T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

BALIKESİR ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ ORMANLARINDA KIZILÇAMLARDA (*PINUS BRUTIA* TEN.) ZARAR YAPAN SCOLYTINAE (COLEOPTERA-CURCULIONIDAE) TÜRLERİ ve BUNLARLA İLİŞKİLİ FUNGUSLAR

Sabiha ACER

DANIŞMAN
Prof. Dr. Zeynel ARSLANGÜNDOĞDU

II. DANIŞMAN
Prof. Dr. Asko Tapio LEHTIJÄRVI

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Orman Entomolojisi ve Koruma Programı

İSTANBUL-2020

Bu çalışma, 31.08.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Entomolojisi ve Koruma Programında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof. Dr. Zeynel ARSLANGÜNDOĞDU(Danışman)
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Orman Fakültesi

Prof. Dr. Nuray ÖZER
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Ziraat Fakültesi

Prof. Dr. Hatice Tuğba DOĞMUŞ LEHTIJÄRVI
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Orman Fakültesi

Doç. Dr. Erdem HIZAL
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Orman Fakültesi

Doç. Dr. Meriç KUMBAŞLI
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Ziraat Fakültesi

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa'nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 30163 numaralı projesi ile desteklenmiştir..

ÖNSÖZ

"Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü Ormanlarında Kızılçamlarda (*Pinus brutia* Ten.) Zarar Yapan Scolytinae (Coleoptera – Curculionidae) Türleri ve Bunlarla İlişkili Funguslar" başlıklı bu çalışma İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Entomolojisi ve Koruma Programı'nda Dokotra Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu tez çalışması dünyada oldukça uzun bir süredir üzerinde araştırmalar yapılan ancak ülkemizde henüz gerekli ilgiye ulaşamamış bir konuya, kabuk böceklerinin funguslarla olan ilişkisine odaklanmış bir araştırmadır. Ülkemizde bir başlangıç niteliğinde olan bu çalışmada arazide, laboratuvar çalışmalarında ve tezin uygun bir şekilde ortaya konulmasında desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Zeynel ARSLANGÜNDOĞDU'ya şükranlarımı sunarım. Bu konuyu seçmeye teşvik eden, yol gösteren ve laboratuvarlarını açan komite üyesi hocam Prof. Dr. Hatice Tuğba DOĞMUŞ LEHTIJÄRVI'ye ve kıymetli görüşleriyle destek olan komite üyesi hocam Prof. Dr. Nuray ÖZER'e en derin saygılarımla teşekkür ederim. Ayrıca II. Danışmanım Prof. Dr. Asko Tapio LEHTIJÄRVI'ye değerli katkıları için teşekkür ederim.

Arazi ve laboratuvar çalışmaları sırasında varlığını daima hissettiren, kabuk böceklerinin teşhisinde ve preparasyonunda bilgi ve becerisini esirgemeyen çok kıymetli hocam Doç. Dr. Erdem HIZAL'a teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışması sırasında arazi ve ofis çalışmalarında desteğini gördüğüm değerli hocam Doç. Dr. Meriç KUMBAŞLI'ya içtenlikle teşekkür ederim. Moleküler çalışmalar sırasında yardımlarını esirgemeyen kıymetli arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Gülden ADAY KAYA'ya teşekkür ederim. Araştırma alanın haritalarının hazırlanmasında yardımını gördüğüm değerli meslektaşım Dr. Öğr. Üyesi Vedat BEŞKARDEŞ'e teşekkür ederim.

Araştırma alanında lojistik destek veren Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü'ne teşekkürü bir borç bilirim. Arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen değerli büyüğüm Orman Yüksek Mühendisi Mustafa BAYDEMİR'e samimiyetle teşekkür ederim. Patojenisite çalışmalarının gerçekleşmesine olanak sağlayan İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü'ne teşekkür ederim. Laboratuvar olanaklarını kullanmam için kapılarını açan İ.Ü. – C. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, Silvikültür Anabilim Dalı Başkanlığı'na teşekkürü borç bilirim.

Bu süreçte gösterdikleri anlayış için sevgili eşime, çocuklarıma, beni bu günlere getiren aneneme ve babama, her zaman destek veren kardeşlerime sonsuz sevgi, saygı ve şükranlarımı sunarım.

Ağustos 2020 Sabiha ACER

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **iv**
İÇİNDEKİLER ..... **v**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **viii**
TABLO LİSTESİ ..... **xi**
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **xiii**
ÖZET ..... **xiv**
SUMMARY ..... **xvi**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL KISIMLAR **6**
2.1. KIZILÇAM (*PINUS BRUTIA* TEN.) 6
2.1.1. Kızılçamda Zarar Yapan Scolytinae Türleri 7
2.2. SCOLYTINAE (KABUK BÖCEKLERİ) 10
2.3. FUNGUSLAR 15
2.4. SCOLYTINAE – FUNGUS SİMBİYOZU 17
2.4.1. Scoltyinae Ekolojisinde Scolytinae – Fungi Simbiyozunun Yeri 17
2.4.2. Scolytinae – Fungi Simbiyozunda Funguslar 19
2.4.2.1. Mayalar 20
2.4.2.2. Basidiomycota 21
2.4.2.3. Ascomycota 21
2.4.2.4. Anamorfik Funguslar 23
2.4.3. Fungusların Scolytinae Türleri Tarafından Taşınması 24
2.4.4. Batı Palearktik'te *Pinus* spp. – Scolytinae – Ophisotomatoid Fungi İlişkisi 26
2.4.5. Ophiostomatoid Fungusların Patojenisite ve Virulansı 34
3. MALZEME VE YÖNTEM **37**
3.1. MALZEME 37
3.1.1. Araştırma Alanı 37
3.1.1.1. İklim 38
3.1.1.2. Bitki Örtüsü 39
3.1.1.3. Topoğrafik Özellikleri 40

3.1.1.4. Toprak Yapısı 42
3.1.2. Kullanılan Malzemeler 43
3.1.2.1. Arazide Kullanılan Malzemeler 43
3.1.2.2. Laboratuvarda Kullanılan Malzemeler 44
3.2. YÖNTEM 44
3.2.1. Arazi Örnekleme Çalışmaları 44
3.2.2. Scolytinae Türleri ile Fungusların İzolasyonu ve Teşhisi 47
3.2.2.1. Scolytinae Türlerinin Preparasyonu ve Tanısı 48
3.2.2.2. Fungusların İzolasyonu ve Morfolojik Tanısı 49
3.2.2.3. Fungusların Moleküler Tanılama Çalışmaları 50
3.2.3. Kızılçam Dalları Üzerinde Patojenisite Çalışması 53
3.2.4. İstatistik Analizler 54
3.2.4.1. Oran ve Bolluk Dağılımı 54
3.2.4.2. Patojenisite İçin Kullanılan İstatistik Analizler 54
4. BULGULAR 55
4.1. BALIKESİR ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ ORMANLARINDA KIZILÇAMLARDA (*PINUS BRUTIA* TEN.) BELİRLENEN SCOLYTINAE TÜRLERİ MORFOLOJİK TANISI 55
4.1.1. *Crypturgus cinereus* (Herbst) 55
4.1.2. *Crypturgus hispidulus* Thomson 56
4.1.3. *Crypturgus numidicus* Ferrari 57
4.1.4. *Crypturgus pusillus* (Gyllenhal) 57
4.1.5. *Hylastes angustatus* (Herbst) 58
4.1.6. *Hylastes linearis* Erichson 59
4.1.7. *Hylastes opacus* Erichson 60
4.1.8. *Ips sexdentatus* (Boerner) 60
4.1.9. *Orthotomicus erosus* (Wollaston) 61
4.1.10. *Orthotomicus longicollis* (Gyllenhal) 62
4.1.11. *Pityogenes bidentatus* (Herbst) 63
4.1.12. *Pityogenes calcaratus* (Eichhoff) 63
4.1.13. *Pityogenes pennidens* (Reitter) 64
4.1.14. *Carphoborus henscheli* Reitter 65
4.1.15. *Hylurgus ligniperda* (Fabricius) 66
4.1.16. *Hylurgus micklitzi* Wachtl 66
4.1.17. *Tomicus destruens* (Wollaston) 67

4.1.18. *Tomicus minor* (Hartig) 68
4.1.19. *Tomicus piniperda* (Linnaeus) 69
4.1.20. *Xyleborinus saxesenii* (Ratzeburg) 69
4.1.21. *Xyleborus eurygraphus* (Ratzeburg) 70
4.2. SCOLYTINAE TÜRLERİNİN ARAŞTIRMA ALANINDA ELDE EDİLME ORANLARI VE BOLLUKLARI 71
4.3. BALIKESİR ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ ORMANLARINDA KIZILÇAMLARDA (*PINUS BRUTIA* TEN.) TESPİT EDİLEN SCOLYTINAE TÜRLERİ İLE İLİŞKİLİ FUNGUSLARIN MORFOLOJİK VE MOLEKÜLER TANISI 77
4.3.1. Ophiostomatoid Türler 78
4.3.1.1. *Ophiostoma ips* (Rumbold) Nannf. in Melin & Nannfeldt 78
4.3.1.2. *Ophiostoma rectangulosporium* Ohtaka, Masuya & Yamaoka 81
4.3.1.3. *Leptographium wingfieldii* M. Morelet 82
4.3.2. Diğer Fungus Türleri 85
4.3.2.1. *Boeremia exigua* (Desm.) Aveskamp, Gruyter & Verkley 85
4.3.2.2. *Trichoderma* sp. Pers. 87
4.3.2.3. *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. 89
4.3.2.4. *Sistotrema brinkmannii* (Bres.) J. Erikss. 91
4.4. FUNGUS TÜRLERİNİN ARAŞTIRMA ALANINDA ELDE EDİLME ORANLARI VE BOLLUKLARI 93
4.5. PATOJENİSİTE ÇALIŞMALARI 98
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 102
KAYNAKLAR 120
ÖZGEÇMİŞ 152

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1: Araştırmanın aşamaları. 37

Şekil 3.2: Araştırma alanı. 38

Şekil 3.3: 2014 yılı Şubat – Ekim ayları arası sıcaklık ve nem ortalamaları. 39

Şekil 3.4: Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü ormanları kızılçam meşcere haritası ve belirlenen örnekleme noktaları 46

Şekil 3.5: Örnekleme noktasına bırakılan tuzak odunları. 47

Şekil 3.6: Laboratuvar çalışmalarının temel aşamaları. 48

Şekil 3.7: ITS bölgesi ile LSU bölgelerini çoğaltmak için kullanılan primerlerin pozisyoları (O'Donnel, 1993). 51

Şekil 3.8: Kızılçam dalına inokulayon çalışması. 54

Şekil 4.1: *C. cinereus* ergini. 56

Şekil 4.2: *C. hispidulus* ergini. 56

Şekil 4.3: *C. numiducus* ergini. 57

Şekil 4.4: *C. pusillus* ergini. 58

Şekil 4.5: *H. angustatus* ergini. 59

Şekil 4.6: *H. linearis* ergini. 59

Şekil 4.7: *H. opacus* ergini. 60

Şekil 4.8: *I. sexdentatus* ergini. 61

Şekil 4.9: *O. erosus* ergini. 61

Şekil 4.10: *O. longicollis* ergini. 62

Şekil 4.11: *P. bidentatus* ergini. 63

Şekil 4.12: *P. calcaratus* ergini. 64

Şekil 4.13: *P. pennidens* ergini. 64

Şekil 4.14: *C. henscheli* ergini. 65

Şekil 4.15: *H. ligniperda* ergini.....66

Şekil 4.16: *H. micklitzi* ergini.....67

Şekil 4.17: *T. destruens* ergini.....67

Şekil 4.18: *T. minor* ergini. 68

Şekil 4.19: *T. piniperda* ergini. 69

Şekil 4.20: *X. saxesenii* ergini. 70

Şekil 4.21: *X. eurygraphus* ergini. 70

Şekil 4.22: 18 örnekleme noktasında kabuk böceklerinin dağılımı. 73

Şekil 4.23: Alanda 18 örnekleme noktasında Log_{10} (n+1)' e göre Scolytinae türlerinin bolluk grafiği. 76

Şekil 4.24: Araştırmada alanında baskın olduğu belirlenen kabuk böceği türleri. 77

Şekil 4.25: *O. ips* (a) %2'lik MEA'da koloni morfolojisi, (b) askokarp, (c) ostium, (d) askosporlar.....79

Şekil 4.26: CZ27.52 izolatının gen bankası izolatları ile karşılaştırılmasının NJ ağacı gösterimi. 80

Şekil 4.27: *O. rectangulosporium* (a) %2'lik MEA'da koloni morfolojisi, (b) hifler. 81

Şekil 4.28: *L. wingfieldii* (a) %2'lik MEA'da koloni morfolojisi, (b) konidiogen aparatı, (c) konidiler. 83

Şekil 4.29: CZ33.40 izolatının gen bankası izolatları ile karşılaştırılmasının NJağacı gösterimi. 84

Şekil 4.30: *B. exigua* (a) %2'lik MEA'da koloni morfolojisi, (b) piknidyum, (c) konidiler.....86

Şekil 4.31: CZ29.9 izolatının gen bankası izolatları ile karşılaştırılmasının NJ ağacı gösterimi. 87

Şekil 4.32: *Trichoderma* sp.'nin (a) koloni morfolojisi, (b) klamidosporları. 88

Şekil 4.33: CZ30.36 izolatının gen bankası izolatları ile karşılaştırılmasının NJ ağacı gösterimi. 89

Şekil 4.34: *B. bassiana* (a) %2'lik MEA'da koloni morfolojisi, (b) konidiler. 90

Şekil 4.35: CZ22.10 izolatının gen bankası izolatları ile karşılaştırılmasının NJ ağacı gösterimi. 91

Şekil 4.36: *S. brinkmannii* (a) %2'lik MEA'da koloni morfolojisi, (b) klamp bağı, (c) zincir klamidospor. 92

Şekil 4.37: CZ22.20 izolatının gen bankası izolatları ile karşılaştırılmasının NJ ağacı gösterimi. 93

Şekil 4.38: 18 örnekleme noktasında fungus türlerinin dağılımı. 95

Şekil 4.39: Alanda 18 örnekleme noktasında Log_{10} (n+1)' e göre *O. erosus*'dan izole edilen fungus türlerinin bolluğunun dağılımı. 98

Şekil 4.40: Herbir fungus türüne ait izolatların dalda oluşturduğu lezyonlar (a) *O. ips*, (b) *O. rectangulosporium*, (c) *L. wingfieldii*, (d) *Trichoderma* sp., (e) *B. exigua* (f) *S. brinkmannii* 99

Şekil 4.41: İzolatların kızılçam dallarında oluşturdukları lezyon uzunlukları. 101

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Türkiye'de kızılçamda zarar yapan Scolytine türleri. 7

Tablo 2.2: Batı Palearktik Bölgede *Pinus* spp. – Scolytinae – Fungi Birlikleri. 27

Tablo 3.1: Örnekleme noktalarının koordinatları. 45

Tablo 3.2: PCR reaksiyon protokolü ve reaksiyon koşulları. 52

Tablo 3.3: Dala inokulasyon çalışmasında kullanılan fungus türleri ve izolatları. 53

Tablo 4.1: *C. cinereus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları. 56

Tablo 4.2: *C. hispidulus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları. 57

Tablo 4.3: *C numidicus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey ve sayıları.....57

Tablo 4.4: *C. pusillus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları. 58

Tablo 4.5: *H. angustatus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları. 59

Tablo 4.6: *H. linearis*'in örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları. 59

Tablo 4.7: *H. opacus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları. 60

Tablo 4.8: *I. sexdentatus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları. 61

Tablo 4.9: *O. erosus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları. 62

Tablo 4.10: *O. longicollis*'in örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.....62

Tablo 4.11: *P. bidentatus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları. 63

Tablo 4.12: *P. calcaratus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları. 64

Tablo 4.13: *P. pennidens*'in örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.....65

Tablo 4.14: *C. henscheli*'nin örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.....65

Tablo 4.15: *H. ligniperda*'nın örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları. 66

Tablo 4.16: *H. micklitzi*'nin örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları. 67

Tablo 4.17: *T. destruens*'in örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları. 68

Tablo 4.18: *T. minor*'ün örnekleme dönemi ve sayıları. 68

Tablo 4.19: *T. piniperda*'nın örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.....69

Tablo 4.20: *X. saxesenii*'nin örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları. 70

Tablo 4.21: *X. eurygraphus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.....71

Tablo 4.22: Araştırma alanında 18 örnekleme noktasından elde edilen Scoyltinae türleri. 72

Tablo 4.23: *O. erosus*'dan izole edilen *O. ips*'in örnekleme dönemi ve elde edilen izolat sayıları. 80

Tablo 4.24: *O. erosus*'dan izole edilen *O. rectangulosporium*'un örnekleme dönemi ve elde edilen izolat sayıları. 82

Tablo 4.25: *O. erosus*'dan izole edilen *L. wingfieldii*'nin örnekleme dönemi ve elde edilen izolat sayıları.....85

Tablo 4.26: *O. erosus*'dan izole edilen *B. exigua*'nın örnekleme dönemi ve elde edilen izolat sayıları. 87

Tablo 4.27: *O. erosus*'dan izole edilen *Trichoderma* sp.'nin örnekleme dönemi ve elde edilen izolat sayıları.....89

Tablo 4.28: *O. erosus*'dan izole edilen *B. bassiana*'nın örnekleme dönemi ve elde edilen izolat sayıları.....91

Tablo 4.29: *O. erosus*'dan izole edilen *S. brinkmannii*'nin örnekleme dönemi ve elde edilen izolat sayıları.....93

Tablo 4.30: Araştırma alanında 18 örnekleme noktasından elde edilen fungus türleri. 94

Tablo 4.31: Fungusların 20 hafta sonunda ağaç dallarında meydana getirdikleri lezyon uzunlukları. 100

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler **Açıklama**

°C : Santigrad derece
g : Gram
bp : Baz çifti
dk : Dakika
ha : Hektar
lt : Litre
m : Metre
mg : Miligram
ml : Mililitre
mm : Milimetre
mM : Milimolar
NaClO : Sodyum hipoklorit
sn : Saniye
µl : Mikrolitre
% : Yüzde

Kısaltmalar **Açıklama**

CSMA : Cycloheximide Streptomycine Malt Extract Agar
LSU : Ribosomal Large Subunit (Büyük Alt Ünite)
DNA : Deoksiribonükleik Asit
dNTPs : Deoksinükleozit trifosfat
ITS : Internal Transcribed Spacer (İç Transkripsiyon Aralığı)
MEA : Malt Ekstrakt Agar
PCR : Polymerase Chain Reaction (Polimeraz Zincir Reaksiyonu)
rDNA : ribosomal Deoksiribonükleik Asit
sp/spp : species (Tür/Türler)
SPSS : Statistical Package for the Social Sciences (Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı)
ANAFAU : Software para análise faunística (Faunal analiz yazılımı)
BLAST : Basic Local Aligment Search Tool (Temel Yerel Hizalama Aracı)
MEGA : Molecular Evolutionary Genetics Analyses Program (Moleküler Evrimsel Genetik Analiz Programı)
NCBI : National Center for Biotechnology Information (Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi)
NJ : Neighbor – Joining (Komşu – Birleştirme)

ÖZET

DOKTORA TEZİ

BALIKESİR ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ ORMANLARINDA KIZILÇAMLARDA (*Pinus brutia* TEN.) ZARAR YAPAN SCOLYTINAE (COLEOPTERA – CURCULIONIDAE) TÜRLERİ VE BUNLARLA İLİŞKİLİ FUNGUSLAR

Sabiha ACER

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Zeynel ARSLANGÜNDOĞDU

II. Danışman: Prof. Dr. Asko Tapio LEHTIJÄRVI

Pinus cinsinin Türkiye'deki en önemli temsilcilerinden olan kızılçam (*Pinus brutia*) Doğu Akdeniz Bölgesinin bir ağaç türüdür. Dünya üzerinde en geniş yayılışını Türkiye'de Akdeniz sahillerini baştanbaşa kaplayarak yapmaktadır. Kızılçam yaşayan tüm canlılar gibi zararlı ve hastalık etmenlerinin etkisine maruz kalmaktadır. Bir Scolytinae türü olan *Orthotomicus erosus* kızılçamın en tanınmış böcek zararlılarındandır. Kabuk böceklerinin funguslarla ilişkisi ise uzun zamandır bilinmektedir ancak ülkemizde çalışılmış bir konu değildir. Araştırmamız kuzeydeki doğal yayılış alanı olan Çanakkale ve Balıkesir ormanlarında kızılçamda yaşayan Scolytinae türlerini ve bu türlerle ilişkli funguslar hakkındaki bilgileri ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda 18 örnekleme noktasına tuzak odunu bırakılmış ve bunlar düzenli aralıklarla kontrol edilmiştir. Surveylerde tuzak odunlarının kabukları kaldırılarak ergin kabuk böcekleri, larvaları, pupaları ve yolların bulunduğu odun doku örneklenmiştir. Laboratuvara getirilen böcekler klasik yöntemlerle teşhis edilmiştir. Ayrıca erginleri, larvaları, pupaları ve yollarının bulunduğu odun dokudan izole edilen fungus türleri ise klasik ve moleküler yöntemlerle ortaya konulmuştur.

Araştırmamız sonucunda 6 tribeden 21 türe ait 2136 adet kabuk böceği elde edilmiştir. Teşhis çalışmaları sonucunda kabuk böcekleri *Crypturgus cinereus*, *C. hispidulus*, *C. numidicus*, *C. pusillus*, *Hylastes angustatus*, *H. linearis*, *H. opacus*, *Ips sexdentatus*, *O. erosus*, *O. longicollis*, *Pityogenes bidentatus*, *P. calcaratus*, *P. pennidens*, *Carphoborus henscheli*, *Hylurgus*

ligniperda, H. micklitzi, *Tomicus destruens*, *T. minor*, *T. piniperda, Xyleborinus saxesenii*, *Xyleborus eurygraphus* olarak tanımlanmıştır. Araştırma alanında *C. cinereus*, *C. numidicus*, *C. pusillus*, *P. calcaratus*, *C. henscheli*, *X. saxesenii* ve *X. eurygraphus*'un daha önce kaydına rastlanmamıştır. Dominant kabuk böceği türümüz *O. erosus* olup, bu türün yanısıra *P. pennidens* ve *H. angustatus* alanın indikatör türleridir. Balya (1), Kireç (3) ve Gelibolu (16) kabuk böceği bolluğunun en fazla olduğu örnekleme noktalarıdır.

Fungus türleri için 2020 adet araştırma objesi besi ortamlarına alınmıştır. Fungus tanılama en bol elde edilen kabuk böceği türü *O. erosus* üzerinden yapılan 825 adet fungal izolattan oluşturulan gruplardan klasik ve moleküler yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmamız sonucunda Ascomycota'dan *Ophiostoma ips*, O. *rectangulosporium*, *Leptographium wingfieldii*, *Boeremia exigua*, *Trichoderma* sp., *Beauveria bassiana* ve Basidiomycota'dan *Sistotrema brinkmannii* olmak üzere 7 tür belirlenmiştir. *O. ips*, *O. rectangulosporium* ve *L. wingfieldii* ophiostomatoid türler olup her biri ülkemiz için yeni kayıttır. Alanda fungusların bolluğunun en fazla olduğu örnekleme noktaları sırasıyla Kireç (1), Gökçedağ (2) ve Balya (3)'dır. Fungus türleri içinde dominant tür *O. ips*, indikatör türler ise *O. ips* ve *L. wingfieldii* olarak belirlenmiştir. *L. wingfieldii – Tomicus* spp. ilişkisi daha önceki çalışmalardan iyi bilinen bir ilişkidir. Araştırmamız *L. wingfieldii*'nin *O. erosus* üzerinden en yüksek frekansta izolasyonun gerçekleştirildiği çalışmadır.

Alanımızda kabuk böceklerinin ve taşıdıkları fungusların bolluğunun en fazla olduğu örnekleme noktaları Balya ve Kireç'tir. Özellikle bu bölgelerde uygun bir mücadele yönetim planı yapmak bir gerekliliktir.

Teşhisi yapılan fungus türlerinden *B. bassiana* entomopatojen olarak ele alınan türlerden olup kabuk böcekleri ile mücadelede kullanım olanakları değerlendirilmelidir. Tanılanan diğer fungus türleri bitkilerle ilişkilidir. Bunlar kızılçam dalları üzerine inokule edilmiş ve patojenisiteleri araştırılmıştır. Sonuçlar tüm fungus türlerinin kızılçam dallarının diri odunu üzerinde geliştiklerini göstermiştir. Oluşturdukları lezyon büyüklükleri göz önünde bulundurulduğunda araştırmamızın en virulant türü ophiostomatoid bir tür olan *O. ips* iken bunu yine bir ophpiostomatoid tür olan *L. wingfieldii* takip etmektedir. Diğer fungus türlerinin virulant olmadıkları söylenebilir.

Kabuk böceği – fungus simbiyozu dünya literatüründe genişçe ele alınmış bir ilişkidir. Bu tez çalışması ülkemizde kabuk böceklerinin funguslarla ilişkisini ortaya koymaya yönelik olarak yapılmış ilk çalışma niteliğindedir. Bu yönüyle araştırmamızın sonuçlarının kabuk böcekleri ve taşıdığı hastalıklar ile mücadele çalışmalarına katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Ağustos 2020, 170. sayfa.

Anahtar kelimeler: Kızılçam, kabuk böcekleri, funguslar, ophiostomatoid funguslar, patojenler, virulans, entomopatojen fungus.

SUMMARY

Ph.D. THESIS

SCOLYTINAE SPECIES (COLEOPTERA-CURCULIONIDAE) DAMAGING on *Pinus brutia* TEN. AND THEIR ASSOCIATED FUNGI in BALIKESİR REGIONAL DIRECTORATE FORESTS, TURKEY

Sabiha ACER

Istanbul University-Cerrahpasa

Institute of Graduate Studies

Department of Forest Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Zeynel ARSLANGÜNDOĞDU

Co-Supervisor : Prof. Dr. Asko Tapio LEHTIJÄRVI

Turkish red pine (*Pinus brutia*) which is one of the most important representatives of the *Pinus* genus in Turkey is a species of the Eastern Mediterranean Region. It makes the widest dispersal in the world covering throughout the Mediterranean coast in Turkey.

Like all living thigns, Turkish red pine is exposed to the effets of harmful and disease agents. Scolytinae species, especially *Orthotomicus erosus*, are well-known insect pests of Turkish red pine. Bark beetles association with fungi has been known for a long time but it has not been studied in our country. Our research aims to propound the knowledge of Turkish red pine inhabiting - Scolytinae species and their associated fungi in Balıkesir and Çanakkale Region which are the natural distribution area in the north. In this context, the wood traps were left at 18 sampling sites in the area and checked out at regular intervals. In the surveys, the bark was removed from wood traps and adult bark beetles, larvae, pupas, and their galleries were collected. The insects brought to the laboratory were identified by classical methods. The fungi species isolated from the adults, larvae, pupas, and galleries were determined using classical and molecular methods.

Due to our research, 2136 individual bark beetles belonging to 6 tribes and 21 species were obtained. Identification studies showed that Scolytinae species; *Crypturgus cinereus*, C. *hispidulus*, *C. numidicus*, *C. pusillus*, *Hylastes angustatus*, *H. linearis*, *H. opacus*, *Ips sexdentatus*, *O. erosus*, *O. longicollis*, *Pityogenes bidentatus*, *P. calcaratus*, P. *pennidens*, *Carphoborus henscheli*, *Hylurgus ligniperda*, *H. micklitzi*, *Tomicus destruens*, *T. minor*, *T. piniperda*, *Xyleborinus saxesenii*, *Xyleborus eurygraphus* were found. In the research area, *C. cinereus*, *C. numidicus*, *C. pusillus*, *P. calcaratus*, *C. henscheli*, *X. saxesenii* and *X. eurygraphus* have not been previously recorded. Dominant bark beetle species was *O. erosus* and besides this species *P. pennidens* and *H. angustatus* were indicator species of the area. Balya (1), Kireç (3) and Gelibolu (16) were the sampling sites with the highest abundance of bark beetles.

For fungal isolations, 2020 research items were taken into the medium. Fungal identifications were carried out using classical and molecular methods on the groups consisting of 825 fungi isolates obtained from *O. erosus* that the most abundant bark beetle species. Due to our research, 6 fungi species were determined from Ascomycota and 1 species from Basidiomycota. These species are respectively; *Ophiostoma ips*, *O. rectangulosporium*, *Leptographium wingfieldii*, *Boeremia exigua*, *Trichoderma* sp., *Baeuveria bassiana*, and *Sistotrema brinkmannii*. *O. ips*, *O. rectangulosporium* and *L. wingfieldii* are ophiostomatoid species, each of which is a new record for our country. The sampling sites with the highest abundance of fungi in the area were Kireç (1), Gökçedağ (2) and Balya (3) respectively. Among the fungi species, the dominant species was *O. ips* and the indicator species were *O. ips* and *L. wingfieldii*. *L. wingfieldii* - *Tomicus* spp. the association is well – known from previous studies. Our research is the study in which *L. wingfieldii* was isolated from *O. erosus* at the highest frequency.

The sampling sites with the highest abundance of fungi and their vector bark beetles were Balya and Kireç in our research area. It is a requirement to make a practicable biological control management plan, especially in these sites.

Among the fungi species identified, *B. bassiana* is one of the species treated as entomopathogenic fungus and its possibilities for use in the control of bark beetles should be investigated. All other fungi species identified are associated with plants. They were inoculated on the branches of Turkish red pine and their pathogenicity was investigated. Our results show that all fungi species develop on the sapwood of Turkish red pine branches. Considering the lesion sizes they formed, the most virulent species of our study is *O. ips*, an ophiostomatoid species, followed by *L. wingfieldii*, which is also an ophpiostomatoid species. It can be said that other fungi species are avirulent.

Bark beetle - fungus symbiosis is widely discussed in the world. To our knowledge, this thesis is the first study to reveal the relationship of bark beetles with fungi in Turkey. In this respect, it is thought that the results of this thesis will contribute to the control bark beetles and the diseases they carry.

August 2020, 170 pages.

Keywords: Turkish red pine, bark beetles, fungi, ophiostomatoid fungi, pathogens, virulence entomopathogen fungi

1. GİRİŞ

Pinus L. cinsinin Türkiye'deki en önemli türlerinden olan kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) *sylvestris* alt seksiyonuna ait diploxylon çam türüdür. Doğu Akdeniz Bölgesi'nin bir türü olup dünya üzerinde en geniş yayılışını Türkiye'de Akdeniz sahillerini baştanbaşa kaplayarak yapmaktadır (Sarıbaş ve Ekici, 2004). Kızılçam büyüme hızı ve kullanımı açısından değeri yüksek bir tür olup gerek kâğıt üretiminde kimyasal lif hamuru olarak gerekse kerestelik odun olarak tatminkâr nitelikleri ile dikkat çekmektedir. Günümüzde kızılçam türünün Türkiye ağaçlandırmalarındaki payı % 40 – 50'yi bulmaktadır (Ürgenç, 1998). Kızılçam ormanlarının doğal koşullarda oluşmasında doğal afetler etkilidir. Bu afetler örneğin yangınlar, fırtınalar gibi abiyotik etkenli veya böcek ve mantar arızları gibi biyotik etkenli olabilir. Kızılçamın böcek zararlılarının en bilinenleri *Thaumetopoea pityocampa* (Denis & Schiffermüller), *Orthotomicus erosus* (Wollaston), *Monochamus galloprovincialis* (Olivier) ve *Tomicus destruens* (Wollaston)'tir. Fungal etmenler arasında ise *Dothistroma septosporum* (Dorogin), *Dothistroma pini* Hulbary, *Lophodermium seditiosum* Minter, Staley & Millar gibi yaprak hastalıkları etmenleri sayılabilir (Boydak ve diğ. 2006; Raitelaityté ve diğ. 2016).

Kızılçamın önemli zararlıları arasında yer alan kabuk böceklerinin funguslarla ilişkisi 100 yılı aşkın süredir bilinmektedir. Kabuk böcekleri ile ilişkili çeşitli funguslar mayalar, Basidiomycota ve Ascomycota türleri ile eşeyli evresi bilinmeyen anamorfik funguslardır (Kirisits, 2007). Filamentli Ascomycota türleri *Ceratocystis* Ellis & Halst., *Ceratocystiopsis* H.P. Upadhyay & W.B. Kendr. ve *Ophiostoma* Syd. & P. Syd. türleri fleofag kabuk böcekleri ile ilişkili en yaygın ve en önemli fungus türleri olup odun yerleşimli kabuk böceklerinin odun dokuda oluşturdukları yollarda meydana gelmeleri ile tanınmaktadırlar (Whitney, 1982; Wingfield ve diğ. 1993; Paine ve diğ. 1997; Six, 2012). Ophiostomatoid funguslar olarak ele alınan bu türler başta iğne yapraklılar olmak üzere ağaçların diri odununda mavi, gri, kahverengi ve hatta siyah renklenmeye sebep olan zararı tanımlayan "mavi renklenme fungusları" olarak isimlendirilmektedirler. Mavi renklenme iğne yapraklı ağaçlar için çok önemli bir sorun olarak bilinmektedir. Birçok çalışmada kabuk böcekleri saldırısının ardından diri oduna mavi renklenme funguslarının yerleştiği belirtilmektedir. Ophiostomatoid funguslar arasında ekonomik olarak önemli sayısız bitki ve ağaç patojeni fungus vardır. Bazı türler konukçuları için yüksek seviyede virulans özellik sergilemektedirler ve etkin miktarda inokule

edildiklerinde konukçularını öldürebilirler (Seifert, 1993). Avrupa'da nispeten virulant ophiostomatoid fungus – kabuk böceği ilişkisi örnekleri; *Leptographium wingfieldii* M. Morelet ve *Ophiostoma minus* (Hedgc.) Syd. & P. Syd. – *Tomicus piniperda* (Linnaeus) (*Pinus* spp. üzerinde), *Ceratocystis polonica* (Siemaszko) C. Moreau – *Ips* De Geer spp. (*Picea* spp. üzerinde) ve *C. laricicola* Redfern & Minter – *Ips cembrae* (Heer) (*Larix* spp. üzerinde) şeklinde verilebilir (Kirisits, 2007).

En iyi bilinen vasküler solgunluk etmeni etkin olarak karaağaç kabuk böceği tarafından taşınan ve Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya'nın bir kısmında Hollanda karaağaç hastalığının sorumlusu olan *Ophiostoma ulmi* (Buisman) Nannf. ve *O. novo – ulmi* Brasier (Braiser, 1991)'dir. Acatay (1940) İstanbul ve Ankara'da karaağaç ölümlerini bildirmiş ancak hastalık etmeni tespiti çalışılmamıştır. Daha sonra karaağaç ve kavaklarda görülen kurumalar üzerinde yapılan bir araştırmada hastalıklı bitki dokularından *Graphium* (*Ceratocystis*) *ulmi* M.B. Schwarz izole edilmiş, bunların patojenisite özelliği araştırılmış ve türün yüksek derece patojen özellik gösterdiği belirlenmiştir (Karahan ve Maden, 1979). Ancak fungusun kabuk böceği ile ilişkisi değerlendirilmemiştir. Sümer (1983) karaağaç ölümleri üzerinden hastalığın Türkiye'deki yayılışı hakkında bir çalışma yapmıştır. Kolařík ve diğ. (2007) çalışmalarında Akdeniz Bölgesi'nde *Geosmithia* (Pitt Ascomycota: Hypocreales) genusunun konukçuları ve çeşitliliğini incelemişler ve antepfıstığı, incir, kayısı, erik ve meşe gibi türlerde kabuk böcekleri ile ilişkili fungusları değerlendirmişlerdir. Lehtijärvi ve diğ. (2017) İstanbul'un Avrupa yakasında çınarlar üzerinden önemli derecede geriye doğru ölümlere sebep olan *Ceratocystis platani* (J.M. Walter) Engelbrecht & Harrington'yi izole etmişler ve çınar dallarına inokulasyon çalışması yaparak patojenliğini kanıtlamışlardır. İncelemelerimize göre ülkemizde kabuk böceği – fungi ilişkisi değerlendirilmemiş ya kabuk böceklerinin vektörlük yaptığı fungus türleri hastalık semptomlarının görülmesi üzerine böcekten bağımsız olarak tespit edilmiş ya da daha çok bölgesel olarak kabuk böceği çeşitliliğini belirlemek, türlerin biyolojilerini, zarar şekillerini ve bunlarla doğrudan mücadele yöntemlerini tespit etmek üzerine araştırmalar yapılmıştır.

Kızılçamla ilişkili kabuk böceklerinin bazılarının dünyada diğer ağaç türleri üzerinde funguslarla ilişkisini bildiren bazı çalışmalar vardır (Selmi, 1998; Ben Jamaa ve diğ. 2007; Kirisits, 2007; Sarıkaya ve Avcı, 2011; Linnakoski, ve diğ. 2012a, 2012b; Dori – Bachash ve diğ. 2015). Kızılçamla ilgili olarak ise Tunus'da Ben Jamaa ve diğ. (2007)'nin yaptığı bir

çalışmada *P. brutia*'nın kardeş türü olarak bilinen *P. halepensis* Mill.'den ve *P. pinaster* Aiton'den elde edilen *O. erosus* ve *T. piniperda*'nın simbiyozlar oluşturdukları Ophiostomatoid funguslar ortaya konmuş ve bu türlerin virulansı kızılçam üzerinde de değerlendirilmiştir. Dori–Bachash ve diğ. (2015) tarafından İsrail'in çam plantasyon ormanlarında (*P. halepensis* ve *P. brutia*) gerçekleştirilen bir diğer çalışmada *O. erosus, T. destruens* ve *Pityogenes calcaratus* (Eichhoff) türlerinden 3'ü ophiostomatoid olmak üzere 7 fungus türü izole edilmiş ve bunların patojenlikleri değerlendirilmiştir.

Ülkemizde yapılan çalışmalar arasında kızılçamda kabuk böceklerinin taşıdıkları fungus türlerini, bunların ağaç sağlığı açısından önemini ve bu fungus türleriyle mücadele yöntemlerini konu olan herhangi bir araştırma belirlenememiştir. Hatta diğer iğne yapraklı türler – kabuk böcekleri – fungus türleri ilişkisini konu alan bir çalışma da tespit edilememiştir. Böceklerin ya da fungusların şiddetli etkisinin belirlenmediği yerlerde konu ile ilgili çalışma yapılmaması durumuyla dünyada özellikle ekonomik olarak önemli salgınların olmadığı bölgelerde sıklıkla karşılaşılmaktadır. Bu organizmaların ekonomi üzerindeki etkisine ilişkin endişeler önemli salgınlar ortaya çıkana kadar genellikle ciddiye alınmamakta, salgın kontrol edilmemekte ve bunun yerine istila edilmiş odunu kurtarmak ve bölgedeki salgını kontrol etmek gibi stratejiler ortaya konulmaktadır (Ogden, 2008). Avrupa'da 1990'larda şiddetli fırtınaların ardından *Ips typographus* L (Avrupa ladin kabuğu böceği) salgını meydana gelmiştir. Bu durum *I. typographus* ve bu tür ile ilişkili fungusların karmaşık etkileşimleri hakkında kapsamlı araştırmalara yol açmıştır (Wermelinger, 2004). Benzer olarak Türkiye'de ilk defa 1966 yılında tespit edilen ve doğu ladini ormanlarında istilası günümüze kadar devam eden *Dendroctonus micans* (Kugelann) hakkında bu tarihten sonra ülkemizde çok sayıda araştırma yapılmıştır ancak taşıdıkları fungus türlerini değerlendiren bir araştırma belirlenememiştir (örn: Beşceli ve Ekici, 1975; Özcan ve diğ. 2006, Coşkun ve Aksu, 2010; Alkan – Akıncı ve diğ. 2010; 2014).

Dünyada birçok çalışma primer zararlı olarak bilinen saldırgan kabuk böceklerinin fungal birliklerini incelemek üzerine kurgulanmıştır ancak sekonder zararlı kabuk böceklerinin fuguslarla ilişkisi hakkında birkaç araştırma bulunmaktadır (Alamouti ve diğ., 2007). Sekonder zararlı kabuk böcekleri genellikle saprofitik olduklarından ve nadiren canlı ağaçları kolonize ettiklerinden haklarında fazla araştırma yapılmamaktadır (Raffa ve diğ., 1993). Ancak sekonder zararlı kabuk böcekleri oldukça patojenik funguslarla ilişkili olabilirler ve bu böceklerin

salgınları felaketlere yol açabilir. Ülkemizde tespiti yapılmış kabuk böceklerinin çoğu sekonder zararlı olarak nitelendirilmektedir.

Ülke genelindeki orman topluluklarını araştırmak ve belirli bir alanda hangi böceklerin ve ophiostomatoid fungusların bulunduğunu gözlemlemek için araştırmalar yapılması gerekmektedir. Bu şekilde, belirli bir böcek populasyonu büyümeye başladığında, araştırmacılar hasarın boyutunu ve hangi kontrol önlemlerinin kullanılacağını tahmin edebileceklerdir. Kabuk böcekleri ile ophiostomatoid funguslar arasındaki ilişki uzun yıllardır araştırılmış olmakla beraber hâlâ birçok yeni ilişki keşfedilmektedir. Değişen iklimin neden olduğu mevcut salgınlar sebebiyle insanlar bu birliklerden giderek daha fazla haberdar olmakta ve haklarında giderek daha fazla bilgi talep etmektedirler. Sonuç olarak, araştırmacılar orman topluluklarında daha önce incelenmemiş mavi renklenme funguslarının yeni türlerinin yanı sıra daha geniş coğrafi aralıktaki kabuk böcekleri ve ilişkili fungusları keşfetmek üzerine projeler geliştirmektedirler.

Kabuk böceklerinin ve ophiostomatoid fungusların taksonomik aralığını genişletmek ve birbirleriyle olan ilişkilerini anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Araştırma alanımız ekonomik açıdan önemli bir kabuk böceği saldırısına maruz kalmamış ve sonuç olarak bölgedeki kabuk böceği çeşitliliği ile ilgili sınırlı sayıda araştırma yapılmış ancak bunlarla ilgili funguslar hakkında hiçbir çalışma yayınlanmamıştır. Alanda en güçlü kabuk böceği kızılçam için *O. erosus*'dur. Sadece Balıkesir Orman İşletme Müdürüğü sınırları içinde 2005 – 2015 yılları arasında çoğunlukla bu böcek kaynaklı yaklaşık 7000 ha'lık kızılçam alanında mücadele çalışması gerçekleştirilmiştir.

Kabuk böceği salgınlarını destekleyebilecek değişen bir iklimle birlikte öncelikle bölgedeki kabuk böceklerini ve bunlarla ilişkili fungusları tanımlayarak potansiyel salgınların etkilerini anlamamız çok önemlidir. Araştırmamızın amacı Türkiye'de ağaçlandırmalarda da kullanılan, kapladığı orman alanı bakımından meşelerden sonra ikinci sırada gelen, Balıkesir ve Çanakkale bölgelerinin orman varlığının yaklaşık üçte birini oluşturan kızılçamın üzerindeki Scolytinae türlerini ve bu türlerin simbiyozlar oluşturdukları fungusları belirlemektir. Böylece kabuk böceklerinin ve fungusların biyolojik çeşitliliğine bir ön bakış sağlanmaya çalışılacaktır. Ayrıca tanımlanan kabuk böcekleri ve ophiostomatoid funguslar arasında var olabilecek yeni ilişkileri belirleyerek literatürdeki bazı boşlukları doldurmak amaçlanmaktadır. Ayrıca bu simbiyozun potansiyel patojenik doğası hakkında bilgiye ulaşmak araştırmamızın bir başka hedefini

oluşturmaktadır. Bu amaçla kızılçam meşcerelerine kurulmuş tuzak odunları düzenli aralıklarla kontrol edilmiştir. Tuzak odunlarından elde edilen kabuk böceği erginleri, larvaları ve odun dokuda oluşturdukları yollar örneklenmiştir. Laboratuvara getirilen erginler klasik yöntemlerle teşhis edilmiş ve bunların yanı sıra larvalardan ve diri odunda açtıkları yollardan izole edilen fungus türleri ise klasik ve moleküler yöntemlerle ortaya konulmuştur. Bu simbiyozun potansiyel patojenik doğası hakkında bilgiye ulaşmak üzere elde edilen fungus türlerinin patojenlik özellikleri konukçusu oldukları kızılçamlar üzerinde test edilmiştir.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. KIZILÇAM (*PINUS BRUTIA* TEN.)

Pinus cinsinin Türkiye'deki en önemli türlerinden olan kızılçam (*P. brutia*) (Syn.: *P. pityusa* Stev.) *sylvestris* alt seksiyonuna ait diploxylon çam türüdür. Bu çam türü Doğu Akdeniz Bölgesi'nin bir türü olup dünya üzerinde en geniş yayılışını Türkiye'de Akdeniz sahillerini baştanbaşa kapsayarak yapmaktadır. Asıl yayılış alanı Türkiye olup küçük meşcereler halinde Filistin, Ürdün, Suriye, Irak, Lübnan, Yunan adaları, İtalya ve Kıbrıs'ta yayılış göstermektedir (Sarıbaş ve Ekici, 2004).

Kızılçamın Karadeniz Bölgesi'ndeki yayılışı sahil kesiminden başlayarak, vadiler boyunca iç kısımlara girmekte ve 800 – 1000 m yükseklikliere çıkmaktadır (Boydak ve diğ. 2006). Şentürk ve diğ. (2019)'ne göre Orta Karadeniz'de 400 – 806 m yükseklikte yayılış göstermektedir. Trakya'da kuzey Marmara sahilleri, Keşan ve Gelibolu'da yayılış göstermekte ve 400 m yükseklikliere çıkmaktadır. Batı Anadolu'da 800 – 1000 m yükseklikliere kadar yayılış göstermekte, vadiler boyunca iç batı Anadolu'ya 300 km sokulmaktadır. Akdeniz Bölgesi'nde genel olarak 1300 m yüksekliğe çıkmaktadır. Bazı yörelerde 1500 m hatta Anamur Sarıdana yöresi Ulucak Ormanı'nda 1650 m'ye kadar yükselmektedir (Boydak ve diğ. 2006).

Kızılçam saf ya da yapraklılarla çok az karışıma girerek ormanlar oluşturmakta; ülkemizde kapladığı alan açısından 5.4 milyon hektar ile meşe ağaç türlerinden sonra ikinci sırada yer almaktadır. Balıkesir ve Çanakkale illerinin 1.21 milyon ha toplam ormanlık alanın 528 bin ha'ını kızılçam oluşturmaktadır (Anonim, 2006).

Kızılçam sıcaklık isteği çok fazla olduğu için dona duyarlıdır ve karasal iklimden kaçınmaktadır. Kuraklığa dayanıklı ve nem isteği bakımından son derece kanaatkâr bir türdür (Saatçioğlu, 1969). Şentürk ve diğ. (2019)'nin orta Karadeniz'de yaptığı çalışmaya göre yıllık ortalama sıcaklığın 11 – 12.5 °C, yıllık ortalama yağışın 428 – 439 mm olduğu alanlar yetişmesine uygundur ve kızılçam için daha uygun alanlar ısı endeksi değerlerinin daha yüksek olduğu yerlerdir. Kızılçam tipik bir ışık ağacıdır ve bu niteliği yetişme ortamı kötüleştikçe artmaktadır. Tüm toprak türleri üzerinde yetişebilmekte ve gelişebilmektedir. Ancak çok iyi gelişmek için taze balçığın bulunduğu toprakları tercih etmektedir. Derine giden kazık kök yapmaktadır. Kuvvetli bir kök sistemi ile toprağı kavraması bu türe büyümesi ve yayılışında

öncelik sağlamaktadır. Türkiye'de iğne yapraklı ağaçlar içinde en hızlı büyüyen türdür. Meşcere boyu 25 m'ye kadar ulaşabilmektedir. Boylanma sarıçam ve karaçama göre yüksek olmamasına rağmen oldukça büyük çaplara ulaşabilmektedir (Saatçioğlu, 1969).

Kızılçam doğal ormanlarının doğal koşullarda oluşmasında, doğal afetler etkilidir. Bu afetlerin etki dereceleri ise afetin büyüklüğü yanında, meşcerenin yaşı, biyolojisi ve ekolojik koşullara göre değişebilmektedir. Bu afetler örneğin yangınlar, fırtınalar, toprak kaymaları gibi abiyotik etkenli veya memeli hayvanlar, böcek ve mantar arızları gibi biyotik etkenli olabilmektedir. Doğal kızılçam ormanlarının oluşumunda etkili olan afet, genellikle doğal yolla ve insan tarafından oluşturulan yangınlardır. Kızılçamın böcek zararlılarının en bilinenleri *T. pityocampa*, *O. erosus*, *M. galloprovincialis* ve *T. destruens*'tir. Fungus etmenleri arasında ise *D. septosporum*, *D. pini*, *L. seditiosum* gibi yaprak hastalıkları etmenleri sayılabilmektedir (Boydak ve diğ. 2006; Raitelaityté ve diğ. 2016).

Kızılçam büyüme hızı ve kullanımı açısından değeri yüksek bir türdür. Kızılçam son yıllarda gerek hızla üretimi artan kimyasal lif hamuru olarak kâğıt üretiminde gerekse tatminkâr nitelikleri ile kerestelik odun olarak dikkat çekmektedir. Ayrıca reçine verimi ve kalitesi yüksektir. Dolayısıyla türün özellikle Akdeniz Bölgesi, Ege ve Güney Marmara'daki ağaçlandırmalarda payının yüksek olması doğaldır. Bugün kızılçam türünün Türkiye ağaçlandırmalarındaki payı % 40 – 50'yi bulmaktadır (Ürgenç, 1998).

2.1.1. Kızılçamda Zarar Yapan Scolytinae Türleri

Literatür incelememize göre Türkiye'de kızılçam üzerinde 32 tür kabuk böceği tespit edilmiştir. Bu türler Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1: Türkiye'de kızılçamda zarar yapan Scolytine türleri.

Kabuk böceği	Tespit edilen yerler	Diğer konukçuları	Kaynaklar
Hylastes angustatus	Afyonkarahisar, Artvin, Balıkesir, Burdur, Isparta, İstanbul, Trabzon	*Abies nordmanniana, Picea orientalis, Pinus nigra*	Selmi, 1998; Yüksel, 1996; Ünal, 2010; Sarıkaya ve Avcı, 2011; İbiş ve Sarıkaya, 2012, Baydemir, 2016.
**H. ater*	Artvin, Burdur, Bursa, Eskişehir, Giresun, İstanbul, Karabük, Ordu, Trabzon,	*A. nordmannia, A. nordamnnaiana* subsp. *bornmulleriana, P. orientalis, P. nigra, Pinus sylvestris*	Selmi,1998; Yüksel, 1996; Cebeci,2003; Ünal, 1998; Ünal, 2010.

Tablo 2.1: Türkiye'de kızılçamda zarar yapan Scolytine türleri.

H. attenuatus	Afyonkarahisar, Karabük, Mersin, Toros Dağları	*P. nigra, Pinus pinea*	Dönmez, 2006; Sarıkaya ve Avcı, 2011; İbiş ve Sarıkaya, 2012.
H. linearis	Balıkesir, Bursa, Isparta, İstanbul,	*Pinus* sp.	Selmi; 1998; Cebeci,2003; Sarıkaya ve Avcı, 2011; İbiş ve Sarıkaya, 2012, Baydemir, 2016.
**H. opacus*	Balıkesir, Çanakkale	*P. nigra*	Kumbaşlı ve diğ, 2018.
Tomicus destruens	Antalya, Afyonkarahisar, Balıkesir, Burdur, Isparta, Muğla,	*P. nigra*	Sarıkaya ve Avcı, 2011; İbiş ve Sarıkaya, 2012; Nafisi Balay ve Karaşahin, 2013; Baydemir, 2016.
**T. minor*	Ankara, Antalya, Balıkesir, Bolu, Burdur, Bursa, Eskişehir, Isparta, İstanbul, İzmir, Karabük, Merzifon, Trabzon	*Cedrus libani, P. oreintalis, P. nigra, P. pinea, P. sylvestris*	Selmi, 1998; Yüksel, 1996; Arslangündoğdu, 1999; Göktürk, 2002; Ünal, 2010; Sarıkaya ve Avcı, 2011; İbiş ve Sarıkaya, 2012.
**T. piniperda*	Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bolu, Burdur, Bursa, Denizli, Eskişehir, İstanbul, İzmir, Kastamonu, Kars, Muğla, Trabzon	*P. oreintalis, P. nigra, P. pinea, P. sylvestris*	Selmi, 1998; Yüksel, 1996; Göktürk, 2002; Cebeci, 2003; Dönmez, 2006; Ünal, 2010; Yıldız, 2012.
**Hylurgus ligniperda*	Afyonkarahisar, Balıkesir, Burdur, Bursa, Eskişehir, Isparta, İzmir, Mersin	*P. nigra, P. pinea*	Selmi, 1998; Dönmez, 2006; Sarıkaya ve Avcı, 2011; İbiş ve Sarıkaya, 2012.
H. micklitzi	Afyonkarahisar, Antalya, Balıkesir, Burdur, Isparta, İstanbul	*Pinus halepensis, P. nigra, P. pinaster, P. pinea*	Selmi, 1998; Cebeci, 2003; Sarıkaya ve Avcı, 2011; İbiş ve Sarıkaya, 2012; Baydemir, 2016.
Carphoborus henscheli	Afyonkarahisar, Ankara, Antalya, Burdur, Bursa, Isparta, İzmir, Muğla, Tokat,	*C. libani, P. nigra, P. pinea, P. sylvestris*	Selmi, 1998; Sarıkaya ve Avcı, 2011.
C. pini	Antalya, Burdur, İstanbul	*C.libani, P. brutia, P. nigra, P. pinea*	Selmi, 1998.
Liparthrum genistae	Antalya	-	Selmi, 1998.
**Crypturgus cinereus*	Antalya, Artvin, Bolu, Bursa, İstanbul, Isparta, Manisa, İzmir, Tokat, Trabzon	*C. libani, P. orientalis, P. nigra, P. pinea, P. sylvestris*	Selmi, 1998; Cebeci, 2003.
C. hispidulus	Balıkesir, Çanakkale	*P. nigra*	Kumbaşlı ve diğ, 2018.
C. mediterraneus	Antalya, Bursa, Burdur, Isparta, İstanbul, İzmir	*P. halepensis, P. pinaster, P. pinea*	Selmi, 1998; Cebeci, 2003; Sarıkaya ve Avcı, 2011
C. numidicus	Antalya, Burdur, Isparta, İzmir, Karabük, Mersin	*P. halepensis, P. pinaster, P. pinea, P. nigra*	Selmi, 1998; Cebeci, 2003; Dönmez, 2006; Sarıkaya ve Avcı, 2011; Yıldız, 2012.

Tablo 2.1: Türkiye'de kızılçamda zarar yapan Scolytine türleri.

**C.pusillus*	Antalya, Artvin, Bolu, Bursa, Giresun, İzmir, Mersin, Ordu, Trabzon, Tokat	*A. nordmanniana, C. libani, P. orientalis, P. nigra, P. pinea, P. sylvestris*	Selmi, 1998; Yüksel, 1996; Cebeci, 2003; Dönmez, 2006; Ünal, 2010; Sarıkaya ve Avcı, 2011; İbiş ve Sarıkaya, 2012.
Pityophtorus micrographus	Antalya, Bolu, Burdur, Bursa, Düzce, Karabük, Trabzon,	*Abies cilicica, A. nordamnnaiana* subsp. *bornmulleriana, P. orientalis*	Selmi, 1998; Cebeci, 2003.
P. pityographus	Ankara, Artvin, Bolu, Bursa, Düzce, Trabzon, Karabük,	*A. nordmanniana, A. nordamnnaiana* subsp. *bornmulleriana, P. orientalis*	Selmi, 1998; Yüksel, 1996; Cebeci, 2003; Ünal, 2010.
Pityogenes bidentatus	Doğu Karadeniz, Antalya	*P. orientalis, P. nigra*	Selmi, 1998; Yüksel, 1996; Göktürk, 2002.
P. bistridentatus	Antalya, Artvin, Balıkesir, Burdur, Bursa, Denizli, Edirne, Eskişehir, Giresun, Isparta, Karabük, Muğla, Mersin, Ordu, Rize, Trabzon	*C. libani, P. orientalis, P. nigra, P. sylvestris*	Selmi, 1998; Yüksel, 1996; Göktürk, 2002; Dönmez, 2006; Ünal, 2010; Sarıkaya ve Avcı, 2011.
P. calcaratus	Burdur, Bursa, Manisa, Muğla,	-	Selmi, 1998; Sarıkaya ve Avcı, 2011.
**P. pennidens*	Antalya, Aydın, Balıkesir, Burdur, Çanakkale, Isparta, İzmir, Muğla, Manisa	*C. libani, P. pinea*	Selmi, 1998; Dönmez, 2006; Sarıkaya ve Avcı, 2011; İbiş ve Sarıkaya, 2012.
**P. quadridens*	Artvin, Ankara, Tokat, Karabük, Eskişehir, Denizli, Isparta	*P. orientalis, P. nigra, P. pinea, P. sylvestris*	Selmi, 1998; Yüksel, 1996; Ünal, 2010.
Pityokteines curvidens	Bursa, Sinop, Karabük, Kastamonu, Bartın, Düzce, Bolu, Ankara, Çanakkale, Isparta, Antalya, Mersin, Balıkesir	*A. cilicica, A. nordamnnaiana subsp. bornmulleriana, A. equi - trojani, P. orientalis, C. libani, P. nigra*	Selmi, 1998; Dönmez, 2006; Sarıkaya ve Avcı, 2011.
**Orthotomicus erosus*	Adana, Afyonkarahisar, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bolu, Burdur, Bursa, Çanakkale, Çankırı, Denizli, Düzce, Edirne, Erzincan, Giresun, Isparta, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Karabük, Kars, Kırklareli, Kırşehir, Kocaeli, Konya, Kütahya, Manisa, Mersin, Muğla, Ordu, Osmaniye, Rize, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon ve Uşak	*A. nordamnnaiana subsp. bornmulleriana, Cedrus atlantica, C. deodora, C. libani, P. orientalis, P. nigra, P. sylvestris, P. pinea, P. halepensis*	Selmi, 1998; Yüksel, 1996; Arslangündoğdu, 1999; Göktürk, 2002; Cebeci, 2003; Dönmez, 2006; Ünal, 2010; Sarıkaya ve Avcı, 2011; Yıldız, 2012; İbiş ve Sarıkaya, 2012; Baydemir, 2016.
O. longicollis	Afyonkarahisar, Antalya, Balıkesir, Bolu, Bursa, Isparta, İstanbul, Karabük, Konya, Muğla	*P. nigra, P. sylvestris*	Selmi, 1998; Cebeci, 2003; Sarıkaya ve Avcı, 2011; Yıldız, 2012; Baydemir, 2016

Tablo 2.1: Türkiye'de kızılçamda zarar yapan Scolytine türleri.

**O. proximus*	Ankara, Antalya, Bolu, Bursa, İstanbul,	*C. libani, P. nigra, P. pinea, P. pinaster*	Selmi, 1998; Göktürk, 2002
Ips mannsfeldi	Afyonkarahisar, Antalya, Amasya, Bursa, Denizli, Isparta, Karabük, Muğla, Sinop,	*P. nigra, P. sylvestris*	Selmi, 1998;Sarıkaya ve Avcı, 2011.
**I. sexdentatus*	Adana, Afyonkarahisar, Ankara, Antalya, Balıkesir, Bolu, Burdur, Bursa, Denizli, Düzce, Eskişehir, Isparta, İzmir, Karabük, Kastamonu, Manisa, Muğla, Samsun, Sinop, Uşak,	*A. nordmannia, A. nordamnnaiana subsp. bornmulleriana, C. libani, P. orientalis, P. nigra, P. sylvestris*	Selmi, 1998; Yüksel, 1996; Arslangündoğdu, 1999; Göktürk, 2002; Cebeci, 2003; Dönmez, 2006; Ünal, 2010; Sarıkaya ve Avcı, 2011; İbiş ve Sarıkaya, 2012; Baydemir, 2016.
**Xyleborus eurygraphus*	Afyonkarahisar, Antalya, Bolu, Burdur, Bursa, Isparta, İzmir, Karabük, Muğla, Tokat	*P. halepensis, P. nigra, P. pinaster, P. pinea, P. sylvestris*	Selmi, 1998; Sarıkaya ve Avcı, 2011; Yıldız, 2012.

*ile işaretli olan türlerin daha önceki çalışmalarda funguslarla birlik oluşturdukları tespit edilmiştir.

Bu türlerin 12'sinin *Pinus* türleri veya diğer iğne yapraklı ağaçlar üzerinde funguslarla simbiyozlar oluşturduğu kaydedilmiştir (Selmi, 1998; Sarıkaya, 2008; Yıldız, 2012; Kirisits, 2007; Linnakoski ve diğ. 2012a).

2.2. SCOLYTINAE (KABUK BÖCEKLERİ)

Kabuk böcekleri yaşam döngülerinin büyük bir kısmını bitkilerin içinde geçirmektedirler. Scolytinae altfamilyası olarak oldukça yüksek çeşitliliğe sahip olan Curculionidae'nin içinde yer alırlar. Dünyanın tüm bölgelerinde, hemen hemen tüm karasal bitki türleri, geniş bir yelpazedeki omurgasızlar ve mikroskobik canlılarla ilişkilidirler. Kabuk böcekleri, doğal bitki topluluklarının ve büyük ölçekli biyomların yapısında kilit rol oynamaktadırlar. Özellikle bazı türler çapraz ölçekli etkileşimlerle meşcere yenilediklerinden "peyzaj mimarları" olarak tanımlanmaktadır. Ekolojik rollerine ek olarak, bazı kabuk böceği türleri değerli bitkiler ve bunların ürünleri için insanlarla rekabet etmekte ve böylece önemli orman ve tarım zararlıları arasında ele alınmaktadır. Bu türler önemli sosyo – ekonomik kayıplara neden olmakta ve bazen yönetim tedbirleri gerektirmektedirler (Raffa ve diğ. 2015).

Kabuk böcekleri 1804'de Latreille tarafından Curculionites'in (güncel adı Curculionidae) bir alt grubu olarak Scolitarii adı ile kurulmuş, 1837'de Kirby tarafından Scolytidae olarak familya oluşturulmuştur (Bright, 2014). Bu familya ismi Crowson (1955) Curculionidae'nin bir altfamilyası halinde Scolytinae olarak değerlendirene kadar kullanılmıştır. Ancak bu

değerlendirme genel olarak kabul görmemiş, taksonomistler ve orman entomologları familya olarak kullanmaya devam etmişlerdir (Bright, 2014). Lawrence ve Newton (1995) temel olarak larvalarının ayırt edilemez olmasına dayanarak Scolytidae'yi Curculionidae familyası içinde alt familya statüsüne indirgemişlerdir. Farrell ve diğ. (2001)'nin DNA dizilerini kullanarak kabuk ve ambrosya böceklerinin filogenetik analizini yaptıkları moleküler çalışmalar sorunun çözümüne yeni katkılar sağlamıştır. Hundsdoerfer ve diğ. (2009) mitokondriyal ve nükleer ribozomal DNA dizileri kullanarak Curculionoidea'nin filogenisini araştırmışlar ve Scolytidae ile Platypodidae'yi farklı familyalar olarak ele almışlardır. Cognato ve Grimaldi (2009) ile Kirejtshuk ve diğ. (2009) buldukları fosil örneklerinden Scolytidae'nin Curculionoidea'yı karakterize eden bazı yapısal ve biyolojik özelliklerin gelişmesinden ve ayırt edilmesinden önce belirgin bir şekilde farklı bir evrimsel soy olduğu sonucuna varmışlardır. Günümüzde Curculionidae'nin bir altfamilyası Scoltytiane olarak kabul edilen kabuk böceklerinin taksonomisi üzerinde tartışmalar devam etmektedir (Anon. 2000; 2017)

Bugüne kadar çoğu angiospermlerde üreyen 247 Scolytinae genusu kaydedilmiş olup bunların %86'sı tropik ile subtropikte ve %59'u ılıman bölgededir. Yaklaşık 6000 Scolytinae türünün %1'inden daha azı düzenli olarak sağlıklı ağaçları öldürmektedir (Kirkendall ve diğ. 2015). 600'den fazla tür Kuzey Amerika'da ve yaklaşık 900 tür ise Palearktik bölgede varlık göstermektedir (Knizek ve Beaver, 2007).

Ülkemizde güncel tür sayısı 137 (Kumbaşlı ve diğ. 2018)'dir. Kabuk böcekleri ile ilgili yapılan çalışmaları bir türün biyolojisini ortaya koymaya yönelik olanlar (Schimitschek, 1944; Defne 1954; Can 1964; Chararas, 1966; Sekendiz 1974; Özkazanç ve diğ. 1985; Sekendiz 1985; Serez, 1987; Atakan 1991; Toper 1999; Aksoy, 2000; Toper ve Özkazanç, 2000; Yüksel ve diğ. 2001b, Toper 2001; 2002; Yüksel ve Akbulut 2002; Yüksel ve Alkan; 2003; Şimşek 2003a; 2003b; Yüksel ve diğ. 2003, Yüksel ve diğ. 2004, Şimşek, 2005; Sarıkaya ve Avcı, 2007; Aytar ve diğ. 2008; Özdemir, 2008; Avcı ve Sarıkaya, 2009; Sarıkaya ve Avcı, 2010; Aytar ve Hızal, 2012; Alkan – Akıncı ve diğ. 2014; Akkuzu ve Güzel, 2015; Alkan - Akıncı ve Erşen – Bak, 2016), yeni tür tespiti ya da bir bölgenin veya bir ağaç türünün kabuk böceği zararlıları ve bunlarla geçinen yırtıcı türleri belirleyerek Türkiye faunasına katkı sağlayanlar (Acatay, 1958; Schedl, 1961; Ekici, 1971; Tosun 1975; Selmi 1998; Sekendiz, 1991; Yüksel ve diğ. 1997; Çanakçıoğlu ve Mol 1998; Ünal 1998; Yüksel 1998; Yüksel ve diğ. 2000; Göktürk, 2002; Toper – Kaygın ve Sıvacığoğlu 2002; Cebeci, 2003; Şimşek ve Öner 2003; Toper – Kaygın 2003; Akbulut ve

diğ. 2005; Serin ve diğ. 2005; Ünal ve Yüksel 2005; Akşit ve diğ. 2005; Dönmez, 2006; Sarıkaya, 2008; Cebeci ve Ayberk, 2010; Ünal, 2010; Sarıkaya ve Avcı, 2011; Yıldırım, 2011; Yıldız, 2012; Sarıkaya 2013; Sarıkaya ve Knížek, 2013; Baydemir, 2016; Sarıkaya ve İbiş 2016; Tuncer ve diğ. 2017; Kumbaşlı ve diğ. 2018) ve kabuk böcekleri ile mücadeleyi ele alan çalışmalar (Sekendiz; 1985; Serez, 1985; 1986; 1987; Öymen, 1989; Serez ve diğ. 1995; Yüksel 1996; Arslangündoğdu, 1999; Oğurlu, 2000; İnaç ve Laz, 2001; Serez, 2001; Serez ve Zümeroğlu, 2001; Yüksel ve diğ. 2001a; Akbulut ve diğ. 2005; Can, 2005; Eroğlu ve diğ. 2005; Sarıkaya ve Avcı 2006; Özcan; 2009; Şimşek ve diğ. 2017) şeklinde gruplandırmak mümkündür.

Scolytinae türleri küçük yapılı (1 – 9 mm), silindir şeklinde ve kahverengi – siyah renkte olan böceklerdir. Baş bölgesi çene ve çiğneme kaslarını tutacak şekilde genişlemiştir. Birçok türde baş bölgesinin arka kısmı, boyun kalkanı boşluğunun çoğunu doldurur. Anten 11 – 12 parçalı, ilk segmenti diğerlerine göre daha uzun, vücut boyuna oranla kısa ve birçok türde belirgin bir topuzla sonlanmaktadır. Curculionidae üyelerinin çoğunun aksine ağız parçaları bir hortum veya gaga yapısı oluşturmaz. Kanat örtüleri iyi gelişmiş olan Scolytinae türlerinin abdomenleri kısa, belirgin ve 5 – 6 sternumludur. Bacaklar kısa, tarsi 4 segmentli olup dördüncü segment büyük türler dışındakilerde çok indirgenmiş olduğundan görülmemektedir (Grüne, 1979; Selmi, 1998; Hulcr ve diğ. 2015).

Kabuk böceklerinin yaşam döngülerinin pek çok varyasyonu olmakla birlikte çoğu tür ilkbahar veya yaz aylarında odun dokuda açtıkları yollardan çıkarak bir eş ve yeni konukçular aramaktadır. *Trypodendron lineatum* (Olivier) günde 100 m kadar uzaklığa uçabilirken (Salom ve McLean, 1989) *I. typographus* orman içinde günde 750 m ve orman dışında 8 km'den daha uzun mesafeleri kat edebilmektedir (Botterweg, 1982). Ancak etkili uçuş mesafesi genellikle birkaç yüz metreyi aşmamaktadır. Uçuş mesafesi türlerarası ve türiçinde böceğin gücü, hassas konukçuların yayılışı ve çevre koşullarının etkisiyle belirgin bir şekilde farklılık göstermektedir (Franklin ve Grégorie, 1999). Uzun menzilli rüzgâr destekli uçuş yüzlerce kilometre olabilmektedir (Botterweg, 1982; Jackson ve diğ. 2008; Ainslie ve Jackson, 2011).

Kabuk böceklerinin bazı türleri bir üreme alanı aramadan ve yeni konukçularına yerleşmeden önce olgunluk yiyimi yapabilmektedir. Döngülerinin bu periyodunda genellikle canlı ağaçlara gitmektediler (Långström, 1983; McNee ve diğ. 2000). Kabuk böceklerinin üreme stratejileri çiftleşmenin ne zaman, nerede gerçekleştiğine ve odun dokuda açtıkları yolların inşasını

başlatan cinsiyete göre kabaca üç tipe ayrılmaktadır. Çiftlerin bir araya gelmesi feromonların kontrolünde gerçekleşmektedir. Monogam türlerde dişiler atağı başlatır ve bir erkekle bir araya gelirler. Çiftleşme normalde türe bağlı olarak ağaç kabuğu üzerinde veya kabuk altında açılan yollarda gerçekleşmektedir (Selmi, 1998; Sauvard, 2007; Bleiker ve diğ. 2013). Poligam türlerde erkek genellikle birkaç dişi ile birleştiğinden kabuk altında bir çiftleşme odası kazarak atak yapmaktadır. Bundan sonra her bir dişi kendisi için ana yol denen bir üreme yolu açmaktadır. Birkaç tür ise yalnızdır ve sadece çiftleşmiş dişiler zayıf düşmüş ancak halen canlı konukçulara saldırmaktadır. Bunlar ağaçlar üzerinde parazittir ve nadiren konukçularını öldürmektedirler (Selmi, 1998; Sauvard, 2007; Raffa ve diğ. 2015).

Yumurtalar, tek tek çiftleşen dişinin açtığı ana yol boyunca kazılan oyuklara veya gruplar halinde alternatif taraflara ya da bazen gruplar halinde yolun bir tarafı üzerine bırakılmaktadır. Yumurtadan çıktıktan sonra larva ana yoldan ayrılan yollarda floem dokusuyla beslenmektedir. Scolytinae larvaları yumuşak, beyazımsı renkte, bacaksız ve karın taraflarına doğru hafifçe kıvrılmış durumdadır. Yollarının yönleri ve uzunlukları türe özgü değişiklikler göstermektedir. Larva 3 – 5 deri değişiminden sonra pupaya girmektedir. Pupaları dolgun yapılı olup, serbest pupa tipindedir. Metamorfoz çoğu türde 5 – 10 günde tamamlanır ve pupadan çıkanlar "genç erginler" olarak isimlendirilirler. Genç erginler ekzoiskelet gelişimi tamamlanmadığından açık renklidir. Olgunluk yiyiminden sonra erginler daha önce çıkan böceklerin açtığı deliklerden veya çoğu durumda ambrosya böceklerinin ana giriş deliklerinden çıkmaktadırlar (Selmi, 1998; Sauvard, 2007; Raffa ve diğ. 2015).

Kabuk böcekleri genellikle olgunlaşma evresinde ergin olarak kışlarlar. Larvaları her evresinde kışlayabilen *D. micans* dışında genellikle soğuk koşullara dayanıklı değildir. Birçok tür kendi üreme materyalinin içinde kışlar ve çıkış için baharı beklerken *I. typographus* ve *Tomicus minor* (Hartig) konukçularının etrafındaki ölü örtü altında kışlamaktadır. Erginlerin ömrü kışlama generasyonu için yaklaşık bir yıldır. Ebeveynler yumurta bıraktıktan sonra genellikle hayatta kalamazlar (Sauvard, 2007).

Primer zararlı olarak bilinen kabuk böceklerine *Dendroctonus* genusundan *D. frontalis* Zimmermann, *D. adjunctus* Blandford, *D. brevicomis* Leconte, *D. ponderosae* Hopkins vb. ile *Ips* genusundan *I. typographus* türleri örnek verilebilir. Bu türler canlı ağaçlara saldırmakta ve kitlesel üremeleri sonucu konukçularını öldürmektedir. Obligata yakın parazit türler arasında yine *Dendroctonus* genusundan Kuzey Amerika'dan *D. terebrans* (Olivier, A.G.) ve *D. valens*

Le Conte ile Avrupa'dan *D. micans* sayılabilirken bu türler konukçularını nadiren öldürmektedirler. Bunlar daha çok zayıflamış veya kök hastalıklarından muzdarip ağaçlara saldırmaktadırlar. *Ips pini* Wood & Bright veya *T. piniperda* gibi sekonder zararlılar ise fırsatçı parazitler olarak tanımlanmakta ve zayıflamış, stres altında olan veya henüz ölmüş ağaçları tercih etmektedirler (Paine ve diğ. 1997).

Ülkemizdeki kabuk böceği türleri genellikle sekonder zararlılar arasında yer almakta ve fizyolojik bakımdan zayıf düşmüş olan ağaçları tercih etmektedirler. Bu türler fırtına kırma ve devirmeleri, kar kırmaları, orman yangınları, yaprakların diğer böcekler tarafından yenmesi, kuraklık ve özellikle temiz bir işletme uygulanmamasının sonuçları olarak böceklerin arız olmasına uygun çok sayıda ağacın bulunması ile ormanlar için büyük tehlikeler oluşturmaktadırlar. Böyle durumlarda sıcak ve kurak geçen mevsimlerde kabuk böcekleri kitle üremesi yapabilmekte, uygun ortamı bulduklarında sağlıklı ağaçlara giderek primer zararlı gibi davranabilmekte ve sık sık tekrar eden saldırılarla sağlıklı ağaçları zarara elverişli hale getirebilmektedirler (Eroğlu ve diğ. 2005; Sarıkaya ve Avcı, 2006).

Simbiyotik ilişkiler tüm kabuk böceği toplumlarında yaygındır. Çok sayıda partnerle birliktelik kurabilme yeteneğine sahip birçok tür iklim değişikliği, avlanma ve partner mevcudiyetindeki dalgalanmalarla başa çıkabilmektedir. Simbiyontlar özellikle mutualistik ilişkilerle besin sağlayarak veya koruyarak kabuk böceklerin zindeliğini arttırabilmekte, ağacın genişleyen savunma iletişimini boşa çıkarabilmekte veya etkisini azaltabilmekte, diğer canlıları teşvik edebilmekte ya da caydırabilmektedir (Hofstetter ve diğ. 2015).

Bütün kabuk böcekleri sindirim sisteminde ve vücut dışında yerleşen mikrobiyal organizmalarla zorunlu birlikler kurmaktadırlar. Bu mikrobiyal türler arasında funguslar, bakteriler, virüsler ve algler yer almaktadır. Kabuk böceklerinin bakteriyel birlikleri ağaç savunma mekanizmasının üstesinden gelmesinde rol oynayabilmekte veya ağaç için hastalık etmeni olabilmektedir. Birçok fungus türü kabuk böcekleri için patojeniktir ve biyolojik savaş etmeni olarak kullanılabilmektedir. Kabuk böceklerinin ekonomik etkileri kısmen, vasküler solgunluk ve vasküler renklenme hastalıklarına sebep olan ağaç patojeni bazı funguslarla birlikteliklerine bağlı olabilmektedir (Hofstetter ve diğ. 2015).

2.3. FUNGUSLAR

Dünyada yaklaşık 1.5 milyon fungus türünün olduğu tahmin edilmekte, bu türlerin %10'undan azının tanımlandığı ifade edilmektedir (Hawksworth, 1991; 2001). Bugüne kadar keşfedilen fungus türlerinin sayısının birçok habitatta çok az araştırma yapılmasına veya hiç araştırma yapılmamasına bağlı olarak var olan sayının küçük bir oranı olduğu düşünülmektedir. Fungi âlemi rastık, pas, küf, maya ve şapkalı mantarları içermekte ve Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota ve Basidiomycota olmak üzere şubelere ayrılmaktadır. Ascomycota Fungi âleminin en kalabalığı olup, bilinen tüm fungus türlerinin yaklaşık yarısını ve bilinen tüm patojenik ve fırsatçı fungusların yaklaşık % 80'ini içermektedir (Guarro ve diğ. 1999).

Fungusların büyük bir çoğunluğu vejetatif evrelerinde bir ortamın üzerinde veya içinde gelişen ve hif adı verilen uzun ve dallanmış iplikçikler ile karakterize edilmektedir. Hiflerin birleşerek oluşturduğu yapı misel adını alır. Bazı fungus türleri tek hücreli olduklarından tek bir hücre fungusun tüm yapısını oluşturmaktadır. Genellikle funguslarda hifi oluşturan hücrelerin ince, uzun silindirik bir yapıları vardır. Hücreler septum adı verilen bölmeler ile birbirinden ayrılırlar. Fungus hücresi etrafında iyi gelişmiş bir hücre çeperi bulunmaktadır. Hücre çeperi bazı türlerde selüloz, bazılarında kitin ve bazı türlerinde de her ikisinin karışımından oluşmaktadır. Esasen gelişmiş türlerde hücre çeperi kitindendir. Fungus hücreleri, sitoplazmaları içinde iki tabakalı bir zar ile çevrilmiş bir, iki veya daha fazla sayıda nukleusa sahiptir.

Fungusların yaşam döngüleri genellikle karmaşıktır. Üremeleri hem eşeyli hem de eşeysiz çoğalma ile gerçekleşir. Bazı fungus türlerinin yaşam döngülerinde eşeyli üreme fazını takip eden bir eşeysiz üreme evresi belirlenirken, bazı türlerde yalnızca eşeysiz, bazılarında ise yalnızca eşeyli üreme evresi tespit edilebilmiştir. Gerek eşeyli gerekse eşeysiz üreme sonucu oluşan üreme hücresi mikroskobik boyutlarda olan spordur. Sporların yayılışı toprakla, suyla ve hava yoluyla olabildiği gibi çeşitli biyotik vektörler aracılığı ile de gerçekleşebilmektedir. Sporlar kendileri için uygun ortamlara ulaştıklarında çimlenme borucuğu oluşturarak çimlenir ve borucuk ile bu ortamdan besin alarak çoğalırlar (Webster ve Weber, 2007).

Funguslar ekosistemin işleyişinde kilit rol oynamaktadır. Ekosistemdeki varlıkları faydalı olabildiği gibi bazı organizmalar ve çevre için yıkıcı sonuçlarada yol açabilmektedirler. Önemli ekolojik rollerinden bazıları bitkilerin ve hayvanların patojeni veya mutualisti olmak, organik

madde ayrıştırıcısı olmak ve bazı zararlı türler için biyolojik kontrol ajanı olmak şeklinde sayılabilmektedir (Harley, 1971).

Funguslar bitki sağlığını olumlu veya olumsuz etkileyebilirler. Mikorizal funguslar olarak bilinen türlerde hifler vasküler bitki türlerinin yaklaşık % 90'ının kökleri ile karşılıklı ilişkiler kurmaktadır (Bonfante ve Genre, 2010; Hawksworth 1991). Mikorizal funguslar endomikoriza ve ektomikoriza olmak üzere 2 farklı tiptedir. Endomikorizal türlerin hifleri bitki kök hücrelerine girerken, ektomikorizal funguslar dışarıdan bitki kökleriyle birleşmektedir (Cairney, 2000; Bonfante ve Genre, 2010). Funguslar ihtiyaç duyduğu şekerleri bitkilerden elde ederek mutualistik ilişkiden yararlanırken, bitkilerin köklerini topraktaki miselleri aracılığı ile çoğunlukla fosfor ve su ile beslemektedir (Bonfante ve Genre, 2010).

Funguslar ayrıca diğer canlıların doğal biyokontrolünde parazit olarak çok önemli bir rol oynamaktadır (Hawksworth, 1991). Bassi (1835) tarafından "beyaz muskarin" olarak adlandırılan ipekböceği hastalıkları (*Bombyx mori* L.) üzerine yapılan ilk araştırma, bir fungusun (*Beauveria bassiana* (Bals. – Criv.) Vuill.) ilk kez böceklerde hastalıklara neden olabileceğini ortaya koymuştur. Bu gözlem, çeşitli ticari bitkilerin böcek zararlılarının biyolojik kontrolü kavramının oluşmasına yol açmıştır. *B. bassiana*, ılıman ve tropik bölgelerde enfekte olmuş böceklerde bulunan kozmopolit bir fungustur. *B. bassiana*'nın yaşam alanları çöl topraklarından ormanlara kadar çeşitlilik göstermektedir (Keswani ve diğ. 2013).

Funguslar, nematodlar, küçük memeliler, böcekler ve yumuşakçalar gibi farklı organizmalar için önemli bir besin kaynağını oluşturmaktadırlar. Bunlar aynı zamanda odun delici böceklerin önemli simbiyontlarıdır. Bu yönleri ile ölü bitki materyallerinin parçalanması ve organik madde döngüsünde önemlidirler (Hawksworth, 1991). Örneğin, Microascales ve Ophiostomales üyeleri, yaklaşık 2.000 ambrosya böceği türünün tek besin kaynağıdır. Bu nedenle bu funguslar böcekler tarafından aktif olarak yetiştirilmektedir (Jordal ve Cognato, 2012).

Virüsler ve bakterilerle karşılaştırıldığında, funguslar bölgesel ve küresel yok oluşların %70'inden sorumlu olup dünyadaki en büyük katiller olarak kabul edilmektedirler (Jones, 2013; Fisher ve diğ. 2012). Patojenik funguslar, bitki türü sayısında önemli düşüşlere neden olabilmekte ve orman kompozisyonu ve peyzajında değişikliklere yol açabilmektedir (Douglas, 2008). Örneğin, *O. ulmi.*'nin (Ascomycota) neden olduğu ilk salgın 1910'da başlamış ve 1940'larda karaağaçların % 10 – 40'ını öldürdükten sonra yok olmuştur. 1940'larda ortaya

çıkan ikinci salgına çok daha saldırgan bir patojen olan *O. novo – ulmi* neden olmuştur. Bu iki tür, dünyanın farklı yerlerinde bağımsız olarak gelişmiştir. *O. novo-ulmi* yayıldıkça *O. ulmi*'nin yerine geçtiği bilinmekte ve bu sürecin sonunda onun "kullanışlı genlerini" almış olabileceği düşünülmektedir. *O. novo – ulmi* Avrasya'da (*novo – ulmi*) ve Kuzey Amerika (*americana* Brasier and S.A. Kirk)'da olmak üzere iki alt tür olarak varlığını sürdürümektedir. Himalaya'da bulunan başka bir Hollanda Karaağaç Hastalığı patojeni (*O. himal – ulmi* Brasier and M.D. Mehrotra) olup bu tür bölgedeki karaağaç ve kabuk böcekleriyle doğal bir dengededir ve salgınlara neden oluşturmamaktadır. Hastalık, fungus sporlarının karaağaç kabuk böceklerinin (*Scolytus multistriatus* Marsham ve *S. scolytus* Fabricius) vücutlarında taşınmasıyla yayılmaktadır. Böcekler dal koltuklarında beslendiğinde sporlar ksileme girerler. Kanallar yapışkan madde, tiloz ve hifler ile bloke olur, yapraklar solar ve süreç ağaç ölümü ile sonuçlanır. Fungus ayrıca kök teması yoluyla ağaçlar arasında yayılabilmektedir. Çoğu karaağaç türü hastalıktan etkilense de, böcekler Avrupa beyaz karaağacını (*Ulmus laevis* Pall.) tercih etmemektedir. Hastalık yakın gelecekte yok olmayacak olsa da, İskoçya'daki bazı karaağaçlar (*U. glabra* Huds.) etkilenmemiş ve diğer türlerin nispeten dirençli çeşitlerinin yetiştirildiği görülmüştür (Boddy, 2016)

2.4. SCOLYTINAE – FUNGUS SİMBİYOZU

Simbiyozun orijinal tanımı partnerlerin yararlarına veya dezavantajlarına bakmaksızın farklı türlerin az veya çok sürekli bir arada yaşamasını kastetmektedir. Bu geniş tanım mutualizm, antagonizm ve diğer simbiyotik ilişkileri içermektedir. Funguslar ile Scolytinae türleri arasındaki ilişki yüzyıldan fazla zamandır bilinmektedir. Bu konuyla ilgili ilk bulgular *Xyleborus dispar* (Fabricius)'ın odun dokudaki yollarında tanımlanan bir ambrosya ile başlar. Hemen akabinde iğne yapraklı ağaçların diri odununda mavi renklenme üzerine yapılan çalışmalarda böcek zararı – odunun renklenmesi – funguslar arasında bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Kirisits, 2007).

2.4.1. Scoltyinae Ekolojisinde Scolytinae – Fungi Simbiyozunun Yeri

Kabuk böcekleri habitatları ve larvalarının besin alışkanlıklarına göre ksilomisetofag (ambrosya böcekleri) ve floefag (gerçek) kabuk böcekleri olarak iki büyük gruba ayrılmaktadırlar (Kirisits, 2007).

Yaklaşık 3400 türü bulunan ambrosya böcekleri Curculionidae familyasının Platypodinae ve Scolytinae altfamilyalarının içinde yer almaktadır. Ambrosya böcekleri beslenmek için belirli bir fungusa yani bir ambrosya fungusuna zorunlu olarak bağımlıdır. Bu böcekler ksilemin ana bileşenleri olan lignin, selüloz ve hemiselülozu sindiremediklerinden beslenmeleri için odun yetersiz bir kaynak olmaktadır. Ambrosya böcekleri beslenme açısından ihtiyaç duydukları aminoasitleri, sterolleri (özellikle ergosterol) ve vitaminleri zorunlu simbiyontları funguslarla ektosimbiyozlar oluşturarak temin etmektedirler. Ambrosya böceklerinin larvaları, ergin böcekler tarafından yeni kolonize olunan ağaca taşınarak yetiştirilen ve ambrosya fungusları olarak bilinen özellikli funguslarla beslenmektedirler. Bu böceklerde fungusun taşınması genellikle mikangium adı verilen özel yapılar içinde gerçekleşmektedir. Fungal bahçeler dişi tarafından düzenlenir ve bakımı yapılır, dişi öldüğünde bahçede çeşitli kontaminantlar gelişme göstermektedir. Ambrosya böceklerinin simbiyontları funguslar *Ambrosiella* Brader ve *Raffaelea* Arx & Hennebert genuslarının anomorfik türlerdir. Ancak bazıları *Ophiostoma*, *Leptographium* Lagerb. & Melin ve *Fusarium* Link türleri ile de simbiyontlar oluşturmaktadırlar. Ambrosya böcekleri bazen canlı ağaçlara saldırıp öldürseler de genellikle ölmekte olan veya yeni ölmüş ağaçlar, taze kütükler ve ayrışmış kerestelerde üremektedirler (Beaver, 1989; Harrington, 2005; Kirisits, 2007; Six, 2012).

Kabuk böceklerinin ikinci büyük grubu yapraklı ağaçların ve iğne yapraklıların floeminde yaşamaktadır. Bunlar floefag veya gerçek kabuk böcekleri olarak isimlendirilirler. Floem böcekler için zengin bir besin kaynağı sağlamaktadır. Ambrosya böceklerinin aksine floefag kabuk böcekleri fungal simbiyontlarına besin için bağlı değildirler. Azot, çoğu herbivor böceğin diyetinde sınırlayıcı faktördür ve diğer dokularla karşılaştırıldığında floemde yüksek miktarda azot bulunmaktadır. Böcek vücudu %6 – 10 arasında azot içermektedir ve gelişmesini tamamlayarak son vücut ölçülerine ulaşmak üzere bitkileri yüksek oranda tüketmeli veya azot içeriğini artıracak başka kaynaklarla diyetini değiştirmektedir. Kabuk böcekleri için fungusların ekolojik önemi belirsizdir ve birçok durumda tam olarak anlaşılamamıştır. Fungusların farklı grupları çeşitli yollarla böcekler için zararlı ya da yararlı olabilmektedir (Paine ve diğ. 1997). Floefag kabuk böcekleri özellikle *Ceratocystis* ve *Ophiostoma* gibi Ascomycota genusları ve bunların anamorflarını içeren mavi renklenme fungusları ile simbiyoz oluşturmaktadırlar. Bazı floefag kabuk böcekleri, özellikle iğne yapraklılarda yaşayanlar, ekonomik açıdan en önemli orman zararlıları arasında yer almaktadır. Uygun koşullarda bu türler canlı ağaçlara saldırarak uzun ömürlü ve yıkıcı salgınlara neden olurlar (Ayres ve diğ. 2000; Kirisits, 2007; Six, 2012).

Kabuk böceklerinin simbiyozlar oluşturduğu funguslardan avantaj sağlayabileceği dört durum şöyle özetlenebilir: (1) Ağacın savunmasını aşma; kabuk böceği saldırısı sırasında konukçu ağacın savunma mekanizmasının çökertilmesinde fungusların rolü olduğu süregelen bir tartışmadır (Whitney 1982; Christiansen ve diğ. 1987; Paine ve diğ. 1997). Bazı çalışmalarda fitopatojenik funguslarla simbiyozdan saldırgan kabuk böceği türlerinin önemli bir özelliği olarak bahsedilmekte ve scolytinler için saldırgan davranışın bir ön koşulu olarak görülmektedir (Christiansen ve diğ. 1987; Kirisits, 2007). (2) Beslenme; floemde beslenen kabuk böcekleri hem floemde hem de funguslarla beslenenler (floemisetofag) ve sadece floemde beslenenler (floefag) olarak ayrılmaktadırlar. Avrupa kabuk böcekleri arasında çamlar üzerinde *T. minor* ve *Ips acuminatus* (Gyllenhal) floemisetofag olarak kaydedilmiştir (Franke – Grosmann, 1967). (3) Zararlı funguslardan korunma; mavi renklenme fungusları kabuk böceği saldırısından sonra larva yolu sistemlerinde ve komşu floemde çabucak kolonize olmakta ve bu nişi en azından genç böcekler konukçu ağaçlarından ayrılıncaya kadar işgal etmektedirler. Bu yüzden ophiostomatoid funguslar larva gelişimi için zararlı olan fungusların yerleşmesine engel olan önemli bir rol oynayabilirler (Kirisits, 2007). (4) Feromon üretimine katkı; fungusların feromon üretimine katkı sağlayabileceğine kanıt oluşturan birkaç araştırma vardır. Avrupa kabuk böceği – fungus sisteminde bu konuya adres gösterilen tek inceleme Leufvén ve diğ. (1984)'nin araştırmasıdır. Laboratuvar deneylerinde *I. typographus*'un simbiyozu mayaların, bu kabuk böceğinin toplanma feromonu cis – trans verbenolün bir anti – toplanma feromonu verbonona dönüşümünü yapabildiğini göstermişlerdir.

2.4.2. Scolytinae – Fungi Simbiyozunda Funguslar

Ambrosya fungus terimi ambrosya böceklerinin fungal simbiyontları için kullanılmaktadır. Ksilomisetofag kabuk böcekleri ile ambrosya fungusları arasındaki ilişki, her iki partner de yaşamları boyunca birbirlerine yakın fiziksel temasta olduğundan ve yaşamları boyunca ayrılmadıklarından açıkça bir simbiyozdur (Francke – Grosmann, 1967; Beaver, 1989; Berryman, 1989). Ambrosya fungusları ağırlıklı olarak fungus sporlarının istikrarlı yayılışını, uygun ve yeni habitatlara inokulasyonunu sağlamada ambrosya böcekleri ile simbiyozlarından yararlanmaktadırlar. Funguslar ayrıca seçici olarak korunmakta ve böceğin mikangiumunda beslenmektedirler. Ambrosya böcekleri açtıkları yollarda aktif bir şekilde ambrosya funguslarının bakımını yapmakta ve onlara dominant olabilecek yabancı funguslardan korumaktadırlar. Floefag kabuk böcekleri ve belirli funguslar, ağırlıklı olarak

ophiostomatoidler, mayalar ve genellikle Basidiomycota türleri arasındaki ilişki az veya çok tutarlı ve devamlı olarak birlikler oluşturduklarından birçok durumda simbiyozdur. Bu kabuk böceklerinin fungal ortakları, partnerleriyle ilişkilerinde ambrosya funguslarının ksilomisetofag kabuk böcekleriyle ilişkilerine benzer bir yol izlemektedirler. Funguslar yeni ve uygun habitatlara böcekler tarafından transfer ve inokule edilmektedir. Böcekler yalnızca fungus sporlarını yaymazlar, aynı zamanda kabukta yaralar oluştururlar ve konukçu ağacın dokularını enfekte etmek için mavi renklenme fungusları ile diğer fungal ortaklara olanak sağlarlar. Birçok mavi renklenme fungusu özellikle kabuk böcekleriyle ortaklıklar oluşturur ve uygun habitatlara taşınmak için zorunlu olarak kabuk böceklerine bağımlıdırlar (Francke – Grosmann, 1967; Beaver, 1989) .

Kabuk böcekleri ile ilişkili funguslar çeşitli özellikleri temel alınarak gruplandırılmaktadırlar. Taşınmaları bir mikangiada (mycangia) olup olmadığına göre mikangial veya non-mikangial olarak tanımlanıp sınıflandırılabilirler (Paine ve diğ, 1997). Ambrosya fungus terimi besin için bağlı bulundukları fungusları odunda açtıkları yollarında yetiştiren ambrosya böceklerinin fungal simbiyontları için kullanılmaktadır (Francke – Grosmann, 1967; Beaver, 1989). Sınıflandırmaların her ikisi de fungusu tanımlamakta ancak taksonomilerini dikkate almamaktadır. Kabuk böcekleri ile ilişkili çeşitli funguslar mayalar, Basidiomycota ve Ascomycota türleri ile eşeyli evresi bilinmeyen anamorfik funguslardır. Kabuk böcekleri ile simbiyoz oluşturan anamorfik fungusların aşağı yukarı tamamı Hyphomycetes'e aittir. Bu fungusların kabuk böcekleriyle ilişkisi çoğunlukla rastlantısal ve geçicidir. Zygomycota'nın da kabuk böcekleri ile ilişkili olduğu bildirilmektedir. Ancak bu durum tesadüfi olup bu türlerin ekolojik nişleri ile uyuşmamaktadır (Paine ve diğ. 1997; Beaver 1989; Jankowiak, 2005; Kirisits, 2007; Persson ve diğ, 2009).

2.4.2.1. Mayalar

Mayalar her iki gruptaki ergin böceklerin dış yüzeylerinden, larvaların yanı sıra genç erginlerin ve erginlerin sindirim sistemlerinden izole edilmektedir (Callaham ve Schifrine, 1960; Furniss ve diğ. 1990; Leufven ve diğ. 1984; Ganter, 2006; Persson ve diğ. 2009). Ayrıca kabuk böceklerinin pupa odalarında ve üreme yollarında yaygındırlar. Kabuk böceklerinin üreme evresinin erken safhalarında böcek yollarına komşu floem ve ksilemlerden de sıklıkla izole edilebilen mikroorganizmalardır. Ancak konukçu ağaç için patojenisite göstermemektedirler (Kirisits, 2007).

2.4.2.2. Basidiomycota

Kabuk böcekleri – Basidiomycota birliklerinde fungus türleri kültür ortamında fruktifikasyon yapılarını geliştirmedikleri için daha az bilinmektedir. Kabuk böcekleri ile birlikler oluşturan Basidiomycota üyeleri genellikle rüzgârla taşınan sporlar üreten şapkalı mantar ya da poliporlar gibi odun çürüklüğü etmeni türlerdir (Harrington ve diğ. 1981; Hsiau ve Harrington, 2003; Kim ve diğ. 2005). Hsiau ve Harrington (2003) kabuk böcekleri ilişkili fungus türlerini belirlerken moleküler yöntemleri kullanmışlardır. Tüketici – besin ilişkisi olan türlerin yanı sıra odun çürütücü özellikleri olan türleri de tespit etmişlerdir. Persson ve diğ. (2009) dikili ağaç ve ölü örtüde kışlayan *I. typographus* üzerinde 5 odun çürütücü Basidiomycota türü tespit etmişlerdir. Strid ve diğ. (2014) yaptıkları çalışmada kabuk böcekleri üzerinden, odundan elde ettiklerinden daha sık oranda *Stereum sanguinolentum* (Alb. & Schwein.) Fr., *Bjerkandera adusta* (Willd.) P. Karst. ve *Sistotrema brinkmannii* (Bres.) J. Erikss. izole ettiklerini kaydetmişlerdir. Avrupa'da Kabuk böceği – Basidiomycota ilişkisi üzerine son yıllarda yapılan çalışmalarla çeşitli rollere sahip Basidiomycota türleri kabuk böceklerinden ve bunların odun dokuda açtıkları yollarından izole edilmiş ve bir kısmının mikoparazit veya mikofil funguslar olduğu tespit edilmiştir (Kirisits, 2007)

2.4.2.3. Ascomycota

Ascomycota türlerinin kabuk böcekleri ile ilişkisi uzun zamandır bilinmektedir. 4 teleomorf genus *Ophiostoma*, *Ceratocystiopsis*, *Grosmannia* Goid. ve *Ceratocystis* üyeleri funguslar fleofag kabuk böcekleri ile ilişkili olan ve ayrıca odun habitatlı Scolytinae türlerinin odun dokudaki yollarında meydana geldiği bilinen en yaygın ve önemli türlerdir (Wingfield ve diğ. 1993; Malloch ve Blackwell, 1993; Paine ve diğ. 1997, Kirisits, 2007; Six, 2012). Floemde beslenen kabuk böceklerinin temel fungus ortakları ağaç patojeni ve mavi renkleme etmenleri olarak ekonomik kayıplara sebep olmaları nedeniyle çok dikkat çekmektedir (Malloch ve Bleckwell 1993; Kirisits, 2007).

Ophiostoma, Ceratocystis, Ceratocystiopsis ve Grosmannia'nın yanı sıra aseksüel funguslarla ilişkili genuslar *Leptographium*, *Pesotum* J.L. Crane & Schokn*., Hyalorhinocladiella* H.P. Upadhyay & W.B. Kendr., *Sporothrix* v Hektoen & C.F. Perkins ve *Thielaviopsis* Went "Ophiostomatoid funguslar" olarak bilinmektedir (Wingfield ve diğ, 1993). Bu yaygın isim 1990'larda bu fungusların benzerlikleri dikkate alınarak verilmiştir. Kabuk böcekleriyle ilişkili

ophiostomatoid funguslar ayrıca mavi renklenme fungusları olarak anılmaktadırlar. Bu funguslar çoğunlukla iğne yapraklı türlerde ağaçların diri odununda ismi gibi mavi, gri, kahverengi ve hatta siyah renklenmeye sebep olmaktadırlar (Selik, 1988; Seifert, 1993).

Ceratocystis ve *Ophistoma* globoz veya armut biçimli peritesyum, uzun bir ostiol, görünmeyen ve şeffaf askuslar, çeşitli biçimlerde kılıflı ya da kılıfsız bir hücreli küçük askosporlar da dâhil olmak üzere pek çok benzer morfolojik özelliklere sahiptir (De Hoog ve Scheffer, 1984; Wingfield ve diğ. 1993; Harrington ve Wingfield, 1998; Jacobs ve Wingfield 2001). *Ophiostoma* ve *Ceratocytis* genusları benzerlikleri nedeniyle taksonomi tarihinin uzun bir dönemi boyunca sinonim olarak düşünülmüştür. Üçüncü ilişkili genus *Ceratocystiopsis* morfolojik olarak nispeten küçük askokarplar, bir noktada birleşen ostiolar hifler, kısa ostiol ve orak biçimli kılıflı askosporlar gibi eşsiz özelliklerin birleşimi ile karakterize edilmektedir (De Hoog ve Scheffer, 1984; Upadhyay ve Kendrick, 1975; Wingfield 1993). *Grosmannia* genusu ise boyunlu veya boyunsuz siyah peritesya ve dallanmış konidiogen aparatlardan çıkan dik koyu renkli kondiforlardan sümüksü kitleler halinde konidiler üreten *Leptographium* anamorfları ile karakterize edilir (Jacobs ve Wingfield, 2001; Zipfel ve diğ. 2006; Ando, 2016). Bu genusların her biri kendi eşeysiz evrelerine göre ayırt edilebilmektedirler. Ayrıca aralarındaki ilişki moleküler markırlar ile de ortaya konulmuştur.

Bu dört teleomorf genus geçmişte Microascales takımı, Ophiostomataceae familyası altında incelenirken (Upadhyay, 1993) günümüzde bir monofletik grup oluşturan ve morfolojik olarak benzer yapılar üreten *Ophiostoma*, *Grosmannia* ve *Ceratocystiopsis* genusları Ophisotomatales ordosu ve *Ceratocystis* genusu ise Microascales ordosu altında ele alınmaktadır (Seifert and Gams, 2001; Six, 2012; Wijayavardene ve diğ. 2018). *Ophiostoma* ve *Ceratosistiopsis* ile ilişkili anamorflar arasında *Hyalorhinocladiella* ve *Sporothrix* bulunurken, bazı *Ophiostoma* türleri *Pesotum* üretir. *Grosmannia* türleri ise *Leptographium* anamorflarını üretirler (Zipfel ve diğ. 2006). Bu türlerin hyphomycet genuslara ait aseksüel evrelerinde phialidlerden konidi gelişimi daima apikal duvar inşası (apical wall building) yoluyla eksogeniktir (Minter ve diğ. 1982). *Ceratocystis*, phialidlerden konidiler oluştururken, halka duvar inşa eden (ring wall buiding) endogen konidi gelişimi ile tanınan *Thielaviopsis*'in anamorflarını (Paulin- Mahady ve diğ, 2002) üretir. *Ophiostoma* ile *Ceratocystis* arasında askosporların gelişimi ile peritesyumda askusların düzenlenmesi ve organizasyonunda farklılık bulunmaktadır (Van Wyk ve Wingfield, 1990; Van Wyk ve diğ. 1993). Ayrıca hücre duvarının kimyasal bileşenleri

bakımından, *Ophiostoma* Ascomycota için alışılmadık bir şekilde kitinin yanında ramnoz ve selüloz içerirken *Ceratocystis*'in hücre duvarının ana maddesi kitindir ve denetlenebilir miktarda ramnoz ve selüloz bulunmaz (De Hoog ve Scheffer, 1984). Cycloheximide toleranslarına bakıldığında ise *Ceratocystis* cycloheximide'in çok düşük konsantrasyonlarına duyarlı iken *Ophiostoma* yüksek konsantrasyonu tolere etmektedir (Harrington, 1981; De Hoog ve Scheffer, 1984).

Bu iki fungus grubunun farklı konukçu bitki ilişkileri vardır. Ophiostomatales türleri çoğunlukla iğne yapraklılarla ilişkiliyken *Ceratocystis* türleri genellikle geniş yapraklılarla ilişkilidir (Seifert ve Gams, 2001; Six, 2012). Ophiostomatales türleri fleofag kabuk böcekleri ile sıkı bir ilişki halindeyken *Ceratocystis* türlerinin böceklerle ilişkisi nispeten zayıf ve özellikli değildir. Ophiostomatales türleri genellikle boreal yerleşimli iken *Ceratocystis* türleri daha çok tropik ve subtropik yerleşimlidir (Harrington, 1987; Jacobs ve Wingfield, 2001).

Ambrosya böcekleri genellikle *Ambrosiella* ve *Raffaelea* genuslarında anamorfik türlerle birlik kurarlar ancak bazıları ayrıca *Ophiostoma*, *Leptographium* ve *Fusarium*'larla da ilişkilidir (Beaver, 1989; Gebhardt ve diğ. 2004; Kirisits, 2007). İlginç bir şekilde, ilk moleküler filogeniler, *Ambrosiella* ve *Raffaelea*'nın her birinin paraflatik olduğunu ve *Ophiostoma* ve *Ceratocystis*'den çoğaldıklarını ortaya koymuştur (Jones ve Blackwell, 1998; Rollins ve diğ. 2001). Ayrıca bir monospesifik genus olan *Dryadomyces* Gebhardt'in *Ophiostoma*'nın müttefikleri olan *Ambrosiella* ve *Raffaelea* türlerinin her ikisini de içeren bir akrabalık içinde yer aldığı bulunmuştur (Gebhardt ve diğ. 2004). Bu tutarsızlıklar tüm *Ambrosiella* ile *Ceratocysits* benzerlerini *Ambrosiella* içinde tutan ancak Ophiostomatales ile ilişkili olanları *Hyalorhinocladiella*'ya aktaran Harrington ve diğ. (2010) tarafından giderilmiştir. *Driodomyces*'in *Raffaelea*'ya devredilmesinin yanı sıra, Ophiostomatales ile müttefik *Ambrosiella* türleri için *Raffaelea*'da yeni birleşimler gerçekleştirilmiştir. Ambrosya fungusları nispi nem, diri odunun nem içeriği ve aşırı sıcaklık gibi çevresel faktörlere hassastır (Kirisits, 2007).

2.4.2.4. Anamorfik Funguslar

Kabuk böcekleri ile ilişkili anamorfik fungusların nerdeyse tamamı Hyphomycetes'e aittir (Batra, 1967; Beaver, 1989, Whitney, 1982). Eşeyli evresi bilinmeyen pek çok fungusun kabuk böcekleri ile ilişkisi bilinmektedir. Bu ilişkiler tesadüfi veya tutarsızdır. Ayrıca ophiostomatoid

olmayan Hyphomycetes türleri de yaygın olarak kabuk böcekleri ile ilişkilidir (Zimmermann, 1973; Whitney, 1982). Filogenetik olarak eşeyli evresi olmayan *Ophiostoma* ile ilişkili ophistomatoid türlerin varlığı ve bu taksonların anamorfik evre genus isimleri altında; *Leptographium*, *Pesotum*, *Sporothrix* ve *Hyalorhinocladiella* olarak tanındığı bilinmektedir (Jacobs ve Wingfield, 2001). Bunların arasında muhtemelen en tanınmışı *Leptographium* türleridir. Ancak kabuk böcekleri ile ilişkili sayısız *Pesotum* türü de bulunmaktadır (Mathiesen – Käärik, 1953; Kroken ve Solheim, 1996; Kirisits ve diğ. 2000). Yakın zamana kadar *Ophiostoma*'nın synnematoz anamorfları *Graphium* Corda genusu içinde sınıflandırılmaktaydı ancak *Graphium*'un tip türü *G. penicillioides* Corda'in rDNA'sının dizi analizine dayalı filogenetik çalışmaları bu türün Microascales ordosu altında olduğunu göstermiştir. Sonuçta *Graphium Ophiostoma* ile uzak ilişkili olduğundan *Ophiostoma*'nın synnematoz anamorfları *Pesotum* içine transfer edilmiştir (Okada ve diğ. 1998; 2000). Teleomorfları bilinen birkaç türün dışında ambrosya fungusları genellikle Hyphomycetes'in çeşitli genuslarına aittir. Tanınmış ambrosya fungusları *Ambrosiella*, *Raffaelea* ve *Fusarium* genuslarındandır (Batra, 1967; Zimmermann, 1973; Beaver, 1989). Avrupa'nın ksilomisetofag kabuk böceklerinin ambrosya fungusları *Ambrosiella* türleridir. rDNA dizi analizi bu genusun polifletik olduğunu ve *Ceratocystis* ve *Ophistoma* ile yakın bağlar kurduğunu göstermektedir (Cassar ve Blackwell, 1996; Rollins ve diğ. 2001; Paulin – Mahady ve diğ. 2002). Benzer şekilde *Raffaelea* türlerinin *Ophiostoma* ve *Ceratocystis* türleri ile yakın ilişkili oldukları kanıtlanmıştır (Jones ve Blackwell, 1998).

2.4.3. Fungusların Scolytinae Türleri Tarafından Taşınması

Kabuk böcekleri ve aralarında sıkı bir bağ oluşmuş funguslar, simbiyozlarının nesilden nesile aktarılmasını garantiye almak için morfolojik adaptasyonlar geliştirmişlerdir. Aralarında sıkı bağ bulunan fungusların devamlı yayılışını sağlamak üzere depolanması, taşınması ve bulaştırılması için kullanılan, böceklerin en belirgin uyumları integümentlerinde salgı bezleri veya salgı hücreleri ile ilişkili yapılardır. Bu yapılar mikangium (çl: mikangia) veya misetangium (çl: misetangia) olarak isimlendirilmektedir. Mikangiumlar integümentte tam anlamıyla simbiyotik fungusların sporlarını muhafaza eden ve devamını sağlayan, salgı üreten glandular hücrelerle kaplanmış az veya çok geniş tüplerden, keselerden ve oyuklardan oluşmaktadır. Daha geniş anlamıyla mikangiumlar glandular hücreler olsun veya olmasın fungusların taşınma ve korunma fonksiyonlarını sağlayan yapılar şeklinde tanımlanmaktadırlar

(Batra, 1963; Beaver, 1989; Lévieux ve diğ. 1991). Morfolojik özelliklerine göre çukur mikangium, kese mikangium ve setal fırça mikangium olmak üzere üç tip mikangium vardır (Klepzig ve Six, 2004). Mikangiumlar birden fazla sayıda bezle ilişkili olduğu halde kabuk böceği mikangiumlarının bezlerinin lümenin içinden dış iskeletin yüzeyine direkt kanalları olan 3 tipi vardır (Barras ve Perry, 1971; Happ ve diğ. 1971; Lévieux ve diğ. 1991; Cassier ve diğ. 1996; Klepzig ve Six, 2004). Mikangial bezler tarafından salgılanan sekresyon fungus propagüllerini korur ve büyümelerini destekler ayrıca simbiyotik olmayan funguslara karşı hareket etmektedir (Barras ve Perry, 1971; Happ ve diğ. 1971; Klepzig ve Six, 2004). Fleofag böceklerin mikangial salgılarının içeriği tam olarak bilinmemektedir. Bununla birlikte ambroisa böceklerinin mikangial salgıları fungusun büyümesine etki eden yağ asitleri, fosfolipidler, steroler ve aminoasitler içermektedir (Klepzig ve Six, 2004).

Mikangiumlar, kabuk böceği türleri ile ilişkili olarak her iki eşeyde, yalnızca erkekte veya yalnızca dişide bulunabilmektedir (Beaver, 1989; Cassier ve diğ. 1996). Ksilomisetofag kabuk böcekleri genellikle ambrosya funguslarını taşıyacak mikangiumlara sahiptir. Mikangiumlar fungusların ambrosya böcekleri tarafından yayılışında önemli bir rol oynamasına rağmen, diğer fungus yayılış araçları özellikle bağırsak kabuk böceklerinin bu grupları için ayrıca önemli olabilmektedir (Beaver, 1989).

Floefag kabuk böceklerinin büyük bir kısmında simbiyontu olan fungusları taşıyan mikangiumlar bulunmaz. Fleofag kabuk böcekleri içinde Avrupa'da mikangiumu bulunan 5 tür tanımlanmıştır. *I. acuminatus*'un dişileri mandibullerinin tabanında membran keselere sahiptir ve bu keselerde *Ambrosiella macrospora* (Francke-Grosm.) L.R. Batra taşınmaktadır. *Hylurgops palliatus* (Gyllenhal), *Hylastes ater* (Paykull) ve *H. cunicularius* Erichson'un her iki eşeylerinde de özellikle kanat örtüsü üzerinde sekresyonla dolu noktalar halinde ilkel mikangium bulunmaktadır. Benzer şekilde *Ips sexdentatus* (Börner)'un madibul, boyun kalkanı ve kanat örtüsü üzerinde mikangium görevi yapan delik ve çukurlar bulunur. Amerika'da *D. ponderosae* iki ana fungus ortağı *Grosmannia clavigera* (Rob.-Jeffr. and R.W. Davidson) Zipfel, Z.W. de Beer and M.J. Wingf. ve *Ophiostoma montium* (Rumbold) Arx'u maksilladaki kese mikangiumlarında ve aynı zamanda ekzoiskeletinin üzerinde taşımaktadır (Lévieux ve diğ. 1991; Kirisits, 2007; Bleiker ve diğ. 2009).

Mikangiumsuz kabuk böceği türlerinde fungusların yayılışının iki yoldan biriyle; konidiyumların veya askosporların böceklerin dış yüzeyine yapışarak epizoik olarak taşınması

ya da bağırsaktan sindirilmeden geçmesiyle endozoik olarak taşınmasıyla meydana geldiği tahmin edilmektedir. Anlaşıldığı üzere fungus transferinin bu formu daha özellikli fungal toplumlara özgü olduğundan ve mikangiumlara sahip olamayan kabuk böceklerinde de meydana gelebildiğinden, mikangiumlara sahip kabuk böceklerindeki kadar etkili olmaktadır (Furniss ve diğ. 1990; Paine ve diğ. 1997, Kirisits, 2007).

Taşıyı (phoretic) akarlar ophiostomatoid fungusların taşınmasında önemli bir rol oynamaktadırlar. Tarsonemus genusunda bazı akarlar fungusları taşımak için özelleşmiş sporateka adı verilen organlara sahiptir. Bazı durumlarda bu akarlar kabuk böceklerine kıyasla daha çok taşıdıkları özel fungusla yakından ilişkilidir. En iyi bilinen örnek *D. frontalis* için hipertaşıyıcı akarlar *Tarsonemus krantzi* Smiley and Mose ve *T. ips* Lindquist (her ikisinde de sporoteka vardır) ile *O. minus* arasındaki ilişki *O. minus*'un kabuk böceği ile olan ilişkisinden daha yakındır (Klepzig ve diğ. 2001; Lombardero ve diğ. 2003; Hofstetter ve diğ. 2006; Vissa ve Hofstetter, 2015).

Kabuk böcekleriyle ilişkili funguslarda kendi böcek partnerleri ile simbiyotik uyum gelişmiştir. *Ophiostoma*, *Ceratocystis* ve *Ceratocystiopsis*'in uzun ostiol, yapışkan askosporlar ve konidiler gibi morfolojik özellikleri kabuk böceği habitatına uyum olarak gözlenmektedir. Askosporlar çoğunlukla böceklerin bağırsaklarında sindirilmelerini engelleyen iyi gelişmiş kabuklara sahiptirler. Ophiostomatoid funguslar ve ambrosya fungusları polimorfik olup misel ve maya benzeri büyüme formlarının her ikisine de sahiptirler. Böceklerin mikangiumlarında funguslar genellikle yavaş büyüyen maya evresindedirler (Beaver, 1989; Malloch ve Blackwell, 1993; Kirisits, 2007).

2.4.4. Batı Palearktik'te *Pinus* spp. – Scolytinae – Ophisotomatoid Fungi İlişkisi

Ophiostomatoid funguslar ile kabuk böcekleri arasındaki ilişki genellikle bir fungus türüne bir böcek türü ilişkisi şeklinde değildir. Bunun sonucu olarak birçok kabuk böceği türü birçok fungus toplumu ile simbiyozlar oluşturmaktadırlar. Tipik olarak bazı fungus türler belirli bir kabuk böceği türü ile yüksek frekansta bir araya gelirken diğerleri ile mikobiyotanın rastgele bileşeni şeklinde birliktelik kurmaktadırlar. Örneğin Avrupa'da *I. typographus* ile bir araya gelen çok sayıda fungus türü kaydedilmiştir. Ancak kaydedilen türlerin çoğu bu nişte nadiren bulunmuş veya yalnızca bir ya da birkaç araştırmada kaydedilmiş türlerdir. Çeşitli incelemelerin farklı sonuçlarına rağmen *I. typograhus* ile en yaygın ve ekolojik olarak en

anlamlı birliktelikler *C. polonica*, *Ophiostoma ainoae* H. Solheim, *O. bicolor* R.W. Davidson and D.E. Wells, *O. penicillatum* (Grosmann) Siemaszko ve *O. piceaperdum* (Rumbold) Arx'dur (Kirisits, 2007). Günümüze kadar ülkemizinde içinde bulunduğu Batı Palearktik'te *Pinus sylvestris* L. başta olmak üzere çam türlerine arız olan kabuk böceklerinden izole edilen ophiostomatid türler Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.2: Batı Palearktik Bölgede *Pinus* spp. – Sco**l**ytinae – Fungi Birlikleri.

Fungus	**Böcek**	**Konukçu Ağaç**	**Kaynaklar**
Ambrosiellea ips	*I. sexdentatus*		Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
A. macrocarpa	*I. acuminatus*	*Pinus* sp.	Mathiesen, 1950; Cassar ve Blackwell, 1996.
A. tingens	*T. minor*	*P. sylvestris*	Rennerfelt, 1950; Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Rollins ve diğ., 2001; Kirisits, 2007; Jankowiak, 2008.
	T. piniperda	*P. sylvestris*	Rennerfelt, 1950; Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	I. sexdentaus	*Pinus* sp.	Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
Ceratocystiopsis sp.	*I. amitinus*	*P. cembra*	Kirisits ve diğ., 2000; Kirisits, 2007.
C. falcata	*O. laricis*	*P. sylvestris*	Krischner 1998; 2001; Kirisits, 2007.
C. minima	*I. acuminatus*	*P. sylvestris*	Lieutier ve diğ. 1991.
C. minuta	*I. amitinus*	*P. cembra*	Kirisits ve diğ. 2000; Kirisits, 2007.
	I. sexdentatuts	*P. sylvestris, P. pinaster*	Krischner 1998; 2001, Bueono ve diğ. 2010.
	T. minor	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	T. piniperda	*P. sylvestris*	Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits ve diğ. 2000; Kirisits, 2007.
	O. laricis	*P. sylvestris*	Krischner 1998; 2001; Kirisits, 2007.
Ceratocystis autogprapha (*Graphium* (*Pesotum*?))	*T. piniperda*	*Pinus* sp.	Wingfield ve Gibbs, 1991; Kirisits, 2007.
C. coerulescens	*I. acuminatus*	*Pinus* sp.	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	O. proximus	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	P. chalcographus	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
C. leucocarpa	*O. laricis*	*P. sylvestris*	Krischner 1998; 2001; Kirisits, 2007.
C. polonica	*I. amitinus*	*P. cembra*	Harrington ve Wingfield, 1998; Kirisits ve diğ. 2000; Kirisits, 2007.
	H. palliatus	*P. sylvestris*	Kroken ve Solheim, 1996, Kirisits ve diğ. 2000; Kirisits, 2007.
C. cf *polonica*	*T. minor*	*P. sylvestris*	Kirisits ve diğ. 2000; Kirisits, 2007.
Graphium cresciricum	*H. attenuatus*	*P. sylvestris*	Romón ve diğ. 2014.
G. fimbriisporum	*P.chalcographus*	*P. sylvestris*	Jankowiak ve Kot 2011.
G. pycnocephalum	*T. minor*	*P. sylvestris*	Jankowiak, 2008.

Tablo 2.1 (devam): Batı Palearktik Bölgede *Pinus* spp. – Scolytinae – Fungi Birlikleri.

G. pseudocormiticum	*I. sexdentatus*	*P. sylvestris*	Krischner 1998; 2001.
	O. erosus	*Pinus* sp.	Jacobs ve diğ. 2017.
	O. laricis	*P. sylvestris*	Krischner 1998; 2001; Kirisits, 2007.
	T. minor	*P. sylvestris*	Jacobs ve diğ. 2017.
Graphium (*Pesotum*) spp.	*H. ater*	*P. sylvestris*	Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	H. opacus	*P. sylvestris*	Wingfield ve Gibbs, 1991; Jacobs ve Wingfield, 2001; Kirisits, 2007.
	I. acuminatus	*P. sylvestris*	Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
Graphium spp.	*I. acuminatus*	*P. sylvestris*	Waalberg, 2015.
	I. amitinus	*P. cembra*	Kirisits ve diğ. 2000; Kirisits, 2007.
	I. sexdentatus	*P. pinaster*	Bueono ve diğ. 2010.
	T. minor	*P. sylvestris*	Jankowiak, 2008.
G. crescericum	*O. laricis*	*P. nigra*	Romón ve diğ. 2014.
G. cf. *rectangulosporium*	*I. acuminatus*	*P. sylvestris*	Davydenko ve diğ. 2017.
**G. rectangulosporium*	*T. destruens*	*P. halepensis*	Dori-Bachash ve diğ. 2015.
	O. erosus	*P. halepensis, P. brutia*	Dori-Bachash ve diğ. 2015.
	P. calcaratus	*P. brutia*	Dori-Bachash ve diğ. 2015.
Graphilbum spp.	*I. acuminatus*	*P. sylvestris*	Waalberg, 2015.
	P. bidentatus	*P. sylvestris*	Waalberg, 2015.
	P. quadridens	*P. sylvestris*	Waalberg, 2015.
Grosmannia cucullata-complex	*I. typographus*	*P. sylvestris*	Linnakoski ve diğ. 2012b.
	H. ater	*P. sylvestris, P .nigra*	Romón ve diğ. 2014.
	H. angustatus	*P. sylvestris*	Romón ve diğ. 2014.
	H. brunneus	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
	H. ligniperda	*P. sylvestris*	Romón ve diğ. 2014.
	H. palliatus	*P. sylvestris*	Romón ve diğ. 2014.
G. olivacea	*I. typographus*	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
	I. acuminatus	*P. sylvestris*	Davydenko ve diğ. 2017.
	O. laricis	*P. sylvestris, P. nigra*	Romón ve diğ. 2014.
	P.quadridens	*P. sylvestris*	Waalberg, 2015.
	T. piniperda	*P. sylvestris*	Romón ve diğ. 2014.
	H. lignipeda	*P. sylvestris*	Jankowiak ve Bilański, 2013a.
	Gnatothrichus materiarius	*P. sylvestris*	Romón ve diğ. 2014.
G. europhoides	*P. bidentauts*	*P. sylvestris*	Waalberg, 2015.
G. penicillata	*H. ater*	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953.
	H. palliatus	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Savonmäki, 1990.
	Trypodendron lineatum	*P. sylvestris*	Savonmäki, 1990.
G. piceiperda	*Pitygogenes chalcographus*	*P. sylvestris*	Jankowiak ve Kot 2011.
G. radiaticola	*H. opacus*	*P. sylvestris*	Jankowiak ve Bilański, 2013a.
Hormonema dematioides	*T. minor*	*P. sylvestris*	Jankowiak, 2008.
Leptographium sp.	*I. amitinus*	*P. cembra*	Kirisits ve diğ. 2000; Kirisits, 2007.

Tablo 2.1 (devam): Batı Palearktik Bölgede *Pinus* spp. – Scolytinae – Fungi Birlikleri

L. absconditum	*O. laricis*	*P. nigra*	Romón ve diğ. 2014.
L. chlamydatum	*I. typographus*	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
	P. chalcographus	*P. sylvestris*	Linnakoski ve diğ. 2012b.
L. euphyes	*T. piniperda*	*Pinus* sp.	Jacobs ve Wingfield, 2001; Kirisits, 2007.
L. guttulatum	*H. palliatus*	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Kirisits, 2007.
	H. ater	*P. sylvestris*	Wingfiled ve Gibbs, 1991; Jacobs ve Wingfield, 2001.
	H. opacus	*P. sylvestris*	Wingfield ve Gibbs, 1991; Jacobs ve Wingfield, 2001; Kirisits, 2007.
	T. destruens	*P. pinea, P. pinaster*	Peverieri ve diğ. 2006.
	T. minor	*P. sylvestris*	Kirisits ve diğ. 2000; Kirisits, 2007.
	T. piniperda	*P. radiata, Pinus* sp.	Jacobs ve Wingfield, 2001; Kirisits, 2007; Romón ve diğ. 2014.
L. lundbergii	*H. palliatus*	*P. sylvestris*	Wingfiled ve Gibbs, 1991; Jacobs ve Wingfield, 2001; Kirisits, 2007; Linnakoski ve diğ. 2012b.
	H. ater	*P.sylvestris*	Jankowiak ve Bilański, 2013.
	I. acuminatus	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	O. proximus	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	P. chalcographus	*P. sylvestris*	Linnakoski ve diğ. 2012b.
	P. quadridens	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007;Waalberg, 2015.
	T. minor	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	T. piniperda	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Jacobs ve Wingfield, 2001; Kirisits, 2007.
	T. destruens	*P. pinea, P. pinaster*	Peverieri ve diğ. 2006.
L. pityophilum	-	*P. nigra*	Jacobs ve diğ, 2001.
L. procerum	*T. piniperda*	*P. sylvestris*	Jacobs ve Wingfield, 2001; Kirisits, 2007; Jankowiak ve Bilański, 2007.
	H. attenuatus	*P. sylvestris*	Romón ve diğ. 2014.
	H. angustatus	*P. sylvestris, P. radiata*	Romón ve diğ. 2014.
	H. ater	*P. sylvestris, P. nigra*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Jacobs and Wingfield, 2001; Jankowiak ve Bilański, 2013a; Romón ve diğ. 2014.
	H. opacus	*P. sylvestris*	Wingfield ve Gibbs, 1991; Jacobs ve Wingfield, 2001; Jacobs ve diğ. 2001; Kirisits, 2007; Jankowiak ve Bilański, 2013a.
	H. palliatus	*P. radiata*	Jacobs ve diğ. 2001; Kirisits, 2007; Romón ve diğ. 2014.
	O. laricis	*P. sylvestris, P. nigra*	Romón ve diğ. 2014.
	I. sexdentatus	*P. sylvestris*	Jankowiak, 2012.
	G. materiarius	*P. sylvestris*	Romón ve diğ. 2014.
	-	*P. pinea, P. strobus*	Jacobs ve diğ. 2001.

Tablo 2.1 (devam): Batı Palearktik Bölgede *Pinus* spp. – Scolytinae – Fungi Birlikleri.

L. procerum - like	*H. palliatus*	*P. sylvestris*	Linnakoski ve diğ. 2012b.
L. serpens	*H. ater*	*P. sylvestris*	Jacobs ve Wingfield, 2001; Wingfiled ve Gibbs, 1991.
	T. destruens	*P. pinea,* *P. pinaster*	Peverieri ve diğ. 2006.
L. cf *truncatum*	*I. sexdentatus*	*P. sylvestris*	Jankowiak, 2012.
L. truncatum	*H. ater*	*P. sylvestris*	Jankowiak ve Bilański, 2013a.
L. wingfieldii	*H. opacus*	*P. sylvestris*	Wingfield ve Gibbs, 1991; Jacobs ve Wingfield, 2001; Kirisits, 2007.
	O. erosus	*P. radiata*	Romón ve diğ. 2007.
	T. piniperda	*P. sylvestris,* *P. halepensis,* *P. pinaster,* *P. radiata*	Piou ve diğ. 1989; Solheim ve Långstörm, 1991; Wingfiled ve Gibbs, 1991; Kirisits ve diğ. 2000; Jacobs ve Wingfield, 2001; Jankowiak ve Bilański, 2007; Ben Jamaa ve diğ. 2007; Romón ve diğ. 2007; Romón ve diğ. 2014.
	T. destruens	*P. pinea,* *P. pinaster*	Peverieri ve diğ. 2006.
L. taingense sp. nov.	*Dryocoetes autographus*	*P. sylvestris*	Linnakoski ve diğ. 2012b.
Ophiostoma abietinum-like	*I. typographus*	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
O. cf *abietinum*	*I. sexdentatus*	*P. sylvestris*	Jankowiak, 2012.
O. ainoae	*D. autographus*	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
	I. acuminatus	*P. sylvestris*	Pashenova ve diğ. 2004; Linnakoski, 2011.
	I. cembra	*P. sylvestris*	Pashenova ve diğ. 1995.
	I. sexdentatus	*P. sylvestris*	Krischner, 1998; 2001; Kirisits, 2007.
	O. laricis	*P. sylvestris*	Krischner 1998; 2001; Kirisits, 2007.
	P. bidentatus	*P. sylvestris*	Jankowiak ve Kot 2011.
	P. chalcographus	*P. sylvestris*	Jankowiak ve Kot 2011.
	Pityophthorus pityographus	*P. sylvestris*	Jankowiak ve Kot 2011.
O. araucariae	*I. sexdentatus*	*Pinus* sp.	Krischner, 1998; 2001; Kirisits, 2007.
	O. laricis	*P. sylvestris*	Krischner, 1998; 2001; Kirisits, 2007.
O. bicolor	*I. amitinus*	*P. sylvestris,* *P.cembra*	Savonmäki, 1990; Kirisits ve diğ. 2000; Kirisits, 2007.
	I. cembra	*P. sylvestris*	Pashenova ve diğ. 2004.
	O. laricis	*P. sylvestris*	Krischner 1998; 2001; Kirisits, 2007.
	P. quadridens	*P. sylvestris*	Waalberg, 2015.
	H. ligniperda	*P. sylvestris*	Davydenko ve diğ. 2014
O. brunneo-ciliatum	*Ips* sp.	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
	I. acuminatus	*P. sylvestris*	Lieutier ve diğ. 1991, Guérard ve diğ. 2000; Kirisits, 2007. .
	I. amitinus	*P. cembra*	Kirisits ve diğ. 2000; Kirisits, 2007.
	I. sexdentatus	*P. sylvestris,* *P. pinaster*	Mathiesen-Käärik, 1953; Lieutier ve diğ. 1991; Kirisits ve diğ. 2000, Kirisits, 2007; Bueono ve diğ. 2010; Jankowiak, 2012.
	D. autographus	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.

Tablo 2.1 (devam): Batı Palearktik Bölgede *Pinus* spp. – Scolytinae – Fungi Birlikleri.

O. canum	*D. autographus*	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
	H. palliatus	*P. sylvestris, P.radiata*	Linnakoski, 2011; Romón ve diğ. 2014.
	H. ligniperda	*P. sylvestris*	Romón ve diğ. 2014; Davydenko ve diğ. 2014 .
	O. laricis	*P. sylvestris, P. nigra*	Romón ve diğ. 2014.
	O. sturalis	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
	I. acuminatus	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	P. quadridens	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; ; Kirisits, 2007.
	T. piniperda	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Rennerfelt, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007; Silva, 2011; Romón ve diğ. 2014.
	T. minor	*P. sylvestris*	Rennerfelt, 1950; Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik,1953, Kirisits ve diğ. 2000; Kirisits, 2007. Jankowiak, 2008.
O. canum - like	*D. autographus*	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
	H. brunneus	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
	H. palliatus	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
	I. typographus	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
	Ips sp.	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
	Pityogenes sp.	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
	Trypodendron lineatum	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011..
	O. suturalis	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011
O. cantabriense	*H. attenuatus*	*P. sylvestris*	Romón ve diğ. 2014.
	O. larcis	*P. sylvestris*	Romón ve diğ. 2014.
O. clavatum	*I. acuminatus*	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Rennerfelt, 1950; Mathiesen-Käärik,1953; Kirisits, 2007.
	I. sexdentatus	*P. sylvestris*	Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	O. proximus	*P. sylvestris*	Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	T. piniperda	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953;Kirisits, 2007.
O. cucullatum	*O. laricis*	*P. sylvestris*	Krischner, 1998; 2001; Kirisits, 2007.
O. europhioides	*T. piniperda*	*P. sylvestris*	Kirisits ve diğ. 2000; Kirisits, 2007.
O. cf *europhioides*	*I. amitinus*	*P. cembra*	Kirisits ve diğ. 2000; Kirisits, 2007.
O. floccosum	*H. palliatus*	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011
	I. typographus	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Rennerfelt, 1950; Mathiesen-Käärik,1953.
	I. sexdentatus	*P.sylvestris*	Jankowiak, 2012.
	T. minor	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
O. galeiformis	*T. piniperda*	*P. sylvestris*	Zhou ve diğ. 2004; Kirisits, 2007.
O. huntii	*T. piniperda*	*P. sylvestris*	Jacobs ve Wingfield, 2001; Kirisits, 2007.

Tablo 2.1 (devam): Batı Palearktik Bölgede *Pinus* spp. – Scolytinae – Fungi Birlikleri.

**O. ips*	*H. ater*	*P. sylvestris*	Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	I. acuminatus	*P. sylvestris*	Mathiesen-Käärik, 1953; Lieutier ve diğ. 1991; Kirisits, 2007. Pashenova ve diğ. 2004; Davydenko ve diğ. 2017.
	I. sexdetantus	*P. sylvestris*	Lieutier ve diğ. 1991; Kirisits ve diğ. 2000; Jankowiak, 2012.
	Orthotomicus sp.	*P. sylvestris*	Pastirčáková ve diğ. 2018.
	O. erosus	*P. sylvestris, P. nigra, P. pinaster, P. halepensis, P. brutia*	Ghaiolue ve diğ. 2007; Ben Jamaa ve diğ. 2007; Romón ve diğ. 2014; Dori-Bachash ve diğ. 2015.
	O. laricis	*P. radiata; P. sylvestris, P. ponderosa*	Krischner 1998; 2001; Kirisits, 2007; Romón ve diğ. 2014
	O. proximus	*P. sylvestris*	Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	T. piniperda	*P. sylvestris; P.halepensis, P.pinaster*	Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007; Pashenova ve diğ. 2004; Ben Jamaa ve diğ. 2007.
	Pityogenes sp.	*P. sylvestris*	Pashenova ve diğ. 2004.
	P. bidentatus	*P. sylvestris*	Waalberg, 2015.
	H. ligniperda	*P. sylvestris*	Davydenko ve diğ. 2014
O. japonicum (=O. *arborea*?)	*I. sexdentatus*	*Pinus* sp.	Krischner, 1998; 2001; Kirisits, 2007.
	O. laricis	*P. sylvestris*	Krischner, 1998; 2001; Kirisits, 2007.
O. karelicum	*D. autographus*	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
	I. typographus	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
O. macrosporum	*I. acuminatus*	*P. sylvestris*	Waalberg, 2015.
O. minus	*H. ater*	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	I. acuminatus	*P. sylvestris*	Rennerferlt, 1950; Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007. Lieutier ve diğ. 1991; Waalberg, 2015; Davydenko ve diğ. 2017.
	I. typographus	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Linnakoski, 2011.
	Orthotomicus sp.	*P. sylvestris*	Pastirčáková ve diğ. 2018.
	O. proximus	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	P. bidentatus	*P. slyvestris*	Jankowiak ve Kot, 2011; Waalberg, 2015.
	P. chalcographus	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
	P. quadridens	*P. sylvestris*	Mathiesen-Käärik 1953; Kirisits, 2007; Waalberg, 2015.
	T. minor	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Rennerfelt, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007; Jankowiak, 2008.
	T. piniperda	*P. sylvestris, P. halepensis*	Mathiesen, 1950; Rennerfelt, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Solheim ve Långström 1991, Kirisits ve diğ. 2000; Kirisits, 2007; Jankowiak ve Bilański, 2007; Ben Jamaa ve diğ. 2007; Silva, 2011.

Tablo 2.1 (devam): Batı Palearktik Bölgede *Pinus* spp. – Scolytinae – Fungi Birlikleri.

O. nebulare	*H. palliatus*	*P. radiata*	Romón ve diğ. 2014.
	H. attenuatus	*P. radiata*	Romón ve diğ. 2014.
	H. ater	*P. nigra*	Romón ve diğ. 2014.
O. obscura	*I. sexdentatus*	*Pinus* sp.	Krischner, 1998; 2001; Kirisits, 2007.
	O. laricis	*P. sylvestris*	Krischner 1998; 2001; Kirisits, 2007.
O. pallidulum	*I. typographus*	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
	I. acuminatus	*P. sylvestris*	Davydenko ve diğ. 2017.
	H. opacus	*P. sylvestris*	Jankowiak ve Bilański, 2013.
O. penicillatum	*I. amitinus*	*P. cembra*	Kirisits ve diğ. 2000; Kirisits, 2007.
O. piceae	*H. ater*	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	I. acuminatus	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Davydenko ve diğ. 2017.
	I. amitinus	*P. sylvestris*	Savonmäki, 1990.
	O. proximus	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	O. laricis	*P. sylvestris*	Krischner 1998; 2001; Kirisits, 2007.
	T. lineatum	*P. sylvestris*	Savonmäki, 1990.
	P. quadridens	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	T. minor	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007; Jankowiak, 2008.
	H. ligniperda	*P. sylvestris*	Jankowiak ve Bilański, 2013.
	T. piniperda	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Solheim ve Långtröm, 1991; Kirisits ve diğ. 2000; Kirisits, 2007; Jankowiak ve Bilański, 2007.
	P. bidentatus	*P. sylvestris*	Jankoviak and Rossa, 2008.
	P. chalcographus	*P. sylvestris*	Jankowiak ve Kot 2011.
	H. ligniperda	*P. sylvestris*	Davydenko ve diğ. 2014.
O. piceaperdum	*I. sexdentatus*	*Pinus* sp.	Krischner, 1998; 2001; Kirisits, 2007; Jankowiak, 2012.
	O. laricis	*P. sylvestris*	Krischner, 1998; 2001; Kirisits, 2007.
	T. piniperda	*Pinus* sp.	Solheim ve Långstörm, 1991; Kirisits ve diğ. 2000Kirisits, 2007.
O. piliferum	*H. ater*	*P. sylvestris*	Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	I. acuminatus	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007. .
	T. minor	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
	T. piniperda	*P. sylvestris*	Rennerfelt, 1950; Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007; Jankowiak ve Bilański, 2007.
O. pluriannulatum	*T. minor*	*P. sylvestris*	Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Kirisits, 2007.
O. cf *pluriannulatum*	*H. lignipeda,*	*P. sylvestris*	Jankowiak ve Bilański, 2013.
	H. ater	*P. sylvestris*	Jankowiak ve Bilański, 2013.

Tablo 2.1 (devam): Batı Palearktik Bölgede *Pinus* spp. – Scolytinae – Fungi Birlikleri.

O. cf *rectangulosporium*	*P. chalcographus*	*P. sylvestris*	Jankowiak ve Kot 2011.
	H. ligniperda	*P. sylvestris*	Davydenko ve diğ. 2014
	I. sexdentatus	*P. sylvestris*	Jankowiak, 2012.
O. quercus	*I. sexdentatus*	*P. sylvestris*	Jankowiak, 2012.
	H. ligniperda	*P. sylvestris*	Jankowiak ve Bilański, 2013.
	H. opacus	*P. sylvestris*	Jankowiak ve Bilański, 2013.
O. saponiodorum	*P. quadridens*	*P. sylvestris*	Waalberg, 2015.
	H. opacus	*P. sylvestris*	Jankowiak ve Bilański, 2013.
O. tapionis	*Ips* sp.	*P. sylvestris*	Linnakoski, 2011.
**Geosmithia* sp.	*O. erosus*	*P. halepensis, P. brutia*	Dori-Bachash ve diğ. 2015.
	P. calcaratus	*P. halepensis, P. brutia*	Dori-Bachash ve diğ. 2015.
P. sylvatica	*T. piniperda*	*P. sylvestris*	Silva, 2011.

* ile işaretli olan fungus türlerinin dünyada bilinen konukçuları arasında *Pinus brutia* da vardır.

2.4.5. Ophiostomatoid Fungusların Patojenisite ve Virulansı

Kabuk böcekleri ve patojenik funguslar iğne yapraklı ormanların üretimini ve ekolojik süksesyonunu etkileyen en büyük etkileşimli faktörlerdir. Geleneksel olarak bu organizmalar orman idarecileri tarafından düşman olarak kabul edilmektedirler. Geniş alanlarda kabuk böceklerinin ve fungus patojenlerin iğne yapraklı ağaçları deforme etme veya öldürmekteki yetenekleri tartışma götürmemektedir (Schowalter ve Filip, 1993; Kirisits, 2007).

Ophiostomatoid funguslar arasında ekonomik olarak önemli sayısız bitki ve ağaç patojeni de bulunmaktadır (Wingfield ve diğ. 1993; Kile, 1993; Harrington, 1993). Bunların arasında en saldırgan ağaç patojenleri vasküler solgunluk hastalıklarına sebep olanlardır. Bu türler özellikle kabuk böceklerinin vektörlüğü ya da abiyotik etmenler tarafından yayılmaktadırlar. Su iletim sistemini kesintiye uğratarak canlı ağaçların vasküler sistemini enfekte ederler ve sonunda ağacın ölümüne sebep olmaktadırlar. En iyi bilinen vasküler solgunluk etmeni etkin olarak karaağaç kabuk böceği tarafından taşınan ve Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya'nın bir kısmında Hollanda karaağaç hastalığının sorumlusu olan *O. ulmi* ve *O. novo – ulmi*'dir (Braiser, 1991).

İğne yapraklı ağaçların diri odununda mavi renklenmeye sebep olan Ophiostomatoid fungusların çoğu orta derecede veya zayıf virulant ya da depolanmış tomruk, kereste ve diğer odun ürünlerinde saprofittir (Seifert, 1993; Gibbs, 1993). Bunlar iğne yapraklı ağaçların diri odununda mavi, gri, kahverengi ve hatta siyah renklenme etmeni olup bu açıdan mavi renklenme fungusu olarak da adlandırılmaktadırlar. Örneğin *Leptographium wageneri* (W.B.

Kendr.) M.J. Wingf. kuzeybatı Amerika'da iğne yapraklıların köklerinde siyah renklenme hastalığından sorumlu iken *L. wingfieldii* Avrupa'da çamların diri odununda mavi renklenmeye sebep olan önemli bir patojenik fungustur (Harrington, 1993; Långström ve diğ. 1993; Jacobs ve diğ. 2004). *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst. ekonomik olarak önemli odunsu bitkilerin çoğunda vasküler lekelere ve kanser hastalıklarına sebep olmaktadır (Kile, 1993). Yapraklı ağaçlarda bu funguslar çoğunlukla vasküler solgunluk veya vasküler leke hastalıklarına sebep olurlar (Kile 1993; Harrington, 1993). Enfekte diri odun reçine havuzları ve parankima hücre ışınlarında yoğunlaşan fungus miselyumu mavi renklenmeye neden olmaktadır. Özellikle enfeksiyonun son evresinde trakiedlerde fungus tarafından kolonize edilmektedir (Gibbs, 1993; Seifert 1993).

Mavi renklenme fungusları diri odunun canlı ışınsal parankima hücrelerinde depo edilen asimilasyon ürünlerini kullanırken, çürüklük funguslarının aksine odununun yapısal bileşenlerini (selüloz, lignin ve hemiselüloz) ayrıştıramazlar. Diri odunun nem içeriği mavi renklenmenin gelişimi için önemlidir. Mavi renklenme funguslarının çoğu ortamın %30-40 ve kuru ağırlığın %130 – 140'ı kadar nem içeriğinde büyümektedir. Canlı ağaçlarda renklenmeye sebep olan patojenik mavi renklenme fungusları yüksek nem içeriği ve düşük oksijen seviyelerinde taze diri odunu enfekte edebilme yeteneğindedirler (Selik, 1988; Seifert, 1993).

Patojenisite genel olarak, doğadakine benzer enfeksiyon süreçleri kullanılarak inokulasyondan sonra orijinal semptomların tekrar ortaya çıkması, belirli bir bitki hastalığının patojenini tanımlamak için kullanılan kriterdir (Webber ve Gibbs, 1989). Patojenik ophiostomatoid funguslar böceklerin beslenerek ve odun dokuda yollar oluşturarak meydana getirdikleri yaralar yoluyla konukçu bitkilerine yerleşirler. Kabuk altında fungusların sokulması, böcek yolları çevresindeki floemde nekrotik lezyonların gelişmesine ve muhtemelen ağacın ölümüne kadar giden bir diri odun kolonizasyonuna neden olur (Harrington, 1993). Bu nedenle fungusların virulansı lezyon boyutlarının ölçülmesi ve inokulasyondan sonra konukçu bitkilerin ölümünün izlenmesiyle değerlendirilmektedir. Bu iki parametrenin ayrı değerlendirmesi önemlidir (Paine ve diğ. 1997). Kabuk böcekleri ile ilişkili ophiostomatoid fungusların virulansını değerlendirmede kullanılan muhtelif yöntemler vardır. Bunlardan biri ağaç gövdesinde göğüs çapı yüksekliğinde boyuna olacak şekilde 5 – 10 cm'de bir oluşturulan yatay halka düzlemlerinde 2 – 3 cm aralıklarla kabuğu disk şeklinde çıkarmak ve buraya inokulumu yerleştirmektir. Bu çalışmalarda genellikle yoğun inokulasyon denenir ve aynı izolat birden

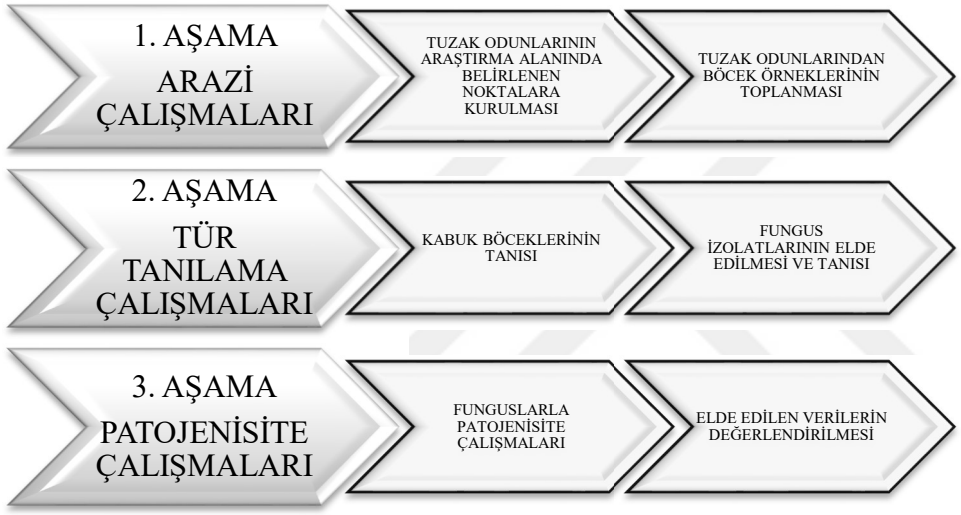
fazla noktaya inokule edilir. İnokule edilmiş ağaç 3 – 4 ay sonra kesilerek inokulasyon noktasından itibaren boyuna oluşan lezyonların boyu ve diri odunda boyanmış ve/veya kurumuş alanlar ölçülür (Solheim ve diğ. 2001; Lieutier ve diğ.; 2004; Ben Jamaa ve diğ.; 2007; Masuya ve diğ. 2003). Bir diğer yöntemde ise ağaçların dalları kullanılmakta, inokulasyon yeterli sayıda ağacın yeterli sayıda dalına yapılmaktadır. Burada bir izolat bir dalın bir noktasına inokule edilir. Dallar inokulasyondan 6 – 12 hafta sonra kesilerek oluşan lezyonların uzunlukları ölçülür (Dunn ve diğ. 2002; Zhou ve diğ. 2002). Ayrıca sera ortamında veya açık arazide fide veya fidanların kök veya gövdelerine inokulasyon yaparak 3 – 4 ay sonra gelişen lezyonların ölçüldüğü bir yöntem de vardır (Eckhardt ve diğ. 2004b; Jankowiak, 2013; Dori – Bachash ve diğ. 2015). Oluşan lezyonlar boyuna gelişen ve hafifçe elipsoid ya da fusiform şekillidir. Lezyonların uzunluğu inokule edilen fungusa göre değişmektedir.

Yukarıda belirtilen yöntemler kullanılarak ortaya çıkarılan sonuçlara göre Avrupa'da nispeten virulant ophiostomatoid fungus – kabuk böceği simbiyoz örnekleri arasında *C. polonica*, *Ips* spp. ile *Picea* spp. üzerinde (Horntvedt ve diğ. 1983; Harrington ve Wingfield, 1998; Kirisits, 1998; Kroken ve Solheim 1998; Solheim, 1988; Kirisits ve Offenthaler, 2002; Lieutier ve diğ. 2003; Jankowiak, 2005; Jankowiak ve diğ. 2009; Kirisits ve diğ. 2000); *C. laricicola*, *I. cembrae* üzerinde (Redfern ve diğ. 1987; Harrington ve diğ. 1996; Witthuhn ve diğ. 1998) ve *L. wingfieldii* ve *O. minus*, *T. piniperda* ile *Pinus* spp. üzerinde (Piou ve diğ. 1989; Solheim ve Långström, 1991; Långström ve diğ. 1993; Croise ve diğ. 1998; Jacobs ve diğ. 2004; Ben Jamaa ve diğ. 2007; Jankowiak, 2008; Silva, 2011) şeklinde sayılabilir. Diğer kabuk böceği – ophistomatoid fungus simbiyozları kendi konukçu ağaçları için farklı seviyede virulans özellik göstermektedir. Bunların çoğu bir ölçüde ağacın savunma mekanizmasını uyarmaktadır. Ayrıca söz konusu mavi renklenme fungusları düşük virulansa sahiptir ve ancak inokulum miktarı yüksek olduğunda ağacı öldürebilmektedirler. Avrupa'da böyle zayıf virulansa sahip mavi renklenme – kabuk böceği – fungus ilişkisine; Avrupa ladini üzerinde *Ambrosiella* sp., *O. bicolor*, *O. penicillatum*, *O. piceaperdum*, ve *Pesotum* sp. (Horntvedt ve diğ. 1983; Solheim, 1988; Kroken ve Solheim 1996; Kirisits, 1998) çamlar üzerinde *O. canum* (Münch) Syd. and P. Syd., *O. ips* (Rumbold) Nannf., ve *O. brunneo ciliatum* Math.-Käärik (Lieutier ve diğ. 1989a; 1989b; Guérard ve diğ. 2000; Solheim ve diğ. 2001), Avrupa melezi üzerinde *Graphium laricis* Jacobs, Kirisits and M.J. Wingf. ve *O. brunneociliatum* gibi örnekler verilebilir (Redfern ve diğ. 1987; Kirisits ve diğ. 2000). Belirli kabuk böceklerinin fungus simbiyontları içinde biri, bazen ikisi yüksek virulansa sahipken diğerleri zayıf virulans özelliği taşımaktadırlar.

3. MALZEME VE YÖNTEM

Araştırmamızın ana malzemesini Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü kızılçam ormanlarında kurulan odun tuzaklarından elde edilen kabuk böcekleri ve bunlardan izole edilen funguslar oluşturmaktadır.

Araştırmalar, aşağıda verilen temel aşamalar çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Bu aşamaların gerçekleştirilmesinde izlenen adımlar, kullanılan malzeme ve yöntemler, ilgili bölümlerde açıklanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Araştırmanın aşamaları.

3.1. MALZEME

3.1.1. Araştırma Alanı

Bu araştırma konusunun ve konu başlığının belirlendiği 2014 tarihinde Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü'nün yetki sahasını Balıkesir ve Çanakkale illerinin orman sınırları (2011 – 2015 yılları arasında) oluşturmaktaydı. Balıkesir ve Çanakkale ormanları günümüzde ayrı Orman Bölge Müdürlükleri halinde yönetilmektedir. 2014 tarihinde belirlenen konu başlığı altında araştırma sahamız her iki ildeki ormanlık alanları da kapsamaktadır. Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü'nün 2014 sınırlarını gösteren harita Şekil 3.2'de verilmiştir. Araştırma alanı 39º20" - 40º45" kuzey paralelleri ve 25º37" - 28º30" doğu meridyenleri arasında 2.367.600 ha'lık alanı

kaplamaktadır (Anonim, 2007; Anonim, 2013). Bu alanda toplam 527.718 ha kızılçam ormanı yer almaktadır (Anonim, 2006).

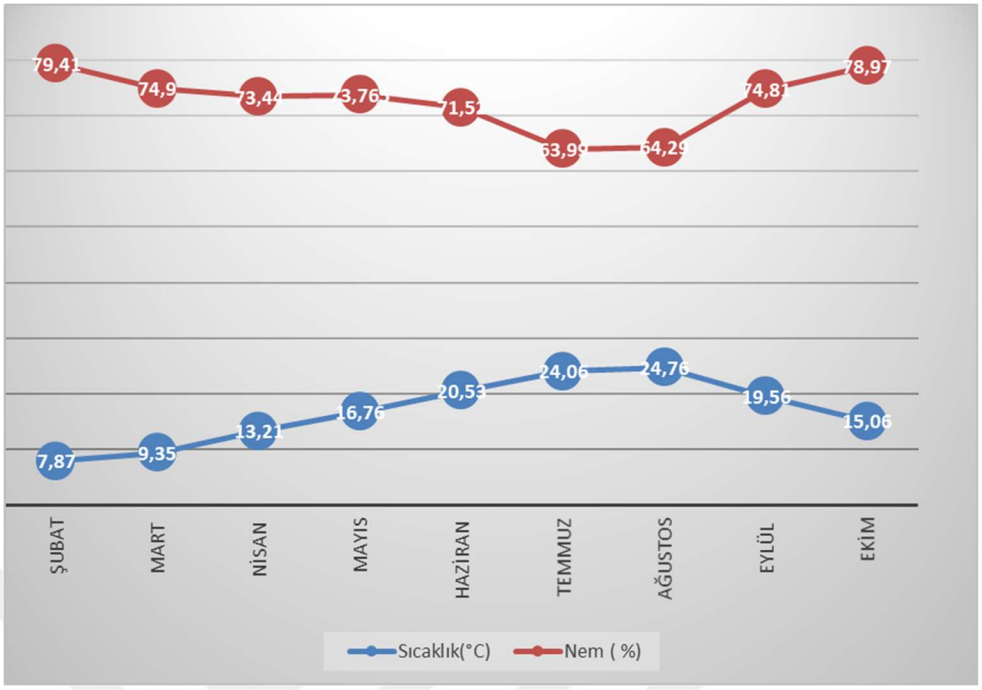


Şekil 3.2: Araştırma alanı.

3.1.1.1. İklim

Araştırma alanı Akdeniz makro iklim bölgesinde olup Türkiye'de bu iklim tipinin karakteristik bir özelliği olan yaz kuraklığı belirgindir. Sıcaklık özelliği bakımından Marmara geçiş ikliminde, yağış özelliği olarak da Akdeniz yağış rejiminde yer alır. Topoğrafya özellikleri, etkili olan basınç sistemleri ve hava dolaşım özellikleri, sıcaklığın ve yağışın alana ve zamana dağılışı iklim özelliklerini belirleyen temel etmenlerdir. Kış mevsimi ortalama yağış miktarları, alanın en yüksek kesimini oluşturan Kazdağı ile çevresi ve daha iç kesimde yer alan Yenice'ye kadar güney kıyıları boyunca en yüksek değerlerine ulaşmaktadır (Türkeş ve Acar Deniz, 2011). Uzun yıllara dayanan verilere göre araştırma alanında ortalama sıcaklık 15 ºC olup en yüksek yaz sıcaklığı 30.9 °C ve en düşük kış sıcaklığı 2,2 °C'dir. Ortalama yıllık yağış 599.95 mm'dir (Anonim, 1998). Çalışma döneminde ise ortalama günlük sıcaklık 16.76 °C ve ortalama nem %73.08'dir.

Çalışmanın yapıldığı döneme ait aylık sıcaklık ve nem ortalamaları Şekil 3.3'de verilmiştir. Bu veriler alanda bulunan dört meteoroloji istasyonundan (Gelibolu, Bayramiç, Savaştepe ve Dursunbey) sağlanarak aylık ortalamalar şeklinde düzenlenmiştir.



Şekil 3.3: 2014 yılı Şubat – Ekim ayları arası sıcaklık ve nem ortalamaları.

3.1.1.2. Bitki Örtüsü

Akdeniz ve Karadeniz iklimleri arasında bir geçiş özelliği gösteren alanda ışığı seven (heliophyll) sert yapraklı (sclerophyll), yaz kuraklığına dayanıklı vejetasyon hâkim durumdadır. Bunun yanında çok sayıda veya geniş ölçüde geofitler (soğanlı, yumrulu ve rizomlu bitkiler), terofitler (buğday gibi tek yıllık bitkiler), ve kamefitler (çalı ve otsu bitkiler) bölgenin karakteristik bitkileri arasındadır (Causa ve Atalay, 2015). Manyas ve Kuş Gölü havzalarının güneyindeki dağlık sahalarda Doğu kayını, Anadolu kestanesi, gürgen, saplı meşe ve Macar meşesinden oluşan nemli ormanlar bulunur. Biga yarımadasında ve Balıkesir çevresinden güneye doğru gidildikçe kuru orman hâkimiyeti başlar. Edremit Körfezi gerisinden yükselen Kazdağı'nın (1767 m) yüksek seviyeleri nemli ormanların gelişme gösterdiği diğer bir sahadır. Kazdağı'nda kuzey yamaçta 650 m, güney yamaçta 1200 m'den itibaren sıcaklık isteği Doğu Karadeniz göknarına oranla daha fazla, nem isteği yüksek olan Kazdağı göknarı; doğu kayını, Macar meşesi, saplı meşe ve karaçamlarla karışarak 1600 – 1650 m'ye kadar yükselir (Günal, 2013). Bölgede 200 – 600 m yükselti arasında sıcaklık ve ışık istekleri fazla olan kızılçam yer alır (Causa ve Atalay, 2015).

Alanda kızılçam (*P. brutia*), karaçam (*P. nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe), fıstıkçamı (*P. pinea* L.), ardıç (*Juniperus excelsa* M.-Bieb.), kayın (*Fagus sylvatica* subsp. *orientalis*

(Lipsky) Greuter & Burdet), meşe türleri (*Quercus cerris* L., *Q. frainetto* Ten., *Q. ithaburensis* Decne., *Q. petraea* (Matt.) Liebl., *Q. pubescens* Willd. , nom. cons., *Q. robur* L.) ve göknar (*Abies nordmanniana* var. *bornmülleriana* (Mattf.) Silba.) ormanları mevcut olup, kayın ile meşe türlerinin, kızılçam ile karaçamın ve kestane (*Castanea sativa* Mill.) ile karaçamın oluşturduğu karışık ormanlarda yer almaktadır. Özellikle 1975 – 1985 ve 1990'lı yıllarda geniş alanlarda yapılmış olan ağaçlandırmalar sonucu elde edilmiş saf kızılçam, karaçam ve fıstıkçamı ormanları monokültür olarak geniş yer kaplamaktadır. Bunların dışında yayılış gösteren ağaç türleri ise; akçaağaç (*Acer campestre* L.), kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), gürgen (*Carpinus betulus* L.), çitlenbik (*Celtis australis* A. Rich.), dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.), fındık (*Corylus avellana* L.), ceviz (*Juglans regia* L.), çınar (*Platanus orientalis* L.), söğüt (*Salix alba* L.), sedir (*Cedrus libani* A. Rich.), kavak türleri (*Populus* spp.), erik türleri (*Prunus cocomilia* Ten., *P. spinosa* L.), ahlat (*Pyrus elaeagrifolia* (Pall.) Steud), karaağaç türleri (*U. glabra*. ve *U. minor* Mill.), üvez (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz) ve ıhlamur (*Tilia tomentosa* Moench)'dur (Efe ve diğ. 2013; Akkemik, 2018).

Alandaki çalı türleri ise sandal (*Arbutus andrachne* L.), kocayemiş (*Arbutus unedo* L.), geven (*Astragalus angustifolius* (Lam.) Rohl.), erguvan (*Cercis siliquastrum* L.), laden (*Cistus laurifolius* L. ve *C. salviifolius* L.), akçakesme (*Phillyrea latifolia* L.), sarmaşık (*Hedera helix* L.), kızılcık (*Cornus mascula* L.), alıç (*Crataegus pentagyna* Waldst. & Kit. ex Willd.), katırtırnağı (*Spartium junceum* L.), koyunkıran (*Hypericum calycinum* L.), muşmula (*Mespilus germanica* L.), karaçalı (*Paliurus spina-christi* Miller), menengiç (*Pistacia terebinthus* L.), sumak (*Cotinus coggygria* Scop.), kuşburnu (*Rosa canina* L.), böğürtlen (*Rubus canescens* DC.), adaçayı (*Salvia tomentosa* Mill.) ve hayıt (*Vitex agnus-castus* L.)'tır (Efe ve diğ. 2013; Akkemik, 2018).

3.1.1.3. Topoğrafik Özellikleri

Güney Marmara Bölgesi'nde tektonik hareketler Kuvarterner döneminde önemli yer şekilleri oluşturmuştur. Çeşitli büyüklükte depremlerin olması bu aktivitenin halen devam ettiğini göstermektedir (Herece, 1990; Yaltırık ve diğ. 2002). Bölgenin tektonik ve paleocoğrafik gelişiminde çevresini saran üç masif büyük öneme sahiptir. Araştırma alanı Kazdağ masifi, Uludağ masifi ve Menderes masifi arasında yer almaktadır (Tağıl, 2003).

Çanakkale yöresi Paleotektonik dönemde Mesozoik temel kayaçları üzerinde Üst Kretase'den beri bir tortulanma alanı olarak belirtmiştir. Genel olarak Eosen sonlarına kadar yörede denizel ortamlar hâkim olmuş, Oligosen'de karasal ortamlara dönüşüm başlamıştır (Türkeş, 2007). Biga Yarımadası'nda görülen başlıca jeomorfolojik şekiller; batı, kuzey ve güneyde görülen irili ufaklı kıyı ovaları, bunların gerisinde kalan tepelik alanlar ile plato ve dağlar arasına sıkışmış tektonik kökenli küçük (pull-apart) depresyonlar yer almaktadır (Efe, 1994).

Edremit körfezinin kuzeyinden başlayıp kuzeydoğu yönüne doğru uzanan kesimde yüksekliği 1767 m olan Kaz Dağı ve onun uzantıları yer almaktadır. Bunlar doğudan batıya doğru Baba Dağ (1767 m), Gürgen Dağı (1400 m), Eybek Dağı (1767 m), Kocakatran Dağı (1060 m), Ağı Dağı (1020 m) ve Yenice depresyonunun kuzeyindeki Karlık ve Armutçuk Dağları'ndan oluşmaktadır (Efe, 1994). Gelibolu Yarımadası'nda Tekir Dağları'nın uzantısı olan Koru Dağı 726 m yüksekliktedir. Gelibolu Yarımadası'nda boğazdan Saroz Körfezi'ne doğru basamak basamak bir yükselme görülmektedir. 400 m'yi aşan tepeler dik yamaçlarla Saroz Körfezi'ne inmektedir. Akarsu ağızlarında ve geniş tabanlı vadilerde görülen ovalar Çanakkale'de az yer kaplamaktadır. Ezine Ovası, Bayramiç Ovası, Kumkale Ovası, Biga ve Karabiga Ovaları, Agonya (Yenice-Hamdibey-Kalkım) Ovası, Umurbey ve Sarıçay Ovaları Anadolu yakasındaki ovalardır. Gelibolu Yarımadasında ise Kavak Ovası, Cumalı Ovası, Yalova Ovası, Kilye ve Piren Ovaları vardır. Akarsuların düzenli bir rejimi yoktur. Sonbahar yağmurlarıyla ve karların erimeye başladığı Nisan, Mayıs aylarında kabarırlar, bunun dışındaki sürelerde bir kaç yüz litrelik debiye kadar düşmektedirler. Akarsuların çoğu Kazdağı'ndan doğarlar. Belli başlı akarsular; Tuzla Çayı, Menderes Çayı, Sarıçay, Kocabaş Çayı, Bayramiç Deresi, Bergaz Çayı ve Kavak Çayı'dır. Önemli bir gölü bulunmamakta Gelibolu Yarımadası ve Gökçeada'da yazın kuruyan tuz gölleri yer almaktadır (Anon. 2016).

Balıkesir bölgesinin bugünkü jeomorfolojik gelişiminde Orta Miyosen'de kıta – kıta çarpışması olayını izleyen genç tektonik (Neotektonik) dönemin etkisi büyüktür. Genel olarak Paleotektonik dönemde jeolojik birimler oluşmuş fakat Neotektonik dönemde bugünkü görünüm meydana gelmiştir. Bölge genel hatlarıyla hafif dalgalı, az yüksek tepelik alanlardan oluşan bir morfolojik görünüm kazanmıştır. Bölgede iki ana jeomorfolojik birim dikkati çekmektedir. Bunlardan biri ova ve vadi tabanları diğeri ise bunları çevreleyen hafif dalgalı tepelik alanlardır (Tağıl, 2003).

Balıkesir'in yeryüzü şekilleri genellikle akarsu vadileriyle yarılmış alçak dağlar, ovalar ve yontuk düz alanlardan oluşmaktadır. Dağlar Balıkesir'in %36.5'lık bölümünü kaplamaktadır. En yüksek dağı 2089 m yüksekliğe sahip Dursunbey'in Akdağ tepesidir. Sınırları içinde yüksekliği 1767 m olan Kaz Dağı'da yer almaktadır. Bundan başka Karadağ (764 m), Edincik Dağı (360 m), Kapı Dağı (803 m), Sularya Gelçel Dağı (881 m), Çataldağ (1336 m), Alaçak Dağı (1625 m), Madra Dağı (1338 m), Hodul Dağı (610 m) vardır. Ovalar genellikle dağ sırtlarıyla birbirinden ayrılmış ve deniz seviyesine yakın yüksekliktedir. Balıkesir Ovası, Manyas Ovası, Gönen Ovası ve Edremit Ovası en önemli ovaları olmak üzere ovalar alanın %10.9'unu kaplamaktadır. Vadiler alanın yeryüzü şekillerin belirleyen en önemli unsurlardır. Vadilerin genel özellikleri, yukarı ve orta yataklarda çok dar ve derin olmalarına karşın, ırmakların denize döküldüğü yerlere doğru ovalara karışarak tipik vadi özelliklerini yitirmeleridir. En önemli akarsuları arasında Susurluk Çayı, Gönen Çayı, Kocaçay ve Havran Çayı sayılabilir. En büyük gölü Manyas Gölü olup Tabak Gölü ve Çaygören Baraj Gölü diğerleridir (Anon. 1999).

Marmara Bölge'sinin genelinde ortalama eğim, % 12 civarındadır. Bölge içerisinde en yüksek ortalama eğime sahip olan bölüm Güney Marmara'dır. Eğim değişkenliğinin en fazla olduğu bölüm yine Güney Marmara Bölümü'dür. Marmara Bölgesi'nin ortalama yükseltisi, 280 metredir. Bu değerin en yüksek olduğu bölüm yine 379 m ortalama yükselti ile Güney Marmara Bölümü'dür. Marmara Bölgesi'nde 0 – 150 m arası genel olarak düzlük karakterdedir. 500 m ve üstü ise genel olarak fazla eğimli ve yamaç karakterdedir (Elibüyük ve Yılmaz, 2010).

3.1.1.4. Toprak Yapısı

Genetik ve doğal sınıflama sistemine göre alanda Zonal Topraklar ordosu altında ele alınan Kırmızı Renkli Akdeniz toprakları (Terra rossa) görülmektedir (Kaya ve Aladağ, 2009). Terra rossalar kalker, marn, kil, konglomera, peridotit, serpantin ve gnayslar üzerinde oluşmuş topraklardır. Bu topraklar kalker ana kaya üzerinde oluşsa bile yıkanma sonucu kireçli bir yapı göstermezler. Terra rossanın oluşumu için hem kalker kayaların varlığına hem de Akdeniz iklimine ihtiyaç duyulmaktadır (Ergene, 1982).

Toprağın kendi karakteristikleri ve özellikle ölçülebilen karakteristik özelliklerinin kullanıldığı yeni sisteme göre alanda hâkim toprak türü İnceptisol'ler ve Entisol'lerdir (Ergene, 1982). Toprağın mineral madde miktarı ve kimyasal özellikleri ana materyale göre değişmektedir.

Silisli volkanik formasyonların hâkim olduğu kesimlerde asit, kireçli tortulların yayılış sahalarında ise bazik reaksiyonlu topraklar görülmektedir. Bunlara Ezine, Biga, Gönen civarında rastlanmaktadır. Yumuşak marn ve kireçtaşları üzerinde Biga ve Gönen civarında olduğu gibi Mollisol'ler oluşmuştur. Akarsuların civardaki yüksek alanlardan taşıyarak eğimin azaldığı yerlerde biriktirdiği sedimanlar üzerinde ise horizonları henüz oluşmamış, profil gelişimi zayıf ve genç topraklar yani Entisol'ler yer almaktadır. Granit, trakit veezit gibi volkanik kayalar üzerinde kumlu balçık ve kaba tekstürlü topraklar hâkimdir. Kil oranı düşük olduğu için bu topraklar hafif bünyelidir. Karabiga – Kemer, Biga – Çan civarında, Bozcaada ile Kapıdağ Yarımadası'nın büyük bir kısmında bunlar yer almaktadır. Yağış ve sıcaklık toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile biyolojik faaliyetleri etkilemektedir. Yağışın arttığı yüksek kesimlerde toprakların üst horizonu yıkandığı için buralarda kireçsiz kahverengi orman toprakları, yani inceptisol'ler yaygındır. Özellikle Kapıdağ Yarımadası, Gönen, Biga, Balıkesir, Yenice ve Balya civarında geniş yer tutmaktadır. Eğimli sahalarda her türlü ana materyal üzerinde oluşabilen (Efe, 1999) inceptisoller genç topraklar olarak ifade edilebilir. Bu topraklarda önemli miktarda kil, demir ve alüminyum oksitlerin biriktiği horizonlar bulunmaktadır. Ando, kahverengi orman toprağı ve kahverengi asit topraklar bu grup içinde yer almaktadır (Ergene, 1982). Entisol'ler doğal genetik horizonlardan yoksun veya bu horizonları başlangıç devresinde olan mineral topraklardır (Ergene, 1982). Araştırma alanında ovalık sahalarda Fluvent'ler ve arızalı sahalarda Orthent'ler olmak üzere Entisol'lerin iki alt ordosu bulunmaktadır (Efe, 1999).

3.1.2. Kullanılan Malzemeler

3.1.2.1. Arazide Kullanılan Malzemeler

Arazi çalışması sırasında tuzak odunlarının kontrollerinde kabuk dokularını kaldırmak için pala, bıçak ya da çakı kullanılmış ve Nikon marka kompakt fotoğraf makinesi ile fotoğrafları çekilmiştir. Örnekler mikrosantrifüj tüpleri, kapaklı plastik kavanozlar ve kilitli poşetlerin içlerine yerleştirilmiş, etiketlenerek verilen numaralar ile gerekli bilgiler arazi kayıt defterine kaydedilerek buz kalıpları arasında laboratuvara nakledilmiştir.

3.1.2.2. Laboratuvarda Kullanılan Malzemeler

Kabuk böcekleri LEICA S8APO stereo mikroskop altında incelenmiş, Leica DFC295 dijital video kamera ile fotoğraflanmıştır. Kabuk böceklerinin teşhisi ve saklanması için böcek iğneleri, etiketler, böcek saklama kutuları, strafor, penset, fırça gibi malzemeler kullanılmıştır.

Fungusların izolasyonu ve tanılanmaları için çeşitli laboratuvar malzemeleri (petri kabı, beher, erlen, lam, lamel, cam tüp, pipet, piset, pamuk, kurutma kâğıdı, penset, bisturi, mantar delici), kimyasallar (sodyum hipoklorit (NaClO), etanol, cycloheximide, streptomycine) ve kültüre almak için besiyeri (Malt – ektrakt ve Agar agar) kullanılmıştır. Besiyerleri distile suda eritildikten sonra otoklavda 121 °C'de 15 dakika boyunca sterilize edilmiş, 90 mm çapındaki petri kaplarına dökülerek kullanıma hazır hale getirilmiştir. Araştırmada antibakteriyel madde olarak streptomycine, antifungal madde olarak cycloheximide kullanılmıştır. Streptomycine ticari olarak toz halde streptomycine sülfat adıyla, cycloheximide ise % 0.1'lik solüsyon halindedir. Fungus izolasyonlarının sonrasında elde edilen türlerin mikroskobik tanısı ve görüntülenmesi amacıyla lam, lamel, preparat inceleme ortamı olarak lactophenol, Leica DM750 ışık mikroskobu, oküler objektif mikrometre ve Leica EC3 dijital video kamera ile kültürlerin saklanması amacıyla cam tüpler kullanılmıştır.

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Arazi Örnekleme Çalışmaları

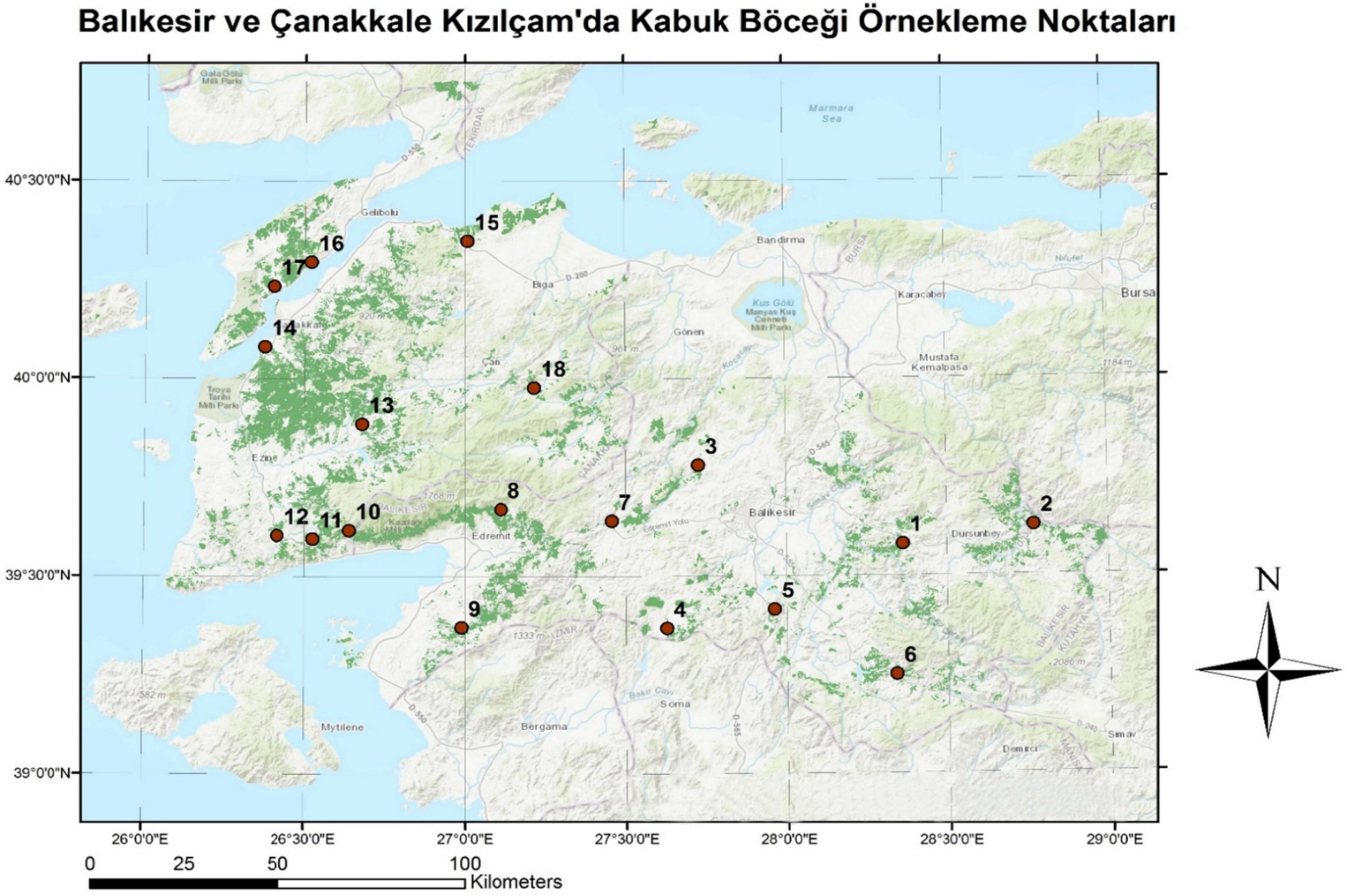
Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen meşcere haritalarından yararlanarak alanı temsil edebilecek 18 adet örnekleme noktası kızılçamın yoğunluğu dikkate alınarak tespit edilmiştir. Örnekleme noktalarında kızılçamlar b – c çağlarında, 20 – 25 yaş aralığında ve tam kapalılıktadır. Arazide belirlenen örnekleme noktalarının koordinatları GPS ile enlem/boylam a göre alınarak Tablo 3.1'de verilmiş ve noktaların harita üzerindeki yerleri ise Şekil 3.4'te gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Örnekleme noktalarının koordinatları.

No/Bölge Adı	Koordinatlar	Rakım (m)	No/Bölge Adı	Koordinatlar	Rakım (m)
1. Kireç	39°34'46.6"N; 28°21'42.1"E	508	10. Küçükkuyu	39°37'02.6"N; 26°38'19.3"E	557
2. Gökçedağ	39°37'29.5"N; 28°46'12.2"E	467	11. Yeniçam	39°35'43.2"N; 26°31'35.2"E	379
3. Balya	39°46'52.1"N; 27°43'33.5"E	448	12. Ayvacık	39°36'14.7"N; 26°24'52.80"E	269
4. Savaştepe	39°22'07.0"N; 27°37'34.9"E	275	13. Bayramiç	39°53'11.2"N; 26°40'44.9"E	204
5. Konakpınar	39°24'57.7"N; 27°57'44.8"E	442	14. Çınarlı	40°4'53.6"N; 26°22'24.9"E	43
6. Sınıdırgı	39°14'58.3"N; 28°20'17.4"E	321	15. Dişbudak	40°20'59.8"N; 27°00'24.3"E	133
7. İvrindi	39°38'26.2"N; 27°27'25.7"E	310	16. Gelibolu	40°17'45.3"N; 26°31'11.8"E	26
8. Edremit	39°40'15.3"N; 27°06'43.5"E	372	17. Eceabat	40°14'04.0"N; 26°24'10.9"E	107
9. Burhaniye	39°22'19.5"N; 26°59'19.8"E	311	18. Yenice	39°58'41.6"N; 27°13'0.6"E	380

Tuzak odunlarının alana bırakılması 24 – 28.02.2014 tarihleri arasında Tribe (1992)'ye göre yapılarak, her noktaya yaklaşık 50 cm uzunluğunda ve 10 – 25 cm çapında, 15 – 20 adet taze kesilmiş tuzak odunu bırakılmıştır (Şekil 3.5). Araziye bırakılan tuzak odunları 4 – 6 haftada bir toplamda 4 defa kontrol edilmiştir. Kontrollerde üzerinde giriş deliği bulunan 3 odun örneğinin kabuk dokuları hassasiyetle kaldırılarak incelemeye alınmış ve fotoğrafları çekilmiştir. Bunlardan elde edilen larva ve erginler ile yuvalandıkları tuzak odunlarında oluşturdukları yolları içeren parçalar örneklenip buz kalıpları arasında laboratuvara nakledilmiştir. Her bir türün sayıları kayıt altına alınmıştır.

Şekil 3.4: Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü ormanları kızılçam meşcere haritası ve belirlenen örnekleme noktaları

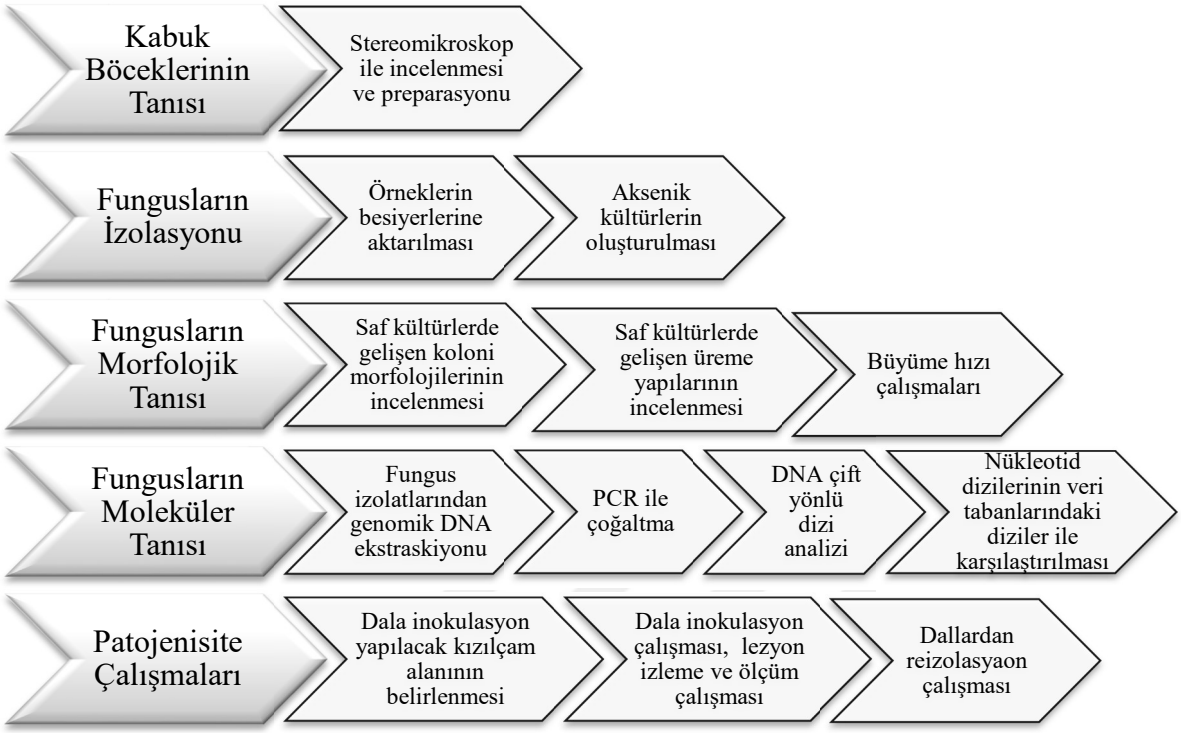




Şekil 3.5: Örnekleme noktasına bırakılan tuzak odunları.

3.2.2. Scolytinae Türleri ile Fungusların İzolasyonu ve Teşhisi

Kabuk böceklerinin ve funguslarının izolasyonu ve teşhisini içeren laboratuvar çalışmaları İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Entomolojisi ve Koruma Anabilim Dalı, Fitopatoloji Laboratuvarı ile Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Botaniği Anabilim Dalı Dendroloji ve Moleküler Biyoloji Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar çalışmalarının aşamaları Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6: Laboratuvar çalışmalarının temel aşamaları.

3.2.2.1. Scolytinae Türlerinin Preparasyonu ve Tanısı

Öncelikle laboratuvara getirilen erginlerin her birinin ayrı ayrı genel morfolojik özellikleri stereo mikroskop altında bakılarak ortak morfolojik özelliklerine göre gruplar oluşturulmuş, her gruptan tür tespiti yapılmak üzere 2 – 3 adet ergin ayrılmış, diğerleri ise kültüre almak üzere kaplarında bırakılmıştır. Örnekler stereo mikroskop altında baş, boyun kalkanı, scutellum, kanat örtüsü, sağrı, koksa, bacak, anten sapı, topuzu ve dikişi gibi yapıların özellikleri incelenerek ilgili literatür (Grüne, 1979; Wood 1982; Selmi, 1998; Lompe, 2002; Jordal ve Knížek, 2007; Sarıkaya, 2008; Benisch, 2007; Anon. 2014 vb.) yardımıyla teşhisleri yapılmış ve fotoğrafları çekilmiştir. Teşhisi yapılan türler uygun yöntemlerle iğnelenmiş, etiketleri hazırlanarak preparasyonu tamamlanan örnekler kutularına kaldırılmıştır. Bu örnekler İ.Ü. – C. Orman Fakültesi, Orman Entomolojisi ve Koruma Anabilim Dalı Böcek Koleksiyonu içinde uygun koşullar altında saklanmaktadır.

3.2.2.2. Fungusların İzolasyonu ve Morfolojik Tanısı

Bu aşamada araştırmanın gerçekleştirildiği 18 örnekleme noktasından getirilen örneklerden 1900 adet kabuk böceği ergini, larva veya pupası ile 120 adet odun doku örneği olmak üzere toplamda 2020 adet örnekten fungus izolasyonları yapılmıştır.

Kabuk böcekleri ergin, larva ve pupa örnekleri ile 1 cm^2 kadar büyüklükte yolların bulunduğu odun doku örnekleri ayrı ayrı % 0.5'lik NaClO ile yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulmuş, 3'er kez steril distile su ile yıkanmış, steril filtre kağıtları arasında kurutularak %1'lik CSMA içeren besi ortamlarına alevden geçirilmiş penset yardımıyla yerleştirilmiştir. Kültürler karanlıkta 20ºC sıcaklıkta koloniler gelişinceye kadar inkübasyona bırakılmıştır. Besi ortamında gelişen koloniler konidial kitleler ya da koloni kenarlarında gelişmekte olan hif uçları halinde steril öze yardımıyla %2'lik malt extract agar ortamında saflaştırılmış ve karanlıkta 20ºC'de inkübasyonu sağlanmıştır. %2'lik MEA ortamında gelişen kolonilerden alınan örnekler üreme organlarının ve sporların morfolojik karakterlerini tespit etmek üzere lactophenol ortamında lam lamel arasında ışık mikroskobu altında incelenmiştir. Üreme organlarından 50'şer adet, sporlardan ise 100'er adet üzerinde oküler mikrometre ile ölçüm yapılmış, maksimum ve minimum aralıkları belirlenerek boyutlandırılmıştır. Optimal büyüme sıcaklıklarını belirlemekte her bir morfolojik grup için iki izolattan 4 tekrarlı olarak çalışmalar yapılmıştır. Bu işlem için %2'lik MEA'da 10 günlük kültür ortamında yetişmiş 5 mm çaplı koloni içeren diskler kullanılmıştır. Bu diskler steril özeler yardımıyla %2'lik MEA içeren ortamların merkezine yerleştirilmiş ve 5ºC aralıklarla 5 – 35ºC'lik karanlık inkübatörlere alınmıştır. Koloni çapları 3., 5. ve 10. günlerde ölçülerek her bir örnek için ayrı ayrı ortalamalar hesaplanmış ve en iyi gelişme sıcaklıkları ortaya konmaya çalışılmıştır.

Saflaştırma çalışması yapılan izolatlar %2'lik MEA ortamında oluşturdukları koloni morfolojilerine göre gruplandırılmış her gruptan iki izolatın ölçümleri yapılarak ortalamaları alınmış fotoğrafları çekilerek literatürde yer alan Ophiostomatales türleri (örn: Wingfield ve diğ.1993; Jacobs ve Wingfield, 2001) ile karşılaştırılmıştır. İzolatları temsil eden aksenik kültürler elde edildikleri örnekleme dönemleri ilk numara ve çalışma sırası ikinci numara olacak şekilde numaralandırılıp başlarına kızılçamı ifade eden CZ kısaltması (CZ1.1 gibi) eklenip isimlendirilerek İ.Ü. – C Orman Fakültesi, Orman Mühendiliği Bölümü, Orman Entomolojisi ve Koruma Anabilim Dalı, Fitopatoloji Laboratuvarında saklanmaktadır.

3.2.2.3. Fungusların Moleküler Tanılama Çalışmaları

Fungus izolatlarından DNA ekstraksiyonu: DNA ekstraksiyonu çalışmaları koloni morfolojilerine göre oluşturulan gruplardan seçilmiş izolatlardan gerçekleştirilmiştir. DNA ekstrasksiyonu öncesinde, fungus izolatları, üzerinde selofan membran serili %2'lik malt-extract agarlı besi ortamlarında iki hafta boyunca oda sıcaklığında geliştirilmiştir. Gelişen miseller, bisturi yardımıyla selofandan kazınarak, steril porselen havanlar içerisinde sıvı azot yardımı ile parçalanmıştır (Kim ve diğ. 2003; Roe ve diğ. 2010). Her bir örnek için DNA ekstraksiyonu EurX GeneMATRIX Plant & Fungi DNA Pruficaiton Kit'in üretici firmasının talimatlarını takip ederek gerçekleştirilmiştir. Buna göre uygulanan protokol:

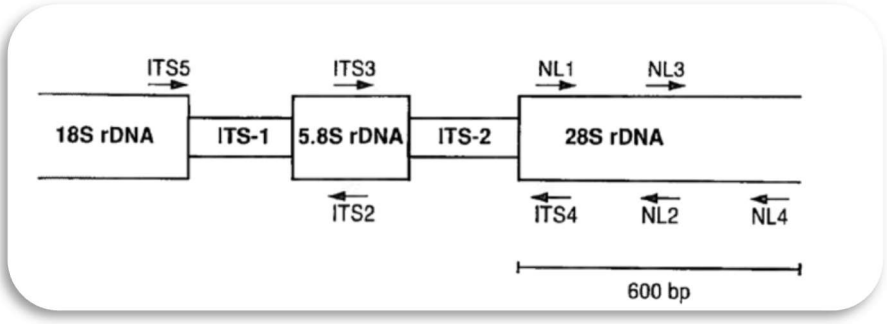
1. Kolon içine 30 µl aktivasyon tamponu Buffer P eklenmiş ve santrifüj yapmadan oda sıcaklığında lysate kolona aktarılıncaya kadar (en az 10 dakika) bekletilmiştir.
2. Sıvı nitrojende ezilerek toz haline gelmiş 100 mg fungus dokusu 2 ml'lik mikrosantrifüj tüplerine alınmış ve santrifüj edilerek tüpün dibine çökmesi sağlanmıştır. 400 µl Lyse F tamponu eklenmiş ve çökeltiye süspanse edilmiştir.
3. 3 µl RNase A ve 10 µl Proteinase K eklenmiş tüpler birkaç kez ters çevrilmiş ve vorteksle karıştırılmış, 65 °C'de su banyosu içinde 30 dakika inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresince 2 kere daha tüpler vortekslenerek karıştırılmıştır.
4. 130 µl AC tamponu eklenmiş ve hafifçe karıştırılarak 5 dakika buz üzerinde inkübe edilmiştir.
5. Lysate 10 dakika 14 000 devir/dakika'da santrifüj edilmiş supernatanın 400 µl'si yeni bir tüpe aktarılmıştır.
6. 350 µl Sol P tamponu ile 250 µl %96'lık etanol eklenmiş ve tüp birkaç kez hafifçe ters çevrilerek karıştırılmış, 1 dakika 12 000 devir/dakikada santrifüj edilmiştir.
7. 600 µl lysate DNA bağlanma kolonuna aktarılmış ve 1 dakika 11 000 devir/dakikada santrifüj edilmiştir. Bağlanma kolonları çıkarılmış, süpernatan dökülmüş ve kolonlar tekrar toplayıcı tüplere yerleştirilmiştir.
8. Kalan karışım aynı DNA bağlanma kolonuna aktarılmış ve 1 dakika 11 000 devir/dakikada santrifüj edilmiştir. Kolonlar çıkarılmış, süpernatan dökülmüş ve kolonlar tekrar toplayıcı tüplere yerleştirilmiştir.

9. 500 µl Wash PX tamponu eklenmiş ve 1 dakika 11 000 devir/dakikada santrifüj edilmiştir. Kolon çıkarılmış, süpernatan dökülmüş ve kolonlar yerleştirilmiştir. Bu işlem ikinci kez tekrarlanmıştır.
10. Wash PX tamponun etkilerini gidermek için 1 dakika 11 000 devir/dakikada santrifüj edilmiştir.
11. Kolonlar yeni bir toplayıcı tüpe (1 – 1.5 ml) aktarılmış ve bağlanmış DNA'nın elüsyonu için 50 µl Elution tamponu eklenmiş, oda sıcalıklığında 2 dakika inkübe edilmiştir. 1 dakika 11 000 devir/dakikada santrifüj yapılmış, kolonlar çıkarılmış ve tüplerin kapakları kapatılmış ve çalışılıncaya kadar 2 – 8 °C saklanmıştır.

DNA izolasyonundan sonra elde ettiğimiz DNA'ların miktar ve saflığını kontrol etmek için Thermo Scientific Nanodrop 2000 cihazında spektrofotometrik ölçüm yapılmıştır.

rDNA'nın ITS bölgelerinin amplifikasyonu: ITS (Internal Transcribed Spacer) bölgelerinin PCR ile çoğaltılması için forward olarak ITS1: 5' CCGTAGGTGAACCTGCGG 3' ve reverse olarak ITS4: 5 'CCTCCGCTTATTGATATGC 3' primerleri kullanılmıştır (Şekil 3.5) (White ve diğ. 1990; Gardes ve Bruns 1993; Kim ve diğ. 1999).

rDNA'nın LSU bölgelerinin amplifikasyonu: LSU (Large Subunit) gen bölgelerinin PCR ile çoğaltılması için forward olarak NL1 5′GCATATCAATAAGCGGAGGAAAAG3' ve reverse olarak NL4 5′GGTCCGTGTTTCAAGACGG3′ primerleri kullanılmıştır (Şekil 3.7) (O'Donnel, 1993; Kim ve diğ. 1999; Ohtaka ve diğ. 2006; Dreaden ve diğ. 2014).



Şekil 3.7: ITS bölgesi ile LSU bölgelerini çoğaltmak için kullanılan primerlerin pozisyoları (O'Donnel, 1993).

PCR reaksiyon koşulları ve PCR protokolü Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2: PCR reaksiyon protokolü ve reaksiyon koşulları.

PCR Reaksiyon Protokolü		**PCR Reaksiyon Koşulları**	
10 x Reaction buffer	10 µl		
25 mM $MgCl_2$	10 µl	95 °C 5 dakika	Initial Denaturation
20 mM dNTP	1 µl	95 °C 45 saniye	Denaturation
10pmol/µl Primer Forward	1 µl	57 °C 45 saniye	Annealing
10pmol/µl Primer Reverse	1 µl	72 °C 60 saniye	Extension
Taq Polimerase	0,5 µl	35 Döngü	Döngü Sayısı
Genomik DNA	5 µl	72 °C 5 dakika	Final Extension
H2O	71.5 µl	Sıcaklık 4 °C'ye düşürülüp PCR tamamlanmıştır.	

Bu çalışmada, DNA izolasyonu ve PCR işlemleri ISUBÜ Orman Fakültesi moleküler biyoloji laboratuvarında yürütülmüştür. PCR ürünlerinin DNA dizilemesi ticari bir firma aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

Dizileme sonrasında elde edilen diziler başlangıç ve sonlarında bulunan kalitesiz dizilerden arındırılmış ve ardından aynı lokusa ait ileri ve geri primerler ile elde edilen (forward ve reverse) dizilere ait kromatogramlar okumalarda hata olup olmadığının kontol edilmesi amacı ile ABI iz dosyaları Chromas Pro (version 2.6.6) ve BioEdit (version 7.0.5.3.) programları kullanılarak düzenlenmiştir. İzolatlara ait diziler bu şekilde düzenlendikten sonra, her bir izolat için ileri ve geri primerlere ait dizilerden ortak (consensus) oluşturulmuştur. Dizilerin DNA dizi veri tabanlarında yer alan, referans diziler ile benzerliklerinin hesaplamasında BLAST (Basic Local Alignment Search Tool=Basit Lokal Hizalama Arama Aracı) algoritması kullanılmıştır. BLAST taramaları, NCBI (National Center for Biotechnology Information = Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi) web sitesinde (www.ncbi.nlm.nih.gov) yer alan nucleotide blast programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tarama sonucunda, bu izolatların en yakın benzerlik gösterdiği veri bankasında bulunan izolatlar ile karşılaştırmaları bulgularda verilmiştir. Gen bankasında bulunan benzer türlerle filogenetik analizleri ise dizilerin MEGA 10 filogenetik programı yardımıyla neighbor – joining (NJ) analizi ile gerçekleştirilmiştir. Aligment boşlukları kayıp veri olarak değerlendirilmiştir.

3.2.3. Kızılçam Dalları Üzerinde Patojenisite Çalışması

Bu çalışma Zhou ve diğ. (2002) ile Dunn ve diğ. (2002)'nın çalışmalarından uyarlanarak düzenlenmiştir. Örnekleme İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, İstanbul Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez Orman İşletme Şefliği sınırları içinde yer alan 56 ve 57 numaralı bölmelerde c çağındaki kızılçam alanında gerçekleştirilmiştir.

İnokulum olarak bu çalışmada elde edilen 6 fungus türünün rastgele seçilen 4'er izolatı kullanılmıştır (Tablo 3.3). İzolatlar %2'lik MEA ortamında 25 °C'de, karanlıkta iki hafta süreyle geliştirilmiştir. Kontrol olarak Malt ekstrakt içeren agar diskleri kullanılmıştır.

Tablo 3.3: Dala inokulasyon çalışmasında kullanılan fungus türleri ve izolatları.

Fungal Tür	**İzolat No**			
O. ips	CZ24.21	CZ27.52	CZ51.1	CZ30.21
O. rectangulosporium	CZ20.19	CZ30.6	CZ30.24	CZ44.9
L. wingfieldii	CZ33.40	CZ41.7	CZ40. 25	CZ42.32
B. exigua	CZ29.9	CZ31.32	CZ31.43	CZ31.97
Trichoderma sp.	CZ30.36	CZ39.7	CZ35.4	CZ33.7
S. brinkmanii	CZ22.20	CZ22.26	CZ31.4	CZ25.8

İnokulasyonlar Haziran 2019'da 1 kızılçam ağacının 5 dalı üzerine olacak şekilde yapılmıştır. 6 fungus türünün 4'er izolatı toplam (6x4=) 24 izolat, 48 kızılçam ağacının 240 dalı üzerine inokule edilirken, kontrol olarak her bir fungus tür için 10 dal olmak üzere (2x6=) 12 ağacın (10x6=) 60 dalına Malt ekstrakt içeren agar plak inokulasyonu yapılmış ve toplamda 60 ağacın 300 dalına inokulasyon gerçekleştirilmiştir. Ağaç dalının kabuğunda 5 mm çapında steril mantar delici kullanılarak kambiyum açığa çıkarılmış ve bu kısma inokulum olarak 5 mm çapında %2'lik MEA ortamında geliştirilmiş fungus diskleri funguslar bulaşık yüzeyleri kambiyuma gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Kontrollere malt ekstrakt içeren agar diskleri konulmuştur. İnokulasyonların üzeri kabuktan çıkarılan disk parçaları ile kapatılmış ve kağıt bant ile sıkıca sarılmıştır (Şekil 3.8). İnokulasyondan 20 hafta sonra dallar kesilerek laboratuvara getirilmiş, kabuk bir bıçak yardımıyla kaldırılarak kambiyum açığa çıkarılmış ve lezyonların uzunlukları ile dal çapları ölçülmüştür. Re – izolasyonlar renklenmiş kambiyumun taze kesilmiş parçalarından %1'lik CSMA ortamına aktarılarak gerçekleştirilmiş ve 20°C'de, karanlıkta 2 hafta yapılan inkübasyondan sonra koloni morfolojilerine bakılıp mikroskobik olarak kontrolleri sağlanmıştır.



Şekil 3.8: Kızılçam dalına inokulayon çalışması.

3.2.4. İstatistik Analizler

3.2.4.1. Oran ve Bolluk Dağılımı

Her örnekleme noktasında elde edilen türlerin birey/izolat sayıları çalışmanın tamamında elde edilen toplam birey/izolat sayısı ile karşılaştırılarak % değerler elde edilmiştir. Tür örüntüleri bolluk sıralamasıyla grafiksel olarak karşılaştırılmıştır. Her alan için türlerin nispi bolluğu, logaritma 10 (n+1)'a dönüştürülmüş ve en bol olan türlerden en az miktardakine doğru olacak şekilde grafikler oluşturulmuştur. Ayrıca boluk hesaplamaları örnekleme noktalarımızın yükselti basamaklarına göre değerlendirilmiş ve grafikleri oluşturulmuştur. Türlerin alanlarıdaki birey sayıları ANAFAU programına aktarılmış ve alandaki türlerin durumları tayin edilmiştir (Moreas ve diğ. 2003).

3.2.4.2. Patojenisite İçin Kullanılan İstatistik Analizler

İzolatların ağaç dalları üzerinde oluşturduğu lezyon uzunluğu verilerinin ortalama değerleri kullanılmıştır. SPSS Version 21 istatistik yazılımında eşitsizlik farkları ve normallikten ayrılmaların olduğu durumlarda düzeltme için önce (Log_{10} n+1) dönüşümü yapılmıştır. Daha sonra tek yönlü ANOVA'ya tabi tutulmuş ve aritmetik ortalama ayrımı için varyanslar homojen ise Duncan, değil ise Tamhane'nın T_2 testleri dikkate alınmıştır (Kroken ve Solheim, 1998; Eckhardt ve diğ. 2004b; Jankowiak, 2013).

4. BULGULAR

Bu bölümde araştırma süresince örnekleme noktalarından elde edilen kabuk böcekleri, bunlardan izole edilen funguslar ve fungus türlerinin patojenlik özellikleri ayrı alt başlıklar halinde ele alınmıştır.

4.1. BALIKESİR ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ ORMANLARINDA KIZILÇAMLARDA (*PINUS BRUTIA* TEN.) BELİRLENEN SCOLYTINAE TÜRLERİ MORFOLOJİK TANISI

Araştırma alanında 18 örnekleme noktasında 6 Tribe, 10 genus ve 21 türe ait 2136 adet kabuk böceği elde edilmiştir. Tanılanan türler Anon. (2000)'e göre aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

Kingdom	•Animalia
Phylum	•Arthropoda
Suphylum	•Hexapoda
Classis	•Insecta
Order	•Coleoptera
Suborder	•Polyphaga
Infraorder	•Cucujiformia
Superfamily	•Curculionoidea
Familya	•Curculionidae
Subfamily	•Scolytinae

Tribe: Crypturgini

4.1.1. *Crypturgus cinereus* (Herbst)

Erginlerinin boyu 1.2 – 1.4 mm arasında değişmektedir. Anten topuzunun dikişleri uç kısımda kalıntı halinde; vücut kahverengi – siyah; boyun kalkanı ağsı ve mat noktaları belirgin; kanat örtüsü mat, nokta şeritleri arası dar, yoğun ve ince kıllı, nokta şeritleri ovaldir. Dişilerde sağrı kısa saç tutamı gibi kıllı ve bu bölgenin ortasında mikro kıllar içeren bir parça bulunur (Şekil 4.1). Araştırma alanında farklı tarihlerde 18 örnekleme noktasının 10'unda tespit edilmiştir (Tablo 4.1).



Şekil 4.1: *C. cinereus* ergini.

Tablo 4.1: *C. cinereus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05	1			1							1		3				6	3	15
30.06-05.07								2	2		3			9				1	17
25.08-30.08								3								2	5		10
27.10-31.10																			
Toplam	1			1				5	2		4		3	9		2	11	4	42

4.1.2. *Crypturgus hispidulus* Thomson

Erginlerinin boyu 1.1 – 1.3 mm arasında ölçülmüştür. Anten topuzunun dikişleri uç kısımda kalıntı halindedir (Şekil 4.2). Tür araştırma alanında farklı tarihlerde 5 örnekleme noktasından elde edilmiştir (Tablo 4.2).



Şekil 4.2: *C. hispidulus* ergini.

Tablo 4.2: *C. hispidulus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05									2									1	3
30.06-05.07						1	1												2
25.08-30.08								1											1
27.10-31.10																			
Toplam						1	1	1	2									1	6

4.1.3. *Crypturgus numidicus* Ferrari

Erginleri 1.2 – 1.5 mm boyundadır. Vücut koyu kahverengi – siyah; kanat örtüleri çok sayıda nokta şeritli sağrısı dişilerde yoğun ve uzun kıllıdır (Şekil 4.3). Araştırma alanında farklı tarihlerde 9 örnekleme noktasından elde edilmiştir (Tablo 4.3).



Şekil 4.3: *C. numiducus* ergini.

Tablo 4.3: *C numidicus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey ve sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05	6								3		4		6				4	6	29
30.06-05.07				1		1		2										1	5
25.08-30.08																			
27.10-31.10																			
Toplam	6			1		1		2	3		4		6				4	7	34

4.1.4. *Crypturgus pusillus* (Gyllenhal)

Erginlerinin boyu 1.0 – 1.3 mm'dir. Anten topuzunun dikişleri uç kısımda kalıntı halinde; vücut kahverengi – siyah, boyun kalkanı parlak ve noktaları belirgin; kanat örtüleri düz, kılsız ve

parlaktır (Şekil 4.4). Araştırma alanında tür farklı tarihlerde 5 örnekleme noktasında tespit edilmiştir (Tablo 4.4).



Şekil 4.4: *C. pusillus* ergini.

Tablo 4.4: *C. pusillus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																	
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05	1				3													1	5
30.06-05.07					2						2			1					5
25.08-30.08																			
27.10-31.10																			
Toplam	1				5						2			1				1	10

Tribe: Hylastini

4.1.5. *Hylastes angustatus* (Herbst)

Erginleri 2.5 – 3.1 mm arasında ölçülmüştür. Vücut siyah – koyu kahverengi; anten topuzu oval ve 3 sıra dikişli; alın kısa medial çizgilidir (Şekil 4.5). Araştırma alanında sadece ilk arazi çalışmasında 9 örnekleme noktasından elde edilmiştir (Tablo 4.5).



Şekil 4.5: *H. angustatus* ergini.

Tablo 4.5: *H. angustatus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05	3		2		1	2		24	2		6				8		1		49
30.06-05.07																			
25.08-30.08																			
27.10-31.10																			
Toplam	3		2		1	2		24	2		6				8		1		49

4.1.6. *Hylastes linearis* Erichson

Boyu 3.0 – 3.1 mm olarak ölçülmüştür. Vücut koyu kahverengi – siyah; anten topuzu oval ve 3 dikişli; boyun kalkanı genişliğinden uzun ve posteriorde daralmıştır (Şekil 4.6). Tür araştırma alanında farklı tarihlerde 3 örnekleme noktasında belirlenmiştir (Tablo 4.6).



Şekil 4.6: *H. linearis* ergini.

Tablo 4.6: *H. linearis*'in örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05							1	1											2
30.06-05.07												1							1
25.08-30.08																			
27.10-31.10																			
Toplam							1	1				1							3

4.1.7. *Hylastes opacus* Erichson

Erginleri 2.4 – 2.6 mm boyunda ölçülmüştür. Vücut siyah – koyu kahverengi; anten topuzu oval ve 3 dikişli; boyun kalkanı genişliği kadar uzun ve anteriorde daralmış; medial longitidunal bant noktasızdır (Şekil 4.7). Araştırma alanında farklı tarihlerde 5 örnekleme noktasında tespit edilmiştir (Tablo 4.7).



Şekil 4.7: *H. opacus* ergini.

Tablo 4.7: *H. opacus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05	6		1	24									4		2				37
30.06-05.07	4																		4
25.08-30.08																			
27.10-31.10																			
Toplam	10		1	24									4		2				41

4.1.8. *Ips sexdentatus* (Boerner)

Erginlerinin boyu 5.5 – 7.5 mm arasında ölçülmüştür. Vücut koyu kahverengi – siyah; anten sapı ile topuzu arası 5 segmentli; alın sarı ve dik kıllı; kanat örtüleri muntazam nokta şeritli, düz ve parlak; sağrının lateral kenarı 6 dişli, en uzun olan 4. dişin uç kısmı kalınlaşmış, sık, sarı, dik ve uzun kıllıdır (Şekil 4.8). Araştırma alanında farklı tarihlerde 2 örnekleme noktasında bulunmuştur (Tablo 4.8).



Şekil 4.8: *I. sexdentatus* ergini.

Tablo 4.8: *I. sexdentatus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05					2														2
30.06-05.07										3									3
25.08-30.08																			
27.10-31.10																			
Toplam					2					3									5

4.1.9. *Orthotomicus erosus* (Wollaston)

Erginlerinin boyları 3.1 – 3.6 mm arasında ölçülmüştür. Vücut kırmızımtırak kahverengi – siyah, anten sapı 5 segmentli, topuzu kavisli ve 2 sıra dikişli; boyun kalkanının ön kısmı granüllü; alın kaba sarı kıllı; kanat örtüleri muntazam nokta şeritli, erkeklerde 2. diş geniş hemen hemen kare şeklindedir (Şekil 4.9). Tür farklı tarihlerde 18 örnekleme noktasının tamamından elde edilmiştir (Tablo 4.9).



Şekil 4.9: *O. erosus* ergini.

Tablo 4.9: *O. erosus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05	28	14	332	22	1	20	7	8	3	2	11	16	24	2	21	14	22	51	598
30.06-05.07	33	78	34	37	66	45	18	13	7	35	25	3	23	19	29		4	7	476
25.08-30.08	139	9	78					23				6	45			109			409
27.10-31.10	65	0		1				2	4					37		1			110
Toplam	265	101	444	60	67	65	25	46	14	37	36	25	92	58	50	124	26	58	1593

4.1.10. *Orthotomicus longicollis* (Gyllenhal)

İki adet erginin boyları 3.3 ve 3.6 mm olarak ölçülmüştür. Vücut koyu kahverengi; büyük olan anten topuzu kavis şeklinde dikişli; sağrısı dişlidir (Şekil 4.10). Türün iki adet ergini yalnızca 5 nolu alandan elde edilmiştir (Tablo 4.10).



Şekil 4.10: *O. longicollis* ergini.

Tablo 4.10: *O. longicollis*'in örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05					2														2
30.06-05.07																			
25.08-30.08																			
27.10-31.10																			
Toplam					2														2

4.1.11. *Pityogenes bidentatus* (Herbst)

Erginleri 2.3 – 2.8 mm boyunda ölçülmüştür. Vücut açık – koyu kahverengi; anten sapı ile topuzu arası 5 segmentli; boyun kalkanının arka yarısı noktasız alanlı; kanat örtüleri parlak; alın küçük ve üçgen şeklide alanı kısa kıllıdır (Şekil 4.11). Türün erginleri farklı tarihlerde 3 örnekleme noktasından elde edilmiştir (Tablo 4.11).



Şekil 4.11: *P. bidentatus* ergini.

Tablo 4.11: *P. bidentatus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																	
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
12.05-16.05					1														1
30.06-05.07									1			1							2
25.08-30.08																			
27.10-31.10																			
Toplam					1				1			1							3

4.1.12. *Pityogenes calcaratus* (Eichhoff)

Ergin örnekleri 2.4 - 2.8 mm arasında ölçülmüştür. Vücut koyu kahverengi – siyah; anten sapı ile topuzu arası 5 segmentli; boyun kalkanının arka yarısı noktasız; kanat örtülerinin sağrısı yuvarlak koni dişli ve tüberküllüdür (Şekil 4.12). Erginler aynı arazi döneminde 4 örnekleme noktasından elde edilmiştir (Tablo 4.12).



Şekil 4.12: *P. calcaratus* ergini.

Tablo 4.12: *P. calcaratus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05				1	1									1	4				7
30.06-05.07																			
25.08-30.08																			
27.10-31.10																			
Toplam				1	1									1	4				7

4.1.13. *Pityogenes pennidens* (Reitter)

Erginleri 2.2 – 2.4 mm boyunda ölçülmüştür. Vücut kahverengi; anten topuzu 5 segmentli; kanat örtülerinin sağrısı üzerindeki birinci diş belirgin değil, 2. diş kalın ve çengel şeklinde ve sağrı uzun iplik şeklinde kıllıdır (Şekil 4.13). Tür farklı tarihlerde 12 örnekleme noktasından elde edilmiştir (Tablo 4.13).



Şekil 4.13: *P. pennidens* ergini.

Tablo 4.13: *P. pennidens*'in örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05			2			5	23	22	12	21		7	25					12	129
30.06-05.07												3	20					9	32
25.08-30.08	1	18											10			5			33
27.10-31.10																			
Toplam	1	18	2			5	23	22	12	21		10	55			5		21	195

Tribe: Polygraphini

4.1.14. *Carphoborus henscheli* Reitter

Erginleri 1.6 – 1.8 mm arasında ölçülmüştür. Vücut koyu kahverengi; gözler böbrek şeklinde; anten topuzu 4 parçalı ve bitişik; boyun kalkanı anteriörde daralmış; kanat örtüleri kısa pul şeklinde kıllı, sağrısı üzerindeki 3. nokta şeritlerinin arası çıkıntılıdır (Şekil 4.14). Tür 9 örnekleme noktasından elde edilmiştir (Tablo 4.14).



Şekil 4.14: *C. henscheli* ergini.

Tablo 4.14: *C. henscheli*'nin örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05	1		1	1		1				2		2	2		2			1	13
30.06-05.07																			
25.08-30.08																			
27.10-31.10																			
Toplam	1		1	1		1				2		2	2		2			1	13

Tribe: Tomicini

4.1.15. *Hylurgus ligniperda* (Fabricius)

Erginleri 5.3 - 5.5 mm boyunda ölçülmüştür. Vücut koyu kahverengi – siyah; anten sapı ile topuzu arası 6 segmentli; anten topuzu konik; boyun kalkanı noktalı ve uzun sarı kıllı; kanat örtüleri kaba noktalı ve sağrı kısmı yoğun, uzun ve sarı kıllıdır (Şekil 4.15). Tür farklı tarihlerde 11 örnekleme noktasından elde edilmiştir (Tablo 4.15).



Şekil 4.15: *H. ligniperda* ergini.

Tablo 4.15: *H. ligniperda*'nın örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05	4		4	2	4		14				5				9	5	5	2	54
30.06-05.07					2	2													4
25.08-30.08																			
27.10-31.10																			
Toplam	4		4	2	6	2	14				5				9	5	5	2	58

4.1.16. *Hylurgus micklitzi* Wachtl

Erginleri 3.6 – 3.8 mm boyundadır. Vücut koyu kahverengi siyah; anten sapı ile topuzu arası 6 segmentli; anten topuzu konik; boyun kalkanı noktalı, uzun sarı kıllı; kanat örtüleri üzerindeki noktalar düzenli olarak sıralanmıştır (Şekil 4.16). Tür farklı tarihlerde 8 örnekleme noktasından elde edilmiştir (Tablo 4.16).



Şekil 4.16: *H. micklitzi* ergini.

Tablo 4.16: *H. micklitzi*'nin örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05	2		2	3			7	1										2	15
30.06-05.07						2											6		8
25.08-30.08																			
27.10-31.10																			
Toplam	2		2	3		2	7	1									6	2	25

4.1.17. *Tomicus destruens* (Wollaston)

Erginler 3.5 – 4.7 mm boylarındadır. Vücut kırmızımtırak - kahverengi; anten sapı 6 segmetli; anten sapı ve topuz aynı renk, anten topuzunun uç kısmı yoğun kıllı, boyun kalkanı siyah; kanat örtülerinin 2. nokta şeridi üzerindeki kıl sırası sağrıda yoktur (Şekil 4.17). Tür aynı dönemde 3 örnekleme noktasından elde edilmiştir (Tablo 4.17).



Şekil 4.17: *T. destruens* ergini.

Tablo 4.17: *T. destruens*'in örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05																			
30.06-05.07																			
25.08-30.08																			
27.10-31.10	12				9					19									40
Toplam	12				9					19									40

4.1.18. *Tomicus minor* (Hartig)

Erginleri 3.5 – 4.5 mm boyunda ölçülmüştür. Vücut kahverengi; anten sapı ile topuzu arası 6 segmentli; boyun kalkanı siyah; kanat örtülerinin 2. nokta şeridi üzerindeki kıl sırası sağrıda devam etmektedir (Şekil 4.18). Tür farklı tarihlerde 3 örnekleme noktasından elde edilmiştir (Tablo 4.18).



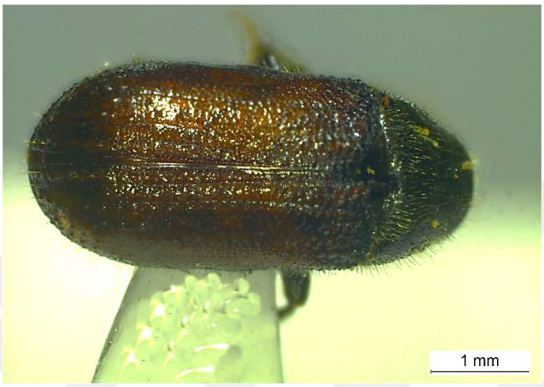
Şekil 4.18: *T. minor* ergini.

Tablo 4.18: *T. minor*'ün örnekleme dönemi ve sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05				1	1														2
30.06-05.07																			
25.08-30.08		2																	
27.10-31.10																			2
Toplam		2		1	1														4

4.1.19. *Tomicus piniperda* (Linnaeus)

Erginleri 4.5 – 4.7 mm boyunda ölçülmüştür. Vücut kahverengi; anten sapı 6 segmetli, anten topuzu sapından daha koyu renkli, anten topuzunun uç kısmı seyrek uzunlu kısa kıllı; boyun kalkanı siyah; kanat örtülerinin 2. nokta şeridi üzerindeki kıl sırası sağrıda sonlanmıştır (Şekil 4.19). *T. piniperda* araştırma alanında 4 örnekleme noktasında aynı dönemde elde edilmiştir (Tablo 4.19).



Şekil 4.19: *T. piniperda* ergini.

Tablo 4.19: *T. piniperda*'nın örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05					1		1	1	1										4
30.06-05.07																			
25.08-30.08																			
27.10-31.10																			
Toplam					1		1	1	1										4

Tribe: Xyleborini

4.1.20. *Xyleborinus saxesenii* (Ratzeburg)

Boyu 2.5 mm olarak ölçülmüştür. Vücut siyah; anten şişkinleşmiş bir lobut görünümünde; boyun kalkanı genişliğinden uzun; kanat örtülerinin sağrısının 1, 3 ve 4. nokta şeritleri arası granüllüdür (Şekil 4.20). Türün 1 nolu örnekleme noktasından elde edilmiştir (Tablo 4.20).



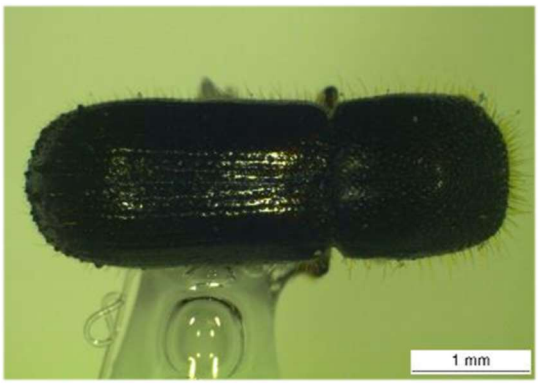
Şekil 4.20: *X. saxesenii* ergini.

Tablo 4.20: *X. saxesenii*'nin örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																	
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05	1																		1
30.06-05.07																			
25.08-30.08																			
27.10-31.10																			
Toplam	1																		1

4.1.21. *Xyleborus eurygraphus* (Ratzeburg)

Ergini 4.0 mm boyunda ölçülmüştür. Vücut koyu kahverengi siyah; boyun kalkanı neredeyse kare biçimli; kanat örtüleri nokta şeritli; sağrıdaki 1. nokta şeritlerinin arası konik tüberküllü, diğerlerinin arası noktalı ve granüllüdür (Şekil 4.21). Örnek 5 nolu örnekleme noktasından elde edilmiştir (Tablo 4.21).



Şekil 4.21: *X. eurygraphus* ergini.

Tablo 4.21: *X. eurygraphus*'un örnekleme dönemi ve elde edilen birey sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05					1														1
30.06-05.07																			
25.08-30.08																			
27.10-31.10																			
Toplam					1														1

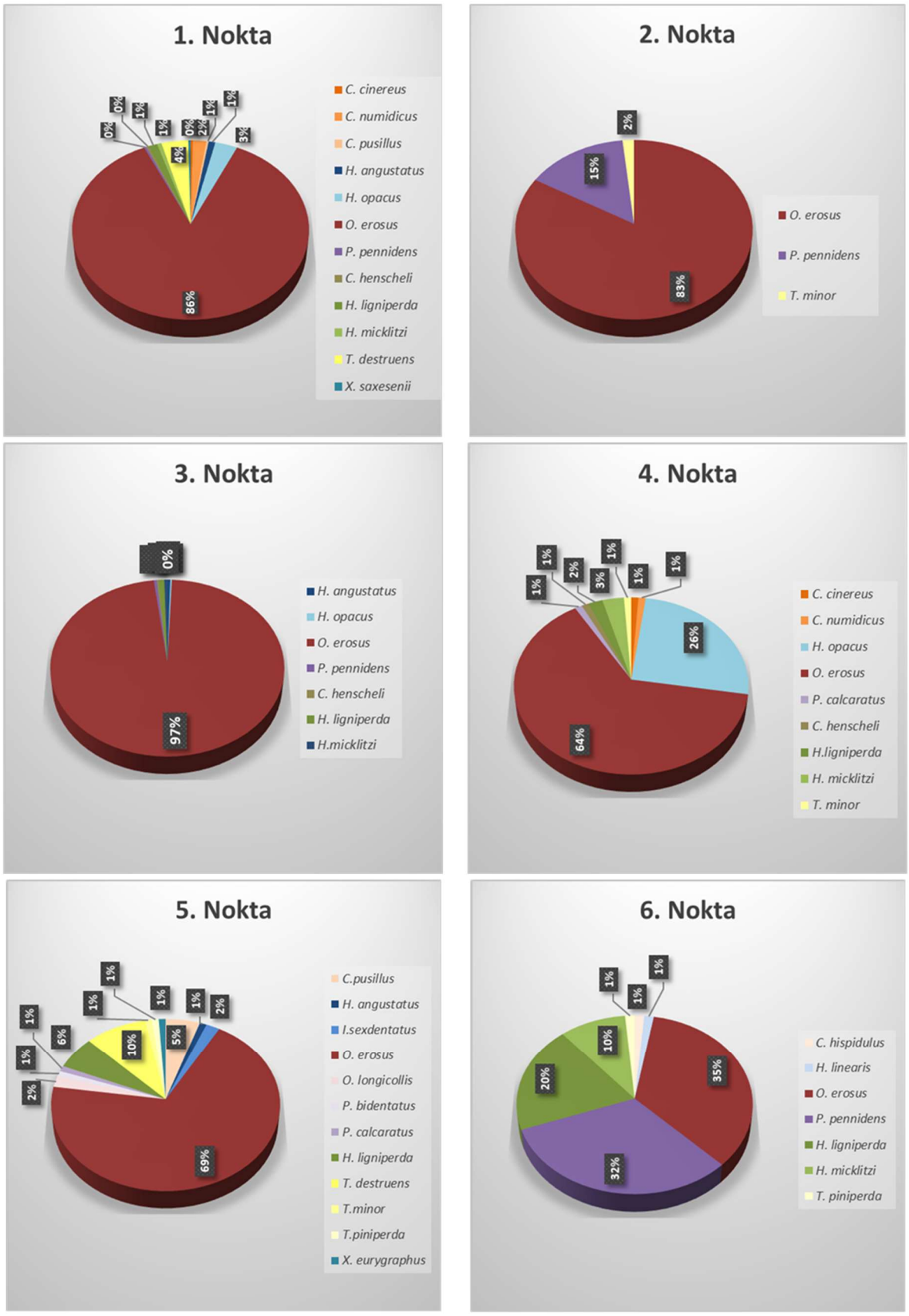
4.2. SCOLYTINAE TÜRLERİNİN ARAŞTIRMA ALANINDA ELDE EDİLME ORANLARI VE BOLLUKLARI

Araştırma alanımızda en bol bulunan tribe Ipini (% 84.5 – 6 tür) olup bunu sırasıyla Tomicini (% 6.14 – 5 tür), Hylastini (% 4.35 – 3 tür), Crypturgini (% 4,31 – 4 tür), Polygraphini (% 0.61 – 1 tür) ve Xyleborini (% 0,1 – 2 tür) izlemektedir.

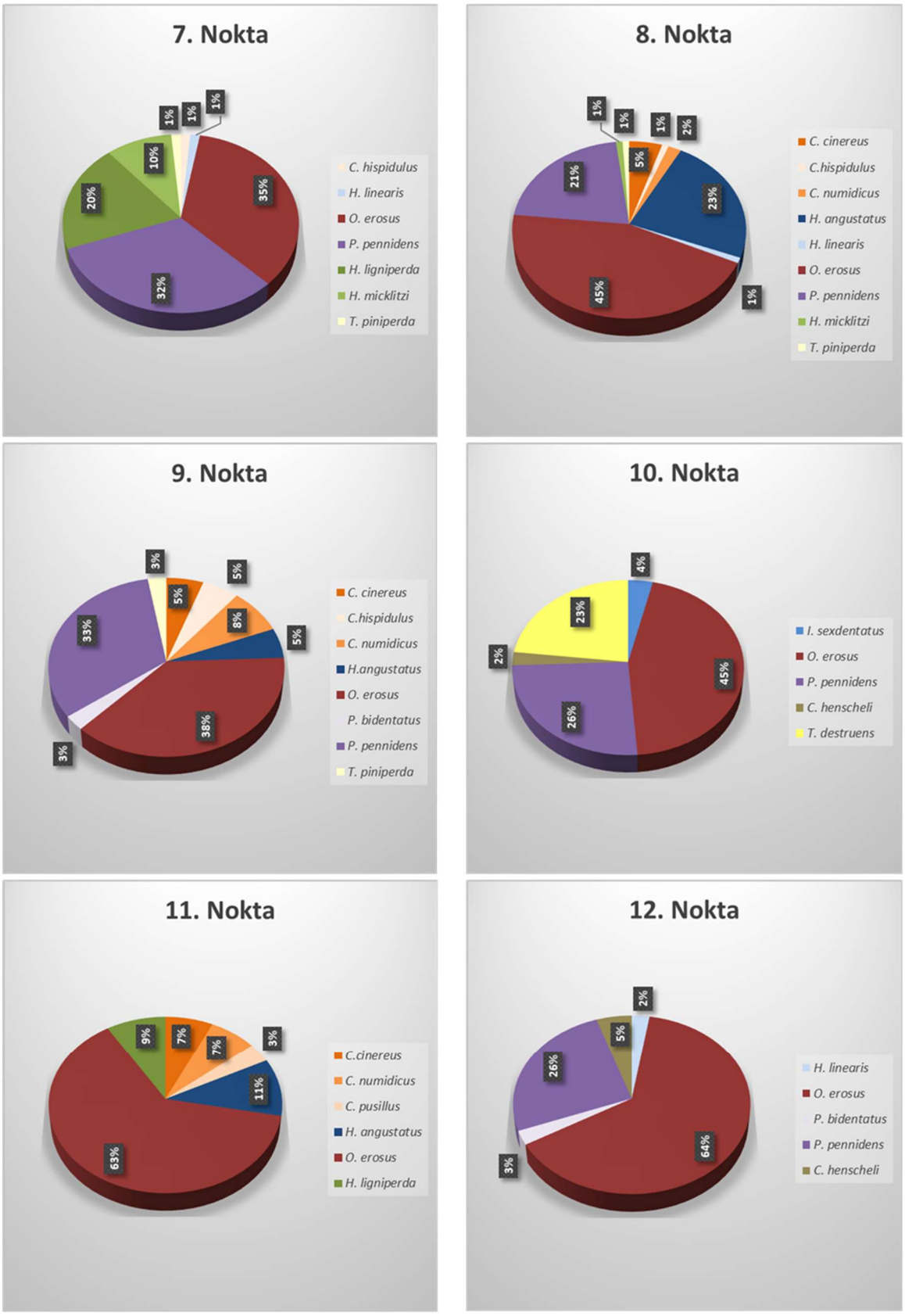
Orthotomicus Ferrari, 1867 en bol bulunan genus (% 74,67) ve *O. erosus* araştırmamızın en bol bulunan (% 74.58 – 1593 birey) türüdür ve her örnekleme noktasında tespit edilmiştir. İkinci genus *Pityogenes* Bedel (% 9.6 – 205 birey) olup 3 tür ile temsil edilir ve en bol türü *P. pennidens* (% 9.13 – 195 birey) 12 örnekleme noktasında belirlenmiştir. *Hylastes* Erichson üçüncü en bol genus (% 4.35 – 93 birey)'tur. Alanda 3 türle temsil edilir ve *H. angustatus* (% 2,29 – 49 birey) en bol tür olup 9 örnekleme noktasında tespit edilmiştir. Bu sıralamayı 4 tür ile *Crypturgus* Erichson (% 4.31 – 92 birey), 2 tür ile *Hylurgus* Latreille (% 3.89 – 83 birey), 3 tür ile *Tomicus* Latreille (% 2.25 – 48 birey) ve birer tür ile *Carphoborus* Eichhoff (% 0.61 – 13), *Xyleborinus* Reitter (% 0.05 – 1 birey) ve *Xyleborus* Eichhoff (% 0.05 – 1 birey) takip etmektedir (Tablo 4.22 ve Şekil 4.24).

Tablo 4.22: Araştırma alanında 18 örnekleme noktasından elde edilen Scolytinae türleri.

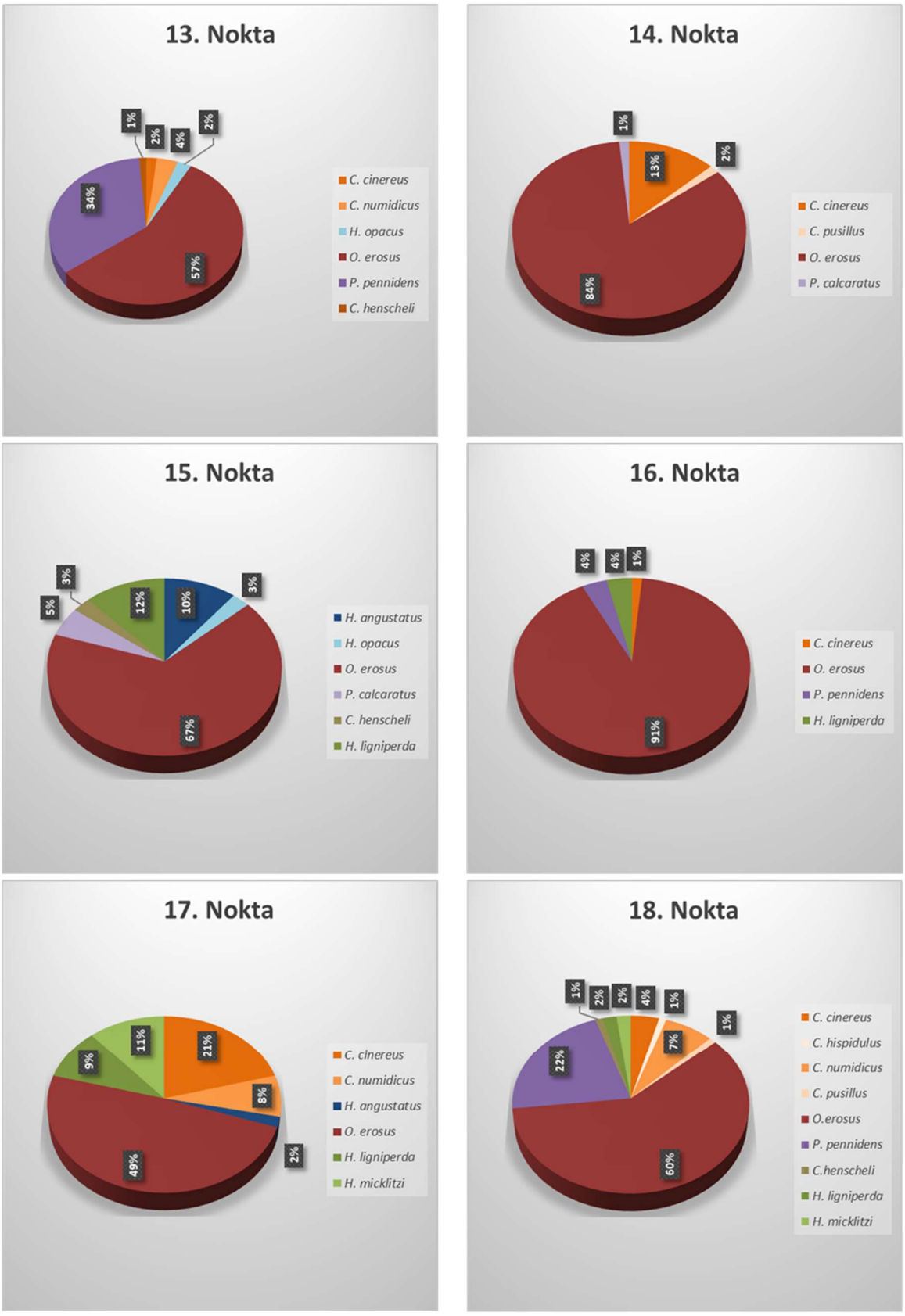
	Örnekleme Noktaları																			
Tribe/Species	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**T**	**%**
Tribe: Crypturgini																				
C. cinereus	1			1				5	2		4		3	9		2	11	4	**42**	**1.97**
C. hispidulus						1	1	1	2									1	**6**	**0.28**
C. numidicus	6			1		1		2	3		4		6				4	7	**34**	**1.59**
C. pusillus	1				5						2			1				1	**10**	**0.47**
Tribe: Hylastini																				
H. angustatus	3		2		1	2		24	2		6				8		1		**49**	**2.29**
H. linearis							1	1				1							**3**	**0.14**
H. opacus	10		1	24									4		2				**41**	**1.92**
Tribe: Ipini																				
I. sexdentatus					2					3									**5**	**0.23**
O. erosus	265	101	444	60	67	65	25	46	14	37	36	25	92	58	50	124	26	58	**1593**	**74.58**
O. longicollis					2														**2**	**0.09**
P. bidentatus					1				1			1							**3**	**0.14**
P. calcaratus				1	1									1	4				**7**	**0.33**
P. pennidens	1	18	2			5	23	22	12	21		10	55			5		21	**195**	**9.13**
Tribe: Polygraphini																				
C. henscheli	1		1	1		1				2		2	2		2			1	**13**	**0.61**
Tribe: Tomicini																				
H. ligniperda	4		4	2	6	2	14				5				9	5	5	2	**58**	**2.72**
H.micklitzi	2		2	3		2	7	1									6	2	**25**	**1.17**
T. destruens	12				9					19									**40**	**1.87**
T. minor		2		1	1														**4**	**0.19**
T. piniperda					1		1	1	1										**4**	**0.19**
Tribe: Xyleborini																				
X. saxesenii	1																		**1**	**0.05**
X. eurygraphus					1														**1**	**0.05**
Birey Sayısı	**307**	**121**	**456**	**94**	**97**	**79**	**72**	**103**	**37**	**82**	**57**	**39**	**162**	**69**	**75**	**136**	**53**	**97**	**2136**	
Tür Sayısı	**12**	**3**	**7**	**9**	**12**	**8**	**7**	**9**	**8**	**5**	**6**	**5**	**6**	**4**	**6**	**4**	**6**	**9**		



Şekil 4.22: 18 örnekleme noktasında kabuk böceklerinin dağılımı.

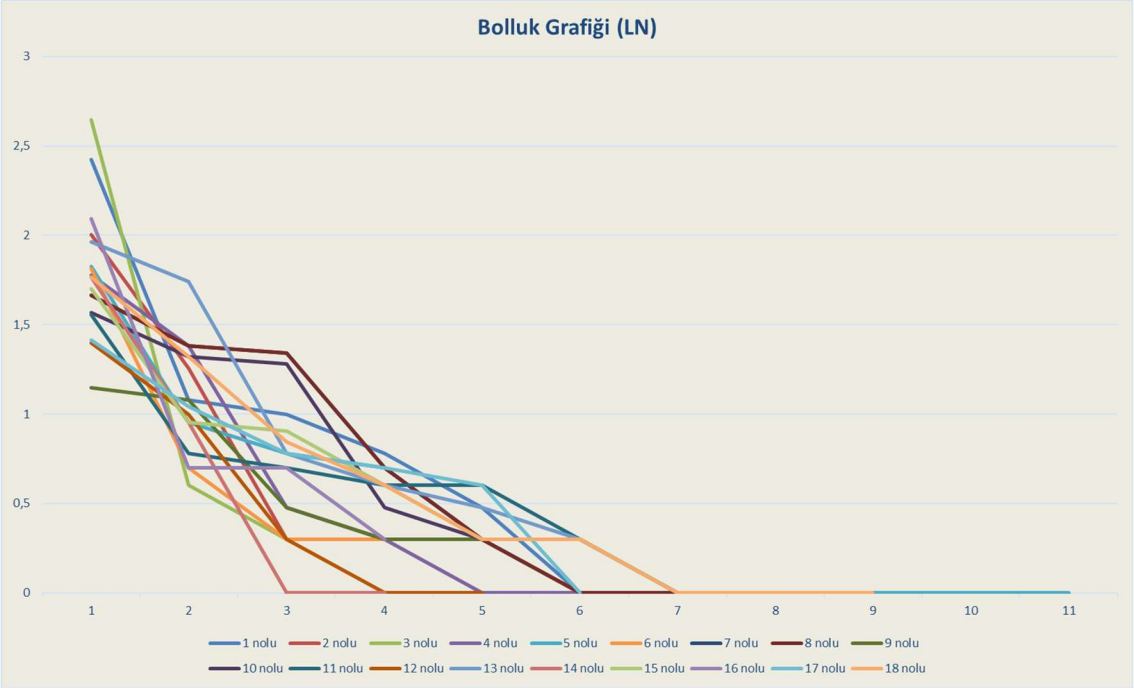


Şekil 4.22 (Devamı): 18 örnekleme noktasında kabuk böceklerinin dağılımı.



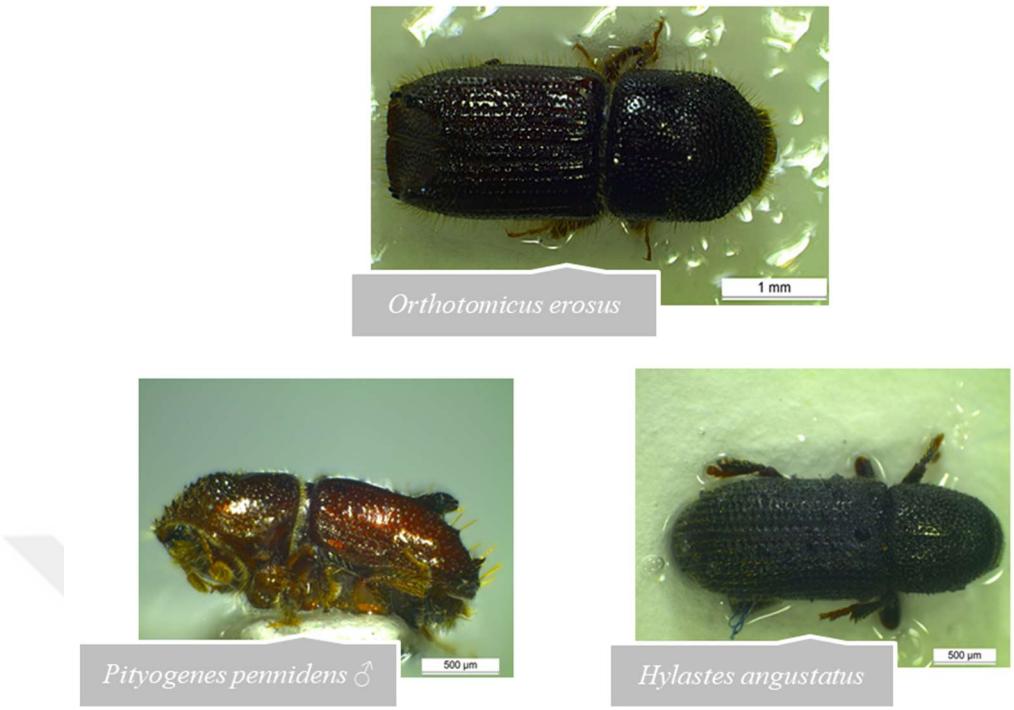
Şekil 4.22 (Devamı): 18 örnekleme noktasında kabuk böceklerinin dağılımı.

Alanda 18 örnekleme noktasında Log 10 (N+1)'nin bolluk grafiğine göre Scolytinae türlerinin bolluğun en fazla olduğu örnekleme noktaları sırasıyla 3, 1 ve 16 nolu (Balya, Kireç ve Gelibolu) örnekleme noktaları olup toplam bolluğun %21.04'ünü oluşturmaktadır (Şekil 4.23). Araştırmamıza göre 3 nolu (Balya) örnekleme noktası 7 türün 456 birey (toplam bireyin %10.67'si) ile dağılım gösterdiği bolluğun en fazla olduğu alandır. Bunu takiben ikinci sırada 12 türün 307 birey (toplam bireyin %7.19) ile dağılım gösterdiği 1 nolu (Kireç) örnekleme noktası ve 3. Sırada ise örnekleme noktası 4 türün 136 (toplam bireyin %3.18) birey ile dağılım gösterdiği ve 16 nolu (Gelibolu) örnekleme noktası gelmektedir (Şekil 4.24).



Şekil 4.23: Alanda 18 örnekleme noktasında Log_{10} (n+1)' e göre Scolytinae türlerinin bolluk grafiği.

Alandan elde ettiğimiz kabuk böceklerinin türleri ve birey sayılarını içeren verilerimiz Moreas ve diğ. (2003)'nin oluşturduğu ANAFAUyazılım programında denetlendiğinde alanda toplanan 21 Scolytinae türünün içinde dominant tür *O. erosus* (%74.58); indikatör türler sırasıyla *O. erosus, P. pennidens* ve *H. angustatus* (% 86.43) (Şekil 4.28); sabit türler ise *O. erosus*, *P. pennidens*, *H. angustatus*, *H. ligniperda*, *C. cinereus*, *C. numidicus* ve *C. henscheli* (% 90.6) olarak belirlenmiştir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24: Araştırmada alanında baskın olduğu belirlenen kabuk böceği türleri**.**

4.3. BALIKESİR ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ ORMANLARINDA KIZILÇAMLARDA (*PINUS BRUTIA* TEN.) TESPİT EDİLEN SCOLYTINAE TÜRLERİ İLE İLİŞKİLİ FUNGUSLARIN MORFOLOJİK VE MOLEKÜLER TANISI

Araştırmamıza konu olan Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü kızılçam ormanlarında yapılan arazi çalışmaları sonrasında elde edilen 1900 adet ergin kabuk böceği, larva veya pupası ve 120 adet odun doku örneği olmak üzere toplamda 2020 adet araştırma objesi fungus izolasyonları için çalışmaya alınmıştır.

Elde edilen 825 adet izolatdan %2'lik MEA'da gelişen koloni morfolojilerine göre 9 grup oluşturulmuş, mikroskobik incelemeler ve moleküler çalışmalar sonucu bu gruplardan ikisinin aynı tür olduğu ve üreme yapısı geliştirmeyen steril iki grubun da aynı tür olduğu belirlenmiştir. Hem mikroskobik hem de moleküler yöntemler kullanılarak tanısı yapılan fungus türlerinden üçü ophiostomatoid tür olmak üzere 6'sı Ascomycota şubesinden 1'i Basidiomycota şubesindendir. Aşağıda bu türler sırasıyla verilmiştir. Ayrıca doğada yaygın olarak bulunan

funguslar Ascomycota'dan *Cladosporium* Link, *Aspergillus* P. Micheli ex Haller, *Penicillium* Link, ve *Rhizopus* Ehrenb. genuslarından olmak üzere elde edilmiştir.

4.3.1. Ophiostomatoid Türler

Araştırma alanında kızılçam odun tuzaklarından elde edilen *O. erosus* ergin, larva ve odun dokuda açtıkları yollarından izole edilen 3 ophiostomatoid tür aşağıda verilmiştir.

4.3.1.1. Ophiostoma ips (Rumbold) Nannf. in Melin & Nannfeldt

Kabul edilen bilimsel isim: *Ceratocystis ips* (Rumbold) C. Moreau (Anon. 2015; Anon., 2019)

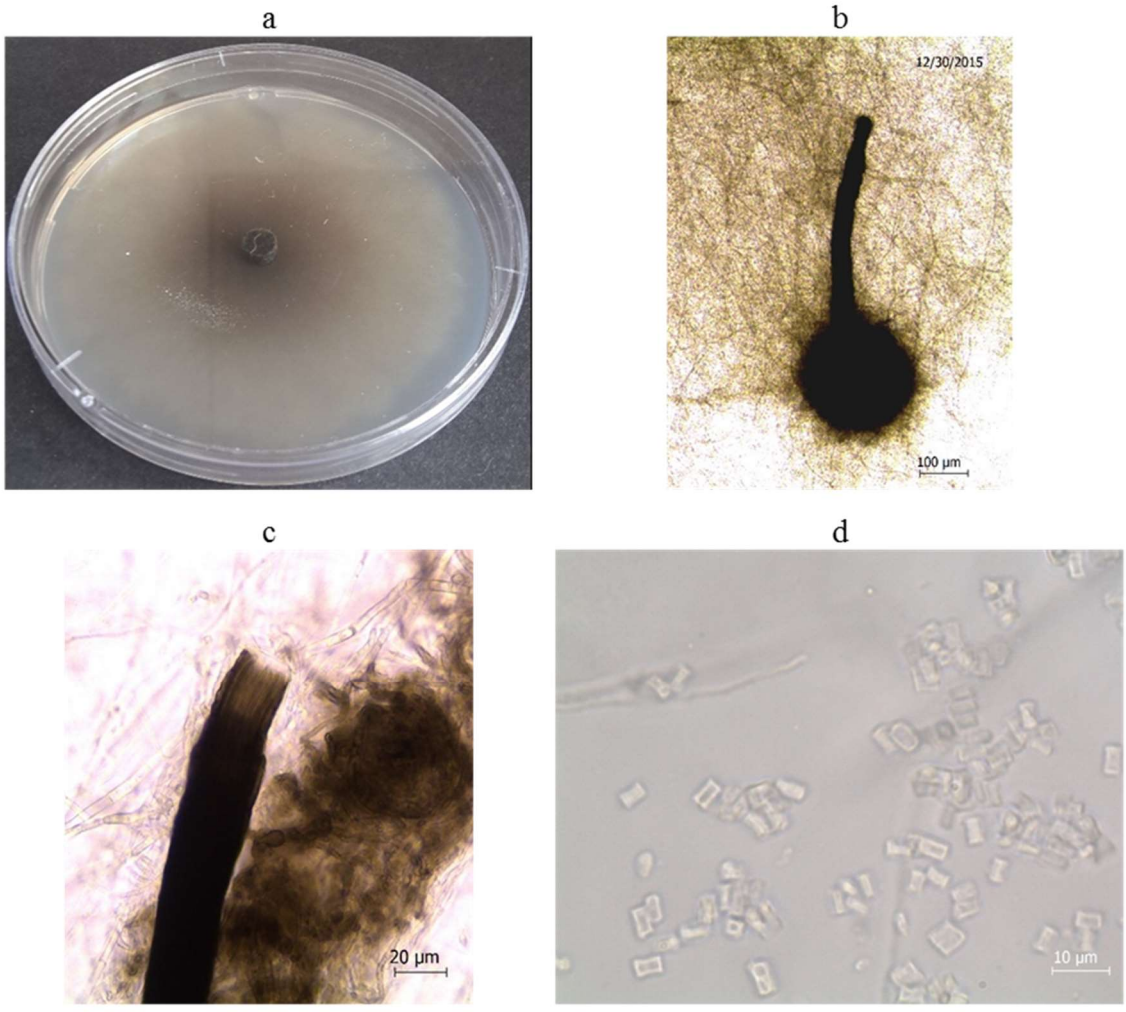
Ceratocystis montium (Rumbold) J. Huntum (Bensch, 2016)

Koloni morfolojisi incelendiğinde %2'lik MEA ortamında oluşturduğu hifler kahverengi ve şeffaf olup ortamın içine gömülü halde gelişmiştir. Koyu renk orta kısımda hakim olup kenarlara gidildikçe açılır ve şeffaf kenar ile sonlanır. Optimal büyümesini 90 mm'lik petride 25 °C'de, 10 günde 68 mm olarak yaparken 5 °C ve 35 °C'lerde büyüme gerçekleşmemiştir. Bu ortamın içinde kolaylıkla gelişen peritesyum küre şeklinde koyu kahverengi – siyah renkli ve 203.5 – 520.6 (- 1054.8 ± 3812.6) x 199.6 – 548.4 (- 1344.3 ± 4611.7) µm boyutlarındadır. Düz olan boyun kısmı ise 137.6 – 1142.3 (- 13.87 ± 38.29) x 37.8 – 56.8 (44.5 3± 15.18) µm ebatlarında olup ostiolar hiflere sahip değildir. Askosporlar tek hücreli, dikdörtgen veya kare şeklinde, 3.2 – 5.9 (4.7 4± 0.93) x 1.4 – 3.8 (2.8 ± 0.8) µm ölçülmüş olup şeffaf jelatinli bir kılıfla çevrilidir. Hifler 1.5 – 5.7 (3.8 ± 1.6) µm genişliğinde, şeffaf ve oval olan konidiler ise 3.55 – 9.06 (6.5 ± 2.2) x 1.3-4.7 (3.2 ± 1.2) µm boyutlarındadır (Şekil 4.25).

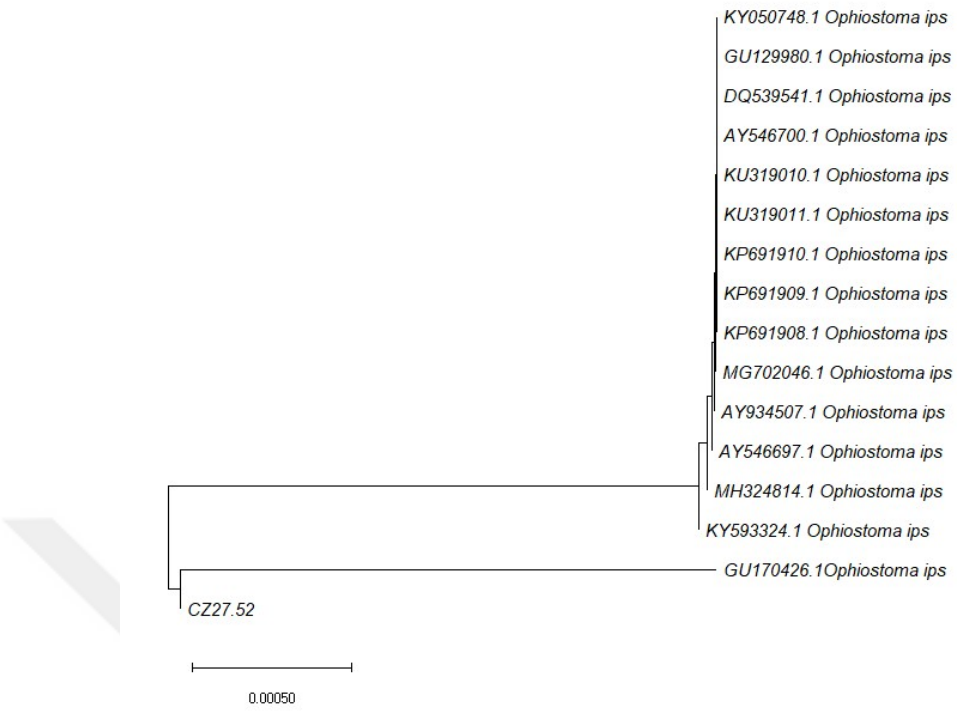
ITS Bölgesi Dizisi: ITS bölgesi dizileme sonucunda 610 bp uzunluğundaki ürün Gen bankasında yer alan dizilerle karşılaştırılmış ve sonuç olarak, GU170426, MH324814, MH324813, MH324812, MH324811, MH324803, MH324802, KY593324 (Çin) AY546697 (Meksika), MG702046, MG702045, MG702044, MG702043 (Çin), AY934507 (İspanya), KP691910, KP691909, KP691908 (İsrail), KU319011, KU319010 (Polonya), AY546700 (Meksika), DQ539541 (İspanya), KY050748 (Güney Afrika), GU129980 (Kaliforniya, Amerika) numaraları ile kayıtlı *O. ips* izolatları ile %99.8 benzerlik göstermiştir (Şekil 4.26).

>CZ27.52

GCAACCGTAC CCCGTTCCGT TCTCGTTGCT TCTGGCGGGA GGCGGGAGGG 50
GGGACGCGTC GCTCCTTCGG GGGCGCGCGC CCCGCCTCCC CCCCCTAGGT 100
CCCCTCGGGG CGCCCGCCAG CGGCCAGCGA GCCGCCCGAA CTTATCAATC 150
AACAGCAGCC GTTCCGTCTG AGCAACAAAC AAAAATTAGC AAAACTTTCA 200
ACAACGGATC TCTTGGCTCT GGCATCGATG AAGAACGCAG CGAAATGCGA 250
TACGTAATGC GAATTGCAGA ATTCAGCGAG TCATCGAATC TTTGAACGCA 300
CATTGCGCCC GCCAGCATTC TGGCGGGCAT GCCTGTCCGA GCGTCATTTC 350
CCCCCTCAGC GCGCTCTCGC GCTGGCGTTG GGGCTCCTCC GCCCTCGGGC 400
GGCAGGGCCC TCAAAACCAG TGGCGGGCCC AGCTGGTGGC TCCGAGCGCA 450
GTACCGAACG CTTTGTTCTC CTCTCGCTCT GCAGCTCCGG CCGGCGCTCT 500
GCCGTCAAGC CGCGCGGGTG GCCAGCGTCT TTTCGCTGCC GCCCCGCACT 550
TTGTACCAAG GTTGACCTCG GATCAGGTAG GACTACCCGC TGAACTTAAG 600
CATATCAATA 610



Şekil 4.25: *O. ips* (a) %2'lik MEA'da koloni morfolojisi, (b) askokarp, (c) ostium, (d) askosporlar**.**



Şekil 4.26: CZ27.52 izolatının gen bankası izolatları ile karşılaştırılmasının NJ ağacı gösterimi.

Araştırma alnında 18 örnekleme noktasının 16'sından değişik dönemlerde 15 tanesi *O. erosus*'un larvasından, 13'ü ise odun dokudaki yollarından olmak üzere toplam 481 adet izolasyon yapılmıştır. İzolasyonların tamamı *O. erosus*'dan gerçekleştirilmiştir (Tablo 4.23).

Tablo 4.23: *O. erosus*'dan izole edilen *O. ips*'in örnekleme dönemi ve elde edilen izolat sayıları.

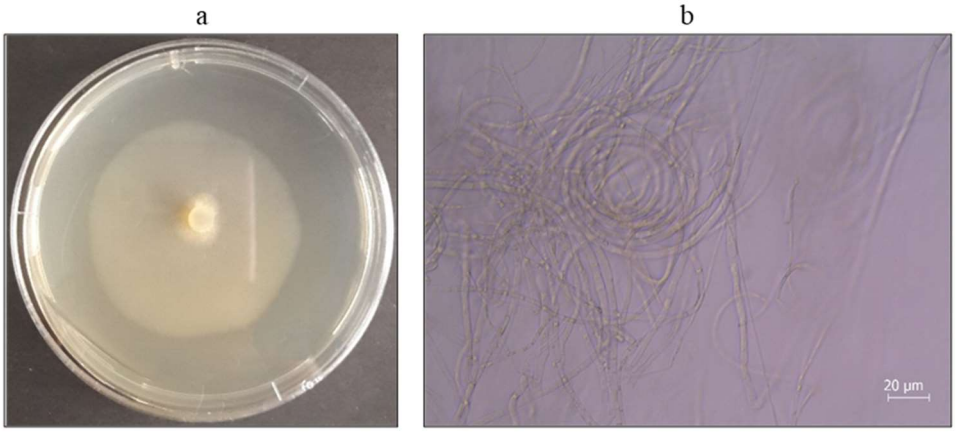
	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05	7	6		6				4			1	5	3		8	3	8	19	70
30.06-05.07	8	58	3	27	29	24		11		20	12	5	17	15	26		1	5	261
25.08-30.08	81	4	33										14			15			147
27.10-31.10													1	2					3
Toplam	96	68	36	33	29	24		15		20	13	10	35	17	34	18	9	24	481

4.3.1.2. Ophiostoma rectangulosporium Ohtaka, Masuya & Yamaoka

Kabul edilen bilimsel isim: *Ophiostoma rectangulosporium* Ohtaka, Masuya & Yamaoka (Anon. 2015; Anon., 2019)

Graphilbum rectangulosporium (Ohtaka, Masuya & Yamaoka) Z.W. de Beer & M.J. Wingf. (Bensch, 2016)

Bu türün %2'lik MEA ortamında oluşturduğu koloniler şeffaf – beyaz ve ortama gömülü şekilde gelişmiştir. Steril bir tür olup ortamda konidi ve peritesyum üretmemiştir. Koloni gelişimi 90 mm'lik petri kabında 5 °C ve 35 °C'de gerçekleşmemiştir. Optimal büyüme 25 °C'de 10 günde 53.5 mm olarak ölçülmüştür. Hifler 1.1 – 4.7 (-3.1 ± 1.1) µm genişliğindedir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27: *O. rectangulosporium* (a) %2'lik MEA'da koloni morfolojisi, (b) hifler**.**

LSU Bölgesi Dizisi: NL1 ve NL4 primerleri ile çoğaltılmış LSU bölgesi dizilemeleri sonucunda CZ30.6 izolatından elde edilen 573 bp uzunluğundaki ürün ve CZ36.6 izolatından elde edilen 582 bp uzunluğundaki ürün Gen bankasında yer alan dizilerle karşılaştırılmış ve AB235158 numarası ile kayıtlı (Japonya) *O. rectangulosporium* izolatı ile %98.1 benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

>CZ30.6

AAGAAACCAA CAGGGATTGC CTCAGTAACG GCGAGTGAAG CGGCAACAGC 50
TCAAATTTGA AATCTGGCCT TCTGGCCCGA GTTGTAATTT GGAGAGGATG 100
CTTTTGGCGC GGTGCCTTCC GAGTTCCTTG GAACAGGACG CCAGAGAGGG 150
TGAGAGCCCC GTACGGTGGG ACACCAAGCC TCTGTAAAGC TCCTTCGACG 200
AGTCGAGTAG TTTGGGAATG CTGCTCAAAA TGGGAGGTAA ATTTCTTCTA 250
AAGCTAAATA CCGGCCAGAG ACCGATAGCG CACAAGTAGA GTGATCGAAA 300
GATGAAAAGC ACTTTGAAAA GAGGGTTAAA CAGTACGTGA AATTGTTGAA 350
AGGGAAGCGC CTGTGACCAG ACTTGCGCCC CGCGGACCAT CCGGCGTTCT 400
CGCCGGTGCA CTCCGCGGGG TGCAGGCCAG CATCGGTTTT CCCAGGGGGA 450
TAAAGGTCGC GGGAACGTAG CTCCTCCGGG AGTGTTATAG CCCGCGGCGT 500
CATGCCCTTG GGGGGACCGA GGACCGCGCT TCGGCAAGGA TGCTGGCGTA 550
ATGGTCACCA GCGACCCGTC TTG 573

Araştırmamızda 18 örnekleme noktasının 10'undan farklı dönemlerde *O. erosus* üzerinden 2'si odun dokuda açtıkları yollarından olmak üzere toplam 26 adet izolat elde edilmiştir (Tablo 4.24).

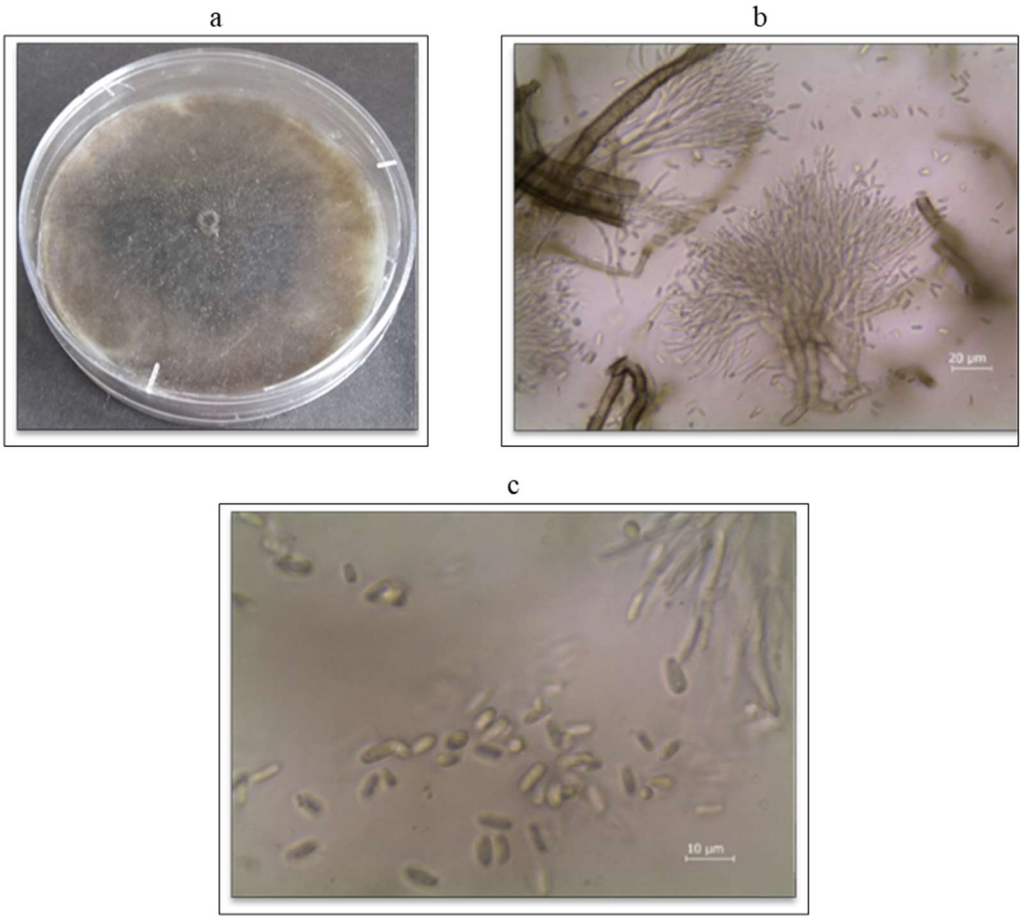
Tablo 4.24: *O. erosus*'dan izole edilen *O. rectangulosporium*'un örnekleme dönemi ve elde edilen izolat sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05											5								5
30.06-05.07			4	2		1						1	4		1		3		16
25.08-30.08	4	1																	5
27.10-31.10																			
Toplam	4	1	4	2		1					5	1	4		1		3		26

4.3.1.3. Leptographium wingfieldii M. Morelet

Kabul edilen bilimsel isim: *Leptographium wingfieldii* M. Morelet (Bensch, 2016; Anon. 2015; Anon., 2019)

L. wingfiledii %2'lik MEA ortamında optimal büyümesini 25 °C'de, 10 günde 90 mm'lik petri kabının tamamını kaplayarak yaparken 5 ve 35 °C'lerde büyüme gerçekleşmemiştir. Oluşan koloni ortama gömülü ve koyu kahverengi olup üstü krem rengi havai miselyum ile kaplıdır. Tek tek ya da gruplar halinde gözlenen konidiogen aparatı açık renkte 25.5 – 50.5 (32.1 ± 25.2) x 2.2 – 5.9 (4.2 ± 1.3) µm ebatlarında, konidiler ise şeffaf, bölmesiz 4,9 - 8.3 (-6.8 ± 1.3) x 1.8 – 4.2 (3.2 ± 0.8) µm ebatlarındadır. Yaşlanan hifler koyu kahverengi, genç olanlar ise sarımtırak renktedir (Şekil 4.28).

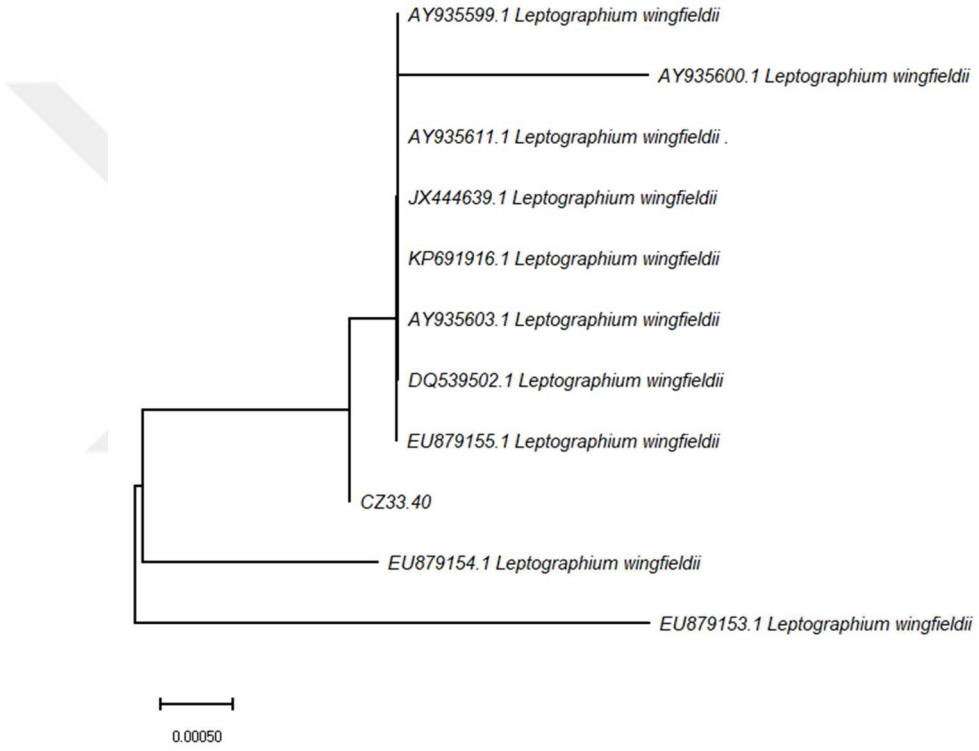


Şekil 4.28: *L. wingfieldii* (a) %2'lik MEA'da koloni morfolojisi, (b) konidiogen aparatı, (c) konidiler.

ITS Bölgesi Dizisi: ITS bölgesi dizileme sonucunda 545 bp uzunluğundaki ürün Gen bankasında yer alan dizilerle karşılaştırılmış ve KP691916 (İsrail), AY935603 (Kanada), JX44639 (Polonya), DQ539201 (İspanya), AY9356118 (Kanada), EU879155, AY935599 (Kanada) numaraları ile kayıtlı *L. wingfieldii* izolatları ile %99, EU879154, AY935600 (Kanada) ve EU879153 numaraları ile kayıtlı *L. wingfieldii* izolatları ile %98 benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.29).

>CZ33.40

CCGTGCAACC	TTACCGCATC	CTTTCTGAGA	GAGAGCGCCC	GTTGCTTCCT	50
GCCGGGCGGC	GTGCCCTCCT	CCCCTCCCTC	TGCGGGGGGG	GTTGGACGGG	100
CGCCCGCCCG	CCGGGGGTGC	GGCGCGGCCG	CTCCCTCTCG	CCGCGAACCT	150
TCTTTGCAGT	ATAATTGTAT	CGTCTGAGCA	AAACCACAGA	ATCGTTAAAA	200
CTTTCAACAA	CGGATCTCTT	GGTTCTGGCA	TCGATGAAGA	ACGCAGCGAA	250
CTGCGATAAG	TAATGCGAAT	TGCAGAATTC	AGCGAGCCAT	SGAATCTTTG	300
AACGCACATT	GCGCCCGCCA	GCATTCTGGC	GGGCATGCCT	GTCCGAGCGT	350
CATTTCCTCC	CTCACGCAGC	GCGCCTGCGT	GGTGTTGGGG	TGTTCTGCGG	400
CCAGGCCTGC	GCCCAGCGCA	GGCCGCCGCA	GCCCCCGAAA	GCCAGTGGCG	450
GGCCGGCAGC	GGGCTCCGAG	CGCAGTAAGC	ATCACGCCCT	CGCTCTGGAC	500
GCTCCCGCCT	GCGCCCTGCC	CCACAGACCG	GCAGACGCGA	GTCTG	545



Şekil 4.29: CZ33.40 izolatının gen bankası izolatları ile karşılaştırılmasının NJağacı gösterimi.

Alanda 18 örnekleme noktasının 11'inden farklı dönemlerde 2'si larva ve 8'i odun dokudaki yollarından olmak üzere toplam 187 adet izolat elde edilmiştir. İzolasyonların tamamı *O. erosus*'dan gerçekleştirilmiştir (Tablo 4.25).

Tablo 4.25: *O. erosus*'dan izole edilen *L. wingfieldii*'nin örnekleme dönemi ve elde edilen izolat sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05	12	1	42	8						1			1		6				70
30.06-05.07	6	7	11	15	31	8	16			1			2	4	5				106
25.08-30.08	3																		4
27.10-31.10														7					7
Toplam	21	8	53	23	31	8	16			2			3	11	11				187

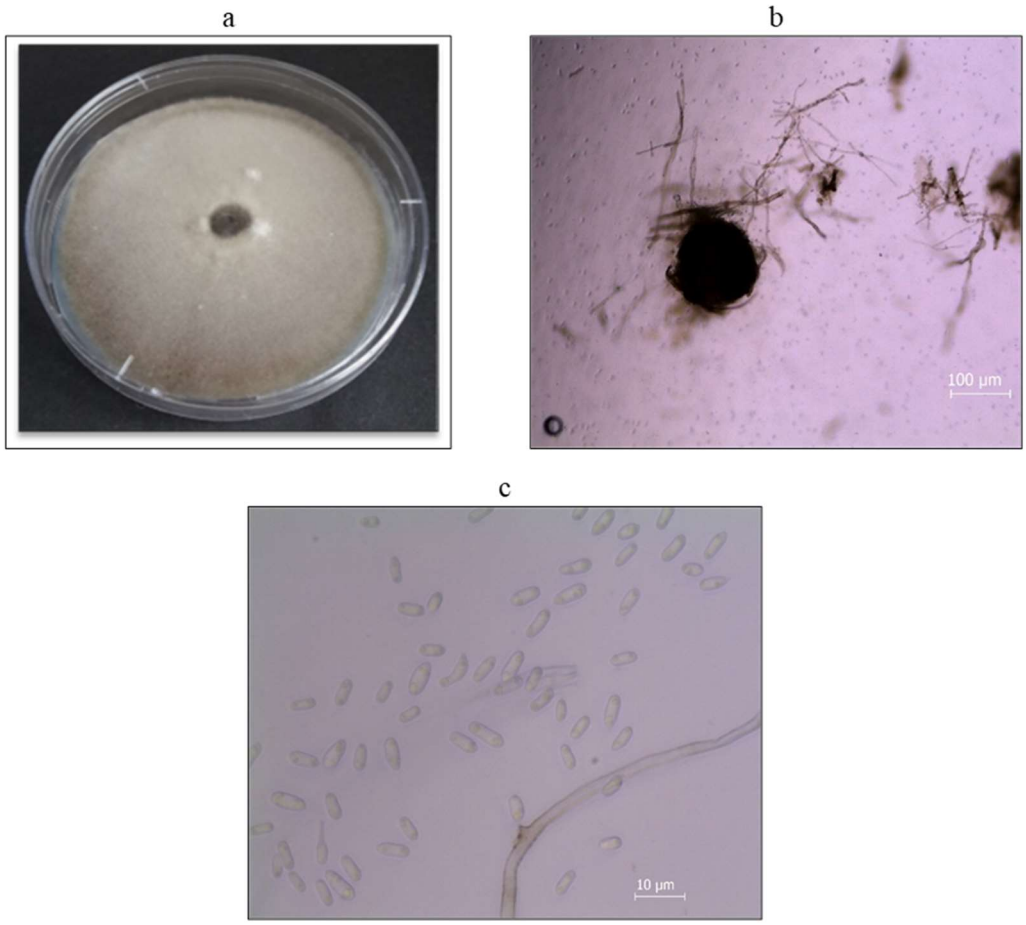
4.3.2. Diğer Fungus Türleri

Araştırma alanında kızılçam odun tuzaklarından elde edilen *O. erosus* ergin, larva ve odun dokuda açtıkları yollarından izole edilen 3'ü Ascomycota ve 1'i Basidiomycota'dan olan 4 fungus türü aşağıda verilmiştir.

4.3.2.1. Boeremia exigua (Desm.) Aveskamp, Gruyter & Verkley

Kabul edilen bilimsel isim: *Boeremia exigua* (Desm.) Aveskamp, Gruyter & Verkley (Anon. 2015)

B. exigua'nın %2'lik MEA ortamından oluşturduğu koloniler hafif beyaz renkli havai miselyum üretirken kenarları ve alt kısmı zeytuni kahverengidir. Optimum büyemesini 25 °C'de 83 mm olarak yapmıştır. Piknidyum küresel, kahverengi tek ya da 5 – 6'şarlı gruplar halinde 79 – 201.2 (-60.8 ± 567.5) x 108.7 – 175 (86.8 ± 167.7) µm çapındadır. Konidiler şeffaf, septumsuz, 4.1 – 8 ,4 (6.5 ± 1.6) x 1.8 – 3.5 (2.8 ± 0.5) µm boyutlarındadır (Şekil 4.30).

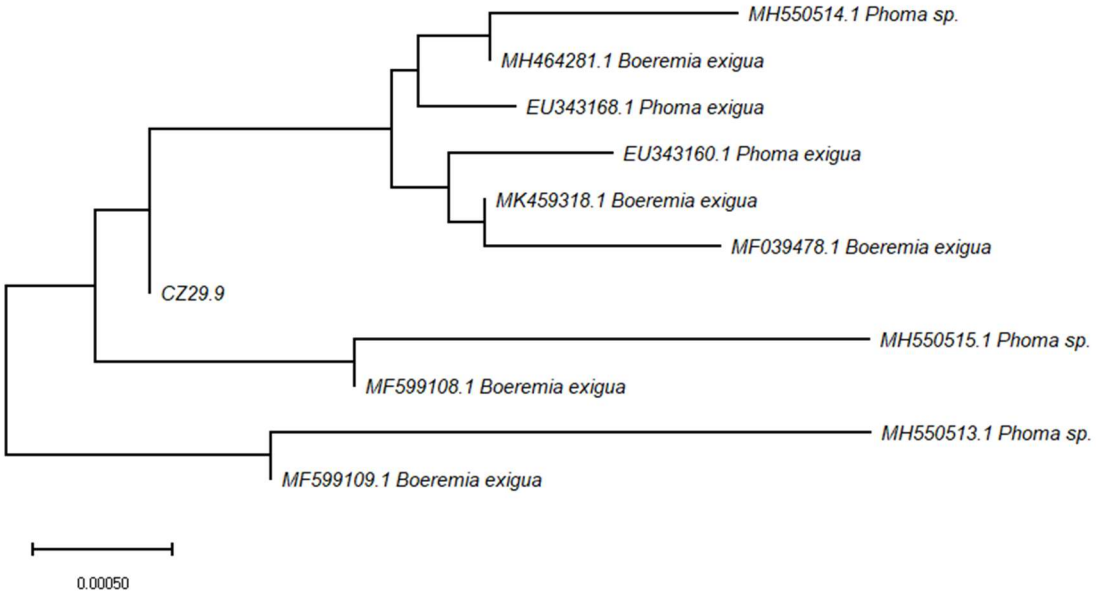


Şekil 4.30: *B. exigua* (a) %2'lik MEA'da koloni morfolojisi, (b) piknidyum, (c) konidiler.

ITS Bölgesi Dizisi: ITS bölgesi dizileme sonucunda 517 bp uzunluğundaki ürün Gen bankasında yer alan dizilerle karşılaştırılmış *Phoma* sp.' nin MH550513, MH550514 ve MH550515; *Phoma exigua* Desm.'nın EU343160 ve EU343168 ve *B. exigua*'nın ise MH464281, MK459318, MF039478, MF599108 ve MF599109 numaraları ile kayıtlı izolatları ile %100 benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.31).

>CZ29.9

CTGCGGAAGG	ATCATTACCT	AGAGTTGTAG	GCTTTGCCTA	CCATCTCTTA	50
CCCATGTCTT	TTGAGTACCT	TCGTTTCCTC	GGCGGGTCCG	CCCGCCGATT	100
GGACAAACTT	AAACCCTTTG	TAATTGAAAT	CAGCGTCTGA	AAAAACATAA	150
TAGTTACAAC	TTTCAACAAC	GGATCTCTTG	GTTCTGGCAT	CGATGAAGAA	200
CGCAGCGAAA	TGCGATAAGT	AGTGTGAATT	GCAGAATTCA	GTGAATCATG	250
CGAATCTTTG	AACGCACATT	GCGCCCCTTG	GTATTCCATG	GGGCATGCCT	300
TTCGAGCGTC	ATTTGTACCTT	CAAGCTCTGC	TTGGTGTTGG	GTGTTTGTCA	350
TCGCCTTTGC	GTGTAGACTC	GCCTTAAAAC	AATTGGCAGC	CGGCGTATTG	400
TTTCGGAGCG	CAGTACATCT	CGCGCTTTGC	ACTCATAACG	ACGACGTCCA	450
AAAAGTACTT	TTTACACTCT	TGACCTCGGA	TCAGGTAGGG	ATACCCGCTG	500
AACTTAAGCA	TATCAAT	517			



Şekil 4.31: CZ29.9 izolatının gen bankası izolatları ile karşılaştırılmasının NJ ağacı gösterimi.

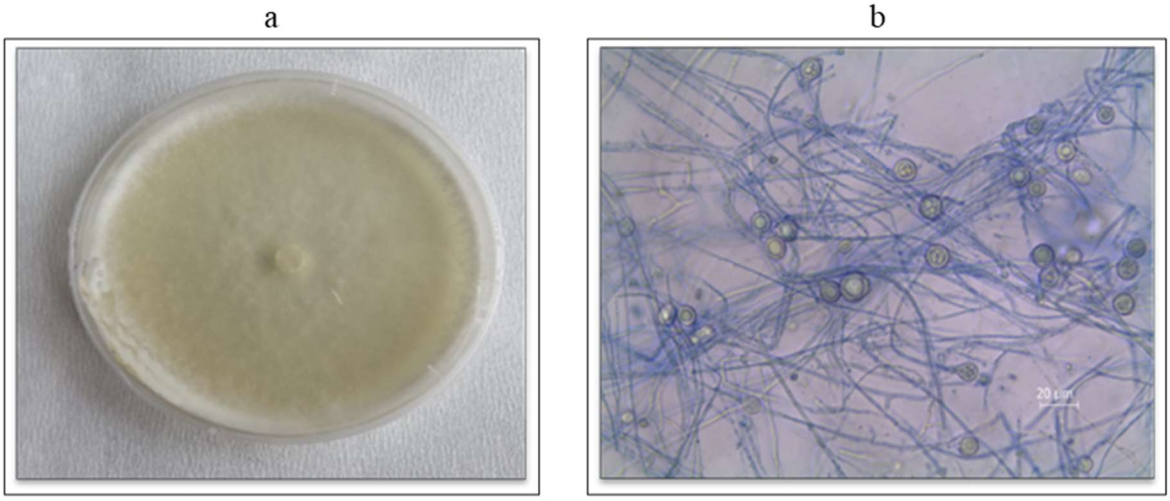
Araştırmamızda 18 örnekleme noktasının 2'sinden toplam 4 adet izolat elde edilmiştir. İzolasyonların tamamı *O. erosus*'dan gerçekleştirilmiştir (Tablo 4.26).

Tablo 4.26: *O. erosus*'dan izole edilen *B. exigua*'nın örnekleme dönemi ve elde edilen izolat sayıları.

	Örnekleme Noktaları																	
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05																			
30.06-05.07		1	3																4
25.08-30.08																			
27.10-31.10																			
Toplam		1	3																4

4.3.2.2. Trichoderma sp. Pers.

Trichoderma sp. %2'lik MEA ortamında oluşturduğu koloniler beyaz, havai miselyum üretir. Besiyerinin merkezi şeffaf olup beyaz havai miselyum kenarlara doğru artar (Şekil 4.32). İzolatları besiyerinin alt kısmında renklenme yapmamıştır. Koloniler 20 ve 25 °C'de 90 mm'lik petride tam büyüme göstermiştir. Klamidosporları bol, küresel ve 6.2 – 12.7 (9.7 ± 2.9) x 5.7 – 12.8 (9.4 ± 3.1) µm çapındadır.

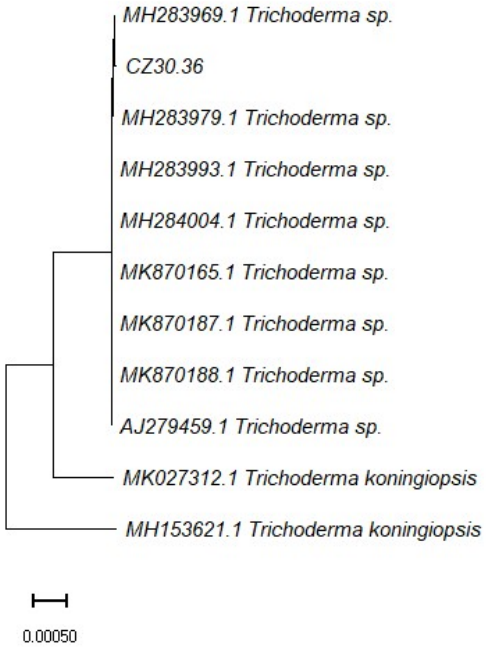


Şekil 4.32: *Trichoderma* sp.'nin (a) koloni morfolojisi, (b) klamidosporları.

ITS Bölgesi Dizisi: ITS bölgesi dizileme sonucunda 595 bp uzunluğundaki ürün Gen bankasında yer alan dizilerle karşılaştırılmış *Trichoderma* sp.'nin *Trichoderma koningiopsis*'in MK027312 numarasıyla kayıtlı izolatıyla %99.5 ve MH153621 numarasıya kayıtlı izolatıyla %99.3, *Trichoderma* sp.'nin MK870188, MK870187, MK870165, MH284004, MH283993, MH293979, MH283969 ve AJ279459 numaraları ile kayıtlı izolatları ile %99.5 benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.33).

>CZ30.36

AACCTGCGGA	GGGATCATTA	CCGAGTTTAC	AACTCCCAAA	CCCAATGTGA	50
ACCATACCAA	ACTGTTGCCT	CGGCGGGGTC	ACGCCCCGGG	TGCGTCGCAG	100
CCCCGGAACC	AGGCGCCCGC	CGGAGGGACC	AACCAAACTC	TTTCTGTAGT	150
CCCCTCGCGG	ACGTTATTTC	TTACAGCTCT	GAGCAAAAAT	TCAAAATGAA	200
TCAAAACTTT	CAACAACGGA	TCTCTTGGTT	CTGGCATCGA	TGAAGAACGC	250
AGCGAAATGC	GATAAGTAAT	GTGAATTGCA	GAATTCAGTG	AATCATCGAA	300
TCTTTGAACG	CACATTGCGC	CCGCCAGTAT	TCTGGCGGGC	ATGCCTGTCC	350
GAGCGTCATT	TCAACCCTCG	AACCCCTCCG	GGGGGTCGGC	GTTGGGGATC	400
GGGAACCCCT	AAGACGGGAT	CCCGGCCCCG	AAATACAGTG	GCGGTCTCGC	450
CGCAGCCTCT	CATGCGCAGT	AGTTTGCACA	ACTCGCACCG	GGAGCGCGGC	500
GCGTCCACGT	CCGTAAAACA	CCCAACTTTC	TGAAAATGTT	GACCTCGGAT	550
CAGGTAGGAA	TACCCGCTGA	ACTTAAGCAT	ATCAATAAGG	CGGAG	595



Şekil 4.33: CZ30.36 izolatının gen bankası izolatları ile karşılaştırılmasının NJ ağacı gösterimi.

Alanda 18 örnekleme noktasının 10'undan toplam 38 adet izolat elde edilmiştir. İzolasyonların tamamı *O. erosus*'dan gerçekleştirilmiştir (Tablo 4.27).

Tablo 4.27: *O. erosus*'dan izole edilen *Trichoderma* sp.'nin örnekleme dönemi ve elde edilen izolat sayıları.

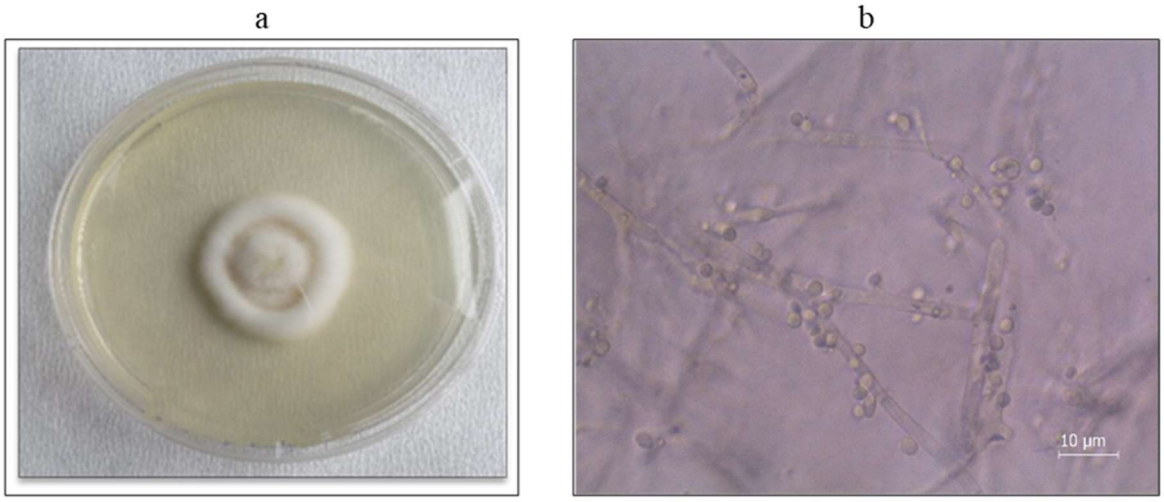
	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05	4																		4
30.06-05.07	1		4	7		4		1			1	1	2	2					33
25.08-30.08	1															10			1
27.10-31.10																			
Toplam	6		4	7		4		1			1	1	2	2		10			38

4.3.2.3. Beauveria bassiana (Bals.-Criv.) Vuill.

Kabul edilen bilimsel isim: *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. (Bensch, 2016; Anon. 2015; Anon. 2019)

B. bassiana'nın %2'lik MEA ortamında oluşturuduğu koloni kartopu gibi kümeler oluşturur. İzolatları besiyerinin alt kısmında bazen kırmızı pigment oluşturur. Optimum büyümesini 25 °C'de 27.6 mm ile yapan bu tür için 5 ve 35 °C'de üreme gerçekleşmemiştir. Hifler şeffaf,

septalı ve 1.7 – 2.9 (2.4 ± 0.3) µm genişliğindedir. Miselyum üzerindeki konidigen hücreler tabanında şişkinleşen şişe biçimlidir. Konidiler 1.4 – 3 (2.3 ± 0.5) µm boyutlarında, şeffaf, tek hücreli ve ovaldir (Şekil 4.34).

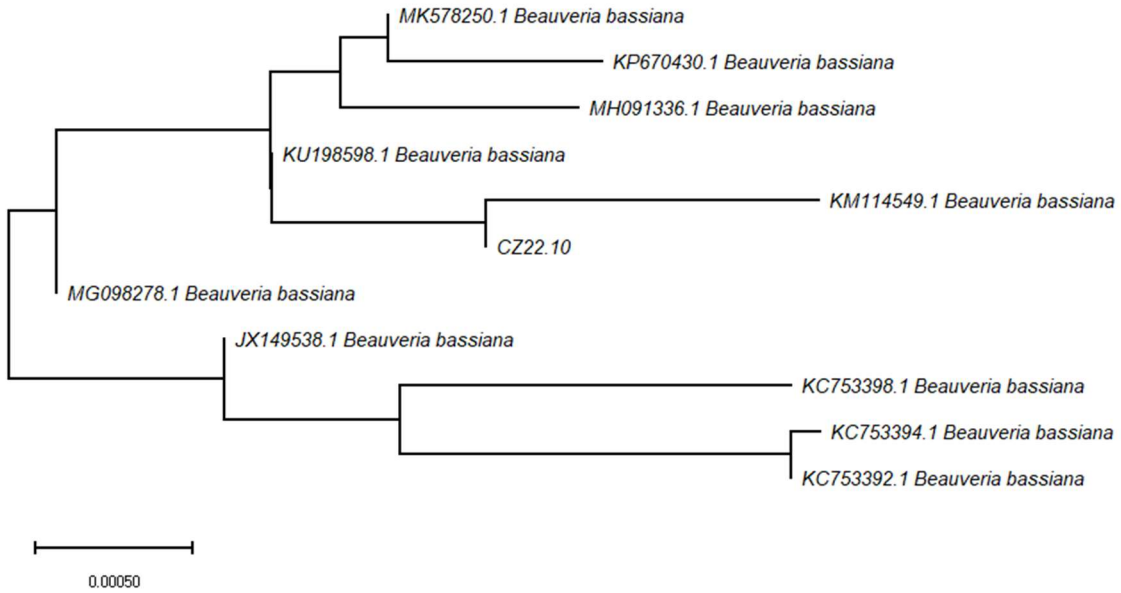


Şekil 4.34: *B. bassiana* (a) %2'lik MEA'da koloni morfolojisi, (b) konidiler.

ITS Bölgesi Dizisi: ITS bölgesi dizileme sonucunda 590 bp uzunluğundaki ürün Gen bankasında yer alan dizilerle karşılaştırılmış MK578250, MG098278, MH0913336, KU195598, KP670430, KM114549, JX149538, KC753398, KC753394, KC753392 numaraları ile kayıtlı *B. bassiana* izolatları ile %100 benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.35).

>CZ22.10

CTGCGGAGGG	ATCATTACCG	AGTTTTCAAC	TCCCAAACCC	TTATGTGAAC	50
CTACCTATCG	TTGCTTCGGC	GGACTCGCCC	CAGCCGGACG	CGGACTGGAC	100
CAGCGGCCGC	CGGGGACCAT	CAAACTCTTG	TATTATCAGC	ATCTTCTGAA	150
TACGCCGCAA	GGCAAAACAA	ATAAATTAAA	ACTTTCAACA	ACGGATCTCT	200
TGGCTCTGGC	ATCGATGAAG	AACGCAGCGA	AATGCGATAA	GTAATGTGAA	250
TTGCAGAATC	CAGTGAATCA	TCGAATCTTT	GAACGCACAT	TGCGCCCGCC	300
AGCATTCTGG	CGGGCATGCC	TGTTCGAGCG	TCATTTCAAC	CCTCGACCTC	350
CCTTTGGGGA	AGTCGGCGTT	GGGGACCGGC	AGCACACCGC	CGGCCCTGAA	400
ATGGAGTGGC	GGCCCGTCCG	CGGCGACCTC	TGCGTAGTAA	ACCAACTCGC	450
ACCGGAACCC	CGACGTGGCC	ACGCCGTAAA	ACACCCAACT	TCTGAACGTT	500
GACCTCGAAT	CAGGTAGGAC	TACCCGCTGA	ACTTAAGCAT	590	



Şekil 4.35: CZ22.10 izolatının gen bankası izolatları ile karşılaştırılmasının NJ ağacı gösterimi.

Araştırmamızda 18 örnekleme noktasının 9'undan 56 adet izolat elde edilmiştir. İzolasyonların tamamı *O. erosus*'dan gerçekleştirilmiştir (Tablo 4.28).

Tablo 4.28: *O. erosus*'dan izole edilen *B. bassiana*'nın örnekleme dönemi ve elde edilen izolat sayıları.

	Örnekleme Noktaları																		
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05	6												3		2	1			6
30.06-05.07	10		1		5			2	5			4	5						34
25.08-30.08																12			
27.10-31.10																			
Toplam	16		1		5			2	5			4	8		2	13			56

4.3.2.4. Sistotrema brinkmannii (Bres.) J. Erikss.

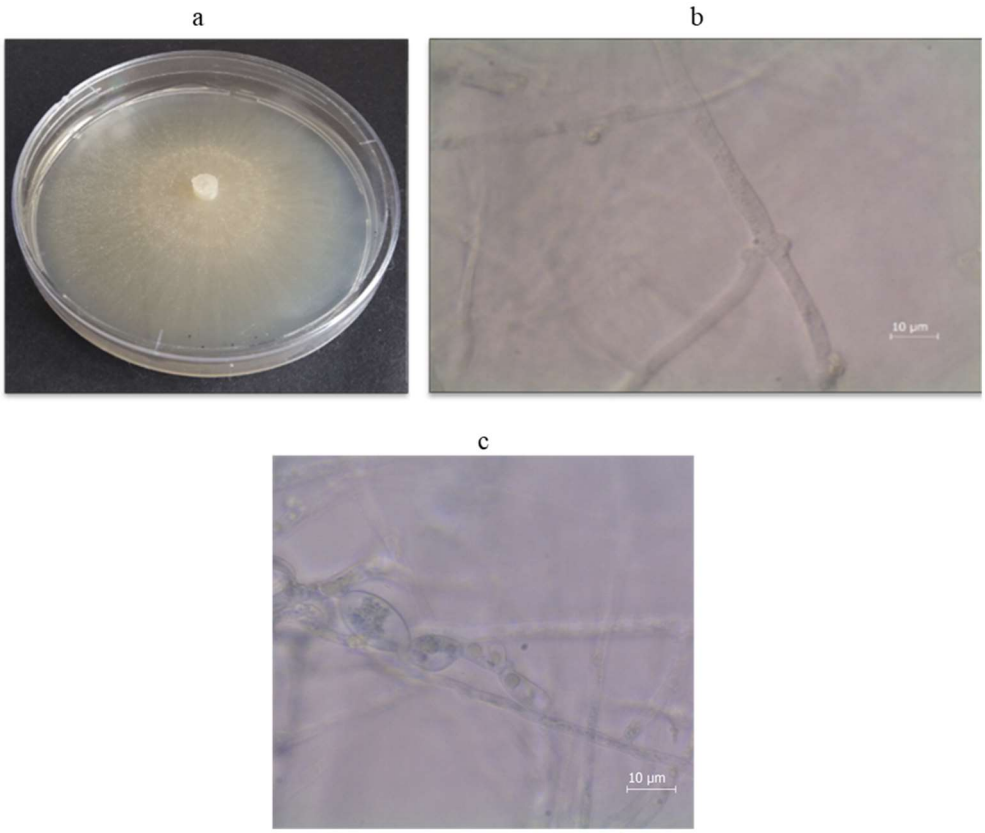
Kabul edilen bilimsel isim: *Sistotrema brinkmannii* (Bres.) J. Erikss. (Bensch, 2016; Anon. 20154; Anon., 2019)

Bu türün izolatları %2'lik MEA ortamında mat, şefaf, nerdeyse petrinin tamamında ince yünlü havai miselyum ve nemli görüntüde koloni geliştirmişlerdir. 10 gün sonunda 85 mm'lik petri kabında tam büyüme göstermektedir. Hifler 2.1 – 5.4 (4 ± 1.2) µm genişliğindedir (Şekil 4.36).

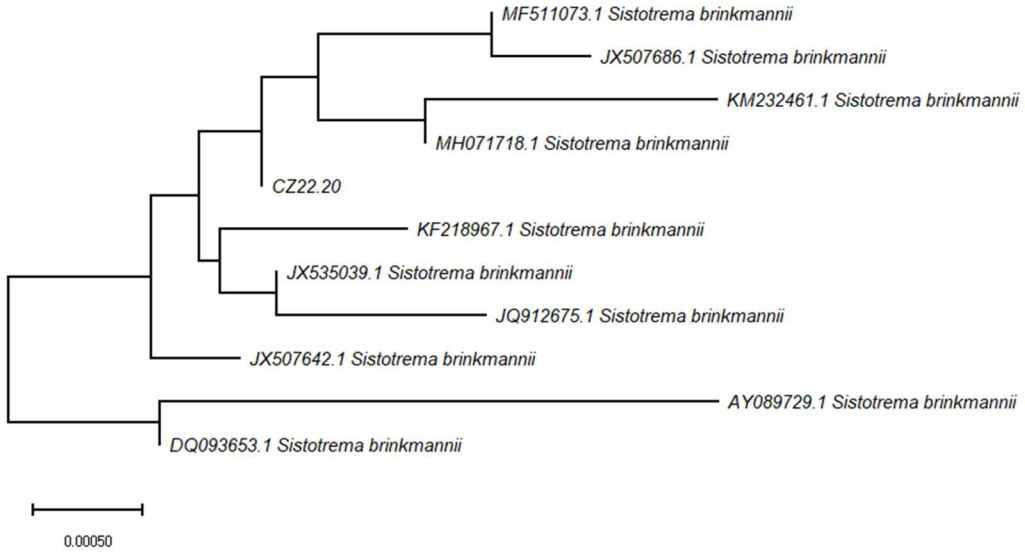
ITS Bölgesi Dizisi: ITS bölgesi dizileme sonucunda 595 bp uzunluğundaki ürün Gen bankasında yer alan dizilerle karşılaştırılmış MF511073 (Norveç), KM232461 (Yeni Zellanda), KF218967 (Finlandiya), JX535039 (Rusya), JQ912675, AY089729, MH071718 (İrlanda), DQ093653 (İsveç), JX507642 (Rusya), JX507686 (Rusya) numaraları ile kayıtlı *S. brinkmannii* izolatları ile %100 benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.37).

>CZ22.20

```
TCATTAATGA  ATTGAAAGGG  AGTTGATGCT  GGCCAGGTCT  CTTGGCATGT  50
GCTCGCTTCC  GACAATCTTA  TCCATACACC  TGTGCACACT  GTGAGGGCAC  100
GAAAGTGCCC  TTATTTACTA  CATACACCTA  ATTTGGAAAT  CGCACGTGAC  150
TTGCGTCGTA  TGGCGCTTAA  ATAAATACAA  CTTTTAACAA  CGGATCTCTT  200
GGCTCTCGCA  TCGATGAAGA  ACGCAGCGAA  ATGCGATAAG  TAATGTGAAT  250
TGCAGAATTC  AGTGAATCAT  CGAATCTTTG  AACGCACCTT  GCGCTCCTTG  300
GTATTCCGAG  GAGCACGCCT  GTTCGAGTGT  CGTGAAACTC  TCAAGCTAGA  350
TGCTTTAGTG  TCATCTGCTT  GGTTATTGGA  CTCTGCTGTC  TCCTTGTCTG  400
GAACGGCTGG  TCTCAAATGT  ATTAGCTGGC  TCTTGTTGTG  GGAATTGGTT  450
CTACTCAGCG  TGATAATCTA  TGACCGCTGA  GGACATCTCT  CGGGATGGCC  500
AAGCCTGCCT  TGAACTGCTT  CTAACTCATC  ATTTCATGAT  ATTTTTCAAC  550
TTTGACCTCG  AATCAGGCGG  GACTACCCGC  TGAACTTAAG  CATATC      595
```



Şekil 4.36: *S. brinkmannii* (a) %2'lik MEA'da koloni morfolojisi, (b) klamp bağı, (c) zincir klamidospor.



Şekil 4.37: CZ22.20 izolatının gen bankası izolatları ile karşılaştırılmasının NJ ağacı gösterimi.

Alanımızda 18 örnekleme noktasının 12'sinden 6'sı kabuk altındaki yollardan olmak üzere toplam 33 adet izolat elde edilmiştir. İzolasyonların tamamı *O. erosus*'dan gerçekleştirilmiştir (Tablo 4.29).

Tablo 4.29: *O. erosus*'dan izole edilen *S. brinkmannii*'nin örnekleme dönemi ve elde edilen izolat sayıları.

	Örnekleme Noktaları																	
Arazi Dönemi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	T
12.05-16.05											1		3		1	1			6
30.06-05.07	4		10	1	1	1				1	2	1	5	1					27
25.08-30.08																			
27.10-31.10																			
Toplam	4		10	1	1	1				1	3	1	8	1	1	1			33

4.4. FUNGUS TÜRLERİNİN ARAŞTIRMA ALANINDA ELDE EDİLME ORANLARI VE BOLLUKLARI

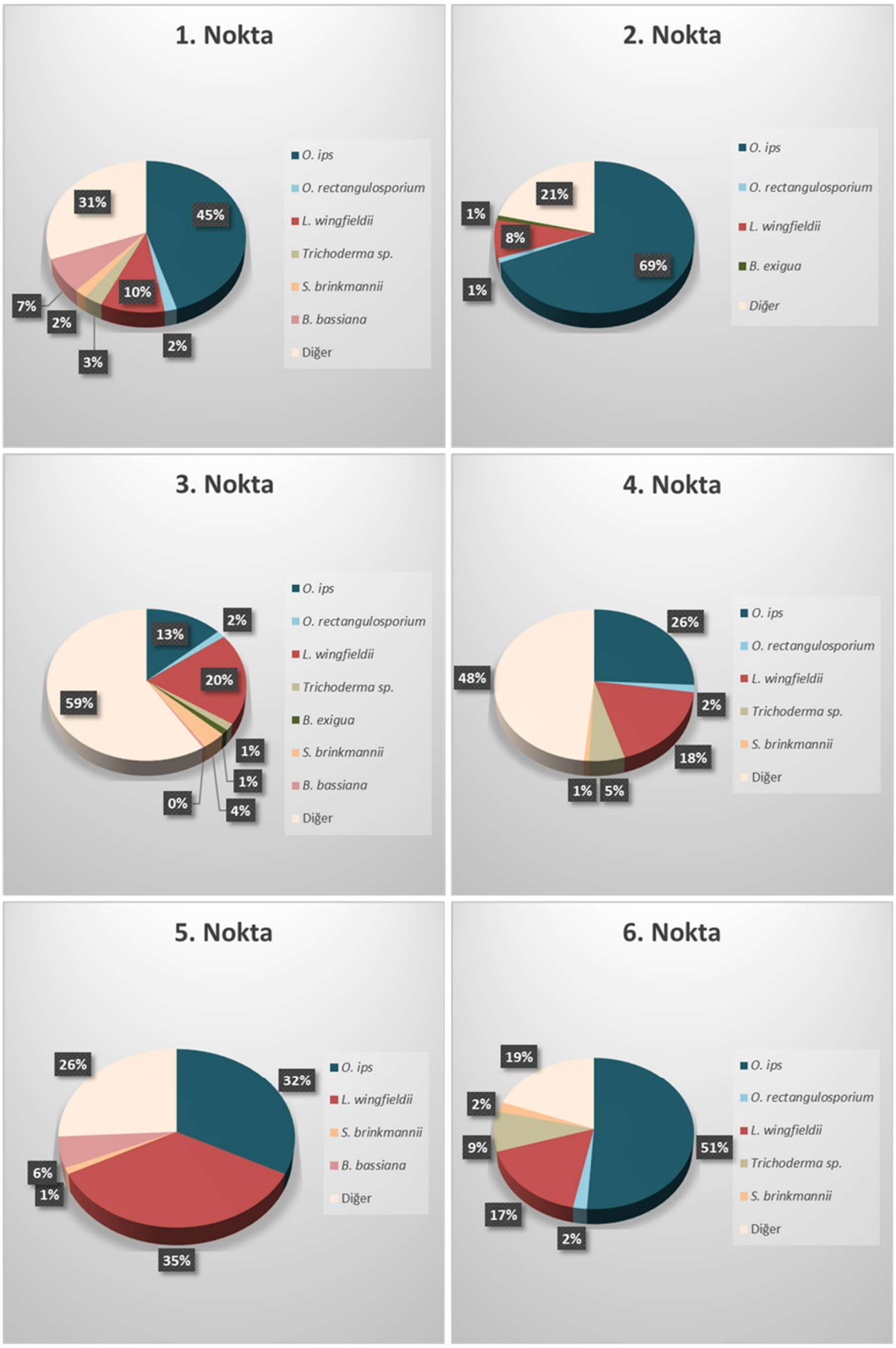
Araştırma alanında *O. erosus*'dan elde edilen fungus türlerinin örnekleme noktalarına göre dağılımına baktığımızda 3 nolu örnekleme noktasında 7 fungus türünün de izolasyonu yapılmıştır. Yalnızca tek bir tür izole edilen 3 örnekleme noktası (7, 9 ve 18) bulunmaktadır. En yüksek oranda izolasyonu yapılan tür *O. ips* (%58.30 = 481 izolat)'dir. İkinci izolasyonu yüksek oranda yapılan tür *L. wingfieldii* (%22.67 = 187)'dir. Üçüncü sırada *B. bassiana* (%6.79

= 56 izolat) gelmektedir. Daha sonra sırasıyla *Trichoderma* sp. (%4.61 = 38). *S. brinkmanni* (%4 = 33 izolat), steril bir tür olan *O. rectangulosporium* (%3.15 = 26 izolat) ve *B. exigua* (%0.48 = 4 izolat) gelmektedir (Tablo 4.30).

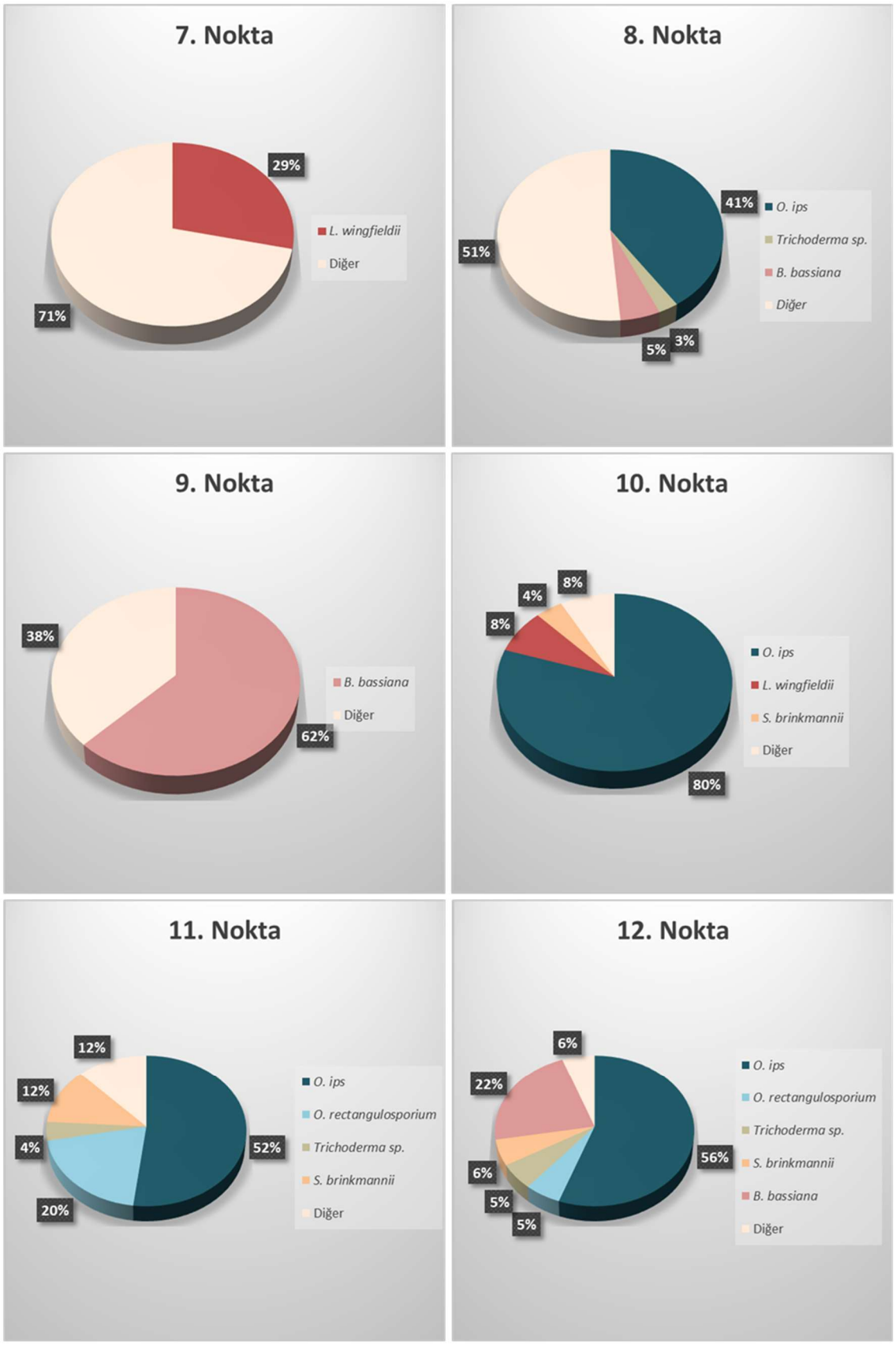
Tablo 4.30: Araştırma alanında 18 örnekleme noktasından elde edilen fungus türleri.

	Örnekleme Noktaları																			
Fungus Türleri	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**T**	**%**
O. ips	96	68	36	33	29	24		15		20	13	10	35	17	34	18	9	24	**481**	**58.3**
O. rectangulosporium	4	1	4	2		1					5	1	4		1		3		**26**	**3.2**
L. wingfieldii	21	8	53	23	31	8	16			2			3	11	11				**187**	**22.7**
Trichoderma sp.	6		4	7		4		1			1	1	2	2		10			**38**	**4.6**
B. exigua		1	3																**4**	**0.5**
S. brinkmannii	4		10	1	1	1				1	3	1	8	1	1	1			**33**	**4.0**
B. bassiana	16		1		5			2	5			4	8		2	13			**56**	**6.8**
Toplam İzolat Sayısı	**147**	**78**	**111**	**66**	**66**	**38**	**16**	**18**	**5**	**23**	**22**	**17**	**60**	**31**	**49**	**42**	**12**	**24**	**825**	
Tür Sayısı	**6**	**4**	**7**	**5**	**4**	**5**	**1**	**3**	**1**	**3**	**4**	**5**	**6**	**4**	**5**	**4**	**2**	**1**		

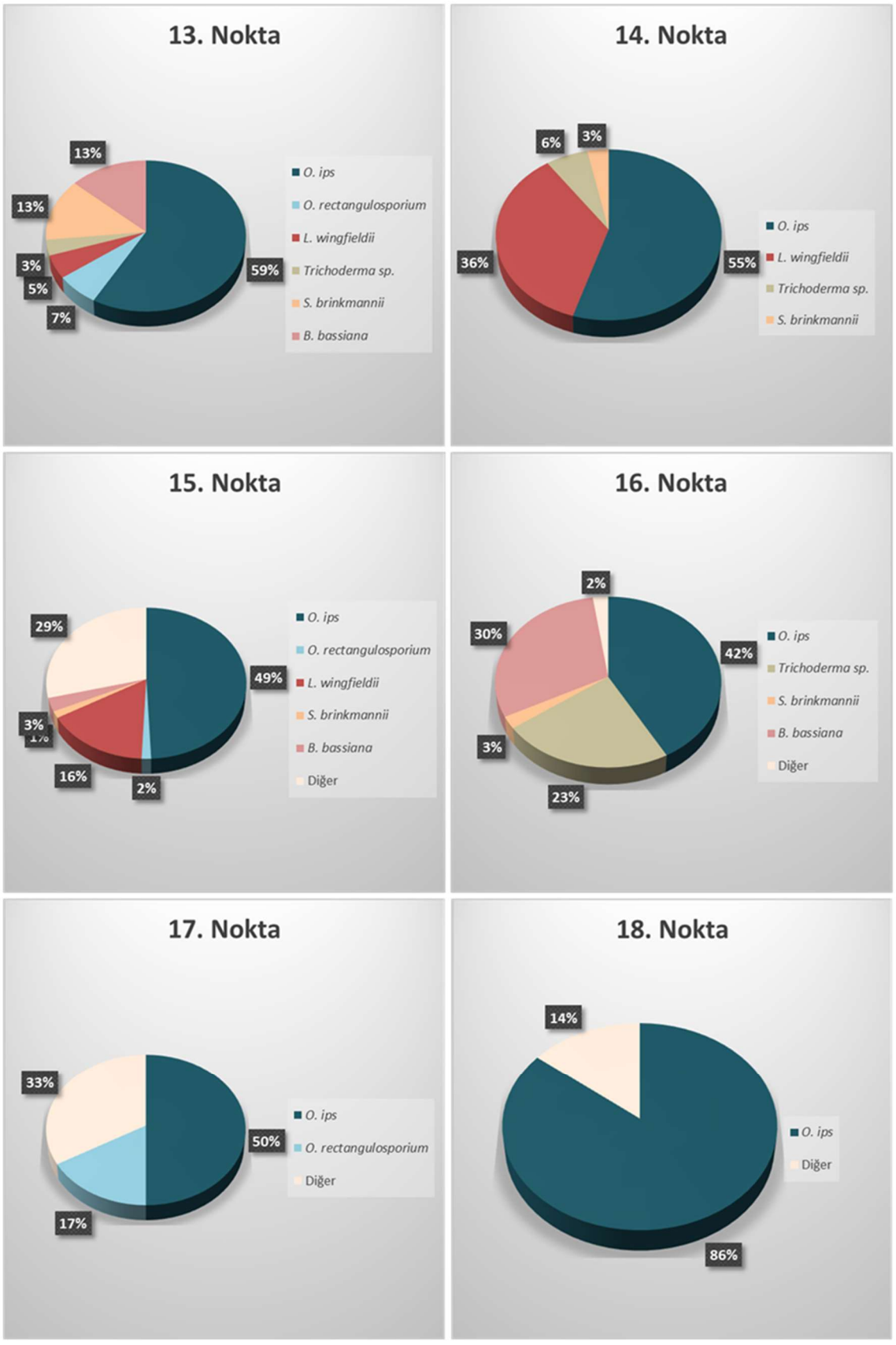
Doğal ortamlarda bulunan yaygın türlerde dâhil olmak üzere fungus türlerinin her bir örnekleme noktasındaki dağılımı Şekil 4.38'de verilmiştir.



Şekil 4.38: 18 örnekleme noktasında fungus türlerinin dağılımı.

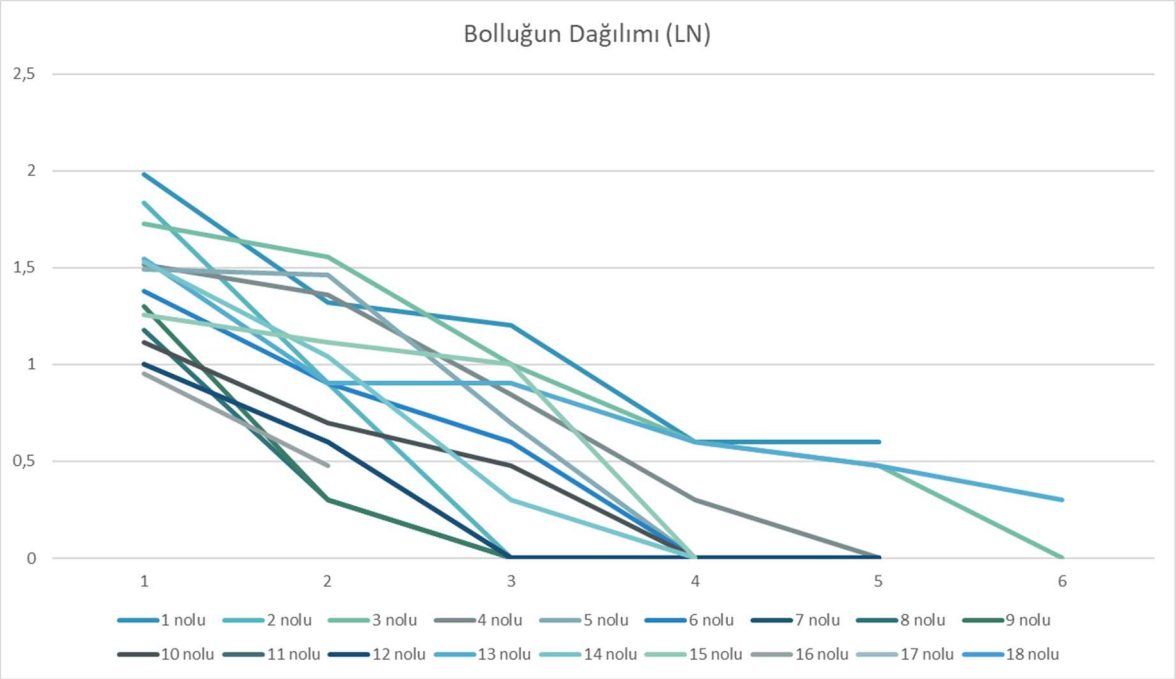


Şekil 4.38 (devam): 18 örnekleme noktasında fungus türlerinin dağılımı.



Şekil 4.38 (devam): 18 örnekleme noktasında fungus türlerinin dağılımı.

Alanda 18 örnekleme noktasında *O. erosus*'dan izole edilen fungusların bolluğunun Log 10 (N+1) için dağılım grafiğine göre en fazla olduğu örnekleme noktaları sırasıyla 1, 2 ve 3 nolu (Kireç, Gökçedağ ve Balya) örnekleme noktaları olup toplam bolluğun %40.7'sini oluşturmaktadır (Şekil 4.39). 1 nolu (Kireç) örnekleme noktası 6 türün 147 izolat sayısı ile (toplam izolatların %17.81'i) ile dağılım gösterdiği bolluğun en fazla olduğu noktadır (Şekil 4.46).



Şekil 4.39: Alanda 18 örnekleme noktasında Log_{10} (n+1)' e göre *O. erosus*'dan izole edilen fungus türlerinin bolluğunun dağılımı.

Alandan elde edilen 7 fungus türünün içinde dominant tür *O. ips* (%58.30); indikatör türler ise *O. ips* ve *L. wingfieldii* (%80.97) olarak belirlenmiştir.

4.5. PATOJENİSİTE ÇALIŞMALARI

Patojenisite çalışmaları kapsamında 6 fungus türünün 4'er izolatı, toplam 24 izolat ile ağaç dallarına yapılan inokulasyon çalışması sonucunda fungus türlerinin izolatları inokule edildikleri ağaç dallarında renk değişiminin de gözlendiği lezyonlar meydana getirmişlerdir (Şekil 4.40). İnokulasyon noktalarının etrafında reçine sızıntısı gözlenmiş, inokulasyon yapılan dallarda geriye doğru ölüm tespit edilmemiştir. Re-izolasyonlar, lezyonlara inokule edilen fungusların varlığını doğrulamıştır.



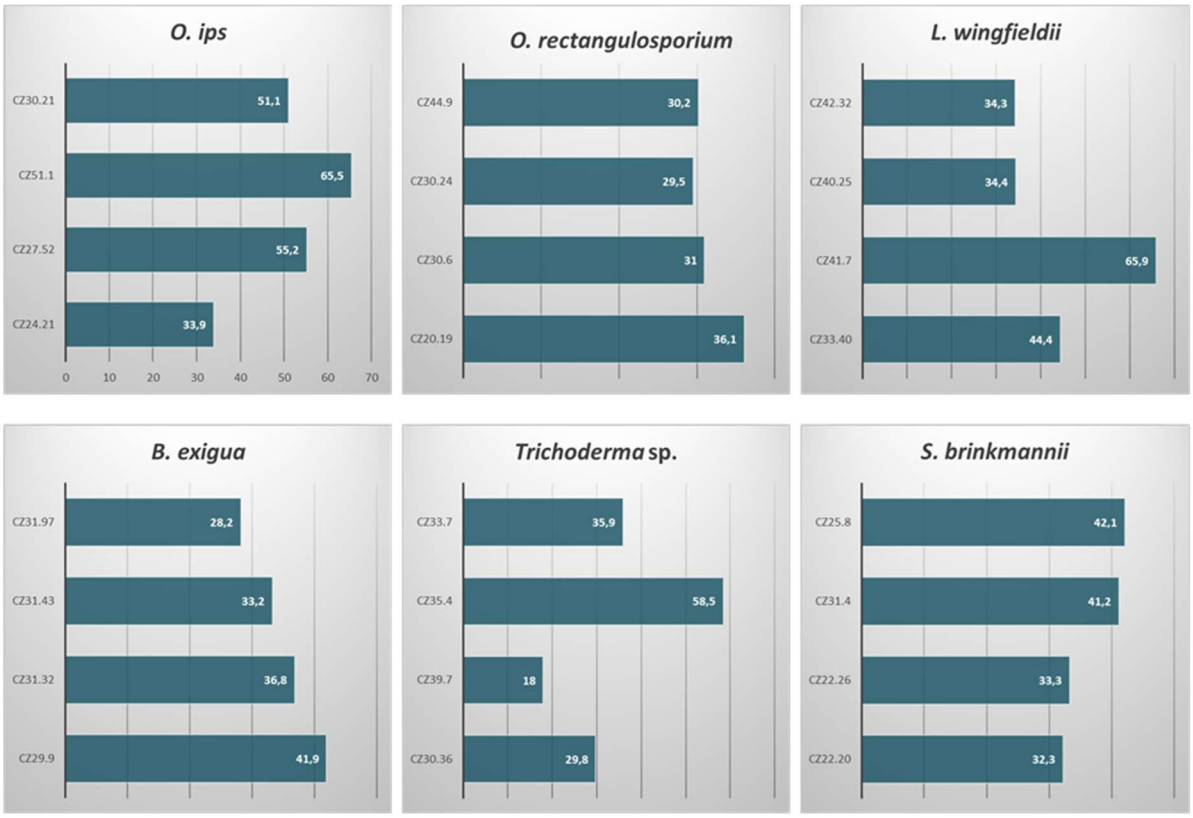
Şekil 4.40: Herbir fungus türüne ait izolatların dalda oluşturduğu lezyonlar (a) *O. ips*, (b) *O. rectangulosporium*, (c) *L. wingfieldii*, (d) *Trichoderma* sp., (e) *B. exigua* (f) *S. brinkmannii*.

Yapılan inokulasyon çalışmasından elde edilen verilere göre *O. ips* kızılçam dallarında oluşturduğu lezyon uzunluğu açısından ortalama 51 mm uzunluk ile (33.9 – 65.5 mm arasında) diğer türlerden çok daha büyük lezyon meydana getirmiştir. *L. wingfieldii* ortalama 45 mm lezyon uzunluğu ile (34.3 – 65.9 mm arasında) ikinci en uzun lezyon geliştiren türdür. Bunu sırasıyla ortalama 37 mm *B. exigua* (33.2 – 41.9 arasında), ortalama 33 mm ile (18.0 – 58.5 mm arasında) *Trichoderma* sp. ve *S. brinkmanni* (32.3 – 47.3 mm arasında) takip etmektedir. *O. rectangulosporium* ortalama 31 mm ile (29.2 – 36.1 mm arasında) en küçük lezyon uzunluğu meydana getiren fungus türüdür. *O. rectangulosporium* ve *B. exigua*'nin hiçbir izolatı kontrolden anlamlı bir fark ortaya koyan lezyon geliştirmemiştir (Tablo 4.31) (Şekil 4.41).

Tablo 4.31: Fungusların 20 hafta sonunda ağaç dallarında meydana getirdikleri lezyon uzunlukları.

Tür	İzolat No	Lezyon uzunluğu (mm)
O. ips	CZ24.21	33.9 a
	CZ27.52	55.2 b
	CZ51.1	65.5 b
	CZ30.21	51.1 b
	Ortalama	**51.0**
	Kontrol	27.0 a
O. rectangulosporium	CZ20.19	36.1 a
	CZ30.6	31.0 a
	CZ30.24	29.5 a
	CZ44.9	29.2 a
	Ortalama	**31.0**
	Kontrol	27.0 a
L. wingfieldii	CZ33.40	44.4 a
	CZ40.25	34.4 a
	CZ42.32	34.3 a
	CZ41.7	65.9 b
	Ortalama	**45.0**
	Kontrol	27.0 a
B. exigua	CZ29.9	41.9 a
	CZ31.32	36.8 a
	CZ31.43	33.2 a
	CZ31.97	37.4 a
	Ortalama	**37.0**
	Kontrol	27.0 a
Trichoderma sp.	CZ30.36	29.8 a
	CZ33.7	24.7 ab
	CZ39.7	18.0 b
	CZ35.4	58.5 c
	Ortalama	**33.0**
	Kontrol	27.0 a
S. brinkmannii	CZ22.20	32.3 a
	CZ25.8	47.3 ab
	CZ22.26	33.3 b
	CZ31.4	41.2 c
	Ortalama	**33.0**
	Kontrol	27.0 a

*Tabloda her bir fungus türü için aynı harfle gösterilen lezyon uzunluk ortalamaları Duncan veya Tamhane'nın T_2 karşılaştırma testlerine göre istatistiksel olarak farklı değildir ($p<0.05$).



Şekil 4.41: İzolatların kızılçam dallarında oluşturdukları lezyon uzunlukları.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü (Balıkesir ve Çanakkale) kızılçam ormanlarındaki kabuk böcekleri, bu böceklerle ilişkili fungus türlerinin izolasyonu, morfolojik ve moleküler teşhisleri ve patojenisitileri hakkında bulgular içermektedir. Tez çalışması kapsamında, kızılçam ormanları üzerinde belirlenen 18 noktaya tuzak odunları bırakılmış düzenli aralalıklarla bu tuzaklar kontrol edilmiştir. Elde edilen kabuk böcekleri, larvaları ve açtıkları yolları içeren odun doku parçaları MEA ortamlarında izolasyonlar yapılmıştır.

Bu araştırma kapsamında 2014 yılı Şubat – Ekim ayları arasında 18 örnekleme noktasından 6 Tribe, 10 genus ve 21 türe ait 2136 adet kabuk böceği elde edilmiştir. Bunlardan 1900 adet ergin kabuk böceği, larva veya pupası ve 120 adet odun doku örneği toplamda 2020 adet örnek fungus izolasyonları için çalışmaya alınmıştır. Elde edilen fungus türlerinden üçü ophiostomatoid tür olmak üzere altısı Ascomycota şubesinden ve 1'i Basidiomycota şubesinden olmak üzere 7 türdür. Tez çalışması kapsamında elde edilen kabuk böcekleri *C. cinereus*, *C. hispidulus*, *C. numidicus*, *C. pusillus*, *H. angustatus*, *H. linearis*, *H. opacus*, *I. sexdentatus*, *O. erosus*, *O. longicollis*, *P. bidentatus*, *P. calcaratus*, *P. pennidens*, *C. henscheli*, *H. ligniperda, H. micklitzi*, *T. destruens*, *T. minor*, *T. piniperda, X. saxesenii*, *X. eurygraphus*'tur.

Araştırma alanında *Crypturgus* spp. Mayıs – Ağustos aylarında yaygın olarak tespit edilmiştir. Daha önce ülkemizde yapılan çalışmalarda *C. cinereus*, İstanbul'da Haziran – Ağustos ayları arasında belirlenmiştir (Cebeci, 2003). *C. hispidulus* Güney Marmara'da Mayıs – Ağustos ayları arasında toplanmıştır (Kumbaşlı ve diğ. 2018). *C. numidicus* İstanbul'da yapılan çalışmada Haziran ayında, Batı Akdeniz'de Nisan, Ağustos ve Ekim aylarında ve Kastamonu'da ise Haziran ve Temmuz aylarında belirlenmiştir (Cebeci, 2003; Dönmez, 2006; Sarıkaya, 2008; Yıldız, 2012). *C. pusillus* İstanbul'da Şubat, Mayıs ve Haziran aylarında ve Batı Akdeniz'de ise Nisan ve Ekim aylarında bulunmuştur (Cebeci, 2003; Dönmez, 2006; Sarıkaya, 2008). Bu durumda araştırmamız *Crypturgus* spp. için toplanma tarihleri açısından diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda *C. hispidulus*'un araştırma alanımızdan ve kızılçam üzerinden kaydı bulunmaktadır (Kumbaşlı ve diğ. 2018). *C. cinereus*, *C. numidicus* ve *C. pusillus* ise kızılçam üzerinde belirlenmiştir ancak Balıkesir ve Çanakkale ormanlarında tespiti yoktur. *Crypturgus* türleri ağaçların kabuklarında yaşarlar. Sekonder zararlı olduklarından daha saldırgan ve daha büyük böcekler tarafından enfekte

edilmiş ağaçların gövde ve dallarına giderler ve ormancılık bakımından fazla zararları yoktur (Selmi, 1998; Jordal 2006). Hatta *Crypturgus* spp. tarafından üreme yerleri işgal edilen *Tomicus* ve *Ips* spp. gibi zararlı kabuk böcekleri gelişemeyerek ölürler. Bu yüzden zararının yanında faydası da bulunmaktadır (Kirkendall ve diğ. 1997; Selmi, 1998). Ekonomik açıdan değerleri olmadıkları ifade edilmektedir (Selmi, 1998; Lieutier ve diğ. 2016). *Crypturgus* türlerinden izole edilen Ophiostomatoid fungusları ele alan çalışmalar vardır (Krischner, 1998, 2001; Zhou ve diğ. 2004b; Kirisits, 2007; Lu ve diğ. 2009). Ayrıca çürüklük etmeni fungus türleriyle ilişkisini ortaya koyan bir çalışmada belirlenmiştir (Persson ve diğ. 2011). Ancak araştırmamızda *Crypturgus* spp. çok küçük olmaları, örnekleme noktasından elde edilen sayının az olması ve birkaç türün bir arada bulunabilmesi nedeniyle sadece teşhis edilmiş ve fungal izolasyon için çalışmaya alınmamıştır.

Araştırma alanında yaygın olan *Hylastes* spp. Mayıs – Haziran aylarında elde edilmiştir. Bu türler İzmir ve Batı Akdeniz'de Nisan – Mayıs aylarında toplanmış, Güney Marmara'da Mayıs – Haziran aylarında bulunmuş, *H. linearis* İstanbul'da Temmuz ayı sonunda da belirlenmiştir (Selmi, 1998; Yüksel, 1996; Cebeci, 2003; Ünal, 2010; Sarıkaya ve Avcı, 2011; İbiş ve Sarıkaya, 2013; Baydemir, 2016; Kumbaşlı ve diğ, 2018). Bu yönüyle bulgularımız yapılmış çalışmalarla uygunluk göstermektedir. İbiş ve Sarıkaya (2012)'nın İzmir'de kızılçam ormanlarında tuzak odunları ile yaptıkları çalışmalarında elde edilen *Hylastes* türleri ve sayısal verileri araştırmamızla benzerlik göstermektedir. Araştırmamızda belirlenen tüm *Hylastes* spp. daha önce yapılan çalışmalarla alanda tespit edilmiş, varlığı bilinen türlerdir. Bu türler doğal yayılış alanlarında tipik olarak sağlık durumu bozulmuş, zayıflamış, yaralanmış ve hatta ölmüş ağaçların kökleri ile geçinen kabuk böcekleridir ve tipik olarak çamlarda çökme hastalıkları ile ilişkilidirler (Klepzig ve diğ. 1991, 1995; Selmi, 1998; Jacobs ve Wingfield, 2001; Eckhardt ve diğ. 2004a; Zanzot, 2009; Lieutier ve diğ. 2016). Ayrıca ladin ve göknarlara da gidebilirler (Selmi, 1998; Zanzot, 2009). Bu genusa ait kabuk böcekleri *Leptographium* spp. fungusların potansiyel vektörleri olarak değerlendirilirler (Klepzig ve diğ. 1991, Wingfield ve Gibbs, 1991; Jacobs ve Wingfield, 2001; Eckhardt, 2003; Eckhardt ve diğ. 2004a; Kirisits, 2007; Zanzot, 2009; Jankowiak ve Bilański, 2013a). Laboratuvar çalışmalarımızda *Hylastes* spp. erginleri ile yapılan örneklemelerde tek bir ekimin yapıldığı ortamda birkaç tür bir arada gelişme göstermiş ve yaygın bulunan doğal türler başkaca türlerin saflaştırılmasına imkan vermemiştir. Bu çalışmaların tekrar değerlendirilmesi ve olası fungus türlerinin ülkemizdeki durumunun belirlenmesi açısından önemlidir.

I. sexdentatus araştırma alanında farklı tarihlerde 2 örnekleme noktasında 5 adet olarak bulunmuştur. Bu tür Balıkesir Orman İşletme Müdürlüğü'nde 2013 – 2014'de Nisan – Ekim arasında yapılan bir çalışmada karaçam sahalarına asılan feromon tuzaklarında oldukça yüksek sayılarda elde edilmiştir (Baydemir, 2016). İbiş ve Sarıkaya (2012) İzmir'de *Pinus brutia* saf meşcerelerinde yaptıkları çalışmada tuzak ağaçlarından toplam 23 birey elde etmişlerdir. Sarıkaya (2008)'nın Batı Akdeniz'de yaptığı çalışmasında *I. sexdentatus*'u sadece karaçam odun tuzaklarından ve feromon tuzaklarından elde etmiştir. Cebeci (2003) İstanbul'da karaçam ve sahil çamı alanlarında feromon tuzaklarında Nisan – Ağustos arasında elde etmiştir. Arslangündoğdu (1999) İzmir'de kızılçam alanlarında kurulmuş feromon tuzaklarında elde etmiştir. Araştırmamız daha önceki çalışmalarla araziden elde edilme dönemleri açısından tutarlık göstermektedir. Türkiye'nin en yaygın kabuk böceği türlerinden biri olan *I. sexdentatus*, Avrasya'da dağılan *Pinus*, *Picea*, *Larix* ve *Abies* gibi birçok iğne yapraklı cinsinde üreme kapasitesine sahip Palearktik bir türdür. Bu zararlı Güneydoğu hariç Türkiye'nin iğne yapraklı ormanlarında dağılmıştır ve çoğunlukla çam türleri ile *P. orientalis* (L.) Peterm.'te zarar yapar (Selmi, 1998; Özcan, 2009; Akkuzu ve Güzel 2015; Lieutier ve diğ. 2016; Şimşek ve diğ. 2017). Yukarıdaki bilgiler değerlendirildiğinde *I. sexdentatus*'un kızılçam açısından zararlı olma potansiyeli hakkında derin araştırmalara ihtiyaç vardır. Bu türün patojenik fungus sporlarıyla özellikle *O. ips* ve *O. brunneo – ciliatum* ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Mathiesen-Käärik, 1953; Lieutier ve Yart 1989; Lieutier ve diğ. 1989 a ve b; Krischner, 1998, 2001; Kirisits ve diğ. 2000; Fernández Fernández ve diğ. 2004; Kirisits, 2007; Bueno ve diğ. 2010; Jankowiak, 2012). Ancak araştırmamızda *I. sexdentatus*'tan her hangi bir fungal izolasyon gerçekleştirilmemiştir. Türün taşıyıcılığının ülkemizdeki durumu detaylı olarak araştırılmalıdır.

O. erosus çalışma alanında yoğunluğu en yüksek kabuk böceğidir. Ülkemizdeki varlığı uzun yıllardan beri bilinmektedir (Schimitschek, 1944). Araştırmamızda her örnekleme noktasında bulunmuş olup elde edilen toplam birey sayısı 1593'tür. Ayrıca en çok Mayıs döneminde olmak üzere her çalışma döneminde toplanmıştır. Balıkesir Orman İşletme Müdürlüğü, Sarıbeyler kızılçam ağaçlandırma sahasında 2013 ve 2014 yıllarında feromon tuzakları ile yapılan bir çalışmada Mart – Ekim aylarında sayımlar yapılmış ve özellikle Mart ayının sonundan Mayıs ayının başına kadar binlerle ifade edilen sayılarda elde edilmiştir (Baydemir, 2016). Arslangündoğdu (1999) İzmir'de *O. erosus*'a yönelik feromon tuzaklarıyla ile yaptığı araştırmasında en fazla sayıda bireyi Temmuz ve Ağustos aylarında elde etmiştir. İbiş ve Sarıkaya (2012) İzmir'de saf kızılçam meşcerelerinde tuzak ağaçları ile yaptıkları çalışmada

Nisan – Ekim arasında topladıkları 942 bireyden en yüksek frekansa sahip olan tür olarak (%59.4 – 560 birey) belirlemişlerdir. Sarıkaya (2008) Batı Akdeniz'de saf kızılçam meşcerelerinde *O. erosus*'a yönelik kurduğu feromon tuzaklarından en yüksek birey sayılarını Nisan ve Ağustos aylarında elde etmiştir. Kızılçam tuzak odunları ile yaptığımız araştırmamız özellikle 3 (Balya) nolu örnekleme noktasında Mayıs ayında elde ettiğimiz 332 adet ergin birey sayısı ile önceki çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Araştırmamızda bu örnekleme noktası *O. erosus*'un bir dönemde en fazla birey sayısı elde edilen noktasıdır. Bunu Ağustos döneminde yapılan çalışmalarda elde edilen birey sayıları ile 1 (Kireç) (139 birey) ve 15 (Gelibolu) (109 birey) nolu örnekleme noktaları takip etmektedir. *O. erosus* Akdeniz sahil iklim mıntıkasındaki çam meşcerelerinin en önemli böceklerinden olup (Postner, 1974; Mendel ve Halperin, 1982; Selmi, 1998; Lieutier ve diğ. 2016) öncelikli olarak kızılçamı ve daha sonra karaçamı tercih etmektedir (Sarıkaya, 2008). Ülkemizde Göknar, Sedir, Ladin ve diğer çam türleri konukçusu olarak belirtilmektedir (Selmi, 1998). Ancak Sarıkaya (2008) Batı Akdeniz'de sedirdeki türün *Ortohotomicus tridentatus* Eggers olduğunu bildirmiştir. *O. erosus* Avrupa'da hasta veya fungal enfeksiyonlu ya da ölü ağaçlara saldıran ve çok önemli olmayan bir sekonder zararlıdır (Schwenke, 1974; Mendel ve Halperin 1982; Tribe, 1990). Tunus'ta hasta veya devrik ağaçlara giden bu türün hafif bir fizyolojik dengesizlikten muzdarip ağaçların ölümünü hızlandırdığı bilinmektedir (Tribe, 1990). İsrail'de yangın ve aralama çalışmaları sonrasında az yağışlı kış aylarını takiben çok sayıda çam ağacını öldürdüğü bildirilmektedir (Mendel ve Halperin, 1982; Tribe, 1990). *O. erosus*'un ağaç patojeni fungus türleriyle ilişkisi ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Wingfield ve Marasas, 1980; Ben Jamaa ve diğ, 2007; Ghaiolue ve diğ. 2007; Kim, 2010; Musvuugwa, 2014; Romón ve diğ. 2014; Dori – Bachash ve diğ. 2015). Araştırmamızda böceklerden yapılan izolasyonlar ile belirlenen bütün fungus türleri *O. erosus*'dan elde edilmiştir.

O. longicollis çalışmamızda sadece Mayıs ayında 5 (Konakpınar) nolu alandan 2 adet birey olarak elde edilmiştir. Baydemir (2016) Balıkesir'de Nisan ayında feromon tuzaklarında 2 birey olarak, Yıldırım (2011) Ispartada'da Mayıs ve Haziran'da karaçam sahalarında, Sarıkaya (2008) Nisan – Mayıs arasında karaçam ve kızılçamda tuzak ağaçları ve feromon tuzaklarından elde etmiştir. Cebeci (2003) İstanbul'da ağaçlandırma alanlarında yaptığı çalışmasında karaçamda Mart ve Haziran ayında, sahil çamında ise Temmuz ayında elde etmiştir. Bulunduğu dönem ve birey sayısı açısından daha önce yapılmış çalışmalara benzerlik göstermektedir.

Araştırmamızda *Pityogenes* genusunun *P. bidentatus*, *P. calcaratus* ve *P. pennidens* olmak üzere 3 türü belirlenmiştir. *Pityogenes* spp. Mayıs – Ağustos ayları arasında toplanmıştır ve daha önce yapılan çalışmalar incelediğinde araştırma alanımızda kaydına rastlanmamıştır. *P. pennidens* Mayıs, Temmuz ve Ağustos aylarında 12 örnekleme noktasından elde edilen 195 birey sayısıyla genusun frekansı en yüksek türüdür. Balıkesir, İzmir ve Isparta'da yapılmış çalışmalar *Pityogenes* spp.'nin toplanma tarihleri açısından tutarlılık göstermektedir (Sarıkaya, 2008; Yıldırım, 2011; İbiş ve Sarıkaya, 2012; Baydemir, 2016). *Pityogenes* spp. ekonomik açıdan önemli olmadığı düşünülmektedir (Lieutier ve diğ. 2016). *P. calcaratus* ülkemizde kızılçam ile ilişkili olarak tespit edilmiş ancak araştırma alanımızda daha önce kaydına rastlanmamıştır (Schedl, 1961; Selmi, 1998; Sarıkaya, 2008; Yıldırım, 2011). *P. bidentatus* ve *P. calcaratus*'un ağaç patojeni funguslarla ilişkisi bilinmektedir (Jankowiak ve Kot 2011; Dori-Bachash ve diğ. 2015; Waalberg, 2015). Ancak *P. pennidens*'in funguslarla ilişkisini ortaya koyan bir araştırmaya rastlanmamıştır. Araştırmamızın genelinde frekansı ikinci yüksek tür olan *P. pennidens* erginleri için %1'lik CSMA ortamında hiç bir bakteriyal ya da fungal gelişme olmamıştır. Sayıca az elde edilen diğer türler ise sadece teşhis edilmiş, fungal izolasyon çalışması yapılmamıştır.

C. henscheli araştırmamızda Mayıs ayında 9 örnekleme noktasından toplanmıştır. Bu tür Isparta'da Mart – Mayıs arasında daha çok kızılçamla ve daha sonra sedirle ilişkili olarak belirlenmiştir (Sarıkaya, 2008; Yıldırım, 2011). *C. henscheli*'nin araştırma alanımızda daha önceden kaydı bulunmamaktadır.

Hylurgus spp. erginleri Mayıs ve Temmuz aylarında toplanmıştır. Baydemir (2016) her iki türü de Mart – Temmuz arasında Balıkesir'de, İbiş ve Sarıkaya (2012) Mart – Temmuz arasında İzmir'de, Yıldırım (2011) Isparta'da, Sarıkaya (2008) ise Mart – Haziran arasında Afyonkarahisar, Antalya ve Burdur'da elde etmiştir. *H. ligniperda* erginleri çam ağaçlarının dip kütüklerinde, köklerinde ve odunlarında yumurta bıramakta ve larvaları sağlıklı görünen fide ve fidanlarının kökleri ve alt gövdeleri ile beslenmektedirler (Schwenke, 1974; Tribe, 1991; Selmi, 1998; Reay ve Walsh, 2001; 2002, Lieutier ve diğ. 2016). Bu tür ağaçlarda artım kaybı, taç kısmının küçülmesi, kloroz ve hatta ağacın ölümüne neden olabilen *Ophiostoma* türleri ile ilişkilidir (Kirisits, 2007; Kim, 2010; Davydenko ve diğ. 2014; Romon ve diğ. 2014). Ayrıca kök hastalıkları etmenleri bazı *Grsossmania* ve *Leptographium* türlerinin de vektörüdür (Zhou ve diğ. 2001, 2004a; Reay ve diğ. 2006; Kim, 2010; Kim ve diğ, 2011b; Linnakoski, 2011;

Jankowiak ve Bilański, 2013a; Romon ve diğ. 2014). Örnekleme noktalarından yüksek sayılarda elde edilmeyen (bir noktada bir çalışmada en fazla 14 birey) *Hylurgus* spp. erginleri ile yapılan fungal izolasyon denemelerinde aynı petride birkaç tür bir arada gelişme göstermiş ve yaygın bulunan doğal türler başkaca türlerin saflaştırılmasına imkan vermemiştir.

Araştırmamızda *T. destruens* Ekim ayında, *T. minor* ve *T. piniperda* ise Mayıs ve Ağustos aylarında toplanmıştır. *T. destruens*'in toplanma tarihi ve birey sayısı daha önce yapılmış çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Sarıkaya, 2008; İbiş ve Sarıkaya, 2012; Nafisi Balay ve Karaşahin, 2013; Baydemir, 2016). *T. minor* ve *T. piniperda*'nın da toplanma tarihleri literatür ile uyum sağlamaktadır (Arslangündoğdu, 1999; Cebeci, 2003; Sarıkaya, 2008; İbiş ve Sarıkaya, 2012; Baydemir, 2016). Araştırma alanımız üç *Tomicus* türünün bir arada bulunduğunu ender alanlardan biri olup bu durum daha önce ortaya konulmuştur (Baydemir, 2016). *Tomicus* spp. konukçusunun bulunduğu ılıman ve boreal iğne yapraklı ormanlarda yaşarlar. Üremek için zayıf durumdaki ağaçların gövde veya dallarına saldırdıklarından sekonder zararlı olarak ele alınırlar. Ancak olgunlaşma sürecinde beslenme amacıyla genel olarak sağlıklı çamların genç sürgünlerini tercih ederek ibre kaybına ve büyüme geriliğine neden olurlar (Postner, 1974; Långström ve Hellqvist, 1993; Czokajlo ve diğ. 1997). *Tomicus* türlerinin ekonomik önemi bölgelere göre değişmektedir. *T. piniperda*, *T, minor*, *T. destruens* ve *T. yunnannensis*'in sağlıklı ağaçların gövdelerine saldırarak öldürdükleri rapor edilmiştir (Ye, 1992; Monleón ve diğ. 1996; Långström ve Hellqvist, 1993; Lieutier, 1995). *T. destruen*s'in ülkemizde Akdeniz Bölgesi kızılçam ormanlarında salgınlar yaptığı bildirilmiştir (Sarıkaya ve Avcı, 2007; Sarıkaya ve Avcı, 2010; Nafisi Balay ve Karaşahin, 2013; Sarıkaya ve Aytar, 2017). *Tomicus* türlerinin Ophiostomatoid türlerle ilişkili oldukları uzun zamandır bilinmektedir (Rennerfelt, 1950; Mathiesen, 1950; Mathiesen-Käärik, 1953; Savonmäki, 1990; Wingfield ve Gibbs, 1991; Solheim ve Långstörm, 1991; Kirisits ve diğ. 2000; Jacobs ve Wingfield 2001; Rollins ve diğ. 2001; Zhou ve diğ. 2004 a; 2004b; 2004c; Pevevieri ve diğ. 2006; Ben Jamaa ve diğ. 2007; Jankowiak ve Bilański, 2007; Jankowiak, 2008; Romon ve diğ. 2014; Dori – Bachash ve diğ. 2015; Jacobs ve diğ. 2017). Araştırmamızda yüksek birey sayısına sahip olmayan *Tomicus* spp. ile yapılan denemelerde ise aynı petride birkaç tür bir arada gelişme göstermiş ve yaygın bulunan türler başkaca türlerin saflaştırılmasına imkan vermemiştir.

X. saxesenii ve *X. eurygraphus* ambrosya böceklerindendir. Ambrosya böcekleri ksilemin ana bileşenleri olan lignin, selüloz ve hemiselülozu sindiremediklerinden beslenmek için belirli bir fungusa yani bir ambrosya fungusuna zorunlu olarak bağımlıdır (Beaver, 1989). *X. saxesenii Pinus* türlerinin de arasında bulunduğu çok sayıda konukçusunun 5 – 50 cm çapındaki yeni kesilmiş, yaralanmış ve ölmekte olan odunsu kısımlarına saldırır. *X. eurygraphus* çam türleri ile ilişkili bir tür olup zarar görmüş ağaçlara saldıran sekonder zararlılardandır. Her iki türde de dişi dairesel bir giriş yolu inşaa eder ve kabuktan odunun iç kısmına doğru 1 – 7 cm ilerler. Yumurtadan çıkan larva hem abrosia fungusu ile hem de annelerinin onların için kazdığı odun ile beslenir. Ekonomik önemleri odunun ticari değerini düşürmeleri ve hastalık etmeni fungal türleri taşımaları ile ilgilidir (Wood, 1982; Lombardero, 1996; Selmi, 1998). Her iki tür de araştırma alanımızda 1'er birey ile temsil edilmektedirler. Her iki türün de araştırma alanımız için daha önce kaydına rastlanmamıştır. Ambrosya böceklerinin simbiyontları funguslar *Ambrosiella* ve *Raffaella* genuslarının anomorfik türlerdir. Ancak bazıları *Ophiostoma*, *Leoptographium* ve *Fusarium* türleri ile de simbiyontlar oluştururlar (Beaver, 1989; Harrington, 2005; Kirisits, 2007; Six, 2012).

İbiş ve Sarıkaya (2012)'nın İzmir'de kızılçam ormanlarında tuzak odunları kullanarak yaptıkları çalışma ile araştırmamızın sonuçları birey sayıları ve elde edilen türler açısından benzerlik göstermektedir. Kızılçamı da konu alan ve belirli bir kabuk böceği türünü hedefleyen feromon tuzakları ile yapılan çalışmalarda hedef böcek türünün ve yanı sıra başka bir ya da iki kabuk böceği türünün tuzaklardaki birey sayısı oldukça fazla olabilmektedir. Ancak bu çalışmalarda tür sayısının tuzak odunlarına göre daha sınırlı olduğu söylenebilir (Arslangündoğdu, 1999; Cebeci, 2003; Sarıkaya, 2008).

Araştırmamızda en bol bulunan tribe Ipini (%84.5) olup alanda 6 tür ile temsil edilmektedir. Ipini tribesi *I. sexdentatus*, *I. typhographus*, *D. micans*, *O. erosus* gibi iğne yapraklı ormanlar için diğerlerinden daha tahripkâr olan kabuk böceği türlerini içerir. Bunlar genellikle sekonder zararlılardır ancak fırsatını bulduklarında hızlı üreyerek türe ve koşullara göre değişen sıklıkta sağlıklı ağaçlara saldırarak primer zararlılar olurlar (Nobuchi, 1974). Araştırmamızın en bol elde edilen iki kabuk böceği türü *O. erosus* (%74.58) ve *P. pennidens* %9.3 de bu tribenin üyeleridir. Araştırma alanımızın dominant türü *O. ersosus*, indikatör türleri *O. erosus*, *H. angustatus* ve *P. pennidens* olarak tespit edilmiş olup Kalapanida-Kantartzi ve diğ. (2010) ile İbiş ve Sarıkaya (2012)'nın çalışmalarıyla benzerdir. Kalapanida-Kantartzi ve diğ. (2010)

çalışmalarında *O. erosus*'dan başka *H. ligniperda*, *H. micklitzi* ve *C. cinereus*'u baskın tür olarak belirlerken bu türler bizim alanımızın sabit türlerindendir. Alanda 18 örnekleme noktasında Scolytinae türlerinin bolluğunun en fazla olduğu noktalar sırasıyla 3, 1 ve 16 nolu (Balya, Kireç ve Gelibolu) örnekleme noktaları olup toplam bolluğun %21.04'ünü oluşturmaktadır. 3 nolu (Balya) örnekleme noktası 7 türün 456 birey (toplam bireyin %10.67'si) ile dağılım gösterdiği bolluğun en fazla olduğu alandır. Araştırmamızın sonuçlarına göre alanımız ve dolayısıyla kızılçam için en önemli kabuk böceği *O. erosus*'tur. Bu türün populasyon seviyesi özellikle bolluğun en fazla olduğu Balya, Kireç ve Gelibolu kızılçam meşcerelerinde tuzak odunları ve feromon tuzaklarıyla düzenli aralıklarla kontrol edilmeli ve bunların sonucu gerekli önlemler hızlıca alınmalıdır.

Araştırmamızın önemli bir konusu da alanımızda kızılçamla geçinen kabuk böcekleri ile ilişkili fungusları ortaya koymaktadır. Araştırmamızda fungus izolasyonlarının tamamı en bol kabuk böceği türümüz olarak belirlenen *O. erosus* üzerinden yapılmıştır. *O. erosus* ile ilişkili olarak elde edilen fungus türleri Ascomycota'dan *O. ips*, *O. rectangulosporium*, *L. wingfieldii*, *Trichoderma* sp., *B. exigua*, *B. bassiana* ve Basidiomycota'dan *S. brinkmannii* olmak üzere 7 türdür.

O. ips ile ilgili olarak yaptığımız mikroskobik incelemeler ve koloni büyümesi ile ilgili ölçümler daha önce yapılmış çalışmalar ile tutarlıdır (Wingfield ve Marasas, 1980; Hutchison ve Reid, 1988; Perez – Vera ve diğ. 2009; Kim ve diğ. 2011a; Suh ve diğ. 2013; Pastirčáková ve diğ. 2018). Araştırmamızda elde edilen izolatlar NBCI'da ITS gen bölgesinin %99.8 oranla en fazla uyum gösterdiği izolatlar Çin'de *Pinus massoniana* Lamb. ve *Pinus thunbergii* Parl. üzerindeki *Monochamus alternatus*'lardan yaptıkları izolasyonlar sonucunda elde edilmiştir (Wang ve diğ. 2018). Ayrıca Dori – Bachash ve diğ. (2015)'nin İsrail'de *P. brutia* ve *P. halepensis*'den üzerindeki *O. erosus* yollarından izolasyonları da %99.8 benzerlik sağlamaktadır. Araştırmamızda *O. erosus*'dan izole edilen fungus türleri arasında frekansı en yüksek olan ve alanda en bol tür olduğu belirlenen *O. ips* (%58.30) diğer ülkelerde yapılan çalışamalarda da *O. erosus*'dan izole edilen en yaygın türdür (Zhou ve diğ. 2001; De Beer ve diğ. 2004; Ben Jamaa ve diğ. 2007; Romón ve diğ. 2007; Ghaiolue ve diğ. 2007; Kim, 2010; Dori – Bachash ve diğ. 2015). *O. ips*'in ilk kez *Pinus echinata* Miller, *P. sylvestris* ve *P. rigida* Miller'dan elde edilen *I. calligraphus* (Germar) üzerinden izole edildiği bildirilmektedir (Kim, 2010; Bensch, 2016; Anon., 2019). Bu tür dünyada iğne yapraklılarla geçinen çeşitli kabuk böcekleri ile ilişkili

önemli bir fungus türüdür (Mathiesen; 1950; Mathiesen – Käärik, 1953; Wingfield ve Marasas, 1980; Hutchison ve Reid, 1988; Lieutier ve diğ. 1991, 2002; Krischner 1998; 2001; Kirisits ve diğ. 2000; Kirisits, 2007; Zhou ve diğ. 2001, 2004b; Reay ve diğ. 2006; Pashenova ve diğ. 1995; 2004; Ghaiolue ve diğ. 2007; Ben Jamaa ve diğ. 2007; Romón ve diğ. 2007; Min ve diğ. 2009; Perez – Vera ve diğ. 2009; Kim, 2010; Kim ve diğ. 2011a; Jankowiak, 2012; Suh ve diğ. 2013; Romón ve diğ. 2014; Dori – Bachash ve diğ. 2015; Waalberg, 2015; Davydenko ve diğ. 2017; Pastirčáková ve diğ. 2018). Literatür çalışmalarımız sırasında *O. ips*'in ülkemizde kaydına rastlanmamıştır. *P. brutia* ile ilişkisini ortaya koyan tek çalışma ise Dori – Bachash ve diğ. (2015)'nin İsrail'de yaptıkları araştırma olup biri *Geosmithia* sp. Pitt olmak üzere 4 fungus türü tespit etmişler ve bunların patojenliklerini ortaya koymuşlardır. *O. erosus* ile ilgili olarak tespit edildiği diğer çalışmalar ise *P. sylvestris*, *P. nigra*, *P. pinaster*, *P. halepensis*, *P. pinea, P. patula* Schldl. et Cham., *P. elliottii* Engelm. ve *P. radiata* D. Don üzerinde gerçekleştirilmiştir (Ghaiolue ve diğ. 2007; Ben Jamaa ve diğ. 2007; Kim, 2010; Zhou ve diğ. 2001; Romón ve diğ. 2007, 2014; Musvuugwa, 2014; Dori – Bachash ve diğ. 2015; Musvuugwa ve diğ. 2016).

O. rectangulosporium steril olduğu belirlenmiş gruptan seçilen izolatlara yapılan rDNA dizi analizi sonuçlarına göre belirlenmiştir. İzolatlarımızın NBCI'da LSU gen bölgesinin %98.1 oranla en fazla uyum gösterdiği çalışma Ohtaka ve diğ. (2006)'nin Japonya'da *Abies* spp. üzerinde yaptığı araştırma olup onlar *O. rectangulosporium*'un kültür ortamlarında konidi üretmediğini belirtmişler ancak teleomorfik evresini tanımlamışlardır. Kim (2010) Amerika Kaliforniya'da *P. pinea* ve *P. halepensis* üzerinden elde ettiği *O. erosus* ve *H. ligniperda* üzerinde yaptığı çalışmasında bu türü kültür ortamında steril bir tür olarak tanımlamıştır ve araştırmamızda elde ettiğimiz izolatlarda da eşeysel evreye rastlanmamıştır. Sinonim isim olduğu belirtilen *Graphilbum rectangulosporium*'un bu tür için geçerli isim olduğu bildirilmektedir (Dori – Bachash ve diğ. 2015; Davydenko ve diğ. 2017; Anonymous, 2019). Bu tür farklı olarak Polonya'da *Picea abies* Karsten.'e kolonize olan *Tetropium* Kirby sp. (Coleoptera: Cerambycidae)'da belirlenmiştir (Jankowiak ve Kolařík, 2010). Norveç'de *P. slyvestris* üzerinden elde edilen, *P. bidentatus*, *P. quadridens* (Hartig) ve *I. acuminatus*'dan (Waalberg, 2015), Polonya'da *P. sylvestris*'den elde edilen *I. acuminatus* (Davydenko ve diğ. 2017), *I. sexdendatus* (Jankowiak, 2012), *P. chalcographus* (L.) (Jankowiak ve Kot, 2011) ve *Pissodes* spp. (Jankowiak ve Bilański, 2013b)'den, Ukrayna'da *P. sylvestris*'den elde edilen *H. ligniperda* (Dadyvenko ve diğ. 2014) 'dan izole edilmiştir. Ayrıca İsrail'de *P. halepensis*'den

elde edilen *T. destruens*, ve *O. erosus*, *P. brutia*'dan elde edilen *O. erosus* ve *P. calcaratus* (Dori – Bachash ve diğ. 2015)'da, İspanya'da *P. radiata*'dan elde edilen, *O. erosus*, *Dryocoetes autographus* (Ratzeburg), *H. ater*, *I. sexdentatus* ve *H. palliatus* (Romón ve diğ. 2007)'da, Çin'de *P. tabuliformis* Carrière'den elde edilen *D. valens* (Lu ve diğ. 2009)'de belirlenmiştir. *O. rectangulosporium* araştırmamızda %3.15 ile *O. erosus*'dan izole edilen en düşük frekansa sahip fungus türlerinden biridir. Şimdiye kadar yapılan çalışmaların çoğunda izolasyon oranı genellikle %15'in altındadır (Lu ve diğ. 2009; Jankowiak, 2012; Dori – Bachash ve diğ. 2015; Waalberg, 2015; Davydenko ve diğ. 2017). *O. rectangulosporium*'un ülkemizde daha önce kaydına rastlanmamıştır. Kızılçam ile ilişkisini ortaya koyan tek çalışma ise Dori – Bachash ve diğ. (2015)'ne ait çalışmadır.

L. wingfieldii ile ilgili olarak yaptığımız mikroskobik incelemeler ve koloni büyümesi ile ilgili ölçümler daha önce yapılmış çalışmalar ile benzerdir (Jacobs ve Wingfield, 2001). ITS bölgesi dizileme sonucunda CZ33.40 nolu izolatımız %99.6 oranında İsrail'de *P. halepensis*'den elde edilen *T. destruens* (Dori – Bachash ve diğ. 2015)'den, Kanada'da *P. slyvestris*'den elde edilen *T. piniperda* (Hausner ve diğ. 2005)'dan ve İspanya'da *P. radiata*'dan elde edilen *T. piniperda* (Romón ve diğ. 2007)'dan yapılan izolasyonlar sonucu elde ettikleri izolatlar ile uyum göstermiştir. *L. wingfieldii*'nin İngiltere'de *H. opacus*'tan izole edildiği bildirilmektedir (Wingfield ve Gibbs, 1991). Kuzey Amerika'da *P. strobus, P. resinosa* ve *P. sylvestris* ile ilişkili olarak *T. piniperda*, *I. pini* ve *D. valens*'den izole edilmiştir (Jacobs ve diğ. 2004). Romon ve diğ. (2007) İspanya'da *P. radiata* üzerinden elde ettikleri *O. erosus*'tan yapılan 219 adet izolattan yanlızca 1 adet *L. wingfieldii* izolatı kaydetmişlerdir. Dori – Bachash ve diğ. (2015) araştırmalarında sadece 1 izolatı *O. erosus* yollarından izole etmişlerdir. *O. erosus*'dan yapılmış başka bir *L. wingfieldii* kaydı belirlenememiştir. *L. wingfieldii* araştırmamızda *O. erosus*'tan elde edilen fungus türleri arasında 18 örnekleme noktasının 11'inde 187 bireyden izole edilmiş olup %22.67 oranla *O. ips*'ten sonra frekansı en yüksek olarak elde edilen türdür. Bu açıdan bakıldığında araştırmamız *O. erosus* ile *L. wingfieldii*'nin simbiyozunu önemli oranda ortaya koyan ilk çalışmadır. Literatür incelemelerimize göre *L. wingfieldii*'nin ülkemizde daha önce kaydı bulunmamaktadır.

Tez çalışmamızda elde edilen Ophiostomatoid türlerin fazla olmadığı görülmektedir. Ancak kızılçamlar ile ilgili olarak yapılan yalnızca iki çalışma tespit edilimiş olup bunlarda da Ophiostomatoid tür sayısının benzer olduğu belirlenmiştir. Ben Jamaa ve diğ. (2007) Tunus'da

P. halepensis, *P. pinaster* ve *P. brutia* bulunan orman alanlarında yaptıkları araştırmalarında kızılçam hariç diğerlerinden elde etttikleri *O. erosus* ve *T. piniperda*'dan izole ettikleri fungal türlerin patojenisite testlerini kızılçam üzerinde de uygulamışlar ve en hassas türün kızılçam olduğunu tespit etmişlerdir. Bu araştımada elde edilen ophiostomatoid türler *O. ips*, *O. minus* ve *L. wingfieldii* olmak üzere 3 türdür. Dori – Bachash ve diğ. (2015)'nin İsraile'de *P. brutia* ve *P. halepensis* ormanlarında yaptıkları çalışmalarında *O. erosus*, *T. destruens* ve *P. calcaratus*'tan yaptıkları izolasyonlarda elde ettikleri Ophiostomatoid türler bizim araştırmamızla aynıdır. Bizim araştırmamızda dâhil her 3 çalışmada *O. erosus* ile en yüksek oranda ilişkili fungus türü *O. ips* olarak belirlenmiştir. En az ilişkili tür ise *O. rectangulosporium*'dur.

B. exigua olarak belirlediğimiz izolatlarımız NCBI'da rDNA dizi analizi sonuçlarına göre *Phoma* sp., *P. exigua* ve *B. exigua* olarak tanımlanan çok sayıda izolat ile %100 benzerlik göstermektedir. *B. exigua P. exigua*'nın sinonim ismi olarak kabul edilmekte ve geçerli isim olarak belirtilmektedir (Anon. 2015). Koloni özellikleri ve mikroskopik gözlemler Boerema ve Höweler (1967), Boerema ve diğ. (2004) ve de Gruyter (2012) ile uygunluk göstermektedir. *Phoma* spp. sıklıkla çamların diri odun, ibre ve dal gibi dokularında bulunur (Zamora ve diğ. 2008; Giardano ve diğ. 2009). Ayrıca kabuk ve ambrosya böcekleri tarafından taşınırlar (Jankowiak ve Kurek, 2006; Giardano ve diğ. 2009; Perrson ve diğ. 2009; Belhoucine ve diğ., 2011, Linnakoski, 2011; Giardano ve diğ. 2013; Linnakoski ve diğ. 2016; Munoz – Adalia ve diğ. 2017; Menkis ve diğ. 2017). Araştırmamızda sadece iki noktadan 4 adet *O. erosus* ergin bireyinden izole edilmiştir.

rDNA dizi analizi sonuçlarına göre *Trichoderma koningiopsis* Samuels, C. Suárez & H.C. Evans ve *Trichoderma* sp. olarak tanımlanan 8 farklı izolat ile %99.5 oranında benzerlik gösteren bir diğer fungus türümüzün %2'lik MEA ortamında oluşturduğu koloniler petrinin merkezinde şeffaf olup kenarlara doğru artan oranda beyaz havai miselyum üretmektedir. Optimal büyümesini 25°C'de 5 günde tam büyüme yaparak göstermektedir. Koloni morfolojisi ve büyüme hızı açısından *T. koningiopsis* ile benzerlik göstermektedir (Jang ve diğ. 2015). Ancak mikroskobisinde konidi ve konidioforlar gözlemlenmemiştir. Kolonilerde 10 gün sonunda dahi herhangi bir renklenme görülmemiştir. Ayrıca *T. koningipsis*'in yayılışına baktığımızda Küba, Porto Riko, Brezilya, Etiyopya, Ekvador, Gana, Peru gibi güney yarıküre ülkeleri dikkat çekmekte ancak USA (Kentucky), Kanada ve Almanya'dan da kaydı

bulunmaktadır (Samuels ve diğ. 2006). İzolatımızın Neighbor Joining filogenetik ağacında *Trichoderma* sp. olarak belirtilen izolatlarla daha yakın ilişkili oldukları söylenebilir. *Trichoderma* spp. *O. erosus* ve ophiostomatoid simbiyontu *O. ips* ile sıklıkla bir arada bulunan bir saprofittir, düzenli olarak çam odunlarından izole edilir ve *O. ips*'in potansiyel rakibidir (Lieutier ve diğ. 1989b; Human ve diğ. 2017; Bezos ve diğ. 2018). *Trichoderma* spp. rüzgârla yayılan ve yayılışı böcek vektörlere bağlı olmayan türler olup biyolojik etkileri iyi bilinmemekle birlikte kommensal olarak tanımlanır ve böceklerin kışlama alanlarından da izole edilirler (Beaver, 1989; Krokene ve Solheim, 1996; Krischner, 2001). Araştırmamızda 18 örnekleme noktasınının 10'unda, *O. erosus*'un ergin bireyleri üzerinden izole edilen tür %4.61 oran ile izolasyonu en sık yapılan dördüncü türdür. Persson ve diğ. (2009) *P. abies* konukçusu *I. typographus* üzerinde yaptıkları çalışmalarında *Trichoderma* spp.'leri böceğin yerleştiği habitattan çok böcek üzerinden izole etmişlerdir.

B. bassiana'nın koloni morfolojisi ve mikroskobik özellikleri Glare ve Inwood (1998) ve Safavi (2010) ile benzerlik göstermektedir. rDNA dizi analizi sonuçlarına göre NCBI'da MK578250, MG098278, MH0913336, KU195598, gibi *B. bassiana* izolatları ile %100 uygunluk göstermiştir. *Hylurgus ligniperda*, *Hylastes ater*, *H. opacus* ve *T. piniperda* gibi kabuk böceklerinden ve İsrail'de *O. erosus*'un yollarından izole edilmiştir (Triggiani, 1984; Wegenstiner, 2004; Reay ve diğ. 2008; Wegensteiner ve diğ. 2015; Lieutier ve diğ. 2016). Ülkemizde kabuk böcekleri üzerinde yapılan çalışmalarda *D. micans* üzerinden izolasyonu yapılmıştır (Tanyeli ve diğ. 2010). Kabuk böceği patojenlerini konu alan birçok makalede, çoğunlukla *B. bassiana*, kabuk böceği ile mücadelede olası kullanımı test edilen fungal türdür (Kreutz ve diğ. 2004; Tanyeli ve diğ. 2010, Wegensteiner ve diğ. 2015; Grodzki ve Kosibowicz, 2015). Ancak Akdeniz Bölgesi'ni konu alan sadece birkaç çalışma bulunmaktadır (Triggiani, 1984; Pernek, 2007). Araştırmamızda *B. bassiana* 18 örnekleme noktasının 9'unda 56 adet izolat olarak elde edilimiş olup %6.79 ile frekansı en yüksek üçüncü fungal türdür.

Araştırmamızın Basidiomycota üyesi olarak elde ettiğimiz tek türü olan *S. brinkmannii* izolatlarının %2'lik MEA ortamında oluşturduğu koloniler Cappellazzi ve diğ. (2018) ile benzerlik göstermektedir. Kültür ortamında klamidosporlara benzeyen yağlı tohum ile soğan biçimli hücrelerden oluşmuş ve yaygın adı ile "Zincir Klamidospor Fungusu" olarak bilinen türün kültür ortamında oluşturduğu hifler Wang ve Zabel (1990) ile benzerdir. rDNA dizi analizi sonuçlarına göre NCBI'da konukçusunun *P. sylvestris* olduğu İrlanda'dan bir izolat

olmak üzere çoğunlukla kuzey yarıküre ülkelerinden elde edilen izolatlarla %100 uyum sağladığı belirlenmiştir. Türün Akdeniz Bölgesi'nden makrofungus kaydı bulunmaktadır (Sesli ve Denchev, 2009). Kızılçam ve *O. erosus* ile simbiyozu hakkında bir çalışmaya rastlanmamıştır. *S. brinkmannii* doğal ortamlarda toprak, yosun ve gymnosperm ile angiospermlerin odunlarıyla ilişkilidir ve kahverengi çürüklük oluşturan bir saprofit olarak kabul edilmektedir (Wang ve Zabel, 1990; Ginns ve Lefebvre, 1993; Potvin ve diğ. 2012). Araştırmamızda 18 örnekleme noktasının 12'sinden 6'sı kabuk altındaki yollardan olmak üzere toplam 33 adet izolat elde edilmiş olup frekansı %4'tür.

Alanda 18 örnekleme noktasında *O. erosus*'dan izole edilen fungusların bolluğunun en fazla olduğu örnekleme noktaları sırasıyla 1, 2 ve 3 nolu (Kireç, Gökçedağ ve Balya) örnekleme noktaları olup toplam bolluğun %40.7'sini oluşturmaktadır. Alandan elde edilen 7 fungus türünün içinde dominant tür *O. ips* (%58.30); indikatör türler *O. ips* ve *L. wingfieldii* (%80.97) olarak belirlenmiştir.

Kızılçam ile ilgili olarak elde ettiğimiz 6 fungus türünün bitkilerle ilişkili olduğu ve çoğu durumda bu ilişkinin konukçu bitki için patojenik olduğu bilinmektedir. Bunlardan ophiostomatoid olarak tanımlanan 3'ü kabuk böceklerinin vektörlüğü ile yayılırlar. İğne yapraklı ağaçların diri odununda mavi renklenmeye sebep olan Ophiostomatoid fungusların çoğu orta derecede veya zayıf virulant ya da depolanmış tomruk, kereste ve diğer odun ürünlerinde saprofittir (Seifert, 1993; Gibbs, 1993). Bunlar iğne yapraklı ağaçların diri odununda mavi, gri, kahverengi ve hatta siyah renklenme etmeni olup bu açıdan mavi renklenme fungusu olarak da adlandırılırlar. Enfekte diri odun reçine havuzları ve parankima hücre ışınlarında yoğunlaşan miselyum mavi renklenmeye sebep olmaktadır. Özellikle enfeksiyonun son evresinde trakiedlerde fungus tarafından kolonize edilir (Gibbs, 1993; Seifert 1993). Örneğin *L. wingfieldii* Avrupa'da çamların diri odununda mavi renklenmeye sebep olan önemli bir patojenik fungustur (Harrington, 1993; Långström ve diğ. 1993; Jacobs ve diğ. 2004).

Tanımladığımız fungus türleri için yaptığımız patojenisite testleri İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, İstanbul Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez Orman İşletme Şefliği sınırları içinde yer alan kızılçam meşcerelerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmamızda bir dala bir inokulasyon yöntemi uygulanmış ve sonuçta ophiostomatoid türlerin izolatları kızılçam dallarında enfeksiyon oluşturmuşlardır. Araştırmamızda en uzun lezyon geliştiren tür ortalama 51 mm ile

O. ips iken *L. wingfieldii* ortalama 45 mm ile ikinci uzun lezyon geliştiren türdür. Ancak bu türün sadece bir izolatı kontrolden anlamlı fark oluşturmuştur. Diğer bir ophiostomatoid türümüz *O. rectangulosporium* ortalama 31 mm ile çalışmamızın en kısa lezyon geliştiren türü olarak tespit edilmiş ve hiçbir izolatı anlamlı fark oluşturamamıştır. Oluşturdukları lezyon boyu büyüklüklerine baktığımızda patojenitenin değişiklikler gösterdiği ve *O. ips* türünün virulansının en yüksek olduğu söylenebilir. Çalışmamızdaki diğer fungus türleride dallar üzerinde lezyon geliştirmişlerdir. Patojenisite testlerimizde inokulasyonu yapılmış dalların ibrelerinde solgunluk ya da kuruma gözlenmemiştir. Bu durum bu türlerin zayıf patojen olduklarını gösteren çalışmaları doğrulamaktadır. Güney Afrika'da *P. radiata*, *P. elliottii* ve *P. elliotti* x *P. caribaea* Morelet dallarına *O. ips*, *Leptographium lundbergii* Lagerb. & Melin ve *L. serpens* (Goid.) Siemaszko izolotları inokule edilmiş ve sonuçlar *O. ips*'in lezyonlar oluşturabildiğini göstermiştir (Zhou ve diğ. 2002). Yine Güney Afrika'da Dunn ve diğ. (2002)'nin gerçekleştirdikleri bir diğer dala inokulasyon çalışmasında da lezyon oluşumları gözlenmiştir. Ben Jamaa ve diğ. (2007) Tunus'da yaptıkları çalışmalarında *O. ips*, *O. minus* ve *L. wingfieldii* için halep çamı ve kızılçam üzerinde iki ayrı özellikteki bölgede ağaç gövdesinde uyguladıkları patojenisite testlerinde hem tek noktaya inokulasyon hem de yoğun inokulasyon yöntemlerini ayrı ayrı denemişler ve bu türlerin lezyonlar oluşturduklarını tespit etmişlerdir. Dori – Bachash ve diğ. (2015) İsrail'de yaptıkları araştırmalarında elde ettikleri *O. ips*, *O. rectangulosporium* ve *L. wingfieldii* ile bir *Geosmithia* sp.'nın patojenisite testlerini halepçamı ve kızılçam fidanları üzerinde serada ve açık alanda gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda *O. ips*, *O. rectangulosporium* ve *Geosmithia* sp.'nin hiçbirinin her iki çalışmada da nekroz geliştirmedikleri ve fidanlarda solma oluşturmadıkları tespit edilmiştir. *L. wingfieldii*'nin serada yapılan iki denemesinde her iki çam türü için solgunluk ve yüksek oranda ölüm gerçekleşirken, 35°C'nin üstünde gerçekleştirilen ve bir gözlem evi ile bir açık alanda yapılan diğer iki denemede ise yanlızca lezyon oluşumu gözlenmiştir.

Araştırmamızda saldırgan olmayan (sekonder zararlı) tür olarak tanımlanan *O. erosus* ile ilişkili ophiostomatoid türler arasında kızılçam üzerinde *O. ips*'in *L. wingfieldii* ve *O. rectangulosporium*'dan daha patojenik olduğu belirlenmiştir. Ben Jamma ve diğ. (2007)'nin halepçamında yaptıkları tek noktaya inokulasyon denemelerinde *T. piniperda*'dan izole edilen *L. wingfieldii, O. erosus*'dan izole edilen *O. ips*'den daha uzun lezyonlar geliştirmiştir. *O. ips*'in özellikle Güney Afrika'da çamlarda patojenik olmadığını bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Wingfield ve Marasas, 1980; Rane ve Tattar, 1987; Parmeter ve diğ. 1989; Dunn ve diğ. 2002;

Zhou ve diğ. 2002;). Amerika'da da *P. taeda* L. üzerinde zayıf virulant olduğu belirlenmiştir (Nevill ve Kelly, 1995). Bununla beraber Japonya'da *Ips* sp. ile simbiyoz olan *O. ips*'in *P. densliflora* Siebold et Zuccarini ve *P. thunbergi* Parlatore köklerini enfekte ettiği ve ormanlarda çam ağaçlarının ölümüne sebep olduğu ortaya konmuştur (Nisikado ve Yamauti, 1933). Klepzig ve diğ. (1991) çalışmalarında Amerika'da *I. pini – O. ips* ilişkisinin *P. resinosa* için daima ölümle sonuçlandığını kaydetmişlerdir. Furniss ve diğ. (1995) *P. ponderosa* Douglas ex Lawson'da aynı ilişki için benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Fransa'da *I. sexdentatus* ile oluşturduğu simbiyozun *P. sylvestris* için patojenik olduğu belirlenmiştir (Lieutier ve diğ. 1989b). Fernández Fernández ve diğ. (2004) İspanya'da *P. sylvestris* üzerinde yaptıkları çalışmalarında belirli bir yoğunluğun üzerinde olan *O. ips* inokulasyounun ağaçların ölümünü hızlandırdığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca bu fungusun *P. ponderosa*'da besin maddesi akışını önemli oranda engellediği bildirilmektedir (Zhou ve diğ. 2002). *O. ips*'in *P. pinaster* tomruklarında diri oduna yerleştiği ve floem ile özodunda geniş oranda mavi renklenmeye sebep olduğu belirlenmiştir (Ghaiolue ve diğ. 2007). Patojenisite test sonuçlarına göre *L. wingfieldii*'nin çamlar için patojenik olduğu ve ağaçların hızlı ölümüne katkıda bulunduğu düşünülmektedir (Croisé ve diğ. 1998; Lieutier ve diğ. 1989; Långström ve diğ. 1991; Långström ve Hellqvist, 1993; Solheim ve diğ. 2001; Jacobs ve diğ. 2004). Ancak bazı araştırmalara göre *L. wingfiledii*'nin böcek vektörü tarafından taşındığında muhtemelen çok düşük sayıda spor bulaştırılacağından ekolojik bir rol oynamadığı değerlendirilmektedir (Lieutier, 1995; Lieutier ve diğ. 1996; 2004). *O. rectangulosporium*'un fidana yapılan inokulasyonunda Dori – Bachash ve diğ. (2015) İsrail'de *P. brutia* ve *P. halepensis* üzerinde nekroza neden olmadığını belirtirlerken Jankowiak (2012) Polonya'da *P. sylvestris* üzerinde yaptığı çalışmasında türün zayıf patojen olduğunu tespit etmiş ve Davydenko ve diğ. (2017) Ukrayna'da *P. sylvestris* üzerinde yaptıkları çalışmalarında fidanlarda çökertene sebep olduğunu gözlemleyerek orta ya da zayıf patojen olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmamızda elde ettiğimiz tüm fungus türlerinin dolayısıyla ophiostomatoid türlerin saldırgan olmayan bir kabuk böceği türü olarak tanımlanan *O. erosus*'dan izole edildiği göz önünde tutulmalıdır. Ayrıca araştırma alanımızın bulunduğu coğrafik bölge yukarıda verilen çalışmaların yapıldığı bölgelerden oldukça farklıdır. Sonuçlardaki benzersizlikler için bu durum da dikkate alınmalıdır. Patojenisite testlerinde kullandığımız ophiostomatoid türlerle ile ilgili olarak daha önce yapılmış araştırmalar incelendiğinde aynı çalışmada farklı bölgelerde

yapılan uygulamalar aynı tür için farklı lezyon uzunlukları gelişebildiğini ortaya koymaktadır (Dunn ve diğ. 2002; Zhou ve diğ. 2002; Ben Jamaa ve diğ. 2007; Dori – Bachash ve diğ. 2015).

Phoma spp. sıklıkla çamların diri odun ibre ve dallarından izole edilen bir saprofit veya endofit olarak tanımlanır (Novotný and Jankovský, 2005; Jankowiak ve Kurek, 2006; Zamora ve diğ. 2008; Giardano ve diğ. 2009; Sanz-Ros ve diğ. 2015). Sanz – Ros ve diğ. (2015) araştırmalarında *Phoma herbarum* Westend'un *P sylvestris* üzerinde oynadığı endofitik rolü büyümesine destek sağlamak şeklinde olduğunu belirtirlerken, Giardona ve diğ. (2009) ile De Gruyter ve Boerema (2002) *P. leveillei* Boerema & G.J. Bollen'nin fırsatçı bir patojen olduğunu bildirmektedir. De Gruyter ve Scheer (1998) *P. exigua*'nın kavakların kabuk altlarında nekrotik lezyonlar oluşturduklarını ve fırsatçı patojen olduklarını kaydetmişlerdir. Schmitz ve diğ. (2006) ise *P. exigua*'nın Belçika'da dişbudak fidanlarında total kayıplara mal olan kanserlere sebep olduğunu bildirmektedir. Araştırmamızda patojenisite testlerinde geliştirdiği lezyon uzunluğu ortalama 37 mm olup hiçbir izolatı kontrolden anlamlı fark geliştirememiştir.

Trichoderma spp. *O. erosus* ve ophiostomatoid simbiyontu *O. ips* ile sıklıkla bir arada bulunan bir saprofittir, *O.ips*'in potansiyel rakibidir, düzenli olarak çam odunlarından izole edilir ve kommensal olarak tanımlanır (Beaver, 1989; Human ve diğ. 2017). Güney Kore'de yapılan bir çalışmada Huh ve diğ. (2011) *T. koningiopsis*'in odun yüzeyinde düşük düzeyde renklenme yaptığını belirlemişlerdir. Jang ve diğ. (2015) ise odunda renkleme yapan 3 *Trichoderma* türünü *T. dorotheae* Samuels & Dodd, *T. gamsii* Samuels & Druzhin. ve *T. koningiopsis* olarak tanımlamışlardır. Lee ve diğ. (2012) *T. koningiopsis*'in odun çürüten funguslara karşı güçlü bir antagonistik etkisi olduğunu belirtmişler ancak Ribera ve diğ. (2017) çalışmalarında *T. koningiospsis*'in odun korumada antagonistik etkisinin zayıf olduğunu ortaya koymuşlardır. Blaszczyk ve diğ. (2016) çalışmalarında tespit ettikleri tüm *Trichoderma* spp'lerin bitki hücre duvarının bozulmasında anahtar rol oynayan enzimleri üretme potansiyellerini ve saprofitik bir beslenme tarzına sahip olduklarını göstermişlerdir. *Trichoderma* spp.'nin çeşitli odunsu bitkilerin gövdelerinde en bol bulunan avirulant bir ektosimbiyont olduğunu gösteren çalışmalar vardır (Evans ve diğ. 2003; Crozier ve diğ. 2006; Gond ve diğ. 2007; Verma ve diğ. 2007; Chaeverri ve Samuels, 2013). Chaeverri ve Samuels (2013) çalışmalarında *Trichoderma*'nın bazı türlerinin bitki dokuları için latent saprofit, bazılarının bitki dokularını hastalıklardan koruyan mutualist, bazılarının ise latent mikoparazit olarak önerilebileceğini değerlendirmişlerdir. Araştırmamızda patojenisite testlerinde *Trichoderma* sp. ortalama 33 mm

lezyon boyu geliştirmiş ve anlamlı fark oluşturamamıştır. Çalışmamız *Trichoderma* sp.'nin avirulant, saprofitik bir endofit olduğunu belirten çalışmaları doğrulayacak sonuçlar vermiştir.

Patojenisite testlerinde ortalama 33 mm lezyon boyu geliştirierek anlamlı bir fark oluşturmamış bir diğer fungus türümüz ise Basidiomycota üyesi olan *S. brinkmanii*'dir. *Pinus banksiana* Lambert ve *Populus tremuloides* Michx. fidanları üzerinde yapılan bir araştırmada elde edilen sonuçlar *S. brinkmanii'*nin fidan kökleri üzerinde mikorizal veya tahripkar bir etkisinin olmadığını ve henüz tam etksinin belirlenemediğini göstermektedir (Potvin ve diğ. 2012). *Pinus contorta* Douglas ex Loudon üzerinde *D. ponderosa*'dan izole edilen *S. brinkmanii* ile yapılan çürüklük testlerinde odunda kitlesel kayıplara neden olmadığı belirlenmiştir (Son ve diğ. 2010).

Araştırmamızda *O. erosus* ile ilişkili olarak fungus türlerinin patojenisite testlerinden elde ettiğimiz sonuçlar ülkemiz koşullarında başkaca denemelerle desteklenmeye ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca bu fungus türlerinin bu kabuk böceği türünün konukçusu olduğu diğer ağaç türleri üzerindeki etkisini değerlendirmek önemlidir. Bu amaçla farklı yöntemler ve farklı potansiyel konukçu ağaçlar kullanılarak patojenisite araştırmalarının yürütülmesi gerekmektedir.

Araştırmamızda elde ettiğimiz fungus türlerinden *B. bassiana* dünyaca bilinen bir entomopatojendir. Kabuk böcekleri üzerindeki etkinliği konusunda yapılmış araştırmalar bulunmaktadır (Kreutz ve diğ. 2004; Reay ve diğ. 2008; Sevim ve diğ. 2010; Jakuš ve Blaženec, 2011; Grodzki ve Kosibowicz, 2015; Barta ve diğ. 2018). Bu araştırmalarda hem direkt olarak izolatlardan laboratuvarda elde edilen süsüpansiyonlar hem de ticari ürün olarak hazırlanmış preparatlar değerlendirilmiştir. Kreutz ve diğ. (2004) çalışmalarında böcek zararlısı bir *B. bassiana* biyoperapatını laboratuvar ortamında ve arazide kullanmışlardır. Laboratuvarda %99 başarı elde etmişlerdir. Ladin meşceresinde bir arazi kafesinde *B. bassiana* bulaştırılmış böceklerin bulaştırılmamış popülasyona girmesi sağlanmış larva ve pupa sayılarında azalma gözlenmiştir. Bir diğer arazi kafesinde ise doğal böcek popülasyonlarının içinde preparat bulunan feromon tuzaklarına girmesi sağlanmış ve bu popülasyonların ağaca giriş delikleri ve yollarında azalmalar tespit edilmiş ayrıca kabuk altında hiçbir larva ya da pupa oluşumu bulunmamıştır. Reay ve diğ. (2008*) H. ligniperda* ve *H. ater*'e karşı *Beauveria* Vuill. spp.'nin laboratuvar koşullarında patojenik olduğunu tespit ettikleri izolatları ile arazide uygulama yapmışlar ve genel olarak entomopatojenik fungusların çam plantasyonlarında *H. ater* ve *H. ligniperda* popülasyonlarının düzenlenmesinde önemli rol oynadığı sonucuna varmışlardır.

Sevim ve diğ. (2010) başkaca kaynaklardan elde ettikleri *B. bassiana* izolatlarının yanısıra *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin, *Metarhizium* sp., *Isaria fumosorosae* Wize ve *Evlachovaea* Borisov & Tarasov, sp.'nin entopatojenlik özelliklerini laboratuvar koşullarında değerlendirdikleri çalışmalarında *P. orientalis* zararlısı *D. micans*'a karşı en etkili izolatın *B. bassiana* olduğunu ortaya koymuşlardır. Jakuš ve Blaženec (2011) *I. typographus* ile enfekte 5 ağaçta bir insektisit ve 5'inde ise *B. bassiana* preparatı denemişler, sonuçta başarının %28.78 olduğunu belirlemişler ve en az insektisit kadar etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Grodzki ve Kosibowicz (2015) araizde *I. typographus*'a karşı ticari bir *B. bassiana* preparatı kullanarak yaptıkları denemelerinde ürünün uygulandığı meşcerelerde kabuk böceği istilasına bağlı ağaç ölümlerinin azalmasıyla kanıtlanan dolaylı gözlemlerini paylaşmışlar ve fungusun orman korumada potansiyel kullanımı ile ilgili bir öneri verilemeyeceği sonucuna ulaşmışlardır. Barta ve diğ. (2018) araştırmalarında Slovakya'da ladini enfekte eden kabuk böceklerinden elde ettikleri iki lokal *B. bassiana* izolatını ve ayrıca ticari üründen izole edilen üç *B. bassina* izolatını arazide denemişler ve lokal izolatların anlamlı bir şekilde daha etkin olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmamızda direkt olarak *O. ersosus* üzerinden elde edilen *B. bassiana* izolatlarının özellikle *O. erosus* ve diğer kabuk böcekleri üzerindeki etkinliğinin araştırılması kabuk böcekleriyle mücadelede doğa ile dost yaklaşımlara dayalı yeni yöntemler geliştirmekte önem arz etmektedir.

Araştırmamızda Balıkesir – Çanakkale kızılçam ormanlarında bulunan kabuk böceği türleri belirlenmiş ve bunlarla ilişkili funguslar tespit edilmeye çalışılmış ve bu fungusların patojenlik özellikleri ortaya konmuştur. Bu çalışmada kızılçam için en saldırgan kabuk böceği, literatürde saldırgan olmayan kabuk böceği türü olarak tanımlanan *O. erosus*, onunla eşleşen en virulant fungus ise *O. ips* olarak tespit edilmiştir. *O. erosus – O. ips* eşleşmesi literatürden bilinmektedir. *O. erosus – L. wingfieldii* eşleşmesi literatürde nadir rastlanan bir durum olup araştırmamızda oldukça yüksek frekansta gerçekleşmiştir. Alanımızda kabuk böceklerinin ve taşıdıkları fungusların bolluğunun en fazla olduğu yerler (Balya ve Kireç) örtüşmektedir. Özellikle bu bölgelerde kullanışlı bir mücadele yönetim planı yapmak önem taşımaktadır. *L. wingfieldii* bazı çalışmalarda *O. ips*'ten daha virulant olarak geçmektedir. Araştırmamızda elde ettiğimiz fungus türlerinden olan *B. bassiana*'nın kabuk böcekleri açısından patojenisitesi dikkatle araştırılmalı kabuk böcekleri ile mücadele amacıyla kullanım olanakları değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

Acatay, A., 1958, Türkiye'de Yeni Bir *Phloeosinus*, Scolytidae'nin morfoloji ve sistematiğine 175 inci ilave, İ.Ü. *Orman Fakültesi Dergisi*, 8:2, 31-32.

Acatay, A.,1940, Türkiye'de karaağaç ölümü, *Orman ve Av Dergisi*, 9, 269-273.

Ainslie, B. and Jackson, P.L., 2011, Investigation into mountain pine beetle above-canopy dispersion using weather radar and an atmospheric dispersion model, *Aerobiology*, 27, 51 – 65.

Akbulut, S., Yüksel, B., Serin, M., Erdem, M., Ünal, S. ve Baysal, İ., 2005, Doğu Ladini, Sarıçam ve Göknar Ormanlarında *Thanasimus formicarius* (L.) (Coleoptera: Cleridae)'un Başlıca Avları İle İlişkileri ve Biyolojik Mücadeledeki Rolü, *Ladin Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, I. Cilt, 20-22 Ekim 2005, Trabzon, 316-327.

Akkemik, Ü., 2018, *Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları*, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, ISBN: 978-605-9550-14-7

Akkuzu, E. ve Güzel, H., 2015, Edge Effects of *Pinus nigra* Forests on Abundance and Body Lenght of *Ips sexdentatus*, *Izvorni znanstveni članci*, 9 – 10, 447-453.

Aksoy, C., 2000, Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Ormanlarında Görülen Göknar Zararlıları, Ormanlarda Zarar Yapan Böcek ve Hastalıkları İle Mücadele Semineri, 22–26 Mayıs 2000, İstanbul.

Akşit, T., Çakmak, İ. ve Özsemerci, F., 2005, Some New Xylophagous Species on Fig Trees (*Ficus carica* cv. *calymirna* L.) in Aydın, Turkey, *Turkish Journal of Zoology*, 29 211 – 215.

Alamouti, S.M., Kim, J.-J., Humble, Uzunovic, L.M. A.ve Breuil. C., 2007, Ophiostomatoid fungi associated with the northern spruce engraver, *Ips perturbatus*, in western Canada. *Antonie van Leeuwenhoek*, 91, 19-34.

Alkan–Akıncı, H. ve Erşen-Bak, F., 2016, Assessment of Tree Vigor Parameters in Successful Establishment of *Dendroctonus micans* on *Picea orientalis* in Turkey, *Journal of the Entomological Research Society*, 18 (1): 119 – 125.

Alkan–Akıncı, H., Eroğlu, M. ve Özcan, G.E., 2010, Ladin Ormanlarımızda *Rhizophagus grandis* (Gyllenhal)'in *Dendroctonus micans* (Kugelann) Popülasyonlarına Yerleşmesi ve Predatörün Kolonizasyon Düzeyleri, *Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi*, 10 (2), 137-146.

Alkan–Akıncı, H., Eroğlu, M. ve Özcan, G.E., 2014, Attack strategy and development of *Dendroctonus micans* (Kug.) (Coleoptera: Curculionidae) on oriental spruce in Turkey, *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 38 (1): 31 – 41.

Ando, Y., 2016; *Taxonomic Study of the Grosmannia piceiperda Complex, Based on Molecular Phylogeny and Morphology*, A Dissertation, Tsukuba University, Biosphere Resource Science and Technology.

Anonim, 1998, *Türkiye Cumhuriyeti, Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü*, [online], https://www.mgm.gov.tr/ [Ziyaret Tarihi: 08.05.2020].

Anonim, 1999, *Balıkesir İli Arazi Varlığı*, T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim, 2006, *Orman Varlığımız*, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim, 2007, *Çanakkale İli Çevre Durum Raporu*, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, TC Çanakkale Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Çanakkale.

Anonim, 2013, *İl Çevre Durum Raporu*, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Balıkesir Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Balıkesir.

Anonim, 2016, *Çanakkale İli 2016 Yılı İl Çevre Durum Raporu*, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, TC Çanakkale Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Çanakkale.

Anonymous, 2000, *Fauna Europaea*, http://www.fauna-eu.org/ [online], [Ziyaret Tarihi: 28.04.2020].

Anonymous, 2014, *Bark and Wood Boring Insects of the World*, [online], http://www.barkbeetles.org/ [Ziyaret Tarihi: 28.04.2020].

Anonymous, 2015, *Species 2000 (Catologue of Life: 2017 Annual Cheklist,* [online], http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2017/ [Ziyaret Tarihi: 28.04.2020]

Anonymous, 2019, *Index Fungorum*, [online], http://www.indexfungorum.org/ [Ziyaret Tarihi: 28.04.2020]

Arslangündoğdu, Z., 1999, *İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nde Böceklere Karşı Feromonların Kullanılması Üzerine Araştırmalar*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Atakan, A., 1991, Orman Bölge Müdürlüklerinde 1. ve 2. Derecede Zararlı Böceklerin Biyolojik Devreleri, T.*C. Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları*, Yayın No: 670, Seri No: 31.

Avcı, M. ve Sarıkaya, O., 2009, *Orthotomicus tridentatus* Eggers: distribution and biology in cedar forests of Turkey, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33, 277 – 283.

Ayres, M.P.; Wilkens, R.T. ve Ruel, J.J., 2000, Nitrogen budgets of phloem-feeding bark beetles with and without symbiotic fungi, *Ecology* 81, 2198–2210.

Aytar, F. ve Hızal, E., 2012, Toros Göknarı, *Abies cilicica* (Antoine et Kotschy) Carrière'nın endemik bir zararlısı; *Pityokteines marketae* Knížek, (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 36 (2): 277 – 285.

Aytar, F., Sarıkaya, O. ve Avcı, M., 2008, Toros Sediri Ormanlarımızda Önemli Bir Zararlı: Sedir Kabuk Böceği (*Orthotomicus tridentatus*) *Orman Mühendisliği*, 45(1 – 3): 19 – 23.

Barras, S.J. ve Perry, T., 1971, Gland cells and fungi associated with prothoracic mycangium of *Dendrocfonus adjunctus* (Coleoptera: Scolytidae), *Annals of the Entomological Society of America*, 64, 123-126.

Barta, M., Kautmanová, I, Čičkovác, H., Ferenčíkd,J., Floriáne,S., Novotnýf, J., ve Kozáne, M., 2018, The potential of *Beauveria bassiana* inoculum formulated into a polymeric matrix for a microbial control of spruce bark beetle, *Biocontrol Science and Technology*, 28(7), 718-735.

Bassi, A.,1835, *Del mal del segno calcinaccio o moscardino,malattia che affligge i bachi da seta e sul modo di liberarne lebigattaje anche le piu`infestate*. Parte prima: Teoria.Parte se-conda: Pratica. 2 vols. Lodi: dalla Tipografia Orcesi.

Batra, L.R., 1963., Ecology of ambrosia fungi and their dissemination by beetles. *Transactions of the Kansas Academy of Science,* 66: 213–236.

Batra, L.R., 1967; Ambroisa fungi; A taxonomic revision, and nutritional studies of soe species, *Mycologia*, 59, 967-1017.

Baydemir, M., 2016, *Balıkesir Orman İşletme Müdürlüğü Ormanlarının Scolytidae (Coleoptera) Türleri*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Beaver, R.A., 1989, Insect – Fungus Relationships in the Bark and Ambrosia Beetles, Insect – Fungus Interactions, *14th Symposium of the Royal Entomological Society of London in Collaboration wiht the British Mycological Society*, Wilding, N., Collins, N.M., Hammond, P.M. ve Webber, J.F. (eds), Academic Press London, ISBN: 0-12-751800-2.

Belhoucine; L., Bouhraoua, R.T.,Meijer, M., Houbreaken, J., Harrak, M.J., Samson, R. A., Equihua – Martinez, A. ve Pujade – Villar, J., 2011, Mycobiota associated with *Platypus cylindrus* (Coleoptera: Curculionidae, Platypodidae) in cork oak stands of North West Algeria, Africa, *African Journal of Microbiology Research*, 5(25), 4411-4423.

Ben Jamaa, M.L., Lieutier, F., Yart A., Jerraya, A. ve Khouja , M.L., 2007, The virulence of phytopathogenic fungi associated with the bark beetles *Tomicus piniperda* and *Orthotomicus erosus* in Tunisia, *Forest Pathology*, 37 (2007), 51 – 63.

Benisch, C., 2007, *Kerbtier.de. Käfer Fauna Deutshclenads,* [online], https://www.kerbtier.de/ [Ziyaret Tarihi: 28.04.2020]

Bensch, K., 2016, *Mycobank (International Mycological Association)*, [online], http://www.mycobank.org/defaultinfo.aspx?Page=Home [Ziyaret Tarihi: 28.04.2020]

Berryman, 1989*; Insect – Fugus Relationssships in the Bark and Ambrosia Beetles, Insect –* Fungus Interactions, *14th Symposium of the Royal Entomological Society of London in Collaboration wiht the British Mycological Society*, Wilding, N., Collins, N.M., Hammond, P.M. ve Webber, J.F. (eds), Academic Press London, ISBN: 0-12-751800-2.

Beşceli, Ö., ve Ekici, M., 1975, *Dendroctonus micans* Kug.'a Karşı Kimyasal Savaş Olanakları Üzerine Araştırmalar, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten Serisi, No:69

Bezos, D., Martínez-Álvarez, P., Sanz-Ros A.V., Martín-García, J., Fernández Fernández, M.M. ve Diez, J.J., 2018, Fungal Communities Associated with Bark Beetles in *Pinus radiata* Plantations in Northern Spain Affected by Pine Pitch Canker, with Special Focus on *Fusarium* Species, *Forests*, 9,698, 1-20.

Blaszczyk, L., Strakowska, J., Chelkowski, J., Gabka-Buszek, A. ve Kaczmarek, J., 2016, *Trichoderma* species occurring on wood with decay symptoms in mountain forests in Central Europe: genetic and enzymatic characterization, *Journal of Applied Genetics*, 57, 397-407.

Bleiker, K.P., Heron, R.J., Braithwaite, E.C. ve Smith, G.D., 2013, Preemergence mating in the mass-attacking bark beetle, *Dendroctonus ponderosae* (Coleoptera: Curculionidae), *The Canadian Entomologist,* 145, 12 – 19.

Bleiker, K.P., Potter, S.E., Lauzon, C.R. ve Six, D.L., 2009, Transport of fungal symbionts by mountain pine beetles, *The Canadian Entomologist,* 141, 503-514.

Boddy, L., 2016, *Pathogens of Autotrophs*, The Fungi – Third Editon, In: Watkinson, S.C., Boddy, L. and Money, N.P.(eds), Chapter 8, Academic Press, Elsevier Ltd., UK, ISBN: 978-0-12-382034-1.

Boerema, G.H. ve Höweler, L.H., 1967; *Phoma exigua* Desm. and its Varieties, *Persoonia*, 5(1) 15-28.

Boerema,G.H., de Gruyter, J., Noordeloos, M.E., Hamers ve M.E.C, 2004, *Phoma* Identification Manual: Differentiation of Specific and Infra-specific Taxa in Culture, CABI Publishing, London, UK., ISBN 0 – 85199 – 743 – 0.

Bonfante, P. ve Genre, A., 2010, Mechanisms underlying beneficial plant – fungus interactions in mycorrhizal symbiosis, *Nature Communications*, 1(48): 1-11.

Botterweg, P.F., 1982, Dispersal and flight behaviour of the spruce bark beetle *Ips typographus* in relation to sex, size and fat content, *Zeitschrift für Angewvete Entomologie*, 94, 466 – 489.

Boydak, M., Dirik, H. ve Çalıkoğlu, M, 2006, *Kızılçamın (Pinus brutia Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü*, OGEM – VAK, Ankara, Türkiye, ISBN: 975-93943-4-0.

Brasier, CM., 1991, *Ophiostoma novo-ulmi* sp. nov., causative agent of the current Dutch elm disease pandemics. *Mycopathologia*, 15, 151–161.

Bright, D.E., 2014, A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Supplement 3 (2000-2010), with notes on subfamily and tribal reclassifications, *Insecta Mundi*, Paper 861, 0356, 1-336.

Bueno, A., Diez J.J. ve Fernández Fernández, M.M., 2010, Ophiostomatoid Fungi Transported by *Ips sexdentatus* (Coleoptera; Scolytidae) in *Pinus pinaster* in NW Spain, *Silva Fennica*, 44(3), 387-397.

Cairney, J.W.G., 2000, Evolution of mycorrhiza systems, *Naturwissenschaften*, 87, 467-475.

Callaham, R.Z. ve Shifrine, M., 1960, The yeasts associtaed with bark baeetles, *Forest Science*, 6, 146 – 154.

Can, E., 1964, Zur Kenntnis des *Orthotomicus tridentatus* Egg. (Zedernborkenkäfer) einem Schädling derZedernwälder der Türkei, *Anzeiger für Schädlingskunde*, 37: 113 – 117.

Can, P., 2005, Türkiye Ormanlarında Son Yıllarda Görülen Kabukböcekleri (Coleoptera, Scolytidae) Sorunu Üzerinde Bir Değerlendirme, *Orman ve Av Dergisi*, 4: 4–11.

Cappellazzi, J., Maguire, K., Nelson, R. ve Morrell, J.J., 2018, Incidence of decay in creosote-treated Scots pine poles in Ireland, *Holzforschung*, 72(12), 1079–1086.

Cassar, S. ve Blackwell, M., 1996, Convergent Origins of Ambrosia Fungi, *Mycologia*, 88 (4), 596-601.

Cassier, P., Levieux, J., Morelet, M. ve Rougon, D., 1996, The mycangia of *Platypus cylindrus* Fab. and *P. oxyurus* Dufour (Coleoptera: Platypodidae) structure and associated fungi, *Journal of Insect Physiology*, 42,: 171-179.

Causa, H. ve Atalay, İ., 2015, *Türkiye Vejetasyon Coğrafyası Türkiye Biyocoğrafyası (Türkiye Vejetasyon ve Zoocoğrafyası),* In: Atalay, İ. ve Efe, R.(eds), I. Kısım, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, İzmir, Türkiye, ISBN: 9786058784079.

Cebeci, H.H., 2003, *İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü İstanbul İli Ağaçlandırma Alanlarındaki Entomolojik Sorunlar*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Cebeci., H.H. ve Ayberk, H., 2010, Ambrosia beetles, hosts and distribution in Turkey with a study on the species of Istanbul province, *African Journal of Agricultural Research*, 5 (10): 1055 – 1059.

Chararas, C., 1966, *Picea orientalis*'e Arız Olan *Ips sexdentatus* ve Diğer Kabuk Böcekleri, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 12(1): 3 – 37.

Chaverri, P. ve Samuels, G., 2013, Evolution of Habitat Preference and Nutrition Mode in a Cosmopolitan Fungal Genus with Evidence of Interkingdom Host Jumps and Major Shifts in Ecology, *Evolution*, 67, 2823-2837.

Chirstiansen, E., Warning, R.H. ve Berryman, A.A., 1987, Resistance of Conifers to Bark Beetle Attack: Searching for General Relationships, *Forest Ecology and Management*, 22, 89-106.

Cognato, A.I. ve Grimaldi, D., 2009, 100 million years of morphological conservation in barkbeetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), *Systematic Entomology*, 34, 93-100.

Coşkun, A.K., Aksu, Y. 2010, *Picea orinetalis* Ormanlarında Zarar Yapan *Dendroctonus micans* Kug. (Coleoptera: Scolytidae)'un Biyolojisi, Morfolojisi, Yayılışı, Zararı, Yapılan Mücadel Çalışmaları ve Alınan Sonuçlar Üzerine Araştırmalar, *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi,* 20-22 Mayıs 2010, Cilt IV, 1383-1391.

Croisé, L., Lieutier, F. ve Dreyer, E., 1998; Scots pine responses to number and density of inoculation points with *Leptographium wingfieldii* Morelet, a bark beetle-associated fungus, *Annals of Forest Science*, 55, 497-506.

Crowson, R.A., 1955, *The natural classification of the families of Coleoptera*, Nathaniel Lloyd; London. viii + 1287 p.

Crozier, J., Thomas, S.E., Aime, M.C., Evans, H.C. ve Holmes., K.A., 2006, Molecular characterization of fungal endophytic morphospecies isolated from stems and pods of *Theobroma cacao*, *Plant Pathology*, 55, 783–791.

Czokajlo, D., Wink, R.A., Warren, J.C. ve Teale, S.A., 1997, Growth reduction of Scots pine, *Pinus sylvestris*, caused by the larger pine shoot beetle, *Tomicus piniperda (*Coleoptera, Scolytidae), in New York State, *Canadian Journal of Forest Research*, 27, 1394–1397.

Çanakçıoğlu, H. ve Mol, T., 1998, *Orman Entomolojisi, Zararlı ve Yararlı Böcekler*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 541 s., İstanbul.

Davydenko, K., Vasasitis, R. ve Menkis, A., 2017, Fungi associated with *Ips acuminatus* (Coleoptera: Curculionidae) in Ukraine with a special emphasis on pathogenicity of ophiostomatoid species, *European Journal of Entomology*, 114, 77-85.

Davydenko, K., Vasasitis, R., Meshkova, V. ve Menkis, A., 2014, Fungi associated with the red-haired bark beetle, *Hylurgus ligniperda* (Coleoptera: Curculionidae) in the forest-steppe zone in eastern Ukraine, *European Journal of Entomology*, 111 (4), 561-565.

De Beer, Z.W., Zhou, X.D., Yart, A., Gahioule, D., ve Wingfield, M.J., 2004, *Ophiostoma* spp. associated with the pine bark beetle, *Orthotomicus erosus*, in southern France and Morocco, *Prooceedings of the CBS Centenary Symposium, 100 years of Fungal Biodiversity and Ecolology,* Amsterdam, the Netherlands, 13-14 May 2004.

De Gruyter, H., 2012, *Revised taxonomy of Phoma and allied genera*, PhD Thesis, Wageningen University, Wageningen, Nederlands, ISBN 978-94-6173-388-7.

De Gruyter, J. ve Boerema, G.H., 2002, Cotnributions Towards A Monograph of *Phoma* (Coelomycetes) VIII, Section Paraphoma: Taxa with setose pycinidia, *Persoonia*, 17(4), 541-561.

De Gruyter, J. ve Scheer, P., 1998, Taxonomy and Pathogenicity of *Phoma exigua* var. *populi* var. nov. Causing Necrotic Bark Lesions on Poplars, *Journal of Phytopathology*, 146, 411-415.

De Hoog, G.S. ve Scheffer, R.C., 1984, *Ceratocystis* versus *Ophiostoma*: A Reappraisal, *Mycologia*, 76, 292–299.

Defne, M., 1954, *Ips sexdentatus* Boerner Kabuk Böceğinin Çoruh Ormanlarındaki Durumu ve Tevlit Ettiği Zararlar, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 4(2): 80 – 91.

Dori – Bachash, M., Avrahami – Moyal, L., Protasov, A., Mendel, Z. ve Freeman, S., 2015, The occurrence and pathogenicity of *Geosmithia* spp. and common blue-stain fungi associated with pine bark beetles in planted forests in Israel, *European Journal of Plant Pathology,* 143: 627 – 639.

Douglas, S.M., 2008, Plant health problems, Department of Plant Pathology and Ecology, The Connecticut Agricultural Experiment Station, 123 Huntington Street, P. O. Box 1106, New Haven, CT 06504.

Dönmez, H., 2006, *Mersin Orman İşletme Müdürlüğü İğne Yapraklı Orman Ağaçlarında Zarar Yapan Scolytidae (Coleoptera) Türleri ile Önemli Parazitoid ve Predatörlerinin Saptanması*, Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Dreaden, T.J., Davis, J.M., de Beer, Z.W., Ploetz, R.C., Soltis, P.S., Wingfield M.J. ve Smith J.A., 2014, Phylogeny of ambrosia beetle symbionts in the genus *Raffaelea*. *Fungal Biology*, 118, 970–978.

Dunn, C., Wolfaardt, F. ve Wingfield, M.J., 2002, Pathogenicity of *Ophiostoma piliferum* (Cartapip 97®) compared with that of other South African sap-staining fungi, *South African Journal of Science*, 98, 401-403.

Eckhardt, L.G., 2003, *Biology and Ecology of Leptographium Species and Their Vectors as Components of Loblolly Pine Decline*, Dissertation, Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.

Eckhardt, L.G., Goyer R.A., Klepzig, K.D. ve Jones, J.P., 2004a, Interactions of *Hylastes* Species (Coleoptera: Scoytidae) with *Leptogrpaphium* Species Associated wiht Loblloly Pine Decline, Forest Entomology, 97(2), 468-474.

Eckhardt, L.G., Jones, J.P. ve Klepzig, K.D., 2004b, Pathogenicity of *Leptographium* Species Associated with Loblolly Pine Decline, *Plant Disease*, 88 (11), 1174-1178.

Efe, R, Soykan, A., Cürebal, İ. ve Sönmez, S., 2013, *Balıkesir'in Ağaç ve Çalıları*, Balıkesir Belediyesi Kent Arşivi Yayınları, Balıkesir, No: 7, ISBN: 978-605-62253-5-2.

Efe, R., 1994, Biga Yarımadası'nda Neotektoniğin Jeomorfolojik İzleri, *Türk Coğrafya Dergisi*, 29, 209 – 242.

Efe, R., 1999, Güney Marmara Bölümü Batısında Toprak Oluşumunu Etkileyen Coğrafi Faktörler ve Toprakların Özellikleri, *Türk Coğrafya Dergisi*, 34, 193 – 209.

Ekici, M., 1971, Sedir (*Cedrus libani* Barr.) Zararlı Böceklerinin Biyolojisi ve Mücadelesi, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi*, No: 45, 56 s.

Elibüyük, M. ve Yılmaz E., 2010, Türkiye'nin Coğrafi Bölge ve Bölümlerine Göre Yükselti Basamakları ve Eğim Grupları, Coğrafi Bilimler Dergisi, 8(1), 27-55.

Ergene, A. 1982, *Toprak Biliminin Esasları*, Atatürk Üniversitesi Yayını, No:568, Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum.

Eroğlu, M., Alkan – Akıncı, H., Özcan, G.E., 2005, Kabuk böceği Salgınlarının Nedenleri ve Boyutları. *Orman ve Av Dergisi*, 5: 27 – 34.

Evans, H.C., Holmes, K.A. ve Thomas, S.E., 2003, Endophytes and mycoparasites associated with an indigenous forest tree, *Theobroma gileri*, in Ecuador and a preliminary assessment of their potential as biocontrol agents of cocoa diseases, *Mycological Progress*, 2, 149–160.

Farrell, B.D., Sequeira, A.S., O'Meara, B.C., Normark, B.B., Chung, J.H. ve Jordal, B.H., 2001, The evolution of agriculture in beetles (Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae), *Evolution*, 55: 2011-2027.

Fernández Fernández, M.M., García, A.E. ve Lieutier, F., 2004; Effects of various densities of *Ophiostoma ips* inoculations on *Pinus sylvestris* in north-western Spain, *Forest Pahtology*, 34, 213-223.

Fisher, M.C., Henk, D.A., Briggs, C.J., Brownstein, J.S., Madoff, L.C., MacCraw, S.L. ve Gurr, S.J., 2012, Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health, *Nature* 484: 186-194.

Francke – Grosmann, H., 1967; *Ectosymbiosis in Wood inhabting Insects*, Symbiosis, In: Henry, S.M.(ed), Chapter 3, Academic, New York, London, Academic Press,

Franklin, A.J. ve Grégoire, J.-C., 1999, Flight behaviour of *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae) in an environment without pheromones, *Annals of Forest Science.*, 56, 591 – 598.

Furniss, M.M., Harvey, A.E. ve Solheim, H., 1995, Transmission of *Ophiostoma ips* (Ophiostomatales: Ophiostomataceae) by *Ips pini* (Coleoptera: Scolytidae) to Ponderosa Pine in Idaho, *Annals of the Entomological Society of America*, 88 (5), 653–660.

Furniss, M.M., Solheim, H. ve Christiansen, E., 1990, Transmision of blue – stain fungi by *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) in Norway spruce, *Annals of the Entomological Society of America*, 83, 712-716.

Ganter, P.F., 2006, *Yeast and invertebrate associations*, Biodiversity and ecophysiology of yeasts, In: Rosa C, Péter G (eds) Springer, Chapter 14, New York, ISBN: 3-540-26100-1.

Gardes, M. ve Bruns, T.D., 1993, ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes – application to the identification of mycorrhizae and rusts, *Molecular Ecology*, 2, 113-118.

Gebhardt, H., Bergerow, D. ve Oberwinkler, F, 2004, Identification of the ambrosia fungus of *Xyleborus monographus* and *X. dryographus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). *Mycological Progress*, 2004, 3, 95–102

Ghaioule, D., El Omari, H., Rahouti, M. ve Lieutier, F., 2007, *Ophiostoma ips* colonization of phloem and sapwood in maritime pine logs. *Tunisian Journal of Plant Protection* 2: 85-97.

Gibbs, 1993, *The biolgoy of ophiostomatoid fungi causing sapstain in trees nad freshly cut logs*. *Ophiostoma* and *Ceratocystis*: Taxonomy, Ecology and Pahtyogenicity, Chapter 17, In: Wingfield, M.J., Seifert K.A. ve Webber, J.F. (eds), The American Phytopathological Society , St. Paul Minnesota, USA, ISBN: 0-89054-156-6.

Ginns, J., ve Lefebvre M.N.L., 1993, *Lignicolous corticioid fungi (Basidiomycota) of North America: systematics, distribution, and ecology*, American Phytopathology Society Press, St. Paul, Minnesota

Giordano, L., Garbelotto, M., Nicolotti, G. ve Gonthier, P., 2013, Characterization of fungal communities associated with the bark beetle *Ips typographus* varies depending on detection method, location, and beetle population levels, *Mycological Progress*, 12, 127–140.

Giordano, L., Gonthier, P., Varese, G.C., Miserere, L. ve Nicolotti, G. 2009, Mycobiota inhabiting sapwood of healthy and declining Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) trees in the Alps, *Fungal Diversity*, 38, 69–83.

Glare, T.R. ve Inwood, A.J., 1998, Morphological and genetic characterisation of *Beauveria* spp. from New Zealand, *Mycological Research*, 102(2), 250-256.

Gond, S K., Verma, V.C., Kumar, A., Kumar, V. ve Kharwar, R.N., 2007, Study of endophytic fungal community from different parts of *Aegle marmelos* Correae (Rutaceae) from Vanasi (India), *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 23,1371–1375.

Göktürk, T., 2002, *Artvin İlinde Orman Ağaçlarında Yaşayan Coleoptera (Insecta) Türleri ile Predatör ve Parazitoidleri*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Grodzki, W. ve Kosibowicz, M., 2015, An attempt to use the fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. in forest protection against the bark beetle *Ips typographus* (L.) in the field, *Leśne Prace Badawcze / Forest Research Papers*, 76(1), 5-17.

Grüne, V.S., 1979, *Handbuch zur Bestimmung der europaischen Borkenkafer - Brief Illustrated Key to European Bark Beetles*. Verlag M. & H. Schaper Hannover: Deutschland, ISBN: 3-7944-0103-4.

Guarro, J., Gené J. ve Stchigel, A.M., 1999, Developments in fungal taxonomy. *Clinical Microbiology Reviews*, 12 (3): 454-500.

Guérard, N., Dreyer, E. ve Lieutier, F., 2000, Interactions between Scots pine, *Ips acuminatus* (Gyll.) and *Ophiostoma brunneo-ciliatum* (Math.): estimation of the critical thresholds of

attack and inoculation densities and effects on hydraulic properties in the stem, *Annals of Forest Science*, 57, 681-690.

Günal, N., 2013, Türkiye'de İklimin Doğal Bitki Örtüsü Üzerindeki Etkileri, *Acta Turcica*, 5 (1), 1 – 22.

Happ, G.M., Happ, C.M. ve Barras, S.J., 1971, Fine structure of the prothoracic mycangium, a chamber for the culture of symbiotic fungi, in the southern pine beetle, De*ndroctonus frontalis*, *Tissue and Cell*, 3, 295-308.

Harley, J.,L., 1971, Fungi in Ecosystems, *Journal of Applied Ecology*, 8(3), 627-642.

Harrington, T.C. ve Wingfield, W.J., 1998, The *Ceratocystis* species on conifers, *Canadian Journal of Botany*, 76, 1446–1457.

Harrington, T.C., 1981, Cycloheximide Sensitivity as a Taxonomic Character in *Ceratocystis*, *Mycologia*, 73(6): 1123-1129.

Harrington, T.C., 1987, New combinations in *Ophiostoma* of *Ceratocystis* species with *Leptographium* anamorphs, *Mycotaxon*, 28, 39-43.

Harrington, T.C., 1993, *Diseases of conifers caused by species of Ophiostoma and Leptographium*; *Ophiostoma* and *Ceratocystis*: Taxonomy, Ecology and Pahtyogenicity, Chapter 18, In: Wingfield, M.J., Seifert K.A. ve Webber, J.F. (eds), The American Phytopathological Society , St. Paul Minnesota, USA, ISBN: 0-89054-156-6.

Harrington, T.C., 2005, *Ecology and Evolution of Mycophagous Bark Beetles and Their Fungal Partners*, Insect-Fungal Associations: Ecology and Evolution, In: Vega, F.E., ve Blackwell, Meredith (eds.), Chapter 11, Cary, NC, USA: Oxford University Press, USA, ISBN: 0-19-516652-3.

Harrington, T.C., Aghayeva, D.N. ve Fraedrich, S.W., 2010, New combinations in *Raffaelea*, *Ambrosiella*, and *Hyalorhinocladiella*, and four new species from the red bay ambrosia beetle, *Xyleborus glabratus*, *Mycotaxon*,111, 337–361.

Harrington, T.C., Furniss, M.M. ve Shaw, C.G., 1981; Dissemination of hymenomycetes by *Dendroctonus pseudotsugae* (Coleoptera: Scolytidae), *Phytopathology*, 71, 551 - 554.

Harrington, T.C., Steimel, J.P., Wingfield, M.J. ve Kile, G.A., 1996, Isozyme Variation and Species Delimitation in the *Ceratocystis coerulescens* Complex, *Mycologia*, 88(1); 104-113.

Hausner, G., Iranpour, M., Kim ,J.J., Breuil, C., Davis, C.N., Gibb, E.A. ve Reid, J., 2005, Fungi vectored by the introduced bark beetle *Tomicus piniperda* in Ontario, Canada, and comments on the taxonomy of *Leptographium lundbergii*, *Leptographium terebrantis*, *Leptographium truncatum*, and *Leptographium wingfieldii*, *Canadian Journal of Botany*, 83, 1222–1237

Hawksworth, D.L., 1991, The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation, *Mycological Research*, 95(6), 641-655.

Hawksworth, D.L., 2001, The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited, *Mycological Research*, 105: 1422-1432.

Herece, E. 1990, 1953 Yenice-Gönen Deprem Kırığı Ve Kuzey Anadolu Fay Sisteminin Biga Yarımadasındaki Uzantıları, *M.T.A. Derg*., 111, 47-59.

Hofstetter, R.W., Cronin, J.T., Klepzig, K.D., Moser, J.C. ve Ayres, M.P., 2006, Antagonisms, mutualisms and commensalisms affect outbreak Dynamics of the southern pine beetle, *Oecologia*, 147, 679-691.

Hofstetter, R.W., Dinkins-Bookwalter, J., Davis, T.S. and Klepzig, K.D., 2015, *Symbiotic Associations of Bark Beetles*, Bark Beetles Biology and Ecology of Native and Invasive Species, In: Vega, F. E. ve Hofstetter, R. W. (eds), Chapter 6, Elsevier, London, UK, ISBN: 978-0-12-417156-5

Horntvedt, R., Christiansen, E., Solheim, H. ve Wang Shasheng, 1983, Artificial inoculation with *Ips typographus*-associated blue-stain fungi can kill healthy Norway spruce trees, *Meddelelser fra Norsk Institutt For Skogforskning*, 38, 1-20.

Hsiau, P.T.W. ve Harrington, T.C., 2003, Phylogenetics and Adaptations of Basidiomycetous Fungi Fed upon by Bark Beetles (Ceoleoptera: Scolytidae), *Symbiosis*, 34, 111 – 113.

Huh, N., Jang, Y., Lee, J., Kim, G-H. ve Kim, J-J., 2011, Phylogenetic analysis of major molds inhabiting woods and their discoloration characteristics. Part 1. Genus *Trichoderma*, *Holzforschung*, 65, 257–263.

Hulcr, J., Atkinson, T.H., Cognato, A.I., Jordal, B H. ve McKenna, D.D., 2015, *Morphology, Taxonomy, and Phylogenetics of Bark Beetles*, Bark Beetles Biology ve Ecology of Native and Invasive Species, In: Vega, F. E.ve Hofstetter, R. W. (eds), Chapter 2, Elsevier, London, UK, ISBN: 978-0-12-417156-5

Human, Z.H., Slippers, B., de Beer, Z.W., Wingfield, M.J. ve Venter, S.N., 2017, Antifungal actinomycetes associated with the pine bark beetle, *Orthotomicus erosus*, in South Africa, *South African Journal of Science*, 113, (1-2), 1-7.

Hundsdoerfer, A.K., Rheinheimer, J. ve Wink, M., 2009, Toward the phylogeny of the Curculionoidea (Coleoptera): reconstructions from mitochondrial and nuclear ribosomal DNA sequences, *Zoologischer Anzeiger*, 248, 9-31.

Hutchison, L.J. ve Reid, J., 1988, Taxonomy of some potential wood-staining fungi from New Zealand 1. Ophiostomataceae, *New Zealand Journal of Botany*,. 26, 63-81.

İbiş, H.M. ve Sarıkaya, O., 2012 , Bark Beetle Species Diversity in Brutian Pine (*Pinus brutia* Ten.) Forests s of İzmir Province in Turkey, *Forestry Science and Practice for The Purpose of Sustainable Development of Forestry 20 Years of The Faculty of Forestry in Banja Luka*, Banja Luka, BOSNA HERSEK, 1-4 Kasım 2012, pp.533-544.

İnaç, S. ve Laz, B., 2001, Kahramanmaraş Andırın Kızılçam Ormanlarında Zarar Yapan Büyük Orman Bahçıvanı (*Blastophagus piniperda Lin*.)'na Karşı Feromon Denemesi ve Sonuçları, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 4, 73-80.

Jackson, P.L., Straussfogel, D., Lindgren, B.S., Mitchell, S. ve Murphy, B.D., 2008, Radar observation and aerial capture of mountain pine beetle, *Dendroctonus ponderosae* Hopk. (Coleoptera: Scolytidae) in flight above the forest canopy, *Canadian Journal of Forest Research,* 38, 2313 –2327.

Jacobs, K. ve Wingfield, M.J., 2001, *Leptographium Species – Tree Pathogens, Insect Associates and Agents of Blue Stain*, The American Phytopathological Society , St. Paul Minnesota, USA, ISBN: 0-89054-278-3.

Jacobs, K., Bergdahl, D.R., Wingfield, M.J., Halik, S., Seifert, K.A., Bright, D.E. ve Wingfield B.D., 2004, *Leptographium wingfieldii* introduced into North America and found associated with exotic *Tomicus piniperda* and native bark beetles, *Mycological Research*, 108 (4), 411-418.

Jacobs, K., Kirisits, T. ve Wingfield, M.J., 2017, Taxonomic re-evaluation of three related species of *Graphium*, based on morphology, ecology and phylogeny, *Mycologia*, 95: 4, 714-727.

Jacobs, K., Wingfield, M.J., Uzunovic, A., Frisullo, S., 2001, Three new species of *Leptographium* from pine, *Mycological Research*, 4, 490-499.

Jakuš, R. ve Blaženec, M., 2011, Treatment of bark beetle attacked trees with entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, *Folia Forestalia Polonica,* 53(2), 150-155.

Jang, S, Jang, Y., Kim G-H, ve Kim J-J., 2015, Three *Trichoderma* species associated with wood discoloration in South Korea, *Mycotaxon*, 130, 1103-1110.

Jankowiak, R. ve Bilański, P., 2007, Fungal flora associated with *Tomicus piniperda* L. in an area close to a timber yard in southern Poland, *Journal of Applied Entomology*,131 (8), 579–584. Y

Jankowiak, R. ve Bilański, P., 2013a, Ophiostomatoid fungi associated with root-feeding bark beetles on Scots pine in Poland, *Forest Pathology*, 43, 422-428.

Jankowiak, R. ve Bilański, P., 2013b, Association of the pine-infesting *Pissodes* species with ophiostomatoid fungi in Poland, *European Journal of Forest Research*, 132:523–534.

Jankowiak, R. ve Kolařík; M., 2010; Diversity and pathogenicity of ophiostomatoid fungi associated with *Tetropium* species colonizing *Picea abies* in Poland, *Folia Microbiologica,* 55 (2): 145-154.

Jankowiak, R. ve Kot, M., 2011, Ophiostomatoid Fungi Associated with Bark Beetles (Coleoptera: Scolytidae) Colonizing Branches of *Pinus sylvestris* in Southern Poland, *Polish Botanical Journal*, 56 (2), 287-293.

Jankowiak, R. ve Kurek, M, 2006, The early stages of fungal succession in *Pinus sylvestris* phloem and sapwood infested by *Tomicus piniperda, Dendrobiology* 56, 27–36.

Jankowiak, R. ve Rossa, R., 2008, Associations between *Pityogenes bidentatus* and fungi in young managed Scots pine stands in Poland, *Forest Pathology*, 38, 169-177.

Jankowiak, R., 2005, Fungi associated with *Ips typographus* on *Picea abies* in southern Poland and their succession into the phloem and sapwood of beetle-infested trees and logs, Forest Pathology, 35, 37-55.

Jankowiak, R., 2008, Fungi associated with *Tomicus minor* on *Pinus sylvestris* in Poland and their succession into the sapwood of beetle-infested windblown trees, *Canadian Journal of Forest Research*, 38, 2579 -2588.

Jankowiak, R., 2012, Ophiostomatoid fungi associated with *Ips sexdentatus* on *Pinus sylvestris* in Poland, *Dendrobiology*, 68, 43-54.

Jankowiak, R., 2013, Assessing the Virulence of Ophiostomatoid Fungi Associated with the Pine-Infesting Weevils to Scots Pine *Pinus sylvestris* L. Seedlings, *Acta Agrobotanica*, 66(2), 85-94.

Jankowiak, R., Kacprzyk, M. ve Mlynarczyk, M., 2009; Diversity of ophiostomatoid fungi associated with bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) colonizing branches of Norway spruce (*Picea abies*) in southern Poland, *Biolgoia*, 64 (6), 1170-1177.

Jones, K.G. ve Blackwell, M, 1998, Phylogenetic analysis of ambrosial species in the genus *Raffaelea* based on 18S rDNA sequences, *Mycological Research*, 102, 661–665.

Jones, N., 2013, It could happen one night, Atastrophes from the Past Will Strike Again — We Just Do Not Know When, *Nature*, 493: 155-156.

Jordal, B.H. ve Cognato, A.I., 2012. Molecular phylogeny of bark and ambrosia beetles, reveals multiple origins of fungus farming during periods of global warming, *BMC Evolutionary Biology*, 12:133, 1-10.

Jordal, B.H. ve Knížek, M., 2007, Resurrection of *Crypturgus subcribrosus* Eggers 1933 stat. nov., and its close phylogenetic relationship to Nearctic *Crypturgus* (Coleoptera, Scolytinae). *Zootaxa*, 1606, 41- 0.

Jordal, B.H., 2006, Community structure and reproductive biology of bark beetles (Coleptera: Scolytinae) associated with Macronesian euphorbiae shrubs, *European Journal of Entomology*, 103: 1-10.

Kalapanida-Kantartzi, M., Milonas, D.N., Buchelos, C.Th. ve. Avtzis, D.N., 2010, How does pollution affect insect diversity? A study on bark beetle entomofauna of two pine forests in Greece, *Journal of Biological Research-Thessaloniki*, 13, 67-74.

Karahan, O. ve Maden, S., 1979, Orta Anadolu Bölgesi'nde Karağaç, (*Ulmus* spp.) ve Kavak (*Populus* spp.)'larda Görülen Kurumalar ve Buna Sebep Olan Etmenler, *Bitki Koruma Bülteni*, 19(4), 175-180.

Keswani, C., Singh, S.P. ve Singh, H.B., 2013, *Beauveria bassiana*: Status, Mode of action, Applications and Safety issues, *Biotech Today*, 3(1), 16-20.

Kile, G.A., 1993, *Plant diseases by species of Ceratocystis sensu stricto and Chalara*, *Ophiostoma* and *Ceratocystis*: Taxonomy, Ecology and Pahtyogenicity, In: Wingfield, M.J., Seifert K.A. ve Webber, J.F. (eds), Chapter 19, The American Phytopathological Society , St. Paul Minnesota, USA, ISBN: 0-89054-156-6.

Kim, J.J., Allen E.A., Humble, L.M. ve Breuil, C., 2005, Ophiostomatoid and basidiomycetous fungi associated with green, red, and grey lodgepole pines after mountain pine beetle (*Dendroctonus ponderosae*) infestation, *Canadian Journal of Forest Research,* 35, 274–284.

Kim, J.J., Hyun, M.W., Suh, D.Y., Kim, S.H., ve Shin S.C., 2011a, *Ophiostoma ips* Isolated from Reddish Brown Stained Japanese Red Pine Wood, *The Plant Pathology Journal*, 27 (4), 397.

Kim, J.J., Kim, S.H., Le, S. ve Breuil ,C., 2003, Distinguishing *Ophiostoma ips* and *Ophiostoma montium*, two bark beetle – associated sapstain fungi, *FEMS Microbiology Letters*, 222, 187-192.

Kim, S., 2010, *Ophistomatales isolated from two European bark beetles, Hylurgus ligniperda and Orthotomicus erosus*, Master of Science, Iowa State University.

Kim, S., Harrington, T.C., Lee, J.G. ve Seybold, S.J., 2011b, *Leptographium tereforme* sp. nov. and other Ophiostomatales isolated from the root-feeding bark beetle *Hylurgus ligniperda* in California, Mycologia, 103(1), 152-163.

Kim, S.H., Uzunovic, A. ve Breuil, C., 1999, Rapid Detection of *Ophiostoma piceae* and *O. quercus* in Stained Wood by PCR, *Applied And Environmental Microbiology*, 65(1), 287-290.

Kirejtshuk, A.G., Azar, D., Beaver, R.A., Mandelshtam, M.Y. ve Nel, A., 2009, The most ancientbark beetle known: a new tribe, genus and species from Lebanese amber (Coleoptera, Curculionidae,Scolytinae), *Systematic Entomology*, 34, 101-112.

Kirisits, T. ve Offenthaler, I., 2002, Xylem sap flow of Norway spruce after inoculation with the blue-stain fungus *Ceratocystis polonica*, *Plant Pathology*, 51, 359-364.

Kirisits, T., 1998, Pathogenicity of three blue-stain fungi associated with the bark beetle *Ips typogruphus* to Norway spruce in Austria, *Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde*, 7, 191-201.

Kirisits, T., 2007, *Fungal Associates of Bark Beetles with Special Emphasison on the Ophiostomatoid Fungi* , Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis, In: Lieutier, F., Day, K. R., Battisti, A Grégoire J. C. ve Evans, H.F. (eds) Chapter 10, Springer, Dordrecht, The Netherlands, ISBN:978-1-4020-2241-8, 181 – 236.

Kirisits, T., Grubelnik, R. ve Führer, E., 2000, Die ökologische Bedeutung von Bläupilzen für rindenbrütende Borkenkäfer (The ecological role of blue – stain fungi for phloem – feeding bark beetles) Mariabrunner Valdbautage 1999- Umbau sekundärer Nadelwälder, In: Müller, F. (ed), Hrsg. Von F. Müller. FBVA-Berichte; Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien, 2000, Nr. 111, 117-37.

Kirkendall, L.R., Biedermann, P. H.W. ve Jordal, B.H., 2015*, Evolution and Diversity of Bark and Ambrosia Beetles*, Bark Beetles Biology and Ecology of Native and Invasive Species, In: Vega, F. E. ve Hofstetter, R. W.(eds), Chapter 3, Elsevier, London, UK, ISBN: 978-0-12-417156-5, 85-156.

Kirkendall, L.R., Kent, D.S. ve Raffa, K.F., 1997, *Interactions among males, females and offspring in bark and ambrosia beetles: the significance of living in tunnels for the evolution fo social behaviour*, The Evolution of Social Behavior in Insects and Arachnids, In: Choe, J.C., and Crespi, B.J. (eds), Chapter 9, Cambridge University Press, Cambridge, UK., ISBN: 0-521-58028-5, 181-215.

Klepzig, K.D., Moser, J.C., Lombadero, F.J., Hofstetter, R.W. ve Ayres, M.P., 2001, Symbiosis and compeition complex interaction among beetles, fungi and mites, *Symbiosis*, 30, 83-96.

Klepzig, K.D., Raffa, K.F. ve Smalley, E.B., 1991, Association of an insect-fungal complex with red pine decline in Wisconsin, *Forest Science,* 37: 1119-1139.

Klepzig, K.D., Smalley, E.B. ve Raffa, K.F., 1995, *Dendroctonus valens* and *Hylastes porculus*: vectors of pathogenic fungi associated with red pine decline disease, *Great Lakes Entomology*, 28: 81-87.

Klepzig, K.D., ve Six, D.L., 2004, Bark Beetle-Fungal Symbiosis: Context Dependency in Complex Associations, *Symbiosis*, 37, 189-205.

Kolařík, M., Kostovčík, M. ve Pažoutová, S., 2007, Host range and diversity of the genus *Geosmithia* (Ascomycota:Hypocreales) living in association with bark beetles in the Mediterranean area, Mycological Research, 111, 1298-1310.

Knížek, M. ve Beaver, R. 2007; *Taxonomy and Systematics of Bark and Ambrosia Beetles*, Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis, In: Lieutier, F., Day, K. R., Battisti, A., Jean – Claude, G. ve Evans H. F. (eds). Chapter 5, Springer, Dortrecht, The Netherlands, ISBN:978-1-4020-2241-8, 41 – 54.

Kreutz, J., Zimmermann, G. ve Vaupel, O., 2004; Horizontal Transmission of the Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* among the Spruce Bark Beetle, *Ips typographus* (Col., Scolytidae) in the Laboratory and under Field Conditions, 14(8), 837-848.

Krischner, R., 1998, *Diversität mit Borkenkäfen assoziierter filamentöser Mikropilze*. Dissertation, Eberhard – Karls – Universität Tübingen.

Krischner, R., 2001, *Diversity of filamentous fungi in bark beetle gallerien in central Europe*, Trichomycetes and other fungal groups. Robert W. Lichtwardet Commemoration Volume, In: Misra, J.K., Horn, B.W. (eds). Enfield, Plymouth, Science Publishers, USA, ISBN: 81-57808-132-7, 175-196.

Kroken, P. ve Solheim, H., 1996, Fungal associates of five bark beetle species colonizing Norway spruce, *Canadian Journal of Forest Research*, 26, 2115-2122.

Kroken, P. ve Solheim, H., 1998, Pathogenicity of Four Blue-Stain Fungi Associated with Aggressive and Nonaggressive Bark Beetles, *Phytopathology*, 88, 39-44.

Kumbaşlı, M., Hızal, E., Acer, S., Arslangündoğdu, Z. ve Aday Kaya, A.G., 2018, First Record of *Hylastes opacus* Erichson and *Crypturgus hispidulus* Thomson, C. G. (Coleoptera; Curculionidae; Scolytinae) for the Turkish Fauna, *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(4),4584 – 4591.

Långström, B. ve Hellqvist, C., 1993, Induced and spontaneous attacks by pine shoot beetles on young Scots pine trees — tree mortality and beetle performance, *Journal of Applied Entomology*, 115, 25–36.

Långström, B., 1983, Life cycles and shoot-feeding of the pine shoot beetles, *Studia Forestalia Suecica*, 163, 1 – 29.

Långström, B., Solheim, H., Helloqvist, C. ve Gref, R., 1993, Effects of pruning young Scots pines on host vigour and susceptibility to *Leptographium wingfieldii* and *Ophiostoma minus*, two hlue-stain fungi associated with *Tomicus piniperda*, *Eur. J. For. Path.*, 23, 400-415.

Lawrence, J.F. ve Newton, Jr. A.F., 1995, *Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names)*. p. 788-1000. In: J. Pakaluk ve S. A.Slipinski (eds.), Biology, phylogeny, and classification of Coleoptera. Papers celebrating the 80th birthday of Roy A. Crowson, Muzeum i Instytut Zoologii PAN; Warszawa, ISBN 83-85192-34-4.

Lee, J., Huh, N., Hong, J.H., Kim, B.S., Kim,G-H. ve Kim, J-J., 2012, The antagonistic properties of *Trichoderma* spp. inhabiting woods for potential biological control of wood-damaging fungi, *Holzforschung*, 66, 883–887.

Lehtijärvi, A., Oskay, F., Doğmuş Lehtijärvi, H.T., Aday Kaya, A.G., Pecori, F., Santini, A., Woodward, S., *Ceratocystis platani* is killing plane trees in Istanbul (Turkey), *Forest Pathology*, 48-1, 1-8.

Leufvén, A., Bergström, G. ve Falsen, E., 1984, Interconversion of Verbenols and Verbenone by Identified Yeasts Isolated From the Spruce Bark Beetle *Ips typographus*, *Journal of Chemical Ecology*, 10 (9), 1349-1361.

Lévieux J., Cassier, P., Guillaumin, D. ve Roques, A., 1991, Structures implicated in the transportation of Pathogenic fungi by the European bark beetle*, Ips sexdentatus* Borner: Ultrastructure of a mycangium, *Canadian Entomologist*, 123, 245-254.

Lieutier, F. ve Yart, A., 1989, Preferenda thermiques des champigons associés à *Ips sexdentatus* Boern, et *Tomicus piniperda* L. (Coleoptera, Scolytidae), *Annals of Forest Science*, 46, 411–415.

Lieutier, F., 1995, Associated Fungi, Induced Reaction ve Attack Strategy of *Tomicus piniperda* (Coleoptera: Scolytidae) in Scots Pine, In: Hain F.P., Salom S.M., Ravlin W.F., Payne T.L., Raffa K.F. (Eds.), *Behavior, Population Dynamics and Control of Forest Insects*,

Proc. Intern. Union For. Res. Organizations Joint Conf., 1994 February 6–11, Maui, Hawaï, pp. 139–153.

Lieutier, F., Brignolas, F., Sauvard, D., Yart,A., Galet, C., Brunet, M. and Van De Sype, H., 2003, Intra- and inter-provenance variability in phloem phenols of *Picea abies* and relationship to a bark beetle-associated fungus, *Tree Physiology*, 23, 247-256.

Lieutier, F., Cheniclet, C. ve Garcia, J., 1989a, Comparison of the defense reactions of *Pinus pinaster* and *Pinus sylvestris* to attacks by two bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) and assocaited fungi. *Environmental Entomology*, 18, 228-234.

Lieutier, F., Garica, J., Ham, M.C., Morelet, M. ve Lévieux, J., 1989b, Champignons phytopathogénes associés á deux coléoptéres scolytidae du pin sylvestre (*Pinus slyvestris*) et étude préliminiare de leur agressivité envers I'hote. *Annales des Sciences Forestiéres*, 46, 201-216.

Lieutier, F., Garcia, J., Yart, A., Vouland, G., Pettinetti, M. ve Morelet, M., 1991, Ophiostomatales (Ascomycètes) associées à *lps acuminatus* GylI (Coleoptera: Scolytidae) sur le pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L) dans le Sud-Est de la France et comparaison avec *lps sexdentatus* Boern, *Agronomie*, 11, 807-817.

Lieutier, F., Långström B., Solheim H., Hellqvist C. ve Yart A., 1996, Genetic and Phenotypic Variation in the Induced Reaction of Scots Pine, *Pinus sylvestris* L., to *Leptographium wingfieldii*: Reaction Zone Length and Fungal Growth, In: Mattson W.J., Niemela P., Rousi M. (Eds.), Dynamics of Forest Herbivory: Quest for Pattern and Principle, USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. NC-183,166–177.

Lieutier, F., Mendel, Z. ve Faccoli, M., 2016, *Bark Beetles of Mediterranean Conifers*, Insect and Diseases of Medieterranean Forest Systmes, In: Paine, T.D. ve Lieutier, F. (eds.), Chapter 6, Springer, ISBN 978-3-319-24744-1 (eBook), 105-198.

Lieutier, F., Yart, A., Ye, H., Sauvard, D. ve Gallois, V., 2004, Variations in growth and virulence of *Leptographium wingfieldii* Morelet, a fungus associated with the bark beetle *Tomicus piniperda* L., *Annals of Forest Science*, 61, 45-53.

Lieutier, F.; Ghaioule, D.; Yart, A. ve Sauvard, D., 2002, Attack behavior of pine bark beetles in Morocco and association with phytopathogenic fungi, *Annales de la Recherche Forestière au Maroc*, 35, 96–109.

Linnakoski, R., 2011, *Bark Beetle-Associated Fungi in Fennoscandia with Special Emphasis on Species of Ophiostoma and Grosmannia,* Ph.D. Dissertation, The Finnish Society of Forest Science, Joensuu, Finland.

Linnakoski, R., De Beer, Z.W., Niemelä, P.ve Wingfield, M.J., 2012a, Associations of Conifer-Infesting Bark Beetles and Fungi in Fennoscandia, *Insects*, 3, 200 – 227.

Linnakoski, R., Mahilainen, S., Harrington, A., Vanhanen, H., Eriksson, M., Mehtätalo, L., Pappinen, A. ve Wingfield, M.J., 2016, Seasonal succession of fungi associated with *Ips typographus* Beetles and their phoretic mites in an outbreak region of Finland, *PLoS ONE* 11, 1–14.

Linnakoski, R.; De Beer, Z.W.; Duong, T.A., Niemelä, P.; Pappinen, A. ve Wingfield, M.J., 2012b, *Grosmannia* and *Leptographium* spp. associated with conifer-infesting bark beetles in Finland and Russia, including *Leptographium taigense* sp. nov., *Antonie van Leewenhoek*, 102, 375-399.

Lombardero, M.J., 1996, Representantes de la tribu Xyleborini LeConte, 1876 (Coleóptera: Scolytidae) en la Península Ibérica, *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 20 (1-2), 173-191.

Lombardero, M.J., Ayres, M.P., Hofstetter, R.W., Moser, J.C. ve Klepzig, K.D., 2003; Strong indirect interactions of *Tarsonemus* mites (Acarina: Tarsonemidae) and *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Scolytidae), *Oikos*, 102, 243-252.

Lompe, A., 2002, *Käfer Europas*, [online], http://www.coleo-net.de/coleo/index.htm [Ziyaret Tarihi: 10.05.2020].

Lu, M., Zhou, X.D., De Beer, Z.W., Wingfield, M.J. ve Sun, J.H., 2009, Ophiostomatoid fungi associated with the invasive pine-infesting bark beetle, *Dendroctonus valens*, in China, Fungal Diversity, 38, 133-145.

Malloch, D. ve Blackwell, M., 1993, *Dispersal biolgoy of the ophiostomatoid fungi*, *Ophiostoma* and *Ceratocystis*: Taxonomy, Ecology and Pahtyogenicity, Chapter 21, In: Wingfield, M.J., Seifert K.A. ve Webber, J.F. (eds), The American Phytopathological Society , St. Paul Minnesota, USA, ISBN: 0-89054-156-6.

Masuya, H., Kaneko, S. ve Yamaoka, Y., 2003, Comparative virulence of blue-stain fungi isolated from Japanese red pine, *Journal of Forest Research*, 8, 83-88.

Mathiesen, A., 1950, Über einige mit Borkenkäfern assoziirte Bläuepilze in Schweden, *Oikos*, 2, 275–308.

Mathiesen-Käärik, A.,1953, Eine Übersicht uber die gewöhnlichsten mit Borkenkäfern assoziierten Bläuepilze in Schweden einige für Sweden neue Bläuepilze, Med. *Stat. Skogsf. Inst,* Stockholm, 43, 1–74.

McNee, W.R., Wood, D.L. ve Storer, A.J., 2000, Pre-emergence feeding in bark beetles (Coleoptera: Scolytidae), *Environmental Entomology*, 29, 495 – 501.

Mendel, Z. ve Halperin, J., 1982, The Biology and Behavior of *Orthotomicus erosus* in Israel, *Phytoparasitica*, 10(3), 169-181.

Menkis, A., Lynikienė, J., Marčiulynas, A, Gedminas, A. ve Povilaitienė, A., 2017, The great spruce bark beetle (*Dendroctonus micans* Kug.) (Coleoptera: Scolytidae) in Lithuania: occurrence, phenology, morphology and communities of associated fungi, *Bulletin of Entomological Research*, 107, 431–438.

Min, L., Zhou, X.D., de Beer, Z.W., Wingfield, N.J. ve Sun, J.H., 2009, Ophiostomatoid fungi associated with the invasive pine-infesting bark beetle, *Dendroctonus valens*, in China, *Fungal Diversity*, 38:133–145.

Minter, D.W., Kirk, P.M. ve Sutton, B.C., 1982, Holoblastic Phlialides, *Transactions of the British Mycological Society*, 79(1), 75-93.

Monleón, A., Blas, M. ve Riba, J.M., 1996, Biologia de *Tomicus destruens* (Wollaston, 1865) (Coleoptera Scolytidae) en los bosques mediterraneos. *Elytron* 10, 161–167.

Moraes, R.C.B. de, Haddad, M. de L., Silveira Neto, S. ve Reyes, A.E.L., 2003, Software para análise faunística-ANAFAU, Simpósio Control, *Biológico*, 8, 195.

Muñoz-Adalia, E.J., Sanz-Ros, A.V., Flores-Pacheco J.A., Hantula, J., Diez, J.J., Vainio, E.J., and Fernández Fernández, M.M., 2017*, Sydowia polyspora* Dominates Fungal Communities Carried by Two *Tomicus* Species in Pine Plantations Threatened by *Fusarium circinatum*, *Forests*, 8(127), 1-16.

Musvuugwa, T., 2014, *Biodiversity and Ecology of Ophiostomatoid Fungi Associated wiht Trees in the Cape Florist Region of South Africa*, Dissertation, Stellenbosch University,

Musvuugwa, T., Dreyer, L.L. ve Roetes, F., 2016, Future danger posed by fungi in the Ophiostomatales when encountering new hosts, *Fungal Ecology*, 22, 83-89.

Nafisi Balay, S. ve Karaşahin, İ., 2013, Balıkesir Orman İşletme Müdürlüğü Kızılçam Ağaçlandırma Sahalarında Akdeniz Orman Bahçıvanı [*Tomicus destruens* (Wollaston) (Col., Curculionidae)]'nın Hayat Döngüsünün Belirlenmesi, *Ormancılık Araştırma Bülteni*, Sayı 2013/10, 20-21.

Nevill, R.J. ve Kelly, W.D., 1995, Pathogenicity to Loblolly Pines of Fungi Recovered from Trees Attacked by Southern Pine Beetles, *Southern Journal of Applied Forestry*, 19(2), 78-83.

Nisikado, Y. ve Yamauti, K., 1933, Contribution to the knowledge of the sap stain of wood in Japan, I. Studies on *Ceratostomella ips*, Rumbold, he cause of a blue stain of pine trees in Japan, *Berichte des Ohara Institus für Landwirtschaftliche Forschungen*, 5, 501-538.

Nobuchi, A., 1974, Studies on Scoyltidae XII, The bark beetles of the tribe Ipini in Japan (Coleoptera), *Bulletin of the Government Forest Experimental Station Meguro*, 266, 33-60.

Novotný, D. ve Jankovský, L., 2005; Notes on mycobiota associated with *Ips typographus* from the Šumava Mts. (Czech Republic), Czech Mycology, 57 (1-2), 91-96.

O'Donnel, K., 1993, *Fusarium and its Near Relatives*, The Fungal Holomorph: Mitotic, Meiotic and Pleomorphic Speciation in Fungal Systematics, In: Reynolds, D.R. and Taylor, J.W. (eds), Wallingford: CAB International, ISBN: 978-0851988658.

Ogden, A.E., 2008, Forest management in a changing climate: building the environmental information base for the southwest Yukon, *The Forestry Chronicle*, 83(6), 806-809.

Oğurlu, İ., 2000, *Biyolojik Mücadele,* SDÜ Yayın No: 8, Orman Fakültesi Yayın No: 1, Isparta.

Ohtaka, N., Masuya, H., Yamaoka, Y. ve Kaneko, S., 2006, Two new *Ophiostoma* species lacking conidial states isolated from bark beetles and bark beetle-infested *Abies* species in Japan, *Canadian Journal of Botany*, 84 (2), 282-293.

Okada, G., Jacobs, K., Kirisits, T., Louis-Seize, G.W., Seifert, K.A., Sugita, T., Takematsu, A., ve Wingfield, M.J., 2000, Epitypification of *Graphium penicillioides* Corda, with comments on the phylogeny and taxonomy of graphium-like synnematous fungi, *Studies in Mycology*, 45, 169-188.

Okada, G., Seifert, K.A., Takematsu, A., Yamaoka, Y., Miyazaki, S. ve Tubaki, K., 1998, A molecular phylogenetic reappraisal of the *Graphium* complex based on 18S rDNA sequences, *Canadian Journal of Botany*, 76, 1495-1506.

Öymen, T., 1989, Kabuk Böceklerine Karşı Alınabilecek Koruyucu Önlemler ve Savaş, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: B, 39(2): 117–123.

Özcan, G.E., 2009, *Maçka Orman İşletmesi Doğu Ladini Ormanlarında Başlıca Kabuk Böceklerinin Savaş Olanaklarının Araştırılması*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Özcan, G.E., Eroğlu, M. ve Alkan – Akıncı, H., 2006, Ladin ormanlarında *Dendroctonus micans* (Kugelann) (Coleoptera: Scolytidae)'ın zarar durumu ve *Rhizophagus grandis* (Gyllenhal) (Coleoptera: Rhizophagidae)'in zararlının populasyonuna etkisi, Türkiye Entomolojisi Dergisi, 30(1), 11-22.

Özdemir, M., 2008, *Artvin Orman İşletme Müdürrlüğü zeytinlik İşletme Şefliği Ormanlarındaki Pityokteines curvidens (Germ.) (Büyük Göknar Kabuk Böceği = Eğri Dişli Kabuk Böceği)'in (Coleoptera: Scolytidae) Biyolojisi Üzerine Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Ensititüsü.

Özkazanç, O., İktüeren, Ş. ve Yücel, M., 1985, Akdeniz ve Ege Bölgelerinde *Orthotomicus erosus* (Woll.)'un Biyolojisi ve Mücadelesi Üzerine Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No: 152.

Paine, T.D., Raffa K.F. ve Harrington, T.C., 1997, Interactions Among Scolytid Bark Beetles, Their Associated Fungi, and Live Host Conifers, *Annual Review Entomology*, 42, 179 – 206.

Parmeter, J.R., Salughter, G.W., Chen, M.M., Wood, D.L. ve Stubbs, H.A., 1989, Single and mixed inoculations of ponderosa pine with fungal associates of *Dendroctonus* spp., *Phtyopathology*, 79, 768-772.

Pashenova, N.V., Vetrova, V.P., Aphanasova, E.N., Polyakova, G.G. ve Konstantinov, My. 2004, Ophiostomatoid fungi in Middle Siberia. *Proceedings of the IVth International Symposium of structure, properties and quality of wood*, 13–16 October, St. Petersburg, Russia, 443–446.

Pashenova, N.V., Vetrova, V.P., Matrenina, R.M. ve Sorokina, E.N., 1995, Ophiostomataceae fungi in larch bark beetle galleries, *Lesovedenie*, 6: 62–68.

Pastirčáková, K., Adamčíková, K., Pastirčák, M., Zach, P., Galko, J., Kováč, M. ve Laco, J., 2018, Two blue-stain fungi colonizing Scots pine (*Pinus sylvestris*) trees, infested by bark beetles in Slovakia, Central Europe, *Biologia*, 73 (11), 1053-1066.

Paulin – Mahady, A.E.; Harrington, T.C. ve Mcnew, D., 2002, Phylogenetic and taxonomic evaluation of *Chalara*, *Chalaropsis*, and *Thielaviopsis* anamorphs associated with *Ceratocystis*, *Mycologia*, 94, 62–72.

Pérez-Vera, O.A., Alvarado-Rosales, D., Cárdenas-Soriano, :E., Equihua-Martínez, A., Cibrián-Tovar, D., Álvarez-Moctezuma, J.G., Mejía-Sánchez, D. ve Harrington, T.C., 2009, *Ophiostoma ips* associated with the bark beetle (*Dendroctonus adjunctus*) in hartweg pine, *Revista Mexicana de Micologia* 30, 9-18,

Pernek, M., 2007, Influence of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* on the mortality of fir bark beetles *Pityokteines spinidens* and *Pityokteines curvidens* (In Croatian), *Radovi – Sumarski Institut Jastrebarsko*, 42,143–153.

Persson, Y., Ihrmark, K. ve Stenlid,J., 2011, Do bark beetles facilitate the establishment of rot fungi in Norway spruce?, *Fungal Ecology*, 4, 262-269.

Persson, Y., Vasaitis, R., Långström, B., Öhrn, P., Ihrmark, K. ve Stenlid,J., 2009, Fungi Vectored by the Bark Beetle *Ips typographus* Following Hibernation Under the Bark of Standing Trees and in the Forest Litter, *Fungal Microbiology*, 58, 651 – 659.

Peverieri, G.S., Capretti, P. ve Tiberi, R., 2006, Associations between *Tomicus destruens* and *Leptographium* spp. in *Pinus pinea* and *P. pinaster* stands in Tuscany, Central Italy, *Forest Patholgy*, 36, 14-20.

Piou, D., Lieutier, F. ve Yart, A., 1989, Observations symptomatologiques et rôles possibles d'*Ophiostoma minus* Hedgc. (ascomycète: Ophiostomatales) et de *Tomicus piniperda* L. (Coleoptera: Scolytidae) dans le dépérissement du pin sylvestre en forêt d'Orléans, *Annales des Sciences Forestières*, 46, 39-53.

Postner, M., 1974, *Scolytidae (= Ipidae), Borkenkäfer*, Die Forstchädlinge Europas, In: Schwenk, W. (ed), Band II, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 334-382.

Potvin, L.R., Richter, D.L., Jurngensen, M.F. ve Dumroese, R.K., 2012, Association of *Pinus banksiana* Lamb. and *Populus tremuloides* Michx. seedling fine roots with *Sistotrema brinkmannii* (Bres.) J. Erikss. (Basidiomycotina), *Mycorrhiza*, 22, 631–638.

Raffa K.F, Grégoire, J.C. ve Lindgren, B.S., 2015, *Natural History and Ecology of Bark Beetles*, Bark Beetles Biology and Ecology of Native and Invasive Species, In: Vega, F. E.ve Hofstetter, R. W.(eds), Chapter 1, Elsevier, London, UK, ISBN: 978-0-12-417156-5.

Raitelaityté, K., Rutkauskas, A., Radzijevska, J., Žukauskiené, J., Markovkaja, S. ve Pualauskas, A., 2016, The fungal pathogens causing diseases in pines, *Biologija*, 62(4), 276-283.

Rane, K.K. ve Tattar, A., 1987, Pahtogenicity of blue stain fungi associated wiht *Dendroctonus terebrans*, *Plant Disease*, 71, 879-883.

Reay, S.D. ve Walsh, P.J., 2001, Observations of the flight activity of *Hylastes ater* and *Hylurgus ligniperda* (Curculionidae: Scolytinae) in *Pinus radiata* forests in the central North Island, New Zealand, *New Zealand Entomologist*, 24: 79–85.

Reay, S.D. ve Walsh, P.J., 2002, Relative attractiveness of some volatiles to the introduced pine bark beetles, *Hylastes ater* and *Hylurgus ligniperda* (Curculionidae: Scolytinae), *New Zealand Entomologist*, 25: 51–56.

Reay, S.D., Brownbridge, M., Cummings, N.J., Nelson, T.L., Souffre, B., Ligon, C. ve Glare, T.R., 2008, Isolation and characterization of *Beauveria* spp. associated with exotic bark beetles in New Zealand *Pinus radiata* plantation forests, *Biological Control*, 46, 484–494.

Reay, S.D., Thwaites, J.M. ve Farrel, R.L., 2006, Survey of Ophiostomataceae associated with *Hylurgus ligniperda* (Curculionidae: Scolytinae) in New Zealand, *New Zealand Entomologist*, 29: 21–26.

Redfern, D.B., Stoakley, J.T., Steele, H. ve Minter, D.W., 1987, Dieback and death of larch caused by *Ceratocystis laricicola* sp. nov. following attack by *Ips cembrae*, *Plant Pathology*, 36(4), 467 – 480

Rennerfelt, E., 1950, Über den Zusammenhang zwischen dem Verblauen des Holzes und den Insekten, *Oikos*, 2, 120–137.

Ribera, J., Gandía, M., Marcos, J.F., Bas, M.C., Fink, S. ve Schwarze, F.W.M.R., 2017, Effect of Trichoderma-enriched organic charcoal in the integrated wood protection strategy, *Plos One*, 12(8), 1-14.

Roe, A.D., Rice, A.V., Bromilow, S.E., Cooke J.E.K. ve Sperling F.A.H., 2010, Multilocus species identification and fungal DNA barcoding: insights from blue stain fungal symbionts of the mountain pine beetle, *Molecular Ecology Resources*, 10, 946-959.

Rollins, F., Jones, K.G., Krokene, P., Solheim, H. ve Blackwell, M., 2001, Phylogeny of asexual fungi associated with bark and ambrosia beetles. *Mycologia*, 93, 991–996.

Romón, P., De Beer, Z.W., Fernández Fernández, M.M., Diez, J., Wingfield, B.D. ve Wingfield, M.J., 2014, Ophiostomatoid fungi including two new fungal species associated with pine root-feeding beetles in northern Spain, *Antonie van Leeuwenhoek*, 106, 1167-1184.

Romón, P., Zhou, X., Iturrondobeitia, J.C., Wingfield, M.J. ve Goldarazena, A., 2007, *Ophiostoma* species (Ascomycetes: Ophiostomatales) associated with bark beetles (Coleoptera: Scolytinae) colonizing *Pinus radiata* in northern Spain, *Canadian Journal of Microbiology*, Vol.53, pp. 756 – 767.

Saatçioğlu, F., 1969, Silvikültür 1, Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri, İ.Ü. Yayın No: 1429, s.333.

Safavi, S.A., 2010, Isolation, Identification, and Pathogenicity Asssessment of a New Isolate of Entomopathogenic Fungus, Beauveria bassiana in Iran, *Journal of Plant Protection Research*, 50 (2), 158-163.

Salom, S.M. ve McLean, J.A., 1989, Influence of wind on the spring flight of T*rypodendron lineatum* (Olivier) (Coleoptera: Scolytidae) in a secondgrowth coniferous forest, *The Canadian Entomologist*, 121, 109 – 119.

Samuels, G.J., Dodd, S.L., Lu, B-S., Petrini, O., Schroers, H-J. ve Druzhininai, I.S., 2006, The *Trichoderma koningii* aggregate species, *Studies in Mycology*, 56, 67-133.

Sanz-Ros, A.V., Müller, M.M., San Martín, R. ve Diez, J.J., 2015, Fungal endophytic communities on twigs of fast and slow growing Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in northern Spain, *Fungal Biology*, 119, 870–883.

Sarıbaş, M. ve Ekici, B., 2004, Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki Doğal Yayılışına Katkı, *ZKÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 6(6), 127 – 135.

Sarıkaya, O. ve Avcı, M., 2006. Kabuk Böceklerine Karşı Ormanlarımızda Alınabilecek Koruyucu Önlemler. *Orman Mühendisliği Dergisi*, 43 (1 – 3): 26 – 31.

Sarıkaya, O. ve Avcı, M., 2007. Türkiye Kızılçam Ormanları Zararlı Faunasından Akdeniz Orman Bahçıvanı *Tomicus destruens* (Woll. 1865) (Col.: Scolytidae). *Orman ve Av*, 4: 31 – 34.

Sarıkaya, O. ve Avcı, M., 2010, Distribution and biology of the Mediterranean Pine Shoot Beetle *Tomicus destruens* (Wollaston, 1865) in the Western Mediterranean region of Turkey, *Turkish Journal of Entomology*, 34 (3), 289 – 298.

Sarıkaya, O. ve Avcı, M., 2011, Bark beetle fauna (Coleoptera: Scolytinae) of the coniferous forests in the Mediterranean region of Western Turkey, with a new record for Turkish fauna, *Turkish Journal of Zoology*, 5 (1), 33 – 47.

Sarıkaya, O. ve Aytar, F., 2017, Three new epidemic areas of *Tomicus destruens* (Wollaston 1865) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in Eastern Mediterranean part of Turkey, *International Symposium on New Horizons in Forestry*, 18-20 October 2017, Isparta, 366 – 370.

Sarıkaya, O. ve İbis, H. M., 2016, Predatory Species of Bark Beetles in the Pine Forests of İzmir Region in Turkey with New Records for Turkish Fauna, *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26 (3): 651 – 656.

Sarıkaya, O. ve Knížek, M., 2013, *Scolytus koenigi* Schevyrew, 1890: A New Record for Turkish Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) Fauna, *Journal of Entomological Society*, 15 (3): 95 – 99.

Sarıkaya, O., 2008, *Batı Akdeniz Bölgesi İğne Yapraklı Ormanlarının Scolytidae (Coleoptera) Faunası*, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Sarıkaya, O., 2013, Bark and Ambrosia Beetles Collected from Turkey Oak (*Quercus cerris* L.) Forests in Ispara Province in Turkey, *Journal of Animal ve Veterinary Advances*, 12 (11): 1038 – 1043.

Sauvard, D. 2007, *General Biology of Bark Beetles*, Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis, In: Lieutier, F., Day, K. R., Battisti, A., Jean – Claude, G. ve Evans H. F. (eds). Chapter 5, Springer, Dortrecht, The Netherlands, ISBN:978-1-4020-2241-8, 63 – 88.

Savonmäki, S., 1990, *Tärkeimmät kaarnakuoriaisten mäntyyn ja kuuseen levittämät sinistäjäsienilajit.* Master thesis, Department of Plant Pathology, University of Helsinki, Helsinki, Finland. [In Finnish].

Schedl, K.E., 1961, Borkenkäfer aus der Türkei, II. Mitteilung 190, *Beitrag zur Morphologie and Systematik der Scolytoidea*, 34(12): 184-188.

Schimitschek, E. 1944, *Forstinsekten der Türkei und Ihre Umwelt.* Grundlangen der Turkischen Forstentomologie, Vokj und Riech verlg Prag, Amsterdam, Berlin, Wien.

Schmitz, S., Zini, C., Etienne, M., Moreau, J.M., Chandelier, A. ve Cavelier, M., 2006, Effectiveness of thiophanate-methyl, trifloxystrobin and vinclozolin on canker caused by *Phoma exigua* Desm. on ash tree seedlings, Biotechnology, Agronomy, *Society and Environment*, 10 (1), 25-31.

Schowalter, T.D., Filip, G.M., 1993, *Bark Beetle-Pathogen-Conifer Interactions: an Overview*, Beetle – Pathogen Interactions in Conifer Forests, In: .Schowalter, T.D. ve Filip, G.M (eds), Chapter 1, Academic Press, London, ISBN 0-12-62S970-0

Schwenke, W., I974, Die Forstschädlinge Europas, 2 Band Käfer, Paul Parey, Hamburg und Berlin, ISBN 3-490-11016-1.

Seifert K., A. ve Gams, W., 2001, *The Taxonomy of Anamorphic Fungi, The Mycota:* A Comprehensive Treatise on Fungi as Experimental Systems for Basic Applied Research, Volume VII Systematics and Evolution, Part A, In:Esser, K. and Lemke, P.A. (eds), McLaughlin, D.J., McLaughlin, E.G. ve Lemke, P.A. (vol.eds), Chapter 14, Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany, ISBN: 978-3-642-08193-4

Seifert, K. A., 1993 *Sapstain of commerical lumber by species of Ophiostoma and Ceratocystis, Ceratocystis* and *Ophiostoma* – Taxonomy, Ecology and Pathogenicity, In: Wingfield, M.J., Seifert, K.A. ve Webber J.F. (eds), Chapter16, The American Phytopathological Society, St. Paul Minnesota, USA, ISBN: 0-89054-156-6.

Sekendiz, O., 1974, *Orthotomicus erosus* Wollaston (Coleoptera, Scoltytidae)'ın Yayılışı ve Zararları Üzerinde Gözlemler, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, XXIV(2): 209 – 217.

Sekendiz, O., 1985, Bakım Alanlarında Kabuk Böceği Salgınlarından Korunma ve Entegre Savaş, *Orman Mühendisliği Dergisi*, 22(6): 31–33.

Sekendiz, O.A., 1991, *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach.'nın Doğu Karadeniz Bölümü Ormanlarındaki Zararlı Böcekleri ile Koruma ve Savaş Yöntemleri, OGM Yayınları, Yayın No: 678, Sıra No: 73.

Selik, M., 1988, Odun Patolojisi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3511, OF. Yayın No:392, İstanbul.

Selmi, E., 1998, *Türkiye Kabuk Böcekleri ve Savaşı*, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 4042, FBE Yayın No:10, İstanbul, ISBN: 975-404-466-X.

Serez, M. ve Zümreoğlu, A., 2001, *Tarım ve Orman Zararlılarına Karşı Biyoteknik Yöntemler*, Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitü, Çanakkale.

Serez, M., 1985, Sentetik Feromon "Ipslure" nin *Orthotomicus erosus* (Woll.) Populasyonuna Karşı Kullanılması, *Karadeniz Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 8(1-2), 41-47.

Serez, M., 1986, Kabuk Böceklerine Karşı Feromon Tuzaklarıyla Orman Koruması, Orman Böcek ve Hastalıkları İle Mücadele Semineri, 12-16 Nisan 1986, İzmir.

Serez, M., 1987, Bazı Önemli Kabuk Böcekleriyle Savaşta Feromonların Kullanılma Olanakları, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1(1-2): 99 – 131.

Serez, M., 2001, Zararlı Böceklere Karşı Feromon Tuzaklarının Kullanılması, *Orman Mühendisliği*, 38 (8): 5 – 6.

Serez, M., Eroğlu, M., Bilgili, E. ve Başkaya, Ş., 1995, Türkiye'de Ormanların Korunması İle İlgili Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Türkiye Ormancılık Raporu, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Fakülte Yayın No: 48, 103-113.

Serin, M., Erdem, M., Yüksel, B. ve Akbulut, S., 2005. Bolu ve Aladağ Orman İşletmesi Göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.) Ormanlarında Etkin Zarar Yapan Kabuk Böceklerinin Yaşam Döngülerinin Belirlenmesi ve Bunlara Karşı Alınabilecek Önlemlerin Araştırılması. *T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten*:12, Bakanlık Yayın No:275, Müdürlük Yayın No:17, 84 s.

Sesli, E. ve Denchev, C.M., 2009, Checklists of the myxomycetes, larger ascoymcetes, and larger basidiomycetes in Turkey, *Mycotaxon*, 106, 65-68.

Sevim, A., Demir, İ., Tanyeli, E. ve Demirbağ, Z., 2010, Screening of entomopathogenic fungi against the European spruce bark beetle, *Dendroctonus micans* (Coleoptera: Scolytidae), *Biocontrol Science and Technology*, 20(1), 3-11.

Silva, X., 2011, *Studies of Fungi Associated with Tomicus piniperda L. in Finland,* M.Sc. Thesis, University of Helsinki, Helsinki, Finland.

Six, D., 2012, Ecological ve Evolutionary Determinants of Bark Beetle – Fungus Symbiosis *Insects*, 3, 339-366.

Solheim, H. ve Långström, B., 1991, Blue-stain fungi associated with *Tomicus piniperda* in Sweden and preliminary observations on their pathogenicity. *Annals of Forest Science.* 48, 149–156.

Solheim, H., 1988, Pathogenicity of some *Ips typographus* associated blue-stain fungi to Norway spruce, *Meddelelserfra Norsk Institutt For Skogforskning*, 40, 1-11.

Solheim, H., Kroken , P. ve Långström, B., 2001, Effects of growth and virulence of associated blue-stain fungi on host colonization behaviour of the pine shoot beetles *Tomicus minor* and *T. piniperda*; *Plant Pathology*, 50, 111-116

Son, E., Kim., J.-J., Lim., Y.W., Au-Yeung, T.T., Yang, C.Y.H. ve Breuil, C., 2010, Diversity and decay ability of basidiomycetes isolated from lodgepole pines killed by the mountain pine beetle, *Canadian Journal of Microbiology*, 57, 33-41.

Strid, Y., Schroeder, M., Lindahl, B., Ihrmark K. ve Stendlid, J., 2014, Bark beetles have a decisive impact on fungal communities in Norway spruce stem sections, *Fungal Ecology*, 7, 47 – 58.

Suh, D.J.; Hyun, M.W., Kim, J.J., Son, Y.S. ve Kim, S.H., 2013; *Ophiostoma ips* from Pinewood Nematode Vector, Japanese Pine Sawyer Beetle (*Monochamus alternatus*), in Korea, *Mycobiology*, 41(1), 59-62.

Sümer, S., 1983, Karağaç Ölümü Hastalığının Türkiye Karaağaçlarının Yayılış Yörelerindeki Durumu (Status of the Dutch Elm Disease and its Distribution Patterns within the Elm populations in Turkey), *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt 33, Sayı 2, Sayfa 141-166.

Şentürk, Ö., Gülsoy, S. ve Tümer, İ., 2019, Potential Distribution Modeling and Mapping of Brutian Pine Stands in the Inner Parts of the Middle Black Sea Region in Turkey, *Polish Journal of Environmental Studies*, 28 (1), 321-327.

Şimşek, Z. ve Öner, N., 2003, Ilgaz (Derbent ve Doruk)'da Uludağ Göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.) Meşcerelerinin Silvikültürel Özellikleri ile Saptanan Kabukböcekleri ve Mücadele Yöntemleri, *S.D.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, 2: 49–60.

Şimşek, Z., 2003a, Ilgaz Dağı Milli Parkı Uludağ Göknar Alanında Bulunan Küçük Göknar Kabukböceği [*Cryphalus piceae* (Ratz.) (Coleoptera: Scolytidae)]'nin Populasyon Gelişmesi, S.*D.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, 1: 1 – 14.

Şimşek, Z., 2003b, Ilgaz Dağı Milli Parkı Göknar Alanında Bulunan Küçük Göknar Kabukböceği [*Cryphalus piceae* (Ratz.) (Coleoptera: Scolytidae)]'nin Uçuş Seyrinin Belirlenmesi, S.D.Ü. *Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, 2: 1 – 18.

Şimşek, Z., 2005, Derbent (Ilgaz Dağı Milli Parkı) Göknar Orman Alanlarında Bulunan Büyük Göknar Kabukböceği [*Pityokteines curvidens* (Germ.) (Coleoptera: Scolytidae)]'nin Zarar Durumu ve Uçuş Periyodunun Feromon Tuzaklarla İzlenmesi, *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Sayı: 2005, Cilt:2: 18-26.

Şimşek, Z., Öner, N., Kondur, Y., Çalışgan, M. ve Buçan, M., 2017, Çankırı (Ilgaz-Hızardere) Karaçam ve Sarıçam Ormanlarında Oniki Dişli Çam Kabukböceği [*Ips sexdentatus* (Börner) (Coleoptera: Curculionidae)] Salgınına İklim ve Toprak Yapısının Etkileri, *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 79-92.

Tağıl, Ş., 2003, *Balıkesir Ovası ve Yakın Çevresi'nin Fiziki Coğrafyası*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Tanyeli, E., Sevim, A., Demirbağ, Z., Eroğlu, M. ve Demir, İ., 2010, Isolation and virulence of entomopathogenic fungi against the great spruce bark beetle, *Dendroctonus micans* (Kugelann) (Coleoptera: Scolytidae), *Biocontrol Science and Technology*, 20(7), 695-701.

Toper, A. ve Özkazanç, O., 2000, The Biology and Damage of *Pityokteines curvidens* (Germ.) (Coleoptera, Scolytidae) Living on *Abies bornmülleriana* Mattf. in Bartın and Karabük Forests in The Western Blacksea Region, *III. International Scientific Production Conference,* Volume:2, 14-19 June 2000, Penza.

Toper, A., 1999, *Bartın ve Karabük Ormanlarındaki Göknarlarda Zarar Yapan Pityokteines curvidens (Germ.) (Coleoptera, Scolytidae)'in Biyolojisi*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.

Toper, A., 2001, The amount of damage and importance of *Pityokteines curvidens* (Germar) (Coleoptera, Scolytidae) feding on fir in Bartin and Karabuk forests in the western Blacksea region, Turkey, *Third Balkan Scientific Conference, Study*, *Conservation and Utilisation of Forest Resources Proceedings,* Volume III, 2–6 October 2001, Sofia, 54 – 64.

Toper, A., 2002, Studies on the biology of *Cryphalus piceae* (Ratz.) (Coleoptera, Scolytidae) in the Bartın and Karabük regions of Turkey, *Anz. Schadlingskunde / J. Pest Science*, 75: 103 – 104.

Toper–Kaygın, A. ve Sıvacıoğlu, A., 2002, Kastamonu-Ilgaz Dağları Göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.) Ormanlarındaki Silvikültürel Müdahalelerin Böcek ve Fırtına Zararı Üzerindeki Etkileri, *II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 15–18 Mayıs 2002, Artvin, 660–671.

Toper–Kaygın, A., 2003, Batı Karadeniz Bölümünde *Abies bornmülleriana* Matff. Ağaçlarında Tespit Edilen Bazı Zararlı Böcekler ve Bunların Önemi, *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi,* 3(2): 153-164.

Tosun, İ., 1975, *Akdeniz Bölgesi, İğne Yapraklı Ormanlarda Zarar Yapan Böcekler ve Önemli Türlerin Parazit ve Yırtıcıları Üzerine Araştırmalar*, İstanbul.

Tribe, G.D., 1990, Phenology of *Pinus radiata* log colonization and reproduction by the European bark beetle *Orthotomicus erosus* (Wollaston) (Coleoptera: Scolytidae) in the south-western Cape Province, *Journal of the Entomological Society of South Africa*, 53 (2), 117-126.

Tribe, G.D., 1991, Phenology of *Pinus radiata* log colonization by the red-haired pine bark beetle *Hylurgus ligniperda* (Fabricius) (Coleoptera: Scolytidae) in the south-western Cape Province, *Journal of the Entomological Society of South Africa*, 54(1), 1-7.

Tribe, G.D., 1992, Colonisation sites on *Pinus radiata* logs of the bark beetles, *Orthotomicus erosus, Hylastes angustatus* and *Hylurgus ligniperda* (Coleoptera, Scolytidae), *Journal of the Entomology Society of South Africa*, Vol. 55, No. 1, pp. 77 – 84.

Trigginai, O., 1984, *Tomicus* (*Blastophagus*) *piniperda* (Coleoptera, Scolytidae Hylesininae): biologia, Danni e controllo nel litorale ionico, *Entomologica*, 19, 5–21

Tuncer, C., Knížek, M. ve Hulcr, M., 2017, Scolytinae in hazelnut orchards of Turkey: clarification of species and identification key (Coleoptera, Curculionidae), *Zookeys*, 710: 65 – 76.

Türkeş, M. ve Acar Deniz, Z., 2011, Güney Marmara Bölümü'nün (Kuzey Batı Anadolu) Klimatolojisi ile Yağış ve akım Dizilerinde Gözlenen Değişimler ve Eğilimler, *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 8 (1), 1579 – 1600.

Türkeş, M., 2007, Prof. Dr. Oğuz Erol'a Göre Çanakkale Yöresinin Jeomorfolojik ve Neotektonik Evrimi, Bahar, Çanakkale Araştırmaları Türk Yıllığı, 5(5), 129 – 145.

Upadhyay, H.P. ve Kendrick, W.B., 1975, Prodromus for a Revision of *Ceratocystis* (Microascales, Ascomycetes) and Its Conidial States, *Mycologia*, 67, 798-805.

Upadhyay, H.P., 1993, *Classification of the Ophistomatoid Fungi*, *Ceratocystis* and *Ophiostoma* – Taxonomy, Ecology and Pathogenicity, In: Wingfield, M.J., Seifert, K.A. and Webber J.F. (eds), Chapter 1, The American Phytopathological Society, St. Paul Minnesota, USA, ISBN: 0-89054-156-6.

Ünal, S. ve Yüksel, B., 2005, Doğu Ladini Ormanlarında Zarar Yapan Kabuk Böcekleri İle Yırtıcı ve Parazitleri. *Ladin Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, I. Cilt, 20-22 Ekim 2005, Trabzon, 278-288.

Ünal, S., 2010, Bark Beetles and Their Predatories With Parasites of Oriental Spruce (*Picea orientalis* (L.) Link) Forests in Turkey, *e-Journal of New World Sciences Academy, Ecological Life Sciences*, 5 (1), 21 – 34.

Ünal. S., 1998, *Artvin Yöresi Ladin Ormanlarında Zarar Yapan Scolytidae (Coleoptera) Türleri*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ürgenç, S.İ., 1998, *Ağaçlandırma Tekniği*, Yenilenmiş ve Genişletilmiş İkinci Baskı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Emek Matbaacılık, İstanbul, ISBN: 975-404-446-5.

Van Wyk, P.W.J. ve Wingfield, M.J., 1990, Ascospore development in *Ceratocystis* sensu lato (Fungi): a review, *Bothalia*, 20(2), 141-145.

Van Wyk, P.W.J., Wingfield, M.J. ve Van Wyk, P.S., 1993, *Ultrastructure of centrum of ascospore development in selected Ceratocystis and Ophiostoma species*, *Ceratocystis*

and *Ophiostoma* – Taxonomy, Ecology and Pathogenicity, In: Wingfield, M.J., Seifert, K.A. ve Webber J.F: (eds), Chapter 15, The American Phytopathological Society , St. Paul Minnesota, USA, ISBN: 0-89054-156-6.

Verma, V.C., Gond, S.K., Kumar, A., Kharwar, R.N. ve Strobel, G.A., 2007, The endophytic mycoflora of bark, leaf, and stem tissues of *Azadirachta indica* A. Juss (Neem) from Vanasi (India), *Microbial Ecology*, 54, 119–125.

Vissa, S. ve Hofstetteri R.W, 2017, *The Role of Mites in Bark and Ambrosia Beetle – Fungal Itneractions*, Insect Physiology and Ecology, In: Shields V.D.C (ed), Chapter 6, e- book, https://www.intechopen.com/books/insect-physiology-and-ecology, ISBN: 978-953-51-3034-5

Waalberg, M.E., 2015, *Fungi Associated with three Common Bark Beetle Species in Norwegian Scots Pine Forest*, Master Thesis, Norwegian University of Life Sciences Department of Ecology and Natural Resource Management.

Wang, C.J.K. ve Zabel, R.A., 1990, *Identification manual for fungi from utility poles in the Eastern United States,* American Type Culture Collection, Rockville, Maryland

Wang, H.M., Lun, Y.Y., Lu, Q., Liu, H.X., Decock, C. ve Zhang, X.Y., 2018, Ophiostomatoid fungi associated with pines infected by *Bursaphelenchus xylophilus* and *Monochamus alternatus* in China, including three new species, *MycoKeys,* 39: 1–27.

Webber, J.F. ve Gibbs, J.N., 1989, *Insect dissemination of fungal pathogen of trees*, In: Wilding N, Collins NM, Hammond PM, Webber JF (eds), Insect-fungus interactions, Academic Press, London.

Webster, J. ve Weber, R.W.S., 2007, Introduction to Fungi, 3rd ed., Cambridge University Press, Cambridge-New York, 0-511-27783-0.

Wegensteiner, R,, Wermelinger, B. ve Herrmann, M., 2015, *Natural enemies of bark beetles: predators,parasitoids, pathogens, and nematodes*, In: Vega FE ve Hofstetter RW (eds) Bark beetles: biology and ecology of native and invasive species, Elsevier, Oxford, pp 247–304

Wermelinger, B., 2004, Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* - A review of recent research, Forest Ecology Management, 202, 67-82.

White, T. J., Bruns, T., Lee, S. ve Taylor, J., 1990, *Amplification and Direct Sequencing of Fungal Ribosomal RNA Genes For Phylogenetics*, PCR Protocols: a guide to methods and applications. In: Innis MA, Gelfand D.H., Sninsky J.J. and White T.J. (eds). Academic Press, 315–322, New York, USA.

Whitney, H. S., 1982, Relationships between bark beetles and symbiotic organisms, Bark Beetles in North American conifers, In: Mitton, J.B., Sturgeon, K.B. (eds), Austion, University of Texas Press.

Wijayawardene, N.N., Hyde, K.D., Lumbsch, H.T., Liu, J.K., Maharachchikumbura, S.S.N., Ekanayaka, A.H., Tian, Q. ve Phookamsak, R., 2018, Outline of Ascomycota: 2017, *Fungal Diversity*, 88, 167-263.

Wingfield, M.J. ve Gibbs, 1991, *Leptographium* and *Graphium* speceis associated with pine – infesting beetles in England, *Mycological Research*, 95, 1257-1260

Wingfield, M.J. ve Marasas, F.O., 1980, *Ceratocystis ips* Associated with *Orthotomicus erosus* (Coleoptera: Scolytidae) on *Pinus* spp. in the Cape Province of South Africa, *Phytophylactcia*, 12, 65-69.

Wingfield, M.J., 1993, *Problems in delinaeating the Genus Ceratocystiopsis*, *Ceratocystis* and *Ophiostoma* – Taxonomy, Ecology and Pathogenicity, In: Wingfield, M.J., Seifert, K.A. ve Webber J.F: (eds), Chapter 3, The American Phytopathological Society , St. Paul Minnesota, USA, ISBN: 0-89054-156-6.

Wingfield, M.J., Seifert, K.A. ve Webber J.F., 1993, *Ceratocystis and Ophiostoma – Taxonomy, Ecology and Pathogenicity*, The American Phytopathological Society , St. Paul Minnesota, USA, ISBN: 0-89054-156-6.

Witthuhn, R.C, Wingfield, B.D., Wingfield, M.J., Wolfaard, M. ve Harrington, T.C., 1998, Monophyly of the conifer species in the *Ceratocystis coerulescens* complex based on DNA sequence data, *Mycologia*, 96-101.

Wood, S.L., 1982, *The bark and ambrosia beetles of North and CentralAmerica (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph*, GreatBasin Naturalist Memoirs, 6,

Yaltırık, C., Sakınç, M., Aksu, A.E., Hiscott, R.N., Gatleb, B. ve Ulgen, U.B., 2002, Late Pleistocene Uplift History Along the Southwestern Marmara Sea Determined From Raised Coastal Deposits and Global Sea-Level Variations, *Marine Geology*, 190, 283-305.

Ye, H., 1992, Approach to the reasons of *Tomicus piniperda* (L.) population epidemic, *Journal of the Yunnan University*, 14, 211–215.

Yıldırım, S., 2011, *Isparta – Aksu Yöresi İğne Yapraklı Ormanlarında Zararlı Kabuk Böceği Türleri*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yıldız, Y., 2012, *Bartın ve Karabük Ormanlarının Scolytidae Faunası ve Bazı Önemli Türlerin Biyolojilerinin Belirlenmesi*, Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yüksel, B. ve Akbulut S., 2002, Doğu Ladini Ormanlarında *Pityogenes bidentatus* (Herbst)'un Biyolojisi ve Potansiyel Predatörleri, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, 52(2): 85 – 94.

Yüksel, B. ve Alkan, Ş., 2003, Doğu Ladini Ormanlarında *Ips typographus* (L.) (Coleoptera Scolytidae)'un Populasyon Dinamiğini Etkileyen Predatör ve Parazitleri. Çevre ve Orman Bakanlığı Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 199, DKOA Yayın No: 17.

Yüksel, B., 1996, *Türkiye'de Doğu Ladini (Picea orientalis (L.) Link.)'nde Zarar Yapan Böcekler ve Bazı Türlerin Yırtıcı ve Parazitleri Üzerine Araştırmalar*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yüksel, B., 1998, Türkiye'de Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Ormanlarında Zarar Yapan Böcek Türleri ile Bunların Yırtıcı ve Parazitleri, *Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten* No: 4, VII+143 s.

Yüksel, B., Akbulut, S.ve Keten, A., 2004, *Pityophthorus pityographus* (Ratz.)'un Biyolojisi ve Potansiyel Predatörlerinin Belirlenmesi, *Türkiye I. Bitki Koruma Kongresi*, 8–10 Eylül 2004, Samsun, Sayfa: 41.

Yüksel, B., Çetiner, Ş. ve Koçyiğit, M., 1997, Doğu Karadeniz Ormanlarında Önemli Böcek Salgınları ve Biyolojik Mücadele Olanakları, *III. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Programı*, Biyologlar Derneği, Bildiriler Kitabı, 3-5 Eylül 1997, Kırşehir, 365-374.

Yüksel, B., Eroğlu, M.ve Bilgili, E., 2001a, Sarıçam ve Doğu Ladini Ormanlarında *Thanasimus formicarius* (L.) (Coleoptera: Cleridae)'un Başlıca Avları ile İlişkileri ve Biyolojik Mücadeledeki Rolü. *Orman Mühendisliği*, 38(11): 8 – 14.

Yüksel, B., Keskin, S. ve Topçu, K., 2001b, Doğu Ladin Ormanlarında *Ips acuminatus* (Gyll.)'un Biyolojisi, Predatörleri ve Yönetimi, *Orman Mühendisliği Dergisi*, Yıl: 38, Sayı: 7, 10 – 14.

Yüksel, B., Koçyiğit, M., Keskin, S.ve Kostak, H., 2003, *Ips sexdentatus* (Boern.)'a Karşı Biyolojik Mücadele Olanakları, *Çevre ve Orman Bakanlığı Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Çevre ve Orman Bakanlığı* Yayın No: 198, DKOA Yayın No: 16, 19 s.

Yüksel, B., Tozlu, G. ve Şentürk, M., 2000, Sarıkamış Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Ormanlarında Etkin Zarar Yapan Kabuk Böcekleri ve Bunlara Karşı Alınabilecek Önlemler, T.*C. Orman Bakanlığı Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten* No: 3, Orman Bakanlığı Yayın No: 107, DAOA Yayın No:8, 66 s.

Zamora, P., Martínez-Ruiz, C. ve Diez, J.J., 2008, Fungi in needles and twigs of pine plantations from northern Spain, *Fungal Diversity*, 30, 171–184.

Zanzot, J.W., 2009, *Biology end Ecology of Root – Feeding Beetles and Ophiosotmatoid Fungi in Sandhills Longleaf Pine Stands*, Dissertation, The Graduate Faculty of Auburn University.

Zhou, X.D., De Beer, Z. W, Wingfield, B.D. ve Wingfield, M. J., 2001, Ophiostomatoid fungi associated with three pine infesting bark beetles in South Africa, *Sydowia* 53(2): 290 – 300.

Zhou, X.D., De Beer, Z.W, Ahumada, R., Wingfield, B.D. ve Wingfield, M. J., 2004a, *Ophiostoma* and *Ceratocystiopsis* spp. associated with two pine infesting bark beetles in Chile, *Fungal Diversity*, 15, 261-271.

Zhou, X.D., De Beer, Z.W, Cibrian, D., Wingfield, B.D. ve Wingfield, M. J., 2004b, Characterisation of *Ophiostoma* species associated with pine bark beetles from Mexico, including *O. pulvinisporum* sp. nov., *Mycological Research*, 108 (6), 690-698.

Zhou, X.D., De Beer, Z.W, Harrington, T.C., Kirisits, T. ve Wingfield, M. J., 2004c, Epitypification of *Ophiostoma galeiforme* and phylogeny of species in the *O. galeiforme* complex, *Mycologia*, 96 (6), 1306-1315.

Zhou, X.D., De Beer, Z.W, Wingfield, B.D. ve Wingfield, M. J., 2002, Infection sequence and pathogenicity of *Ophiostoma ips*, *Leptographium serpens* and *L. lundbergii* to pines in South Africa, *Fungal Diversity*, 10, 229-240.

Zimmermann, G., 1973, Vergleichende ökologisch - physiologische Untersuchungen an Ambrosiapilzen, Assoziierten Bläuepilzen und Luftbläuepilzen, Dissertation, Georg – August – Universität Göttingen.

Zipfel, R.D.; Debeer, Z.W.; Jacobs, K.; Wingfield, B.D. ve Wingfield, M.J., 2006, Multigene phylogenies define *Ceratocystiopsis* and *Grosmannia* distinct from *Ophiostoma*, *Studies in Mycology*, 55, 75–97.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Sabiha ACER
Doğum Yeri	Göynük
Doğum Tarihi	20.11.1975
Uyruğu	☑ T.C. ❒ Diğer:
Telefon	0535 582 70 30
E-Posta Adresi	sacer@istanbul.edu.tr
Web Adresi	-

Eğitim Bilgileri Lisans	
Üniversite	Ege Üniversitesi
Fakülte	Fen Fakültesi
Bölümü	Biyoloji Bölümü
Mezuniyet Yılı	26.06.1998

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Orman Etnomolojisi ve Koruma Programı
Mezuniyet Yılı	29.06.2010

Doktora	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Orman Entomolojisi ve Koruma Programı

Makale ve Bildiriler

SCI / SCIE / SSCI/ AHCI kapsamındaki dergilerde yayınlanmış makaleler

- **Acer, S.,** Hızal, E., Arslangündogdu, Z., 2019, Insects Associated with *Daldinia concentrica* (Bolton) Ces. & De Not.(Ascomycota: Xylariales) in Sarıyer-İstanbul, Turkey, Fresenius Environmental Bulletin, 28 (2A), 1423-1428.
- Kumbaşlı, M., Hızal, E., **Acer S.**, Arslangündoğdu Z., Aday Kaya A.G., 2018, First Record of *Hylastes opacus* Erichson and *Crypturgus hispidulus* Thomson, C.G.(Coleoptera; Curculionidae; Scolytinae) for the Turkish Fauna, Applied Ecology and Environmental Research, vol.16, pp.4585-4591.
- Arslangündoğdu Z., Hızal E., **Acer S.,** 2018, First record of *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Heteroptera, Lygaeidae) in Turkey, Applied Ecology And Environmental Research, vol.16, no.2, pp.1305-1311.

- Cebeci H.H., Öymen R.T., **Acer S.,** 2010, Control of Pine Processionary Moth, *Thaumetopoea pityocampa* with *Bacillus thuringiensis* in Antalya, Turkey, Journal Of Environmental Biology, vol.31, no.3, pp.357-361.
- Cebeci H.H., Öymen R.T., **Acer S.,** 2010, Field Treatments of Foray 76 B and VBC 60074 Against *Thaumetopoea pityocampa* (Den. and Schiff.) in Fethiye-Turkey, African Journal of Agricultural Research, no.4, pp.294-297.

Diğer Dergilerde Yayınlanan Makaleler

- Cebeci H.H., **Acer S.,** 2007, The Occurrence of Some Lepidopterous Species on the Horse Chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) at Istanbul-Belgrad Forest in Turkey, Acta Agriculturae Slovenica, vol.89, no.1, pp.95-102.

Hakemli Kongre / Sempozyumların Bildiri Kitaplarında Yer Alan Yayınlar

- Arslangündoğdu Z., **Acer S.,** Hızal E., Kuşların Böcek Populasyonu Üzerine Etkileri, III. Türkiye Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu, Artvin, Türkiye, 10-12 Mayıs 2018, ss.81-82.
- **Acer S.,** Doğmuş Lehtijärvi H.T., Aday Kaya A.G., Lehtijärvi A.T., Hızal E., Arslangündoğdu Z., Isolation Experiments Fungi from Bark Beetles, ISFOR 2017 - International Symposium on New Horizons in Forestry, Isparta, Türkiye, 18-20 Ekim 2017, pp.378-378
- Hızal E., **Acer S.,** Arslangündoğdu Z., Mycophagous Beetles on Sporocarps of Macrofungi, Isfor-2017 International Symposium on New Horizons in Forestry, Isparta, Türkiye, 18-20 Ekim 2017, pp.217-217.
- **Acer S.,** Küçükosmanoğlu A., İstanbul Belgrad Ormanı'nda Yapraklı Ağaçlarda Çürüklüğe Neden Olan Fungal Etmenler, Türkiye II. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu, Antalya, Türkiye, 7-9 Nisan 2014, ss.707-711.
- Kumbaşlı M., **Acer S.,** İstanbul Belgrad Ormanı Mantarları, 2023'e Doğru 2. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu, Antalya, Türkiye, 31 Ekim - 3 Kasım 2013, ss.359-370.
- Cebeci H.H., **Acer S.**, İstanbul Belgrad Ormanı Atkestanelerinde Yeni Bir Zararlı: *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae), 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, Trabzon, Türkiye, 23-27 Haziran 2008.
- Cebeci H.H., Ayberk H., **Acer S.,** Öymen R.T., *Bacillus thuringiensis* Subsp. *kurstaki* (Btk)'nın *Thaumetopoea pityocampa*'ya Karşı Kullanımı, Entomopatojenler ve Mikrobiyal Mücadele Sempozyumu, Türkiye, 21-24 Haziran, 2007.

Kitap ve Kitap Bölümleri

Kumbaşlı M., Barutçiyan J., **Acer S.,** Belgrad Ormanı'nın Mantarları, Belgrad Ormanı (Bir Doğa ve Kültür Mirası), Çolak A.H. (Ed)., T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, I. Bölge Müdürlüğü, İstanbul, İstanbul, ss.618-697-, 2013.