D., Vlietinck A.J., Biological evaluation of proanthocyanidin dimmers and related polyphenols, *Journal of Natural Products*, 62 (1999) 954–958.
- Dığrak M., Alma M.H., İlçim A., Şen S., Antibacterial and antifungal effects of various commercial plant extracts, *Pharmaceutical Biology*, 37 (3) (1999) 216-220.
- Dirol D., Scalbert A., Improvement of wood decay resistance by tannin impregnation, *The International Research Group on Wood Preservation*, IRG/WP/2380, Japan, (1991).
- Dorado J., Van Beek T., Claassen F., Sierra-Alvarez R., Degradation of lipophilic wood extractive constituents in *Pinus sylvestris* by the white rot fungi *Bjerkandera* sp. and *Trametes versicolor*, *Wood Science and Technology*, 35 (1-2) (2001) 117–125.
- Eaton R.A., Hale M.D.C., *Wood Decay, Pests and Protection*, First Edition, published by Chapman & Hall, (1993).
- Eggleton P., Global patterns of termite diversity. In: Termites, evolution, sociality, symbioses, ecology, ed. T. Abe, Bignell, D. E., and Higashi, Dordrecht, M., Kluwer Academic Publishers, (2000) 25–51

- Enoki A., Tanaka H., Itakura S., *In Wood Deterioration and Preservation: Advances in Our Changing World*, American Chemical Society Series, Oxford University Press, (2003) 140-153.
- Erikson K.E., Kirk T.K., Biopulping, biobleaching and treatment of kraft bleaching effluents with white-rot fungi, *Comprehensive Biotechnology*, 4 (1985) 271–294.
- Erten, P., *Ağaç Tel Direk ve Çit Kazıklarının Pratik Yöntemlerle Emprenye Edilme Olanakları*, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi No:36, Ankara, (1980)
- Erten P., *Ahsap Malzemenin Korunmasında Yararlanılan Başlıca Teknikler*, Ahsap Malzemenin Korunması, Milli Produktivite Merkezi Yayınları:338, Ankara, (1988) 127–135.
- Fennema O.R., *Food Chemistry* (3rd ed.), New York: Marcel Dekker, (1996) 780-782.
- Ferreira E. C., Nogueira A. R. A., Vanillin-condensed tannin study using flow injection spectrometry, *Talanta*, 51 (2000) 1–6.
- Fettkother R., Reddy G. V. P., Noldt U., Dettner K., Effect of host and larval frass volatiles on behavioural response of the old house borer, *Hylotrupes bajulus* (L.) (Coleoptera: Cerambycidae), in a wind tunnel bioassay, *Chemoecology* 10 (2000) 1–10.
- Fink T.J., *Chemical hazards of woodworking*, Fine Woodworking, (1990) 58-63.
- Freeman M.H., Shupe T.F., Vlosky R.P., Barnes H.M., Past, present, and future of the wood preservation industry, *Forest Product Journal*, 53(10) (2003) 8-15.
- Freitag M., Morrell J.J., Bruce A., Biological protection of wood: Status and prospects, *Biodeterioration Abstracts*, 5 (1) (1991) 1-13.
- Gershenzon J., Croteau R., Terpenoids, in G. A. Rosenthal and M. R. Berenbaum (eds.). *Herbivores: Their Interactions with Secondary Plant Metabolites*, 2nd ed. Academic Press, Orlando, Florida, (1991) 165–219
- Ghosh S.C., Militz H., Mai C., Decay resistance of treated wood with functionalised commercial silicones, *BioResources*, 3 (3) (2008) 1303-1314.
- Goel G., Puniya A.K., Aguilar C.N., Singh K., Interaction of gut microflora with tannins in feed, *Naturwissenschaften*, 92 (11) (2005) 497–503.



- Goodell B., Qian Y., Jellison J., Fungal decay of wood: Soft rot-brown rot- white rot, *American Chemical Society Symposium*, 982 (2008) 9-31.
- Göktaş O., Mammadov R., Duru M., Baysal E., Çolak A., Özen E., Çeşitli ağaç ve otsu bitki ekstraktlarından çevre ile uyumlu doğal renklendirici ve koruyucu ağaç üstyüzey işlem boyaalarının geliştirilmesi ve renk değerlerinin belirlenmesi. *Ekoloji*, 15 (60) (2006) 16-23.
- Goktas O., Mammadov R., Duru E.M., Ozen E., Colak M. A.. Application of extracts from the poisonous plant, *Nerium Oleander* L., as a wood preservative. *African Journal of Biotechnology*, 6 (17) (2007) 2000-2003.
- Guerra D.J., Cothren J.T., Phillips J.R., Influence of selected phenolic compounds on development of bollworm (Lepidoptera: Noctuidae), *Journal of Economic Entomology*, 83(5) (1990) 2115-2118.
- Gülçin İ., Büyükokuroğlu M.E., Oktay M., Küfrevioğlu Ö.İ., Antioxidant and analgesic activities of turpentine of *Pinus nigra* Arn. *Subsp. pallsiana* (Lamb.) Holmboe, *Journal of Ethnopharmacology*, 86 (2003) 51-58.
- Grace J.K., Yamamoto R.T., Natural Resistance of Alaska-cedar, redwood, and teak to Formosan subterranean termites, *Forest Products Journal*, 44 (3) (1994) 41-45.
- Hafizoglu H., *Ağaç malzeme Emprenye Teknigi* Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon, (1986).
- Hagerman A.E., Butler G.L., Protein precipitation method for the quantitative determination of tannins, *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 26 (4) (1978) 809-812.
- Hagerman A.E., *Tannin Chemistry*, Department of chemistry and biochemistry, Miami University, USA, (2002).
- Hamimgway R.W., *Structural variations in proanthocyanidins and their derivates, Chemistry and Significance of tannins* (R.W. Hemingway and J.J. Karchesy. Eds.=. 83-107, Plenum Pres, New York, (1989).
- Harju A.M., Venäläinen M., Anttonen S., Viitanen H., Kainulainen P., Saranpää P., Vapaavuori E., Chemical factors affecting the brown-rot decay resistance of Scots pine heartwood, *Trees*, 17 (3) (2003) 263–268.

- Hashemi S. K.H., Latibari A.J., Evaluation and identification of walnut heartwood extractives for protection of poplar wood, *BioResources* 6 (1) (2011) 59-69.
- Haslam E., *Chemistry of vegetable tanins*, Academic Press, London and New York, (1966) 91-100.
- Haslam, E., Tanner R., Spectrophotometric assay of tannase, *Phytochemistry*, 90(1970) 2305-2309.
- Haslam E., Plant polyphenols (syn. vegetable tannins) and chemical defence a reappraisal, *Journal of Chemical Ecology*, 14 (1988) 1789-1805.
- Haslberger H., Fengel D., Larvae development of the house longhorn beetle in pinewood treated with different beechwood extracts, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 49 (1991) 229-234.
- Hatakka A., Lundell T., Jeffries T., Preface, recent advances in lignin biodegradation, *Enzyme Microbial Technology*, 30 (4) (2002) 423-424.
- Haupt M., Leithoff H., Meier D., Richter H., Faix O., Heartwood extractives and natural durability of plantation-grown teakwood (*Tectona grandis* L.) a case study, *Holz als Roh- undWerkstoff* 61 (2003) 473–474.
- Hirasawa M., Takada K., Multiple effects of green tea catechin on the antifungal activity of antimycotics against *Candida albicans*, *Journal Antimicrobial Chemotherapy*, 53 (2004) 225–229.
- Holm C., Ekblom P., *The significance of the house longhorn beetle as a destroyer of buildings and its control*, The State Institute for Technical Research, Series III—Building, pp. 1–44, Helsinki, (1958).
- Huş S., *Orman Mahsulleri Kimyası*, İÜ Orman Fakültesi, İÜ Yayın No:1451, OF Yayın No:150, İstanbul, (1969) 195.
- Hutchins R.A., Evaluation of the natural antitermitic properties of aleurites fordii (tung tree) extracts, *Journal of the Mississippi Academy of Science*, 42 (3) (1997) 165-172.
- Ichihara Y., Yamaji K., Effect of light conditions on resistance of current-year *Fagus crenata* seedlings against fungal pathogens causing damping-off in natural Beech forest: Fungus isolation and histological and chemical resistance, *Journal of Chemical. Ecology* 35 (2009) 1077–1085.

- Isman M.B., Duffey S.S., Toxicity of tomato phenolic compounds to the fruitworm, *Heliothis zea*, *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 31(4) (1982) 370-376.
- Jembere B., Getahun D., Negash M., Sevoum E., Toxicity of Birbira (*Milletia ferruginea*) seed crude extracts to some insect pests as compared to other botanical and synthetic insecticides. *11th NAPRECA (Natural Products and Drug Delivery) Symposium Book of Proceeding*, Astanarivo, Madagascar, (2005) 88-96.
- Jones S.C., *Subterranean termites*, In R. E. Gold and S. C. Jones [eds.], *Handbook of Household and Structural Insect Pests*, Entomological Society of America, (2000) 119-124.
- JWPS-TW P.1, Laboratory Test Method to Evaluate Effectiveness of Termiticides for Pressure Treatment and Performance requirements of the Treated Materials. *Japan Wood Preserving Association*, (2001).
- Kambhampati S. and Eggleton P., Phylogenetics and taxonomy. In, Abe, T., Bignell, D. E., Higashi, M. (eds). *Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology* Dordrecht: *Kluwer Academic Publishing* (2000) 1-23.
- Kartal S.N., Kakitani T., Imamura Y., Bioremediation of CCA-C treated wood by *Aspergillus niger* fermentation, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 62 (2004a) 64–68.
- Kartal S.N., Münir E., Kakitani T., Imamura Y., Bioremediation of CCA-treated wood by brown-rot fungi *Fomitopsis palustris*, *Coniophora puteana* and *Laetiporus sulphureus*, *Journal of Wood Science*, 50 (2004b) 182–188.
- Kartal N.S., Hwang W.J., Imamura Y., Sekine Y., Effect of essential oil compounds and plant extracts on decay and termite resistance of wood, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 64 (2006) 455–461.
- Kartal S.N., Kantay R., Emprenye maddelerinin piknik masaları ve çocuk oyun alanı elemanlarında kullanımı, *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 56 (2) (2006) 43-51.
- Kawamura F., Antifungal activities of extracts from heartwood, sapwood and bark of 11 Malaysian timbers against *Gloeohyllum trabeum* and *Pycnoporus sanguineus*. *J. Trop. For. Sci.*, 22 (2010) 170–174.
- Kayacık H., *Special Systematic of Forest and Park Trees*, İstanbul University, Faculty of Forestry Publication No: 2766/287, İstanbul, (1981) 224.

- Kaygın A.T., *Endüstriyel Odun Zararlıları*, Nobel Yayın No:1082, Ankara, (2007).
- Kazemi S.M., Hosseinzadeh A., Rezaei M.B., The effect of woody and non woody plants extractives on microbial resistance of non-durable species, *Journal of Agricultural Sciences and natural resources*, 13 (2) (2006)183-193.
- Kedlaya K.J., Chemistry and thechnology of vegetable tannins, *Leather Science*, 18 (1971) 75-87.
- Kennedy M.J., Drysdale J.A., Brown J., Efficiacy of some extractives from pinus heartwood for protection of pinus radiata sapwood against biodeterioration, *International Research Group Wood Preservation*, IRG-WP- 95-30072, (1995) 10.
- Khan A.J., Zouba A.A., Seapy D.G., *Antifungal activity from leaves of acacia nilotica against Pythium aphanidermatum*, Agriculture Sciences, Sultan Qaboos University, College of Agriculture, Pub Num: 130895, (1996) 7-11.
- Khanbabaee K., Van Ree T., Tannins: Classification and definition, *Natural Product Reports*, 18 (2001) 641–649.
- Kim D.K., Park J.D, Kim S.G, Kuk H., Jamg M.S, Kim S.S., Screening of some crude plant extracts for their acaricidal and insecticidal efficacies, *Journal of Asia- Pacific Entomology* 8 (2005) 93-100.
- Kio N.D.P., Insecticidal activity of fatty acid constituents of fixed vegetable oils against *Callosobruchus maculatus* (F.) on cowpea, *Pesticide Science*, 30 (3) (1990) 295-302.
- Kirk T.K., Tien M., Faison B.D., Biochemistry of the oxidation of lignin by *Phanerochaete chrysosporium*, *Biothechnology Avdances*, 2 (2) (1984) 183-199.
- Kishino M., Ohi H., Yamaguchi A., Characteristics of methanol extractives from Chengal wood and their antifungal properties, *Mokuzai Gakkaishi*, 41 (1995) 444-447.
- Kolk A., Starzyk J.R., *The Atlas of Forest Insect Pests*, The Polish Forest Research Institute, Multico Warszawa, (1996) 705.
- Kreibich R.E., *Tannin-Based Wood Adhesives*, In: Hemingway, R. W. and Karchesy, J. J. (eds.). Chemistry and significance of condensed tannins, Plenum Pubi. Co. New York, (1989) 457-476.

- Lainé L.V., Wright D.J., The life cycle of *Reticulitermes* spp. (Isoptera: Rhinotermitidae): what do we know, *Bulletin of Entomological Research*, 93 (4) (2003) 267-278.
- Langenheim J. H., Higher plant terpenoids: a phytocentric overview of their ecological roles, *Journal of Chemical Ecology*, 20 (1994) 1223-1280.
- Lin C.Y., Wu C.L., Chang S.T., Evaluating the potency of cinnamaldehyde as a natural wood preservative, *International Research Group Wood Preservation*, IRG/WP 07-30444, Sweden, (2007).
- Lopez-Rios G.F., *Fitoquímica*, (1st Edn). pp. 13, Universidad Autonoma de Chapingo, Estado de Mexico, (1984).
- Lotz R.W. Wood preservation systems including halogenated tannin extracts, *US Patent*, Patent No: 5270083, (1993).
- Lotz R.W., Hollaway D.F., Wood preservation, *US Patent*, Patent No: 4732817, (1988).
- Makkar H.P.S., Protein precipitation methods for quantitation of tannins: A review, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37 (1989) 1197-1202.
- Makkar H.P.S., Becker K., Isolation and properties of tannins from leaves of some trees and shrubs, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42 (1994) 731-734.
- Makkar H.P.S., Aregheore E.M., Becker K., Effect of saponins and plant extracts containing saponins on the recovery of ammonia during urea-ammoniation of wheat straw and fermentation kinetics of the treated straw, *Journal of Agricultural Science*. 132 (1999) 313-321.
- Mallikarjuna N., Kranthi K.R., Jadhav D.R., Kranthi S., Chandra S., Influence of foliar chemical compounds on the development of *Spodoptera litura* in interspecific derivatives of groundnut. *Journal Appl. Entomology*, 128 (2004) 321-328.
- Manzoor F., Pervez M., Adeyemi M.M.H., Malik S.A., Effects of Three Plant Extracts on the Repellency, Toxicity and Tunneling of Subterranean Termite *Heterotermes Indicola* (Wasmann) *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, (7) (2011) 107-114.
- Martinez-Inigo M.J., Immerzeel P., Gutierrez A., del Rio J.C., Sierra-Alvarez R., Biodegradability of extractives in sapwood and heartwood from scots pine by sapstain and white-rot fungi, *Holzforschung*, 53 (1999) 247-252.

- Matamala G., Smeltzer W., Droguett G., Comparison of steel anticorrosive protection formulated with natural tannins extracted from acacia and from pine bark, *Corrosion Science*, 42 (8) (2000) 1351–1362.
- Merev N., *Odun Anatomisi ve Odun Tanımı*, KTÜ Yayınları, (2003)
- Michael A.K., *Using treated wood around the garden*, Center for Environmental Toxicology, Michigan State University, USA (1998).
- Mi-Yea S., Tae-Hun K., Nak-ju S., Antioxidants and free radical scavenging activity of *Phellinus baumii* (*Phallinus of Hymenochaetaceae*), *Food Chemistry*, 82 (2003) 593-597.
- Moore H.B., *Wood-inhabiting insects in houses: Their identification, biology, prevention and control*, USDA Forest Service and Department of Housing and Urban Development, (1979) 133.
- Minussi R.C., Rossi M., Bologna L., Cordi L., Rotilio D., Pastore G.M., Duran N., Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines, *Food Chemistry*, 82 (2003) 409–416.
- Mourant D., Yang D.Q., Lu X., Roy C., Decay resistance of PF-pyrolytic oil resin-treated wood, *Forest Product Journal*, 57 (5) (2007) 30-35.
- Mueller-Harvey I., Analysis of hydrolysable tannins: a review, *Animal Feed, Science and Technology* 91 (2001) 3–20.
- Nerg A.M., Hejari J., Noldt U., Viitanen H., Vuorinen M., Kainulainen P., Holopainen J.K., Significance of wood terpenoids in the resistance of scots pine provenances against the old house borer, *Hylotrupes bajulus*, and brown-rot fungus, *Coniophora puteana*, *Journal of Chemical Ecology*, 30 ( 1) (2004).
- Nguyen T. T. H., Li S., Li J., Fixation of a Water-borne Copper Preservative in Wood by a Rosin Sizing Agent, *Proceedings of the 55th International Convention of Society of Wood Science and Technology*, Beijing, CHINA, August 27-31, (2012).
- Nicholas D.D., *Wood Deterioration and Its Prevention by Preservative Treatments*, Volume II, Preservatives and Preservative systems, Syracuse University Press., New York, (1973).

- Nzokou P., Kamdem D.P., Evaluation of extractives from African Padauk (*Pterocarpus soyauxii* Taub.) for protection of non decay resistant species, *International Research Group Wood Preservation*, IRG/WP 02-10419, U.K. (2002).
- Olteanu M., Research on wood preservation by tanning materials extracted from chestnut, spruce and fir trees, *Revista Padurilor*, 112 (4) (1997) 5.
- Özacar M., A., Study on the use of tannins, obtained from oak acorns (valonia), as natural polyelectrolyte in water treatment, *Ph.D. Thesis*, Sakarya University, Science Technology Institute, Sakarya, (1997).
- Özdemir H., Endüstride önemli ibreli ağaç kabuklarında tanen üretimi ve üretilen tanenlerin lif levhada tutkal olarak değerlendirilmesi, *Doktora Tezi*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2010).
- Özgünay H., Meşe palamutu ekstraktı ve valeksin deri sanayinde kullanılabilirliğinin artırılması üzerine araştırmalar, *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, (2000).
- Öztiğ F., *Faydalı Bitkiler*, 2. Baskı, İ.Ü. Yayınları, Şirketi Mürebbiye Basımevi, İstanbul, (1971).
- Pardini O.R., Amalvy J.I., Di Sarli A.R., Romagnoli R., Vetere V.F., Formulation and testing of a waterborne primer containing chesnut tanin, *Journal of Coating and Technology*, 73 (2001) 99-106.
- Pérez M.,García M., Blustein G., Stupak M., Tannin and tannate from the quebracho tree: an eco-friendly alternative for controlling marine biofouling, *Biofouling*, 23 (3) (2007) 151- 159
- Pizzi A., *Wood adhesives-chemistry and technology*, Marcel Dekker Inc. (1983).
- Pizzi A., *Wood-Bark Extracts as Adhesive and Preservatives*, Forest Products Biotechnology, Edited by Alan Bruce and John W. Palfreyman, Taylor and Francis Ltd. UK, (1988) 167-195.
- Plateaux L., Clément J.L., La spéciation récente des termites *Reticulitermes* du complexe *lucifugus*, *Revue de la Faculté de Science de Tunis* 3 (1984) 179-206.
- Pohl C.H., Koch L.F., Thibaine V.S., Antifungal free fatty acids, In: *Science against microbial pathogens: Communicating current research and technological advance*, ed A. Méndez-Vilas (Ed.), Formatex, (2011).

- Porter L.J., *Flavans and proanthocyanidins*, Pages 23-56 in *The Flavanoids* J.B. Harborne ed., Chapman and Hall, London, (1994)
- Ragon K.W., Nicholas D.D., Schultz T.P., Termite- Resistant Heartwood: The effect of the Non-Biocidal Antioxidant Properties of the Extractives (Isoptera: Rhinotermitidae), *Sociobiology* 52 (1) 2008.
- Ralston A. W., Barrett J.P., Hopkins E.W., The insecticidal properties of some fatty acid derivatives, *Journal of Oil and Fat Industries*, 8 (1) (2012) 11-13.
- Richardson B.A., *Wood Preservation*, The Construction Press, Lancaster, England, (1978).
- Rihakova Z., Plocková M., Milada Filip V., Smidkral J., Antifungal activity of lauric acid derivatives against *Aspergillus niger*, *European Food Research and Technology*, 213 (2001) 488–490.
- Roux D.G., Ferreira D., Botha J.J., Structural considerations in predicting the utilization of tannins, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28 (1980) 216–222.
- Roux D.G., *Reflections on the chemistry and affinities of the major commercial condensed tannins in the context of their industrial use*, In: R.W. Hemingway and P.E. Laks, Editors, *Plant Polyphenols*, Plenum Press, New York, USA, (1992) 7–39.
- Rubanza C.D.K., Shem M.N., Otsyina R., Bakengesa S.S., Ichinohe T., Fujihara T., Polyphenolics and tannins effect on in vitro digestibility of selected acacia species leaves, *Animal Feed Science and Technology*, 119 (2005) 129–142.
- Rudman R., Gay F.J., The cause of natural durability in timber. *Holzforschung*, 15 (1961) 117-120.
- Ruiz-Martínez J.J., Ascacio1 A., Rodríguez R., Morales D., Aguilar C.N., Phytochemical screening of extracts from some Mexican plants used in traditional medicine, *Journal of Medicinal Plants Research*, 5 (13) (2011) 2791-2797.
- Sarıbaş M., *Türkiye'nin Euro-Siberien (Euxine) Bölgesinde Doğal Olarak Yetişen Kavakların Morfolojik (Dış Morfolojik, İç Morfolojik ve Palinolojik) Özellikleri Üzerine Araştırmalar*, Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No.148, İzmit, (1989) 152.



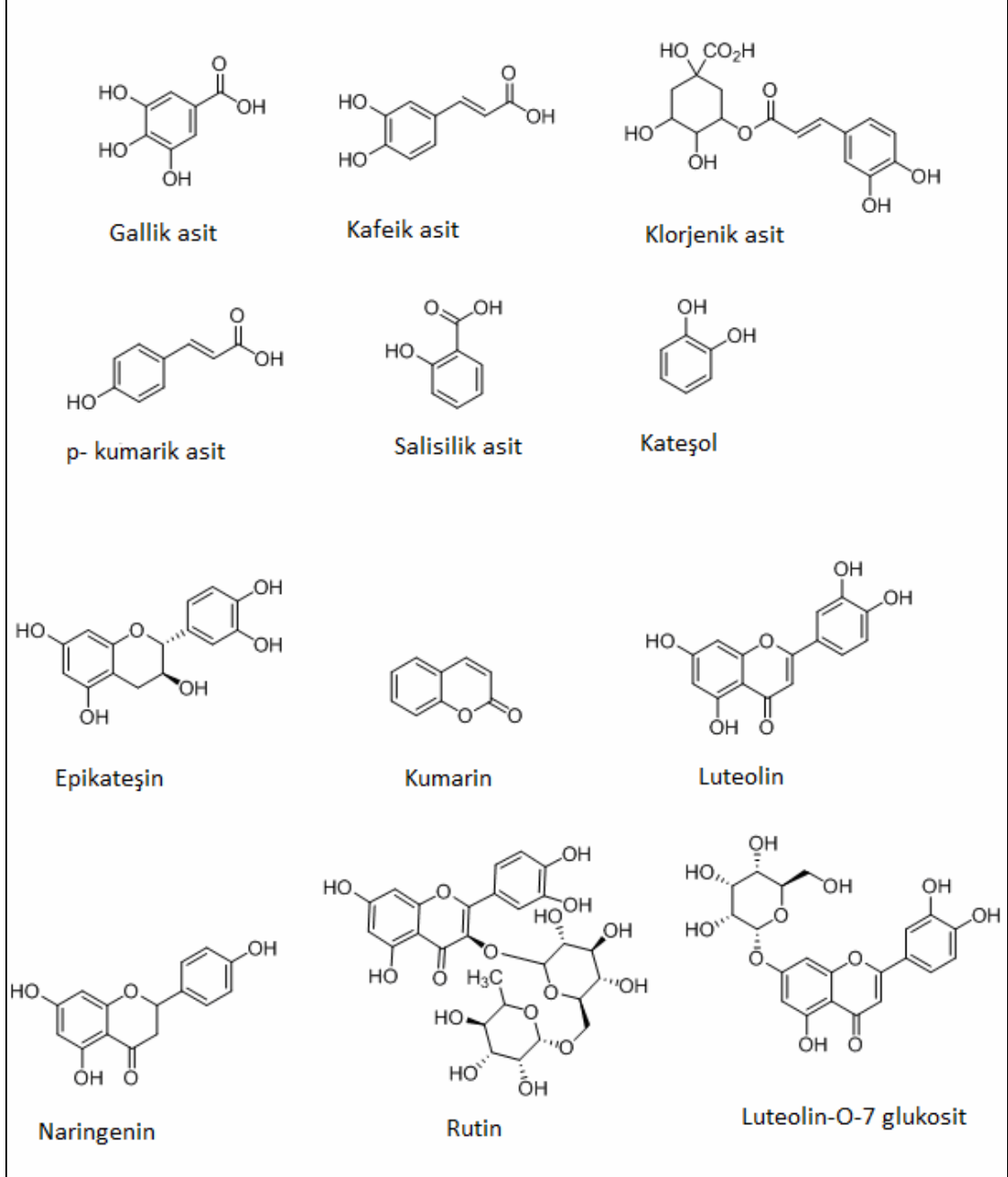
- Sato T., Ose Y., Nagase H., Kito H., Mechanism of antimutagenicity of aquatic plant extracts against benzo(a)pyrene in the Salmonella assay, *Mutation Research*, 241 (1990) 283-290.
- Sajap A.S., Sahri M.H., Responses to wood and wood extractives of *Noebalanocarpus heimii* and *Shorea ovalis* by the drywood termite, *Cryptotermes cynocephalus* (Isoptera: Kalotermitidae), *The Malaysian Forester*, 6 (3) (1983) 28-31.
- Scalbert A., Antimicrobial properties of tannin, *Phytochem*, 30 (1991) 3875-3883.
- Scheffer T. C., Cowling E. B., Natural resistance of wood to microbial deterioration, *Annual Review of Phytopathology*, 4 (1966) 147-170.
- Schofield P., Mbugua D.M., Pell A.N., Analysis of condensed tannins: A review, *Animal Feed Science and Technology*, 91 (2001) 21-40.
- Schirp A., Wolcott M.P., Influence of fungal decay and moisture adsorption on mechanical properties of extruded wood-plastic composites, *Wood and Fiber Science*, 37 (4) (2005) 643- 653.
- Silanikove N., Perevoltsky A., Provenza F.D., Use of tannin-binding chemicals to assay for tannins and their negative postingestive effects in ruminants, *Animal Feed Science and Technology*, 91 (2001) 69-81.
- Silva C.A., Monteiro M.B.B., Brazolin S., Lopez G.A.C., Richter A., Braga M.R., Biodeterioration of Brazil wood *Caesalpinia echinata* Lam. (*Leguminosae-Caesalpinioideae*) by rot fungi and termites, *International Biodeterioration and Biodegradation*, 60, (2007) 285–292.
- Simmonds M.S., Flavonoid-insect interactions: Recent advances in our knowledge, *Phytochemistry*, 64 (1) (2003) 21-30.
- Sivrikaya, H., Diri ve öz odunun emprenye edilebilirliği ve dayanım özellikleri, *Doktora Tezi*, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, (2003).
- Smith A.L., Campbell C.L., Walker D.B., Hanover J.W., Extracts from black locust as wood preservatives: Extraction of decay resistance from black locust heartwood, *Holzforshung*, 43 (5) (1989) 293-296.
- SPSS, Statistical Analysis Progame, (2010)
- Sokanovskii B., *Plant protection*, Leningrad, 6 (3-4) (1929) 521-526.

- Steiner P.R., *Tannins as specialty chemicals: An overview*, In chemistry and significance of condensed tannins, eds R. W. Hemingway and J. J. Karchesy, Plenum Press, New York, (1989) 517-523.
- Stirling R., Daniels C.R., Clark J.E., Morris P.I., Methods for determining the role of extracts in the natural durability of western red cedar heartwood, *The International Research Group on Wood Preservation*, IRG/WP 07-20356, Sweden, (2007).
- Su N.Y., Scheffrahn R. H., *Termites as pests of buildings*, In T. Abe, D. E. Bignell, and M. Higashi [eds.], Termites: evolution, sociality, symbiosis, ecology, Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, (2000) 437-453.
- Şen S., Bitki fenollerinin odun koruma etkinliklerinin belirlenmesi, *Doktora Tezi*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, (2001).
- Şen S., Hafizoğlu H., Kanat M., bazı bitkisel ekstraktların ve tanenlerin insektisit olarak odun koruyucu etkilerinin araştırılması, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5 (1) (2002) 86-98.
- Şen S., Yalçın M., Hizmet ömrünü tamamlamış emprenyeli ahşap malzemenin çevresel tehditleri ve geri dönüşüm prosesleri, *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 5 (1) (2009) 91-106.
- Tanaka Y., Sasaki N., Ohmiya A., Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains and carotenoids, *The Plant Journal*, 54 (2008) 733-749.
- Terzi E., Köse C., ve Kartal S. N., Preliminary evaluation of efficacy of copper in combination with boron and NHA (N'-N-(1,8-naphthyl) hydroxylamine) against wood decay», in *The International Research Group on Wood Protection, 39th Annual Meeting*, İstanbul, 2008.
- Tırak K., Doğal olarak odun koruyucu özelliklere sahip bitkisel ekstraktların ve tanenlerin tutunma özelliklerinin artırılması, *Yüksek lisans tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, (2006).
- Tomova L., Braun S., Flu ckiger W., The effect of nitrogen fertilization on fungistatic phenolic compounds in roots of Beech (*Fagus sylvatica*) and Norway spruce (*Picea abies*). *Forest Pathology*, 35 (2005) 262-276.
- Toptaş A., *Deri Teknolojisi*, İstanbul Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, İstanbul, (1993) 846.

- Toshiaki U., *Chemistry of Extractives*. In: "*Wood and cellulosic chemistry*". Ed Marcel Dekker, Inc. New York, (2001) 213-241.
- Treutter D., Significance of flavonoids in plant resistance: a review, *Environmental Chemistry Letters* 4, (2006) 147-157.
- TS 4176, Odunun fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin tayini için homojen meşcerelerden numune ağacı ve laboratuvar numunesi alınması, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (1984).
- TS 5563 EN 113, Ahşap koruyucular-agar ortamında odunu tahrip eden basidiomisetlere karşı zehirlilik değerlerinin tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (1996).
- TS 5564 EN 47, Ahşap koruyucular-emprenye maddelerinin ev teke böceği larvalarına karşı zehirlilik değerlerinin tayini (laboratuvar metodu), *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (1996).
- TS 5565 EN 22, Ahşap koruyucular-emprenye maddelerinin ev teke böceği larvalarına karşı mücadele etkisinin tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (1996).
- TS 5723, Ahşap koruma-emprenye maddesi nüfuz derinliğinin tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (1988).
- Turner P., Conradie D., The chemical analysis and biological evaluation of wood extractives as potential timber preservatives, *The International Research Group on Wood Preservation*, IRG/WP 95-30090, (1995).
- Tümsek M., Emprenye maddeleri ile ilgili standart test metodları ve Türkiye’de emprenye maddeleri üretimi, *Yüksek Lisans Tezi*, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, (1987).
- Veluri R., Weir T. L., Bais H. P., Stermitz F. R., Vivanco J. M., Phytotoxic and antimicrobial activities of catechin derivatives, *Journal of Agriculture. Food chemistry*, 52 (2004) 1077-1082.
- Walters D., Raynor L., Mitchell A., Walker R., Walker K., Antifungal activities of four fatty acids against plant pathogenic fungi, *Mycopathologia*, 157 (2004) 87–90.
- Wan H., Wang X.M., Yang D.Q., Utilizing eastern white cedar to improve the resistance of strand boards to mold and decay fungi, *Forest Product Journal*, 57 (3) (2007) 54-59.

- Winandy J.E., Morrell J.J., Relationship between incipient decay, strength, and chemical composition of Douglas-fir heartwood, *Wood Fiber Science*, 25, (1993) 278-288.
- Windeisen E., Wegener G., Lesnino G., Schumacher P., Investigation of the correlation between extractives content and natural durability in 20 cultivated larch trees, *Holz als Roh- Werkst*, 60 (5) (2002) 373-374.
- Yaltırık F., *Dendroloji Ders Kitabı, Gymnospermae (Açık Tohumlular)*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. No 3443, O.F. Yayın No.386, İstanbul, (1993).
- Yaltırık F., Efe A., *Dendroloji ders kitabı, Gymnospermae- Angiospermae*, İÜ. Yay. No:3836, Fak Yay. No:431, İstanbul, (1994) 382.
- Yamaguchi H., Chemically modified tannin and tanin-copper complexes as preservatives for wood, *The International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 01-30271*, (2001).
- Yamaguchi H., Yoshino K., Kido A., Termite resistance and wood-penetrability of chemically modified tannin and tannin-copper complexes as wood preservatives, *Journal of Wood Science*, 48 (4) (2002) 331-337.
- Yamaji K., Ichihara Y. The role of catechin and epicatechin in chemical defense against damping-off fungi of current-year *Fagus crenata* seedlings in natural forest, *Forest Pathology*,. 42 (2012) 1-7.
- Yamamoto M., Nakatsuka H., Otani H., Kohmoto K., Nishimura, S., (+)-Catechin acts as an infection-inhibiting factor in strawberry leaf, *Phytopathology*, 90 (2000) 595-600.
- Yang D.Q., Wan H., Wang X.M., Biotechnology to improve mold, stain and decay resistance of OSB, *Canadian Forest Service Final Report*, No. 31, FPInnovations-Forintek, Quebec-Canada, (2005) 75.
- Yazaki, Y., Hillis, W.E., Components of the extractives from *Callitris columellaris* F. Muell, heartwood which affect termites. *Holz[orschung* 31 (1977) 188-191.
- Yen T.B., Chang H.T., Hsieh C.C., Chang S.T., Antifungal properties of ethanolic extract and its active compounds from *Calocedrus macrolepis* var. *formosana* (Florin) heartwood, *Bioresource Technology*, 99 (11) (2008) 4871-4877.

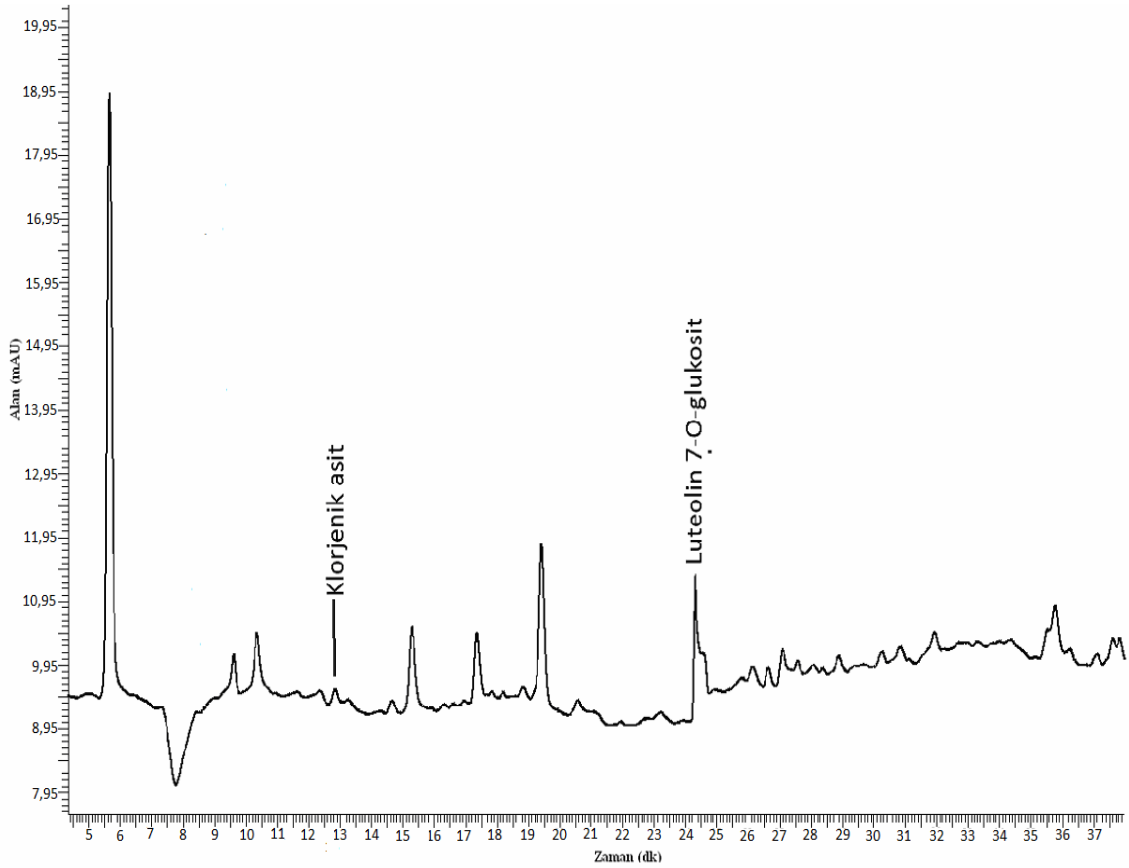
## EKLER



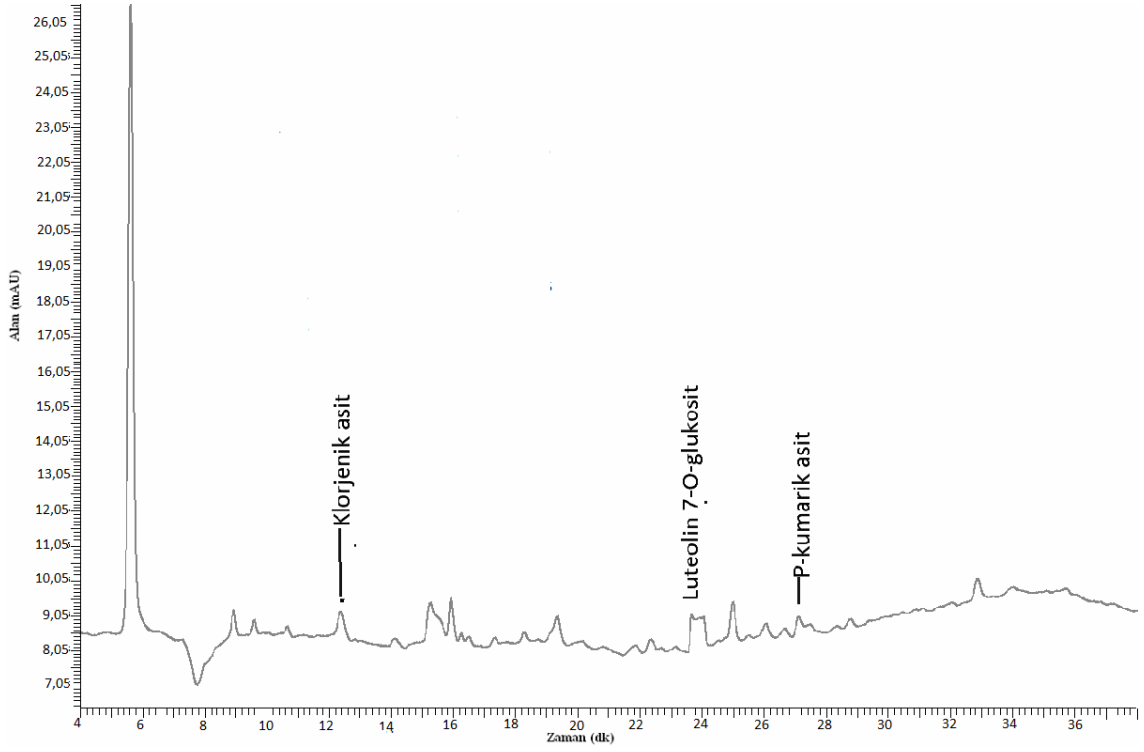
**Ek Şekil 1.** HPLC analizi sonucu ekstraktlarda ve odun numunelerinde tespit edilen bileşikler.

**Ek Çizelge 1.** Ağaç türlerinin diklorometan:metanol (1:1) çözünürlüğüne ait HPLC sonuçları.

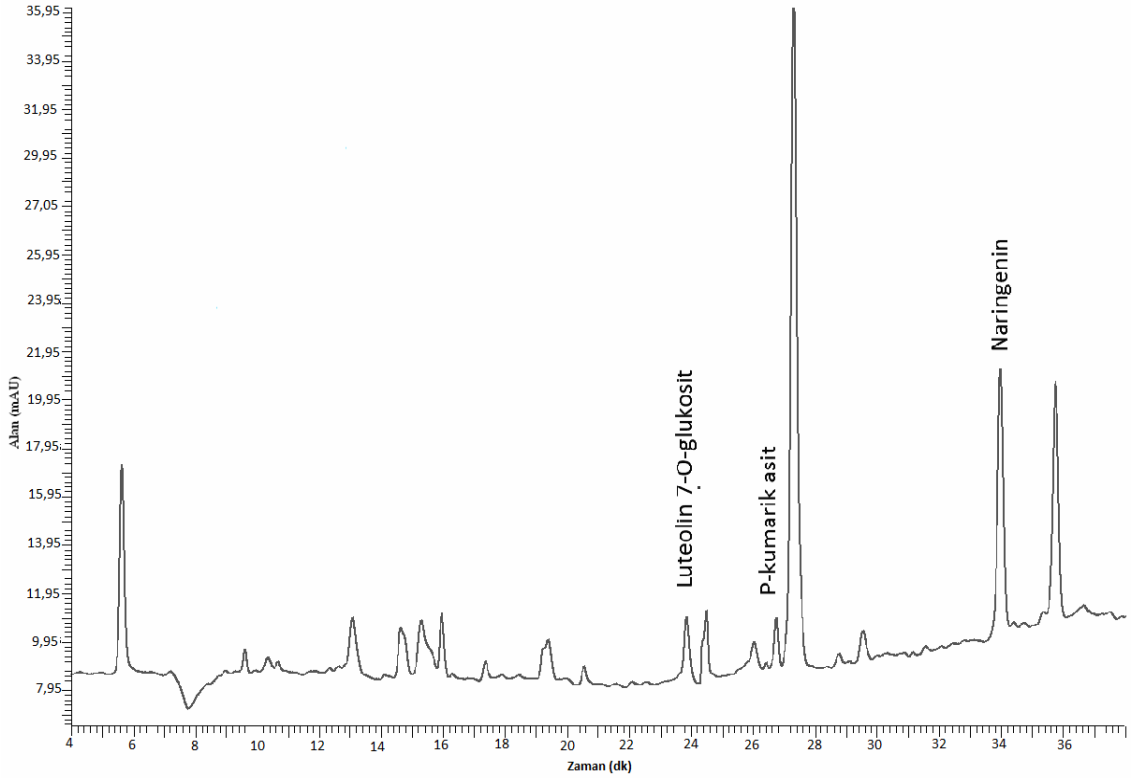
Bileşikler	Sarıçam (g/kg)	Kayın (g/kg)	Kavak (g/kg)
Gallik asit	-	-	-
Klorjenik asit	0,085	0,307	-
Kateşol	-	-	-
Kafeik asit	-	0,068	0,081
Epikateşin	-	-	-
P-kumarik asit	-	0,021	0,022
Rutin	-	-	-
Luteolin 7-o-glukosit	0,03	0,028	0,029
Salisilik asit	-	-	-
Quersetin	-	-	-
t-sinamik asit	0,005	-	-
Naringenin	-	-	0,136
Luteolin	0,022	0,0081	0,013
Kumarin	-	0,004	0,030



**Ek Şekil 2.** Sarıçam odun örneğine ait kromotogram.



**Ek Şekil 3.** Kayın odun örneğine ait kromotogram.

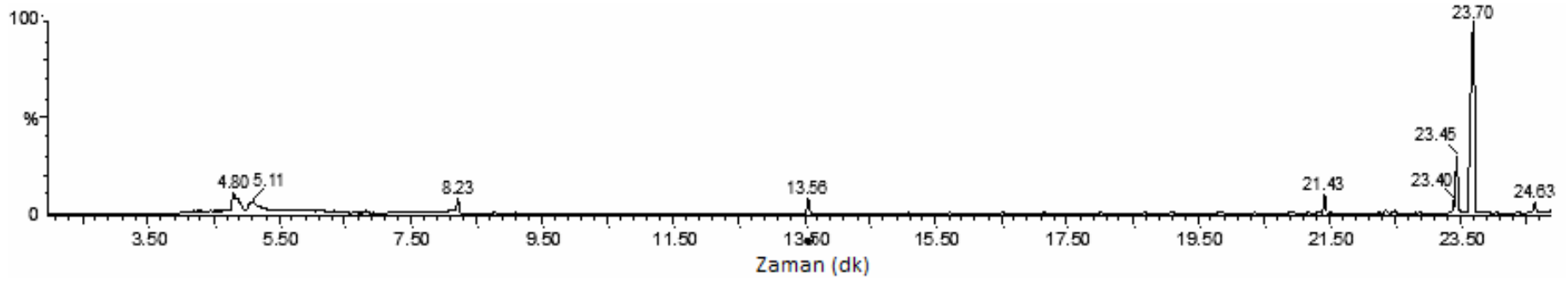


**Ek Şekil 4.** Kavak odun örneğine ait kromotogram.

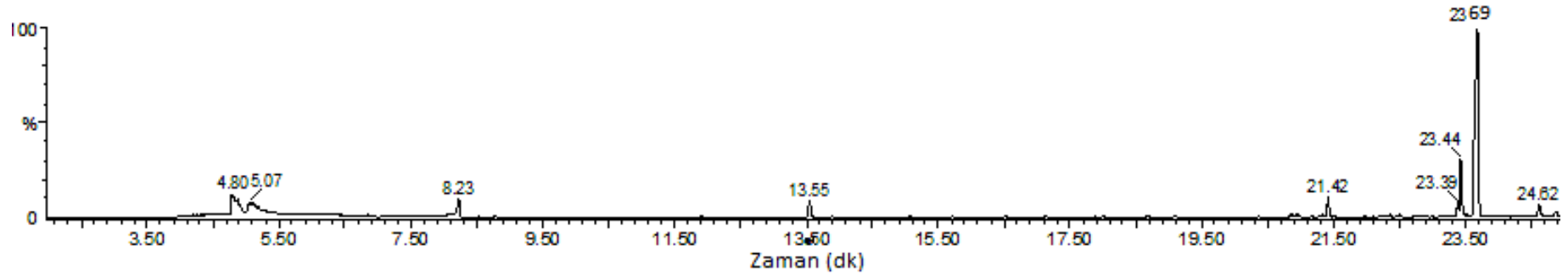
**Ek Çizelge 2.** Hegzanda çözünen ekstraktif bileşenlerine ait GS-MS sonuçları.

Ekstraktif madde	Bileşikler	Alınma Süresi (dak.)	% Alan
Mimoza	Nonan	9,78	3,00
	Dodekan	14,75	5,25
	2-dekanal	14,84	4,38
	9,12octadekadienoik asit metil ester	15,14	8,93
	pentadekanol	18,69	1,64
	9,12,15octadekatridienoik asit metil ester	18,83	1,38
	9,12octadekarienoylklorit	19,99	8,79
	metil 9.10 epoksiyoktadekanat	20,48	9,84
	metil 6-cis.9cis.11-trans-oktadesatrienoat	20,65	3,78
	Oleik asit	20,96	2,16
	cis-11 eiosenoik asid metil ester	21,12	7,93
	Octadeconoik asit-10 oxo metil ester	21,22	1,81
	eicosenoik asit, metil ester	21,79	6,21
	9-octadekanamide	22,88	1,50
	Kebrako	Nonan	9,77
2-heptenal		10,75	1,53
nonanal		13,25	1,32
dodekan		14,73	11,19
2-dekanal		15,71	2,27
2.4dodekadial		16,43	2,56
2.4dodekadial		16,52	2,71
2-undekenal		17,14	2,61
pentadekanol		18,55	1,46
pentedeken1-ol		18,65	5,69
1-dodekanol-3,7,11 trimetil		21,49	4,39
Pineks	nonan	9,77	2,90
	2-heptenal	10,75	1,40
	dodekan	14,74	4,43
	9,12octadekadienoik asit metil ester	15,13	20,96
	2-dekanal	15,40	1,25
	pentadekanol	18,68	1,65
	9.12oktadekadienoil klorit	19,99	8,21
	metil 9.10 epoksioktadekanoate	20,48	9,52
	metil 6-cis.9cis.11-trans-oktadesatrienoate	20,63	3,89
	Cis-11 eikosenoik asit metil ester	21,14	7,36
eikosenoik asit, metil ester	21,79	6,53	

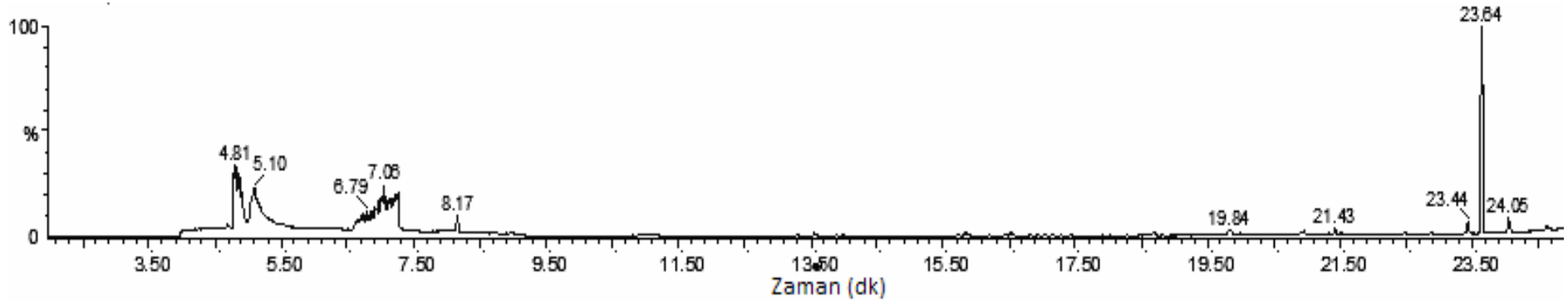




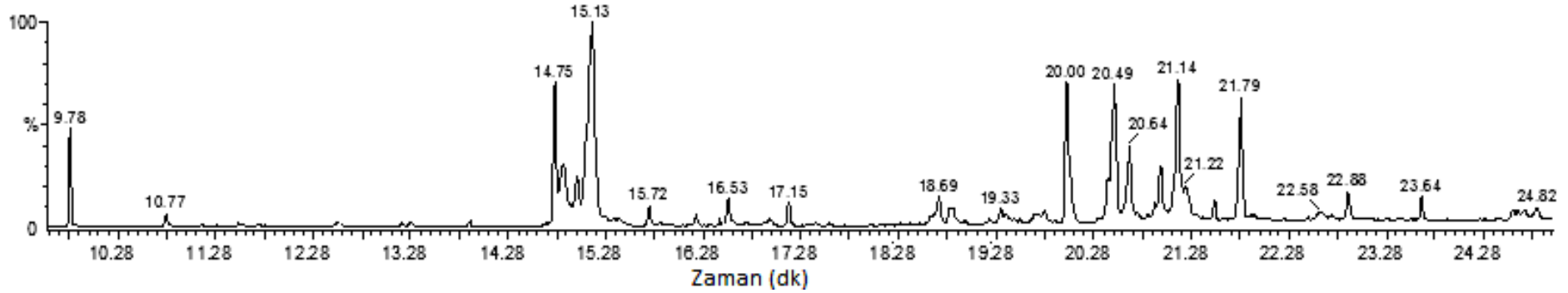
**Ek Şekil 5.** Metanolde çözünen mimoza ekstraktına ait kromotogram (GC-MS).



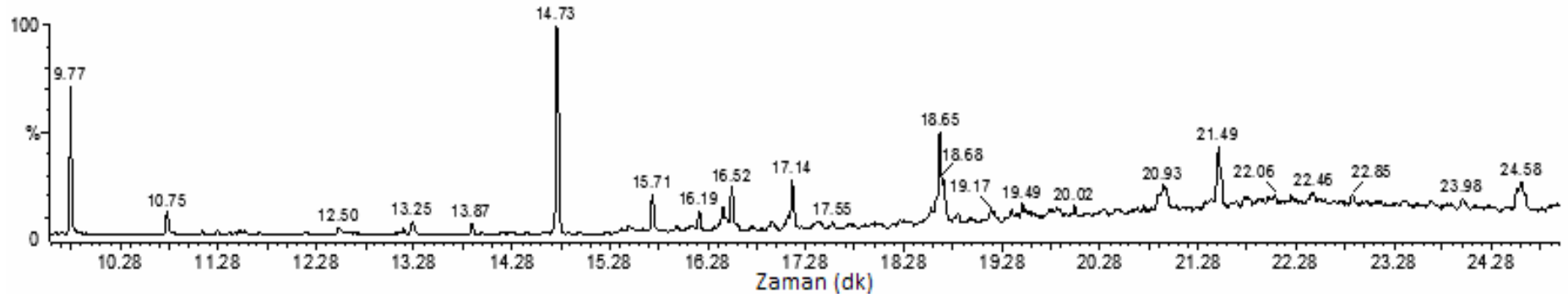
**Ek Şekil 6.** Metanolde çözünen kebrako ekstraktına ait kromotogram (GC-MS).



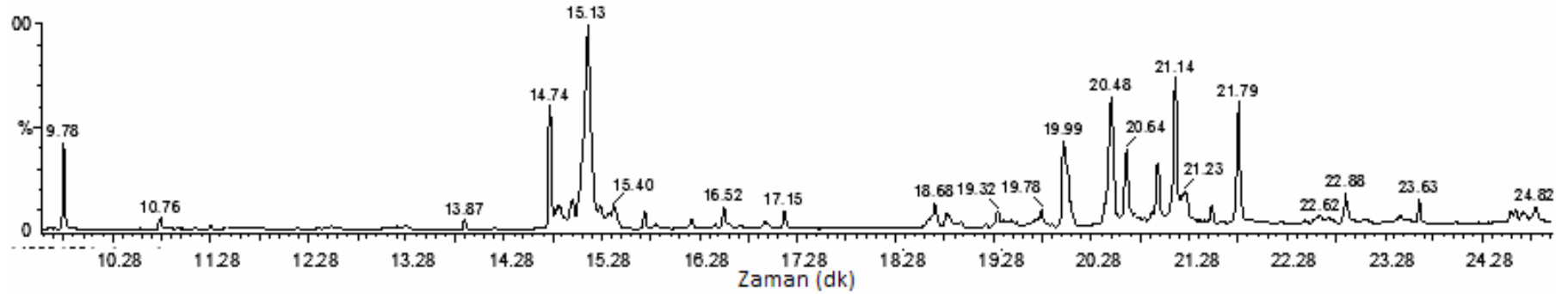
Ek Şekil 7. Metanolde çözünen pineks ekstraktına ait kromotogram (GC-MS).



Ek Şekil 8. Hegzanda çözünen mimoza ekstraktına ait kromotogram (GC-MS).



Ek Şekil 9. Hegzanda çözünen kebrako ekstraktına ait kromotogram (GC-MS).



Ek Şekil 10. Hegzanda çözünen pineks ekstraktına ait kromotogram (GC-MS).

## ÖZGEÇMİŞ

### *Kişisel Bilgiler*

Soyadı, adı : YALÇIN, Mesut  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 20.06.1985 Şenkaya  
Telefon : 0 (380) 542 11 37  
Faks : 0 (380) 542 11 36  
e-mail : [mesutyalcin@duzce.edu.tr](mailto:mesutyalcin@duzce.edu.tr)

### *Eğitim*

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	Düzce Üniversitesi / O. E. M. Bölümü	2007
Lisans	Karadeniz Teknik Üniversitesi / O. E. M. Bölümü	2003
Lise	Oltu Lisesi	1999

### *İş Deneyimi*

Yıl	Yer	Görev
2008-Halen	Düzce Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

### **Yabancı Dil**

İngilizce

### **Yayımlar**

1. Taşçıoğlu C., **Yalçın M.**, Franco T., Sivrikaya H., Termiticidal Properties of Some Wood And Bark Extracts Used As Wood Preservatives, *BioResources.*, 7(3) (2012) 2960-2969.
2. Var A.A., **Yalçın M.**, Şen S. and Taşçıoğlu C., Antifungal Activity of Geothermal Fluids From Different Regions of Turkey, *BioResources*, 7(3) (2012) 4226-4236.
3. Şen S., **Yalçın M.**, Meşe Palamudu (*Quercus ithaburensis* Decne subsp macrolepis) Atıklarının *Pleurotus ostreatus* Üretiminde Kullanımı, *Ekoloji*, 20 (78) (2011) 60-65.

4. Sen S., Sivrikaya H., **Yalçın M.**, Bakır A. K., Öztürk B., Fouling and boring organisms that deteriorate various European and tropical woods at Turkish seas *African Journal of Biotechnology*, 9 (17) (2010) 2566-2573.
5. Şen S., **Yalçın M.**, Activity of Commercial Still Waters from Volatile Oils Production, *Maderas Ciencia y tecnología*, 12 (2) (2010) 127-133.
6. Sen S., Sivrikaya H., **Yalçın M.**, Natural durability of heartwoods from European and tropical Africa trees exposed to marine conditions, *African Journal of Biotechnology*, 8 (2009) 4425-4432.
7. Taşcioğlu C., **Yalçın M.**, Tufan M., Akçay Ç., Bazı Yerli Ağaç Türü Diri Odunlarının *Coptotermes formosanus* Termitine Karşı Doğal Dayanıklılığı, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 13(2) (2012) 201-209.
8. Şen S., **Yalçın M.**, Çeşitli Koruyucu Maddeler ile Emprenye Edilmiş Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Odununda Deniz Şartlarında Oluşan Ağırlık Kayıplarının İncelenmesi, *D.Ü. Ormancılık Dergisi*, 5(2) (2010) 1-11.
9. Şen S., **Yalçın M.**, Hizmet Ömrünü Tamamlamış Emprenyeli Ağaç Malzemenin Çevresel Tehditleri ve Geri Dönüşüm Prosesleri, *D.Ü. Ormancılık Dergisi*, 5 (1) (2009)1306- 2182
10. Şen S., **Yalçın M.**, Dünya ve Türkiye’de kültür mantarcılığı ve geliştirilmesi, *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 3 1208-1216 (2010).
11. Şen S., **Yalçın M.**, Türkiye Denizlerinde Bazı Tropik Ve Yerli Ağaç Türlerinde Oluşan Tahribatın İncelenmesi, *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 4 1631-1638 (2010).
12. Şen S., **Yalçın M.**, Denizlerimizdeki Ahşap Zararlısı Organizmalar Ve Tahribatları, *Aksaray Üniversitesi Ekoloji sempozyumu* 5-8 Mayıs (2010)
13. Şen S., Sivrikaya H., **Yalçın M.**, Natural Durability of Some Heartwood from European and Tropical African Trees against Marine Organisms, IRG-WP 09-10682 (2009)
14. **Yalçın M.**, Arslan A., Farklı Rakımlardan Alınan Titrek Kavak (*Populus tremula* L.) Ağaçlarının Emprenye ve Bazı Mekaniksel Değerlerinin İncelenmesi, *VI. Ulusal Orman Fakültesi Öğrenci kongresi*, 8-9 Mayıs (2009).