

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI



***PALOMENA PRASINA* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)'NİN
FINDIK BAHÇELERİNDEKİ YUMURTA
PARAZİTOİTLERİNİN VE ENTOMOPATOJEN FUNGUS
TÜRLERİNİN TESPİTİ**

Doktora Tezi

İsmail Oğuz ÖZDEMİR

Danışman
Prof. Dr. Celal TUNÇER

Bu tez çalışmasının bir kısmı Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO ZRT.
1901.18.016 no'lu Bilimsel Araştırma Projesi ile desteklenmiştir.

SAMSUN
2021

TEZ KABUL VE ONAYI

İsmail Oğuz ÖZDEMİR tarafından, **Prof. Dr. Celal TUNÇER** danışmanlığında hazırlanan “*Palomena prasina* (Hemiptera: Pentatomidae)’nın fındık bahçelerindeki yumurta parazitoidlerinin ve entomopatojen fungus türlerinin tespiti” başlıklı bu çalışma, Jürimiz tarafından 12.04.2021 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı, Adı/Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Neriman BEYHAN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye (Danışman)	Prof. Dr. Celal TUNÇER Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bitki Koruma Ana Bilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Prof. Dr. Kenan KARA Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bitki Koruma Ana Bilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Doç. Dr. Göksel ÖZER Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bitki Koruma Ana Bilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Doç. Dr. İslam SARUHAN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bitki Koruma Ana Bilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

.... / /2021

Prof. Dr. Ali BOLAT

Enstitü Müdürü

ETİKSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım doktora tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

İmza
13/04/2021
İsmail Oğuz ÖZDEMİR

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: *Palomena prasina* (Hemiptera: Pentatomidae)'nın fındık bahçelerindeki yumurta parazitoidlerinin ve entomopatojen fungus türlerinin tespiti

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 17/03/2021 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 13
Tek kaynak oranı : % 3 çıkmıştır.

İmza
13 /04/2021
Prof. Dr. Celal TUNÇER

ÖZET

PALOMENA PRASINA (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)'NİN FINDIK BAHÇELERİNDEKİ YUMURTA PARAZİTOİTLERİNİN VE ENTOMOPATOJEN FUNGUS TÜRLERİNİN TESPİTİ

İsmail Oğuz ÖZDEMİR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Bitki Koruma Ana Bilim Dalı

Doktora, Nisan/2021

Danışman: Prof. Dr. Celal TUNÇER

Bu çalışma, fındık bahçelerinde *Palomena prasina*'nın yumurta parazitoidlerini ve bunların parazitlenme oranlarını, entomopatojen funguslarının türlerini ve etkinliklerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla, 2018-2019 yıllarında Samsun, Ordu, Giresun, Düzce ve Sakarya illerindeki fındık bahçelerine 11570 dondurulmuş nöbetçi yumurta asılmış, 7 gün sonra 10386 yumurta toplanarak laboratuvara getirilmiş ve ortaya çıkan parazitoidler teşhis edilmiştir. Bu parazitoidler *Trissolcus cultratus*, *Tr. belenus*, *Telenomus turesis*, *Telenomus* sp1 ve *Trissolcus* sp1 olarak teşhis edilmiştir. Bu türler arasında *Tr. cultratus* ülkemiz için ilk kayıt niteliğindedir. Çalışma alanının genelinde yumurtaların ortalama parazitlenme oranı %9.30 olarak bulunmuştur. Farklı türlerin toplam parazitlenme içindeki payları, *Tr. cultratus* için %68.91, *Tr. belenus* için %15.75, *Te. turesis* için %10.26, *Telenomus* sp1 için %3.83, *Trissolcus* sp1 için %1.25 olarak belirlenmiş olup, hâkim türün *Tr. cultratus* olduğu tespit edilmiştir. Tüm illerde en yüksek keşif ve kullanım etkinliği gösteren yumurta parazitoidi *Tr. cultratus* olarak belirlenmiştir. Bu tür tarafından yumurta paketlerinin en yüksek keşif ve kullanım etkinliği, Giresun'da sırasıyla %17.59±7.91 ve %83.68±4.00 olarak bulunmuştur. Diğer taraftan, aynı yıllarda ve aynı çalışma alanından toplanan böceklerin ölü erginlerinden entomopatojen fungus izolasyonu yapılmış ve türler moleküler yöntemlerle tanımlanmıştır. Sonuç olarak, *Beauveria bassiana* (6), *B. pseudobassiana* (1), *Cordyceps confragosa* (5), *Akanthomyces muscarius* (4), *Purpurecillium lilacinum* (2), *Isaria fumosorosea* (1) ve *Bionectria* sp. (1) türlerine ait 20 adet izolat elde edilmiştir. Bu izolatlar 1×10^8 spor mL⁻¹ konsantrasyonda *P. prasina*'nın erginlerine karşı test edilmiştir. *Beauveria* izolatlarının LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri sırasıyla 3.65-6.14 ve 5.26-8.25 gün arasında değişmiş ve tüm izolatlar 6-10 gün içerisinde zararlıın erginlerinde %100 ölüme sebep olmuştur. *Beauveria* haricinde diğer etkili izolatlardan *A. muscarius* (TR-OR-1) ve *P. lilacinum* (TR-SM-7)'un, LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri sırasıyla 5.16-8.58 ve 5.86-8.73 gün olarak belirlenmiştir. Bu çalışma zararlıya karşı, belirlenen yumurta parazitoidlerinin, özellikle *Tr. cultratus*' un ve bazı entomopatojenik fungus türlerinin *P. prasina*'ya karşı yapılacak biyolojik mücadele için potansiyel biyolojik etmenler olduklarını ortaya koymuştur.

Anahtar Sözcükler: Fındık, *Palomena prasina*, Yumurta parazitoidi, Scelionidae, Entomopatojen fungus

ABSTRACT

DETERMINATION OF SPECIES OF ENTHOMOPATHOGEN FUNGI AND EGG PARASITOIDS OF *PALOMENA PRASINA* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) IN HAZELNUT ORCHARDS

Ismail Oguz OZDEMIR

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Plant Protection

Ph.D., April/2021

Supervisor: Prof. Dr. Celal TUNCER

This study was aimed to determine, the composition and efficacy of the native egg parasitoids; the efficacy and species of entomopathogenic fungi of *Palomena prasina* in hazelnut orchards. For this purpose, 11570 frozen sentinel eggs were stapled in hazelnut orchards in Samsun, Ordu, Giresun, Düzce and Sakarya provinces during 2018-2019. A total 10386 eggs were re-collected 7 days after, brought to the laboratory and emerging parasitoids were identified. The egg parasitoid species were *Trissolcus cultratus*, *Tr. belenus*, *Telenomus turesis*, *Telenomus* sp1 and *Trissolcus* sp1. Among these species, *Tr. cultratus* is the first report from Turkey. The average parasitism rate in the study area was 9.30%. The parasitism share of different species in total was 68.91% for *Tr. cultratus*, 15.75 for *Tr. belenus*, 10.26% for *Te. turesis*, 3.83% for *Telenomus* sp1 and 1.25% for *Trissolcus* sp1. The dominant egg parasitoid species in the surveyed regions was *Tr. cultratus*. Also, the species showing the highest discovery and exploitation efficiency in all provinces was *Tr. cultratus*. The highest discovery and exploitation efficiency of egg masses by this species were found as %17.59±7.91 and %83.68±4.00 in Giresun, respectively. Furthermore, adult insects were collected during the same years in the same study area, entomopathogenic fungi were isolated from insects and identified by molecular methods. Twenty different isolates belonging to *Beauveria bassiana* (6), *B. pseudobassiana* (1), *Cordyceps confragosa* (5), *Akanthomyces muscarius* (4), *Purpurecillium lilacinum* (2), *Isaria fumosorosea* (1) ve *Bionectria* sp. (1) were obtained. These isolates were tested against adults of *P. prasina* at a concentration of 1×10^8 spores mL⁻¹. *Beauveria* spp. isolates were most effective among the tested isolates with LT₅₀ and LT₉₀ values ranging between 3.65-6.14 and 5.26-8.25 days, respectively. These isolates caused 100% mortality in adults within 6-10 days. The most effective ones following *Beauveria* species were *A. muscarius* (TR-OR-1) and *P. lilacinum* (TR-SM-7), and LT₅₀ and LT₉₀ values were found as 5.16-8.58 and 5.86-8.73 respectively. The study shows that eggs parasitoids, especially *Tr. cultratus* and some entomopathogenic fungi species are the promising biological agents for biological control of *Palomena prasina* as an alternative approach.

Keywords: Hazelnut, *Palomena prasina*, Egg parasitoid, Scelionidae, Entomopathogenic fungi

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmanın belirlenmesi, hazırlanması ve yürütülmesi aşamasında yaptığı katkıların yanı sıra, akademik hayatım boyunca gösterdiği hoşgörü ve desteği ile benden hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen bu günlere gelmemde büyük bir emeği olan danışmanım Prof. Dr. Celal TUNÇER'e en içten teşekkürü bir borç bilirim. Tez izleme kurulunda ve bu tezde jüri olarak bulunan tezin yürütülmesi konusundaki katkılarından dolayı Prof. Dr. Neriman BEYHAN ve Doç. Dr. İslam SARUHAN'a teşekkürlerimi sunarım. Bu tez çalışmasında desteklerini esirgemeyerek katkı sağlayan, entomopatojenik fungusların teşhisinde yardımcı olan ve bu tez jürisinde bulunarak değerli fikirlerini paylaşan Doç. Dr. Göksel ÖZER'e ve katkı ve önerileri için jüri Prof. Dr. Kenan KARA'ya teşekkür ederim. Ayrıca, çalışmam boyunca desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen Doç. Dr. İsmail ERPER'e teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmam boyunca hiçbir destekten kaçınmayan değerli arkadaşım Arş. Gör. Elif YILDIRIM'a ve çalışmanın arazi ve laboratuvar kısmında birçok sıkıntıya rağmen her zaman yanımda olan ve her türlü desteği veren Rahman KUSHİYEV, Mehmet YILDIRIM, Mustafa Yiğit ÇELEPÇİ, Mertcan CENGİZ, Enes PABAN, Gökhan ÇETİNKAYA, Çağlar KALKAN, Gamze SERT, Sümeyra Betül ŞAHİN'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmaların yürütüldüğü alanlarda destek ve yardımlarını devamlı olarak gördüğüm Zir. Müh. Cansu TOSUN'a, Nurya ÇELİK'e, Erhan SALMAZ ve Vahit TEKBAŞ'a ve zararlının yumurtalarının elde edilmesinde bahçesini kullanmamıza izin veren ve gerekli her yerde beni yalnız bırakmayan ve destek veren dostum Dr. Öğr. Üyesi Selim BIYIK'a en içten teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim. Ayrıca, çalışmanın gerektirdiği uzun seyahatlerde gereken yerde tereddütsüz yardımına koşan dostlarım Fatih IŞIK ve Oktay KARAIŞMAİLOĞLU'na da teşekkür ederim.

İsmail Oğuz ÖZDEMİR

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
2.1. Türkiye’de Fındık Üretimi ve Önemi	6
2.2. Fındık Zararlıları	7
2.3. Fındık Yeşil kokarcası; <i>Palomena prasina</i> L. (Hemiptera: Pentatomidae)	8
2.4. Fındık Yeşil Kokarcası ile Mücadele.....	10
2.5. Pis Kokulu Böceklerin (Pentatomidae) Doğal Düşmanları	10
2.5.1. Yumurta Parazitoitleri	11
2.5.2. Yumurta Parazitoitlerinin Kullanımı.....	12
2.6. Entomopatojen Funguslar	14
2.6.1. Entomopatojen Fungusların Enfeksiyonu	16
2.6.2. Entomopatojen Fungusların Toksinleri.....	17
2.6.3 Entomopatojen Fungusların Kullanımı	18
2.7. Kaynak Özetleri	19
2.7.1. Yumurta Parazitoitleri ile İlgili Kaynak Özetleri	19
2.7.2. Entomopatojen Funguslar ile İlgili Kaynak Özetleri	23
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	27
3.1. Materyal	27
3.2. Yöntem.....	28
3.2.1. Fındık Yeşil Kokarcasının Yumurta Parazitoitlerini Belirlenmesi	28
3.2.1.1. Böceklerin toplanması ve yumurtaların elde edilmesi	28
3.2.1.2. Dondurulmuş nöbetçi yumurta kümelerinin hazırlanması	29
3.2.1.3. Nöbetçi yumurtaların araziye asılması ve parazitlenmenin değerlendirilmesi	30
3.2.1.4. Yumurta parazitoitlerinin teşhisi.....	34
3.2.2. Fındık Yeşil Kokarcasında Entomopatojen Fungusların Tespiti Üzerine Çalışmalar	36
3.2.2.1. Böceklerin toplanması.....	36

3.2.2.2. Entomopatojen fungusların izolasyonu ve saklanması	36
3.2.2.3. Entomopatojen fungusların moleküler karakterizasyonu.....	37
3.2.2.3.1. DNA izolasyonu.....	38
3.2.2.3.2. PCR çalışması	38
3.2.2.3.3. Elektroforez ve sekanslama	39
3.2.2.4. Fındık yeşil kokarcasından izole edilen entomopatojen fungusların etkinlik testleri.....	40
3.2.2.4.1. Etkinlik testlerinde kullanılan sağlıklı böceklerin toplanması.....	40
3.2.2.4.2. Spor süspansiyonlarının hazırlanması.....	40
3.2.2.4.3. Sporların canlılık testi	41
3.2.2.4.4. Ticari entomopatojen fungus preparatlarının fındık yeşil kokarcasına karşı test edilmesi.....	42
3.2.2.4.5. Entomopatojen fungus izolatlarının ve biopreparatlarının fındık yeşil kokarcasına uygulanması	43
3.2.2.4.6. Entomopatojen fungusların farklı konsantrasyonlardaki etkisi ...	44
3.2.2.4.7. Mikozis oranının belirlenmesi	44
3.3. İstatistiki Analizler.....	44
4. BULGULAR.....	45
4.1. <i>Palomena prasina</i> 'nın Yumurta Parazitoitlerinin Tür Kompozisyonu ve Parazitlenme Oranları	45
4.1.1. Samsun İlinde Tespit Edilen Parazitoit Türleri ve Yumurtaların Parazitlenme Oranları	48
4.1.2. Giresun İlinde Tespit Edilen Parazitoit Türleri ve Yumurtaların Parazitlenme Oranları	48
4.1.3. Ordu İlinde Tespit Edilen Parazitoit Türleri ve Yumurtaların Parazitlenme Oranları	49
4.1.4. Sakarya İlinde Tespit Edilen Parazitoit Türleri ve Yumurtaların Parazitlenme Oranları	50
4.1.5. Düzce İlinde Tespit Edilen Parazitoit Türleri ve Yumurtaların Parazitlenme Oranları	50
4.1.6. Yumurta Parazitoitlerinin Keşif ve Kullanım Etkinlikleri	51
4.1.7. Fındık Yeşil Kokarcasının Yumurta Paketlerinin Birden Fazla Tür Tarafından Parazitlenmesi	53
4.2. Fındık Yeşil Kokarcasından İzole Edilen Entomopatojen Funguslar	53

4.2.1. İzolatların Moleküler Karakterizasyonu.....	55
4.2.2. Entomopatojen Fungus Türlerinin Cins ve Türlerine Göre Dağılımı.....	57
4.3. Entomopatojen Fungusların Fındık Yeşil Kokarcasına Karşı Etkinlik Testleri.....	62
4.3.1. <i>Beauveria</i> İzolatlarının Fındık Yeşil Kokarcası Erginleri Üzerindeki Etkinliği ...	62
4.3.2. <i>Cordyceps configurosa</i> İzolatlarının Fındık Yeşil Kokarcası Erginleri Üzerindeki Etkinliği.....	64
4.3.3. <i>Akanthomyces muscaricus</i> İzolatlarının Fındık Yeşil Kokarcası Erginleri Üzerindeki Etkinliği.....	65
4.3.4. <i>Purpureocillium lilacinium</i> , <i>Isaria fumorosea</i> ve <i>Bionectria sp.</i> İzolatlarının Fındık Yeşil Kokarcası Erginleri Üzerindeki Etkinliği.....	67
4.4. Ticari Entomopatojen Fungus Preparatlarının Fındık Yeşil Kokarcasının Erginleri Üzerindeki Etkinliği.....	68
4.5. Entomopatojen Fungusların Farklı Konsantrasyonlardaki Etkisi	69
5. TARTIŞMA.....	72
5.1. Yumurta Parazitoitleri ve Etkinlikleri.....	73
5.1.1. Yumurta Parazitoidleri ve Alternatif Konukçular Üzerine Muhtemel Etkileri	76
5.2. Entomopatojen Funguslar ve Etkinlikleri	78
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	85
KAYNAKLAR	86
ÖZ GEÇMİŞ.....	97

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
µg	Mikrogram
µL	Mikrolitre
cm	Santimetre
dk	Dakika
ha	Hektar
L	Litre
LC ₅₀	Popülasyonun %50'sini öldüren konsantrasyon
LT ₅₀	Popülasyonun %50'sini öldüren zaman
mL	Mililitre
mm	Milimetre
mm ²	Milimetre kare
NaCl	Sodyum klorür
pH	Çözeltinin asitlik, bazlık derecesini ifade eden ölçü birimidir.
sn	Saniye
uv	Ultraviyole

Kısaltmalar

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Bp	Baz çifti
DNA	Deoksiribonükleik asit
EF1-α	Uzama Faktörü 1
FAO	Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
ITS	İç transkript spacer
NCBI	Amerikan Ulusal Biyoteknoloji Enformasyon Merkezi
PCR	Polimeraz zincir reaksiyonu
PDA	Patates dekstroza agar
SPSS	Sosyal Bilimlerde İstatistik Paketi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Fındık bahçesinden bir görünüm.....	7
Şekil 2.2. <i>Palomena prasina</i> 'nın erkek ve dişi (a) ve yumurta kümesi (b)	9
Şekil 2.3. <i>Palomena prasina</i> 'nın farklı nimf dönemleri.....	9
Şekil 2.4. <i>Palomena prasina</i> 'nın fındıkta sebep olduğu lekeli iç (a), buruşuk iç (b), sarıkaramuk (c), karakaramuk (d).....	10
Şekil 2.5. Entomopatojen fungus enfeksiyon şeması (Sönmez, 2012).....	17
Şekil 3.1. Çarşaf yöntemi (a) ile toplanan böcekler (b).....	28
Şekil 3.2. Toplanan böceklerin yumurtlamak üzere kafeslere alınması	29
Şekil 3.3. Kafeslerden elde edilen <i>Palomena prasina</i> yumurtaları	29
Şekil 3.4. <i>Palomena prasina</i> 'nın nöbetçi yumurta paketlerinin fındık dallarına yerleştirilmesi.....	30
Şekil 3.5. <i>Palomena prasina</i> yumurta kümesi; (a) doğal, (b) parazitlenmiş erken dönem, (c) parazitoit çıkışına yakın dönem ve (d) parazitoit çıktıktan sonra	32
Şekil 3.6. Çalışmanın yapıldığı illerin coğrafik konumları	32
Şekil 3.7. Scelionidae familyasına ait bir <i>Trissolcus</i> türü	35
Şekil 3.8. Scelionidae familyasına ait bir parazitoitin tergumlarının görünümü	35
Şekil 3.9. Scelionidae familyasına ait bir parazitoitin kanat ve anten yapısı.....	35
Şekil 3.10. <i>Palomena prasina</i> 'da aşılama sonrası PDA ortamında gelişen fungus.....	37
Şekil 3.11. Entomopatojen fungus kültürleri; <i>Isaria fumosorosea</i> TR-SM-4 (a) ve <i>Cordyceps confragosa</i> TR-GR-1 (b) izolatu	41
Şekil 3.12. Fungus sporlarının kazınması (a) ve süzülerek misel parçalarının uzaklaştırılması (b).....	41
Şekil 3.13. <i>Beauveria bassiana</i> TR-SM-2 izolatının çimlenen sporları	42
Şekil 3.14. Çalışmada kullanılan ticari entomopatojen fungus preparatları	43
Şekil 4.1. İzolatlardan elde edilen ITS bölgelerine ait PCR ürünleri, DNA markör: Lambda DNA/HindIII Marker (Thermo Scientific, ABD)	56
Şekil 4.2. <i>Palomena prasina</i> 'dan elde edilen entomopatojen fungus izolatlarına ait neighbor-joining dendrogramı, bootstrap 1000 tekrarlı olarak.....	57
Şekil 4.3. <i>Beauveria bassiana</i> (TR-SM-10)'nın PDA besiyerinde gelişmesi	59
Şekil 4.4. <i>Beauveria pseudobassiana</i> (TR-SM-2)'nin PDA besiyerinde gelişmesi	60
Şekil 4.5. <i>Cordyceps confragosa</i> (TR-GR-1)'in PDA besiyerinde gelişmesi	60
Şekil 4.6. <i>Akanthomyces muscarius</i> (TR-SK-4)'ün PDA besiyerinde gelişmesi	61
Şekil 4.7. <i>Purpureocillium lilacinum</i> (TR-D-3)'ün PDA besiyerinde gelişmesi	61
Şekil 4.8. <i>Beauveria</i> izolatları uygulanmış <i>Palomena prasina</i> erginlerinin günlük ölüm oranları	63
Şekil 4.9. <i>Beauveria bassiana</i> (TR-D-2) izolatının <i>Palomena prasina</i> ergini üzerindeki gelişmesi....	63
Şekil 4.10. <i>Beauveria bassiana</i> (TR-SM-10) izolatının <i>Palomena prasina</i> ergini üzerindeki gelişmesi	64
Şekil 4.11. <i>Cordyceps configurosa</i> izolatları uygulanmış <i>Palomena prasina</i> erginlerinin günlük ölüm oranları.....	65
Şekil 4.12. <i>Cordyceps configurosa</i> (TR-SM-13) izolatının <i>Palomena prasina</i> ergini üzerindeki gelişmesi	65
Şekil 4.13. <i>Akanthomyces muscarius</i> izolatları uygulanmış <i>Palomena prasina</i> erginlerinin günlük ölüm oranları.....	66

Şekil 4.14. <i>Akanthomyces muscarius</i> (TR-SK-4) izolatının <i>Palomena prasina</i> ergini üzerindeki gelişmesi	67
Şekil 4.15. <i>Purpureocillium lilacinum</i> , <i>Isaria fumorosea</i> ve <i>Bionectria</i> sp. izolatları uygulanmış <i>Palomena prasina</i> erginlerinin günlük ölüm oranları	68
Şekil 4.16. Biyolojik preparatlar uygulanmış <i>Palomena prasina</i> erginlerinin günlük ölüm oranları...	69
Şekil 4.17. <i>Beauveria</i> izolatları uygulanmış <i>Palomena prasina</i> erginlerinin günlük ölüm oranları	70
Şekil 4.18. <i>Beauveria bassiana</i> (TR-D-1) izolatının <i>Palomena prasina</i> ergini üzerindeki gelişmesi..	71
Şekil 4.19. <i>Beauveria bassiana</i> (TR-SM-2) izolatının <i>Palomena prasina</i> ergini üzerindeki gelişmesi	71



TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Dünya Fındık Üretimi (Kabuklu/Ton) (Hekimoğlu ve Altındağ, 2019).....	6
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller ve kullanım amaçları	27
Tablo 3.2. <i>Palomena prasina</i> 'ya karşı etkinlikleri test edilen ticari preparatların ismi, içerdiği fungus türü, hedef zararlısı ve tavsiye dozu	43
Tablo 4.1. <i>Palomena prasina</i> yumurta parazitoitlerinin bulunduğu bölgelerin bilgileri ve birey sayıları	46
Tablo 4.2. Karadeniz ve Marmara bölgelerinde <i>Palomena prasina</i> 'nın fındık bahçelerine asılan dondurulmuş yumurta kümelerinden elde edilen parazitoitlerin tür kompozisyonu ve parazitlenme oranları (2018-2019)	47
Tablo 4.3. Samsun'da <i>Palomena prasina</i> 'nın fındık bahçelerine asılan dondurulmuş yumurta kümelerinden elde edilen parazitoitlerin tür kompozisyonu ve parazitlenme oranları (30 May.-6 Haz. 2018).....	48
Tablo 4.4. Giresun ili <i>Palomena prasina</i> 'nın fındık bahçelerine asılan dondurulmuş yumurta kümelerinden elde edilen parazitoitlerin tür kompozisyonu ve parazitlenme oranları (20-27 Mayıs 2018).....	49
Tablo 4.5. Ordu ili <i>Palomena prasina</i> 'nın fındık bahçelerine asılan dondurulmuş yumurta kümelerinden elde edilen parazitoitlerin tür kompozisyonu ve parazitlenme oranları (27 May.-3 Haz. 2019).....	49
Tablo 4.6. Sakarya ili <i>Palomena prasina</i> 'nın fındık bahçelerine asılan dondurulmuş yumurta kümelerinden elde edilen parazitoitlerin tür kompozisyonu ve parazitlenme oranları (25 May.-1 Haz. 2019).....	50
Tablo 4.7. Düzce ili <i>Palomena prasina</i> 'nın fındık bahçelerine asılan dondurulmuş yumurta kümelerinden elde edilen parazitoitlerin tür kompozisyonu ve parazitlenme oranları (25 May.-1 Haz. 2019).....	51
Tablo 4.8. Marmara ve Karadeniz Bölgesi fındık bahçelerinde <i>Palomena prasina</i> 'nın başlıca yumurta parazitoitinin dondurulmuş yumurta kümeleri üzerine keşif ve kullanım etkinliği (% ortalama± sh)	52
Tablo 4.9. Çalışmada kullanılan <i>Palomena prasina</i> 'nın toplandığı bölgelerin bilgileri ve birey sayıları	54
Tablo 4.10. <i>Palomena prasina</i> 'dan elde edilen entomopatojen fungus izolatlarının kodu, türleri, toplanma tarihi ve bulunduğu iller.....	55
Tablo 4.11. <i>Palomena prasina</i> 'dan elde edilen entomopatojen fungus türleri ve GenBank erişim numaraları.....	58
Tablo 4.12. <i>Palomena prasina</i> 'dan elde edilen entomopatojen fungus türlerinin taksonomik bilgileri (Mycobank'tan alınmıştır)	58
Tablo 4.13. <i>Palomena prasina</i> 'dan elde edilen entomopatojen fungus cinslerinin illere göre dağılımı	59
Tablo 4.14. <i>Beauveria bassiana</i> ve <i>Beauveria pseudobassiana</i> izolatlarının <i>Palomena prasina</i> erginlerine uygulanması sonucu LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri (gün)	62
Tablo 4.15. <i>Cordyceps confragosa</i> izolatlarının <i>Palomena prasina</i> erginlerine uygulanması sonucu LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri (gün)	64
Tablo 4.16. <i>Akanthomyces muscarius</i> izolatlarının <i>Palomena prasina</i> erginlerine uygulanması sonucu LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri (gün).....	66
Tablo 4.17. <i>Purpureocillium lilacinum</i> , <i>Isaria fumorosea</i> ve <i>Bionectria</i> sp. izolatlarının <i>Palomena prasina</i> erginlerine uygulanması sonucu LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri (gün).....	67
Tablo 4.18. Biyolojik preparatların <i>Palomena prasina</i> erginlerine uygulanması sonucu LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri (gün)	68

Tablo 4.19. Etkili olan izolatların <i>Palomena prasina</i> erginlerine uygulanması sonucu LT_{50} ve LT_{90} değerleri (gün)	70
---	----



1. GİRİŞ

Fındığın anavatanı olan Türkiye, Dünya fındık üretiminin yaklaşık olarak %66'sını gerçekleştirmektedir. Ülkemizde 728 bin hektar alanda fındık yetiştiriciliği yapılmakta ve yıllık ortalama 515 bin ton fındık üretilmektedir. Bunun yanı sıra, Türkiye, Dünya toplam fındık ihracatının %75'ini karşılamakta olup, bu ihracat geliri ile de ülke ekonomisine önemli katkı sağlayarak, yaklaşık 500.000 fındık üreticisi ailenin geçimine doğrudan etki etmektedir (Hekimoğlu ve Altındağ, 2019).

Türkiye, Dünya fındık üretiminde en yüksek paya sahip olmasına rağmen, ABD, Gürcistan, İtalya ve Azerbaycan gibi fındık üreten ülkelerden birim alan başına verimi daha düşük bir seviyededir. Buna etki eden coğrafik ve agronomik nedenlerin yanı sıra, zararlılar ve hastalıklar fındık verimini etkileyen önemli unsurların başında gelmektedir. Ülkemiz fındık bahçelerinde yüzlerce böcek ve akar türü bulunmasına rağmen, bunların içerisinde 16 böcek ve akar türü, yıllara ve bölgelere göre değişmekle birlikte ekonomik açıdan önemli zararlılar olarak nitelendirilmektedir (Tuncer and Ecevit, 1996; Tuncer, et al., 2017). Bu zararlılardan bazıları vejetatif aksam ve odun dokusunda zarar yaparak verimi dolaylı olarak etkilerken, bazıları ise meyveler üzerinden beslenerek doğrudan zarar oluşturmaktadır. Bu zararlılar arasında Hemiptera takımının Pentatomidae, Coreidae, Acanthosomatidae familyalarına ait pis kokulu böcekler, sokucu emici ağız yapılarıyla direk olarak fındık meyvelerinde beslenmeleri sonucunda verim ve iç kalitesinde önemli kayıplara sebep olmaktadır (Kurt, 1975; Tuncer, vd., 2002). Fındık bahçelerinde yapılan araştırmalar sonucunda *Palomena prasina* L., *P. viridissima* L., *Rhaphigaster nebulosa* Poda, *Carpocoris purpureipennis* (De Geer), *Dolycoris baccarum* L., *Nezara viridula* L., *Eusarcoris inconspicuus* (H. Sch.), *Holcostethus vernalis* Wolff, *Eurydema oleraceum* L., *Piezodorus lituratus* F., *Pinthaeus sanguinipes* F., *Halyomorpha halys* (Stal), *Apodiphus amygdali* (De Geer) (Hemiptera: Pentatomidae), *Gonocerus acuteangulatus* (Goeze) (Hemiptera: Coreidae) ve *Acanthosoma haemorrhoidale* L., *Elasmucha grisea* L. (Hemiptera: Acanthosomatidae) gibi pis kokulu böcek türlerinin varlığı tespit edilmiştir (Işık, vd., 1987; Tuncer and Ecevit, 1997; Tuncer, et al., 2005; Tuncer, vd., 2018; Özdemir and Tuncer, 2021; Özdemir, et al., 2021). Türkiye fındık üretim alanlarında bulunan bu pis kokulu böceklerden fındık yeşil kokarcası [*P. prasina* (Hemiptera: Pentatomidae)] yaklaşık %85 yoğunluk ile fındık bahçelerinin tümünde ekonomik zarar eşiğinin üzerinde bulunması bakımından en önemli tür olarak

karşımıza çıkmaktadır (Işık, vd., 1987; Saruhan, 2004; Tuncer, et al., 2005). Bunun yanı sıra, zararlı Dünya’da bazı ülkelerde farklı konukçu bitkilerde bulunsa da, popülasyon seviyesinin düşük olması nedeniyle önem arz etmezken, İtalya ve Gürcistan’da fındık üretiminde sorun oluşturan pis kokulu böcekler içerisinde yer almaktadır (Bosco, et al., 2018; Moraglio, et al., 2018).

Zararlının ergin ve nimf olmak üzere her iki biyolojik dönemi fındık meyvelerini sokup emerek zarara neden olurlar. Fındık yeşil kokarcası fındıkları sokup emmek suretiyle, fındık meyvesinin erken gelişme döneminde “sarıkaramuk” ve “karakaramuk” zararına; fındık iç bağlamaya başladığı dönemde, “buruşuk iç” zararına ve iç fındıkta emilen bölgelerde kahverengi, sarımsı ve beyaz renklerde lekeler halinde karakterize edilen “lekeli iç (urlu iç)” zararına sebep olmaktadır. Bu lekeli iç zarar tipi, kabuklu fındıkta dış görünüş ile ayırt edilemediğinden, üretici ürününü sorun çıkmadan satabilmektedir. Fakat özellikle fındık ihraç eden firmalar için “lekeli iç” şeklindeki zarar oldukça önem arz etmekte olup, ürünün tat ve görünümünü bozarak özellikle çikolata yapımı ve kuruyemiş olarak kullanımı aşamasında sorun yaratmaktadır (Saruhan and Tuncer, 2010; Ak, et al., 2018). Türkiye’de fındık fabrikalarında işlenen ürünlerde yürütülen 5 yıllık bir çalışma sonucunda lekeli iç zararı ortalama %5 civarında olurken zaman zaman bu oranın %20’ye ulaştığı görülmüştür (Tuncer, et al., 2005). 2014 ve 2016 yılları arasında böceğin popülasyon yoğunluğuna bağlı olarak değişen bu zarar %3.79-11.53 arasında tespit edilmiş olup, önemli derecede ekonomik kayba sebep olduğu bildirilmiştir (Ak, et al. 2018).

Yukarıda bahsedildiği üzere dünya fındık üretiminin ve ihracatının çok önemli bir kısmının Türkiye tarafından karşılandığı göz önüne alınırsa fındık üretimini ve kalitesini olumsuz etkileyen bu zararlı ile mücadele kaçınılmaz bir hale gelmektedir. Ülkemizde bu zararlı ile mücadelede halen tek seçenek kimyasal insektisitlerdir. Zararlıya karşı geliştirilecek alternatif mücadele metotları çevre ve insan sağlığının korunmasının yanı sıra ülke ekonomisine de katkı sağlayacaktır. Bu alternatif mücadele metotları içerisinde biyolojik mücadele çevre ve insan sağlığına dost, uzun vadeli ve sürdürülebilir bir mücadele yöntemi olması nedeniyle önemli derecede bir ilgi görmektedir. Bu kapsamda kullanılan doğal düşmanlardan predatörler, yumurta, nimf ve ergin parazitoidleri ve fındık üretim alanlarının iklim şartları düşünüldüğünde entomopatojen funguslar önem arz eden biyolojik etmenlerdir. Bu etmenlerin, doğal

olarak fındık yetiştirilen bir ekosistemde tek başlarına pek çok zararlıyı kontrol edebilecek potansiyel taşıdığı bildirilmiştir (AliNiazee, 1998).

Fındık yeşil kokarcasının doğal düşmanları ile ilgili Dünya’da birkaç çalışma mevcut olmasına rağmen, ülkemizde zararlının doğal düşmanları ile ilgili herhangi bir kapsamlı çalışma mevcut değildir. İtalya’da zararlının doğal düşmanı olarak predatör *Deraeocoris flavilinea* (Costa) (Hemiptera: Miridae) ve yumurta parazitoiti *Telenomus* sp. tespit edilirken (Silvestri, 1940), ülkemizde fındık bahçelerinde, sadece tek bir lokasyonda yürütülen çalışmada ergin ve nimf parazitoiti olarak *Gymnosoma rotundatum* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Tachinidae) ve yumurta parazitoiti olarak *Trissolcus grandis* (Thomson) [*Tr. belenus* (Walker) sensu’nun junior synonym (Tortorici vd, 2019)] belirlenmiştir (Kurt, 1975). Haye et al., (2015) tarafında İsviçre’de yürütülen yumurta parazitoti surveyi sonucunda, *Tr. semistriatus* (Nees von Esenbeck) ve *Te. chloropus* (Thomson) [*Te. turesis* (Walker) sensu’nun junior synonym (Mineo, et al., 2010)]’un fındık yeşil kokarcasının yumurtalarını parazitlediği tespit edilmiştir. Kuzey İtalya’da aralarında fındık bahçelerinde bulunduğu farklı alanlardan, böceğin doğal olarak bıraktığı yumurta paketlerinin toplanması sonucunda, *Tr. kozlovi* Ryakhovskii (Moraglio, et al., 2020), *Acroclisoides sinicus* (Huang & Liao), *Anastatus bifasciatus* (Geoffroy), *Telenomus* sp1., *Tr. belenus* ve *Tr. cultratus* (Mayr) (Moraglio, et al., 2021) tespit edilmiştir. Zararlının doğal düşmanları içerisindeki predatörlerin, ergin ve nimf parazitoitlerinin tüm pis kokulu böceklerde olduğu gibi zararlıların popülasyonunu kontrol etmede düşük bir potansiyele sahip olduğu ve en etkili biyolojik mücadele unsurunun yumurta parazitoitleri olduğu bildirilmiştir (Yeargan, 1979; Buschman and Whitcomb, 1980; McPherson, 2018).

Fındık yeşil kokarcasının yumurtalarına saldıran parazitoitlerin, böceğin popülasyonunu saha koşulları altında baskılamadaki etkinliğinin değerlendirilmesi çevre dostu bir mücadele yaklaşımı için önem arz etmektedir. Doğal veya insan tarafından değiştirilen ekosistemlerde zararlı böcekler üzerine doğal düşmanların etkisinin anlaşılması biyolojik kontrolün başarısını değerlendirmenin merkezinde yer almaktadır. Bu amaçla, yumurta parazitoitleri için yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri, nöbetçi (sentinel) yumurta kümelerinin araziye yerleştirilmesi ve bunların geri toplanarak takibinin yapılmasıdır (Orr and Landis, 1997; Jones, et al., 2014). Nöbetçi yumurta kümesi surveylerinde kullanılan yumurta kümeleri araziye

yerleştirilmeden önce canlı veya dondurulmuş olmasına göre ikiye ayrılmakta olup, nöbetçi yumurtalar daha yüksek seviyelerde parazitoit gelişimini elde etmek, araziye yerleştirilen yumurtalardan nimflerin çıkıp yayılmasını engellemek ve/veya araziye yerleştirmeden önce zararlının yumurtalarını depolamak amacıyla kullanılmaktadır (Haye, et al., 2015; Herlihy, et al., 2016).

Özetle, ülkemiz fındık üretim alanlarında önemli bir sorun olan fındık yeşil kokarcasına karşı kimyasal mücadele dışında hiçbir alternatif mücadele yönteminin olmaması, yumurta parazitoitleri ile yapılacak biyolojik mücadelenin daha ekonomik, uzun vadeli, çevre dostu ve kendi kendini sürdürebilir alternatif bir metot olması nedeniyle bu konuda daha detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu görölmektedir.

Diğer yandan, fındık yeşil kokarcası gibi pis kokulu böceklerin doğal düşmanlarından olan entomopatojen funguslar, uygun çevresel koşullar altında konukçu yüzeyinde sporulasyon meydana getirerek böcek popölasyonlarında epizootik çoğalabilme yeteneğindedir (Jaronski, 2010; Butt, et al., 2016). Dahası, entomopatojen fungusların böceklerde enfeksiyon oluşturabilmeleri için direkt temas gibi bir zorunluluğu yoktur. Böceklerin, entomopatojen fungus uygulanan yüzeylere sonradan temas etmesi halinde de funguslar konukçularına penetre olarak enfeksiyon oluşturabilme yeteneğindedir (Castrillo, et al., 2013). Fakat entomopatojenik fungusların doğal bolluğu, tarımsal ürünlerdeki zararlı böcekleri kontrol etmek için genellikle yetersizdir, bu nedenle fungal sporların yapay uygulamaları mevcut inokulum miktarını artırmak için kullanılabilir (Moscardi, et al., 1987; Jaronski, 2010). Fındık yeşil kokarcasının etkili biyolojik kontrolü, uygun bir entomopatojenik fungusla gerçekeştirilebilirse, Türkiye fındık bahçelerinde entegre mücadele kapsamında zararlı ile mücadelede insektisit kullanımını azaltabilme potansiyeli taşımaktadır.

Dünya'da ve Türkiye'de entomopatojenik funguslarla fındık yeşil kokarcasının kontrol potansiyelini belirlemek amacıyla yapılan araştırmalar oldukça kısıtlıdır ve yalnızca Erper et al. (2016) tarafından *Simplicillium lamellicola*, *Lecanicillium muscarium* zararlıdan izole edilmiş ve *L. muscarium* en virölens tür olarak belirlenmiştir. Ayrıca ülkemizde, fındık yeşil kokarcasının kontrolü için ruhsatlı hiçbir biyoinspektisit bulunmamaktadır. Fakat Türkiye'nin başlıca fındık üretim alanlarını kapsayan Karadeniz bölgesi yağışlı ve nemli çevresel şartları ve düşük yıllık sıcaklıkları nedeniyle entomopatojenik fungusların kullanımına uygundur (Erper, et

al., 2016). Ayrıca, bu bölgeden ve hedef zararlıdan elde edilecek yerli izolatlar, zararlı tür ile ekolojik uyumluluğa sahip olacak ve egzotik izolatlarla karşılaştırıldığında hedef olmayan organizma üzerine etki riskini önemli derecede azaltacaktır (Sevim, et al., 2010). Bu sebeple, fındık yeşil kokarcasının entomopatojen funguslar ile kontrolü hususunda öncelikle sahada etkili olan türlerin ve izolatların tespitine yönelik daha kapsamlı bir araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç olarak, fındık bahçelerinde zararlı olan fındık yeşil kokarcasına karşı şu an tek mücadele yöntemi olan kimyasal mücadeleye alternatif, etkili ve güvenli mücadele yöntemi olarak başta yumurta parazitoitlerinin ve entomopatojen fungusların detaylı bir şekilde araştırılması önem arz etmektedir. Bu nedenle, bu tez kapsamında ülkemizin ana fındık üretim alanlarından Samsun, Ordu, Giresun, Düzce ve Sakarya illerinde zararlı yumurtalarını parazitletleyen türlerin kompozisyonu ve parazitleme oranlarının dondurulmuş nöbetçi yumurtalar ile belirlenmesi ve böylece gelecekte zararlıya karşı olası inundative biyolojik mücadele için gerekli aday parazitoidlerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca, yumurta parazitoidlerinin belirlenmesi, fındık üretim alanlarında yeni görülen ve taksonomik olarak fındık yeşil kokarcasına çok benzer bir tür olan *H. halys* ile yapılması düşünülen klasik biyolojik mücadele için de önem arz etmektedir. Nitekim birçok çalışma her iki türün yumurta parazitoidlerinin çoğunlukla ortak olduğunu göstermektedir. Yine, fındık üretim alanlarında zararlı üzerinde etkili olan entomopatojenik fungusların izole edilmesi, moleküler teşhisinin yapılması ve laboratuvar koşulları altında en ümit vadeden izolatların belirlenmesi, gelecek dönemde fındık yeşil kokarcasına karşı yerli ticari preparatlar geliştirilmesi için de gerekli altyapıyı hazırlayacaktır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Türkiye’de Fındık Üretimi ve Önemi

Fındık, Dünya’da özellikle 36-41 kuzey enlemlerinde uygun iklim koşullarında yetiştirilmektedir. Dünya fındık üretiminin büyük bölümü Türkiye’de gerçekleştirilmektedir. Türkiye’nin fındık üretim alanı 728 bin hektardır. Türkiye’den sonra sırasıyla İtalya, İspanya ve ABD başta olmak üzere diğer ülkelerde yaklaşık 200 bin hektar alanda fındık üretimi yapılmaktadır. Son 5 yıllık ortalama veriler dikkate alındığında ülkemiz üretimi 515 bin ton, diğer ülkelerin üretimi ise 288 bin ton civarındadır (Tablo 2.1). Dünya fındık üretiminin yaklaşık %66’sını gerçekleştiren Türkiye’yi sırasıyla İtalya, Gürcistan ve Azerbaycan takip etmektedir. Ülkemiz ekonomisinde önemli bir yeri olan fındık, ihracat geliri ile de ekonomimize önemli katkı sağlamaktadır. Dünya fındık ihracatının %75’ini gerçekleştiren Türkiye, 2017 yılında 320 bin ton kabuklu fındık ihraç etmiş ve bunun neticesinde 2 milyar dolar döviz girdisi elde edilmiştir. Diğer önemli fındık ihracatçısı ülkeler ise İtalya, Gürcistan, ABD, Azerbaycan ve Almanya’dır (Hekimoğlu ve Altındeğer, 2019).

Tablo 2.1. Dünya Fındık Üretimi (Kabuklu/Ton) (Hekimoğlu ve Altındeğer, 2019)

Ülkeler	Yıllar				
	2014	2015	2016	2017	2018
Türkiye	450.000	646.000	420.000	675.000	515.000
İtalya	80.000	125.000	130.000	90.000	115.000
Gürcistan	38.000	50.000	60.000	80.000	80.000
Azerbaycan	30.000	40.000	50.000	65.000	70.000
ABD	35.000	27.850	39.000	27.000	50.000
İspanya	18.000	22.000	18.000	19.000	16.000
Şili	13.000	12.000	18.000	25.000	25.000
İran	10.000	10.000	10.000	12.000	12.000
Çin	5.000	5.000	5.500	6.000	9.000
Fransa	9.600	9.600	9.600	4.050	4.050
Diğerleri	5.400	5.400	15.400	25.450	26.450

Türkiye’de yaklaşık 500 bin aile fındık üretmektedir. Üretici, tüccar, fabrikacı ve ihracatçıları temel alarak bir hesap yapılacak olursa, fındık tarımı doğrudan ve dolaylı olarak 5 milyon kişiyi ilgilendirmektedir. Bu nedenle, gerek ihracat ile sağlanan gelir gerekse bu bölgelerde bulunan nüfusa istihdam sağlaması açısından fındık ülkemiz için stratejik bir öneme sahiptir (Hekimoğlu ve Altındeğer, 2019).

Fındık, Türkiye’de yoğun olarak Karadeniz ve kısmen de Marmara Bölgesi’nde yetiştirilmektedir. Fındık yetiştiriciliğinin ruhsatlı olarak yapıldığı iller Artvin, Rize, Trabzon, Giresun, Gümüşhane, Ordu, Samsun, Sinop, Kastamonu, Bartın, Bolu, Tokat, Zonguldak, Düzce, Sakarya ve Kocaeli’dir. Özellikle de fındık üretiminin %85’i Ordu, Samsun, Giresun, Sakarya ve Düzce illerinde gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2018). Fındık üretiminin en fazla yapıldığı il ise Ordu’dur. Ülkemizde, Doğu Karadeniz’de, fındık bahçelerinin genelde yaşlı, ocakların ise sık dikili olmasından dolayı verim seviyesi, Batı Karadeniz illerine göre daha düşüktür. Ayrıca Batı Karadeniz illerinde fındık bahçelerinin daha büyük olması da bu bölgedeki verimliliği artıran unsurlardandır. Bu nedenle bölgedeki dikim alanları hızla artmış, üretim alanları genişlemiş ve bahçe tesisi verimli taban arazilere kadar yayılmıştır (Hekimoğlu ve Altındağ, 2019).



Şekil 2.1. Fındık bahçesinden bir görünüm

2.2. Fındık Zararlıları

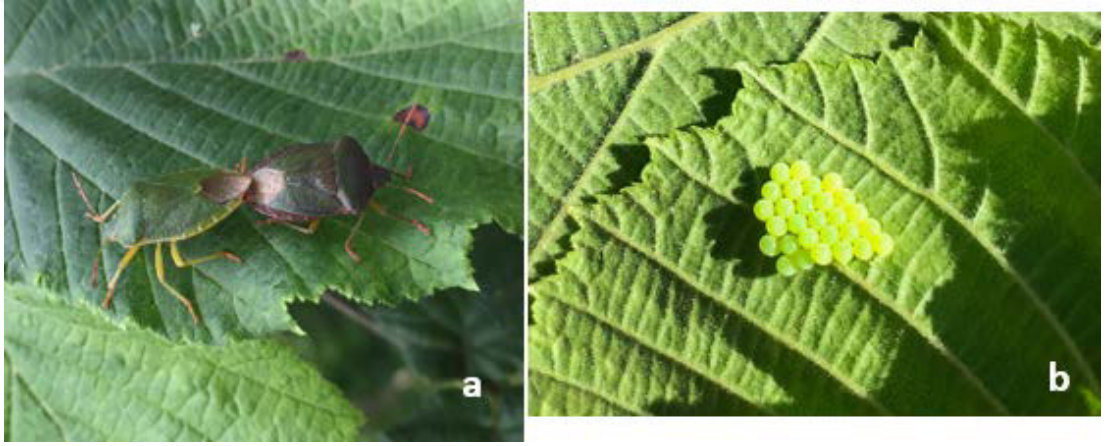
Ülkemiz dünya fındık üretimi ve alanı bakımından birinci sırada gelmesine rağmen, birim alandan elde edilen verimin diğer ülkelere kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir. Verim düşüklüğüne sebep olan başka faktörlerin olmasının yanı sıra pek çok fındık zararlısının bulunması ve bunlar ile zamanında, uygun ve etkili bir mücadele yapılmaması verimi önemli derecede etkilemektedir. Fındık yetiştiriciliği yapılan alanlarda yaklaşık 150’den fazla böcek ve akar türü belirlenmesine rağmen,

bu zararlıların 10-15 tanesi fındık üretilen bölgelere ve yıllara göre ekonomik zarara sebep olduğu bildirilmiştir (Işık, vd, 1987; Tuncer and Ecevit, 1997). Başlıca zararlılar; fındık kurdu (*Curculio nucum* L.: Coleoptera, Curculionidae), fındık yeşil kokarcası (*P. prasina* L.: Hemiptera, Pentatomidae), Amerikan beyaz kelebeği (*Hyphantria cunea* Drury: Lepidoptera, Erebiidae), kozalak akarı (*Phytoptus avellana* Nalepa; Trombidiformes, Phytoptidae) ve yazıcı böcekler (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae)'dir. Doğrudan meyvede zararlı olması sebebiyle fındık kurdu verimi önemli derecede etkileyebilecek zararlıların başında gelmektedir. Bu sebeple üreticiler, her yıl mayıs-haziran aylarında 1-2 kez ilaç uygulaması yapmaktadır (Tuncer, vd, 2018). Fındıkta verim ve kaliteyi önemli derecede etkileyen, yaygınlık ve yoğunluğu en yüksek pis kokulu böcek türlerinden biri olan fındık yeşil kokarcası, ülkemizde fındık yetiştirilen alanların tamamında önemli bir problem olarak görülmektedir (Tuncer, et al., 2005). Bu zararlı, erken dönemde boş meyve oluşumuna (sarıkaramuk), meyve gelişimine ve fındık iç bağlamaya başladığı dönemde ise yine boş meyvelerden ibaret olan karakaramuk, buruşuk iç zararına ve iç fındıkta emilen bölgelerde "lekeli iç" zararına sebep olmaktadır. Lekeli iç zararı ihracatçılar için hala önemli bir sorun teşkil etmektedir.

2.3. Fındık Yeşil kokarcası; *Palomena prasina* L. (Hemiptera: Pentatomidae)

Fındık yeşil kokarcasının erginleri 11-14 mm boyunda ve yeşilimsi renktedir (Şekil 2.2a). Bazı erginler sonbahardan itibaren kahverengine dönüşmektedir. Yumurtaları sarımsı yeşilimsi renkte olup, fiçi şeklindedir. Kışı ergin dönemde dökülmüş yapraklar altında veya arasında ve diğer korunaklı yerlerde geçirecek, mart sonu nisan başında sıcaklıkların 18-20 °C'ye ulaşmasıyla kışlakları terk ederler. Kışlaklardan çıkan erginler, beslenmeye başlarlar ve çiftleşerek genellikle 14-28'li kümeler halinde (Şekil 2.2b) yumurta bırakmaya başlarlar. Yumurtalar sıcaklığa bağlı olarak değişmekle birlikte ortalama 8-10 gün içerisinde açılarak birinci dönem nimfler çıkar. Çıkan nimfler, birinci dönemi toplu halde yumurta kümesi üzerinden toplu halde beslenerek endosimbiyont bakterileri vücutlarına alırlar. İkinci döneme geçen nimfler yabancı otlar üzerinde bu dönemi geçirdikten sonra üçüncü dönem olurlar ve fındık ağaçlarına geçerek zarar oluşturmaya başlarlar. Bu şekilde beş nimf dönemi geçirecek ergin olmaktadır. Zararının her iki biyolojik dönemi, erginler ve nimfler (Şekil 2.2a, 2.3) fındık meyvelerini sokup emerek zarara sebep olmaktadır. Fındık yeşil

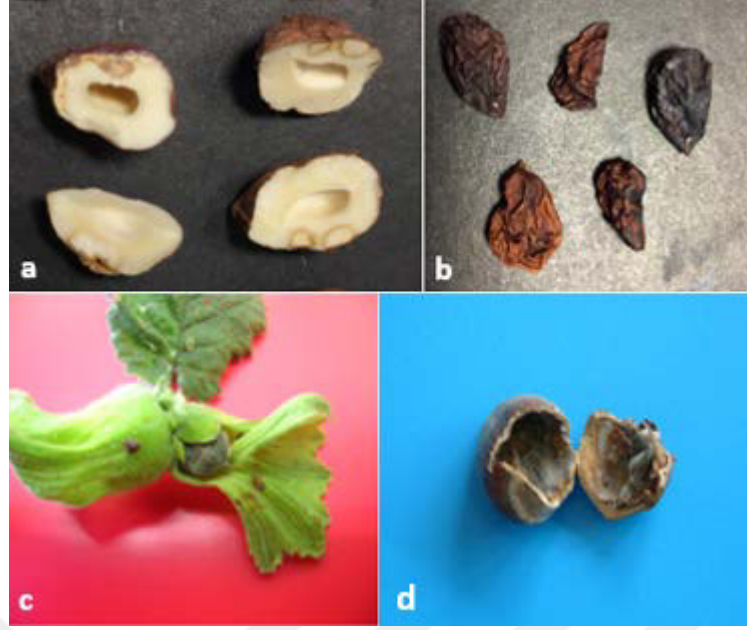
kokarcası fındığın gelişme dönemine bağlı olarak 4 farklı şekilde zarara sebep olmaktadır. Fındığın normal iriliğine ulaşmaya kadar geçen dönem içerisinde böceğin beslenmesi sonucu zarar gören meyveler “sarı karamuk”, kabuk normal iriliğe ulaştıktan iç dolduruncaya kadar geçen dönemde zarar gören meyveler ise “kara karamuk” olarak isimlendirilir. Meyvelerin iç doldurmaya başladığı dönemde emilmek suretiyle “buruşuk iç” zararı oluşmaktadır. Erginler ve nimfler, olgunlaşmakta olan meyveleri sokup emmek suretiyle iç fındıkta emilen bölgelerde kahverengi, sarımsı ve beyaz renklerde lekeler halinde karakterize edilen “lekeli iç” zararına sebep olurlar (Şekil 2.4). Zararının sebep olduğu tüm bu zararlar, hem ürün kaybına sebep olurken, hem de ihracat için büyük sorun teşkil eden lekeli iç zararı önemli derecede kalite kaybına sebep olmaktadır (Saruhan and Tuncer, 2010).



Şekil 2.2. *Palomena prasina*'nın erkek ve dişi (a) ve yumurta kümesi (b)



Şekil 2.3. *Palomena prasina*'nın farklı nimf dönemleri



Şekil 2.4. *Palomena prasina*'nın fındıkta sebep olduğu lekeli iç (a), buruşuk iç (b), sarıkaramuk (c), karakaramuk (d)

2.4. Fındık Yeşil Kokarcası ile Mücadele

Ülkemizde zararlıya karşı fındık bahçelerinde kimyasal mücadele dışında kullanılan bir yöntem bulunmamaktadır. Mücadele, genelde Mayıs ayı içinde kışlamış erginlere karşı yapılmaktadır. İlaçlama yapmaya karar verirken ortalama büyüklükte bir bahçede (1-10 da) 10 ocak beyaz bir çarşaf üzerine silkelenerek düşen erginler sayılır. 10 ocakta ortalama 1 veya daha fazla kışlamış ergin bulunursa bahçelerde ilaç uygulaması yapılır. İlerleyen dönemde nimflerin tespit edildiği bahçelerde de Temmuz ayının ilk yarısından itibaren, yukarıda bahsedilen yöntem kullanılarak ocak başına 1 nimf bulunan bahçeler de ilaçlama yapılmalıdır (TAGEM, 2017).

2.5. Pis Kokulu Böceklerin (Pentatomidae) Doğal Düşmanları

Pis kokulu böceklere çok sayıda parazitoit ve predatörün saldırdığı bildirilmiştir. Başlıca parazitoitleri, Hymenoptera takımına ait yumurta parazitoitleri (Scelionidae) ve sineklerden (Tachinidae) oluşmaktadır. Ayrıca, predatör olarak beslenen diğer bazı pis kokulu böcekler de dâhil olmak üzere (*Podisus* sp.) çok sayıda predatörü tespit edilmiştir (Orr, 1988). Fakat pis kokulu böceklerle mücadele potansiyeli açısından predatörlerin, ergin ve nimf parazitoitlerinin düşük bir etkinlik göstermesine rağmen, yumurta parazitoitlerinin en hassas biyolojik dönemlerden birisi olan yumurtalara saldırması nedeniyle yüksek bir etkinlik gösterdiği bildirilmiştir (McPherson, 2018).

2.5.1. Yumurta Parazitoitleri

Yumurta parazitoitleri konukçusu olan zararlının yumurtalarını parazitleyen ve tüm gelişimlerini yumurta içerisinde tamamlayan biyolojik kontrol etmenlerdir. Parazitoitler, tüm şartlar altında, parazitlediği yumurtadan konukçusunun çıkışını önler ve gelişimini tamamlamak için tek bir yumurtaya ihtiyaç duyar (Mills, 1994). Yumurta parazitoitlerinin biyolojik kontrol etmenleri olarak gelişiminde dikkat çeken bir başka önemli özelliği sadece konukçusunun yumurtalarına saldırmakla kalmaması, aynı zamanda yumurta döneminde konukçusunu öldürmesidir. Dolayısıyla, zararlının kültür bitkisinde zarara sebep olmadan önce parazitoitin konukçusunu öldürmesi çok önemli görülmüş, biyolojik mücadelede ve entegre zararlı yönetiminde yumurta parazitoitlerinin öncelikle üzerinde durulmasına neden olmuştur (Hassan, 1993).

Yumurta parazitoitleri birçok ekosistemde biyoçeşitlilik, ekolojik etki ve ekonomik önem açısından çok önemli türler olarak değerlendirilmektedir. Bu sebeple, yumurta parazitoitleri, Hemiptera takımıyla ilişkili doğal düşmanların en etkili ve en büyük grubunu oluşturmaktadır (Colazza, et al., 2010; Conti and Colazza, 2012). Hymenoptera takımının Scelionidae familyası içerisinde yer alan özellikle *Trissolcus* ve bunu takiben *Telenomus* cinsleri, pis kokulu böceklerin dünya çapında en önemli yumurta parazitoiti türlerini oluştururken, Encyrtidae ve Eupelmidae familyalarına ait türler de yaygın olarak karşılaşılan parazitoit türleri olarak belirlenmiştir (Orr, 1988; Laumann, et al., 2008; Mills, 2009; Costi, et al., 2019; Stahl, et al., 2019).

Pis kokulu böceklerin en önemli yumurta parazitoitlerinden olan *Trissolcus* ve *Telenomus* türleri, genelde siyah renkte, 1-2,5 mm boyutlarında, dişide anten ucu topuzlu iken erkekte iplik formunda olup dirsekli bir yapıya sahiptir (Goulet and Huber, 1993). *Trissolcus* türleri dünyada, çok geniş bir yayılım alanına sahip olup, pek çok kültür bitkisinde önemli bir sorun olan pis kokulu böceklere karşı yapılan çalışmalarda özellikle sistematiktaki yerinin netliği sebebiyle bu gruba odaklanılmıştır (Xu, et al., 2014).

Birçok ülkede, *Tr. basalis* (Wollaston, 1958), *N. viridula*'nın doğal düşmanı ve biyolojik kontrol ajanı olarak uzun bir araştırma geçmişine sahip olup (Cumber, 1951; Clarke, 1990; Hoffmann, et al., 1991; Colazza and Bin, 1995; Ehler, 2002; Johnson, et al., 2005; Laumann, et al., 2008), bazı ülkelerde zararlının kontrolünü olağanüstü bir şekilde sağlamayı başarmıştır (Caltagirone, 1981; Ehler, 2002). Corrêa-Ferreira ve

Moscardi (1996)'nın bildirdiğine göre Brezilya'da *Tr. basalis*'in kitlesel salımı pis kokulu böcek popülasyonunu kontrol altına alabileceğini ve parazitoit'in soya gibi ürünlerde zararlının yumurta kümelerini bulmadaki başarısının yaklaşık olarak %70 oranı ile oldukça yüksek olduğunu ve yumurta paketlerindeki yumurtaların çoğunu parazitlediği bildirilmiştir (Cingolani, et al., 2014). Benzer şekilde birçok çalışma, *Euschistus servus* (Say), *Chinavia hilaris* (Say), *N. viridula*, *Acrosternum hilare* (Say), *E. variolarius* ve *Podisus maculiventris* (Say)'in yumurta kümelerinin parazitlenmesi üzerine yapılan araştırmalar sonucunda, *Tr. basalis* (Wollaston, 1858), *Tr. thyantae* Ashmead, *Tr. brochymenae* Ashmead, *Tr. euschisti* Ashmead, *Tr. edessae* Fouts, *Te. podisi* Ashmead, *Te. dimmocki* Ashmead, *Te. calvus* Johnson, *Anastatus redivii* Howard, *A. pearsalli* Ashmead, *A. mirabilis* (Walsh & Riley) türleri tespit edilmiş ve Scelionidae familyasına ait bu türlerin daha yaygın ve etkili olduğu ortaya koyulmuştur (Schoene and Underhill, 1933; Yeargan, 1979; Orr et al., 1986; Jones, et al., 1996; Koppel, et al., 2009; Tillman, 2010, 2011).

Ülkemizde *Trissolcus* cinsine ait pek çok yumurta parazitoiti tespit edilmiş olup ülkemizin neredeyse her bölgesinde bulunan *Tr. semistriatus*'un Orta ve Doğu Anadolu'da hububatta zararlı olan pis kokulu böceklerin özellikle Süne [*Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera: Scutelleridae)]'nin en yaygın ve en önemli yumurta parazitoiti olduğu bildirilmiştir (Memişoğlu, 1990). Bu türün yanı sıra, *Tr. simoni* Mayr, *Tr. grandis*, *Tr. vassilievi*, *Tr. pseudoturesis* Rjachovsky, *Tr. rufiventris* Mayr, *Tr. djadetshko* Rjachovsky ve *Tr. manteroi* Kieffer türleri tespit edilmiştir (Koçak and Kılınçer, 2001). Ek olarak, *Tr. semistriatus* (Tarla, 2018), *Tr. rufiventris* (Koçak, vd, 2008), *Tr. manteroi* (Koçak and Kodan, 2006), *Tr. grandis* (= *belenus*) ve *Tr. antakyaensis* (Doğanlar, 2001)'in pentatomid türlerin yumurtalarına saldırdığı belirlenmiştir. Ülkemizde *Telenomus* cinsine ait yumurta parazitoitlerinden yalnızca *Te. chloropus* (= *turesis*) Süne (Çetin, vd, 2014; Şener, vd, 2018)'nin ve *R. nebulosa* (Doğanlar, 2001)'nin önemli bir doğal düşmanı olduğu tespit edilmiştir.

2.5.2. Yumurta Parazitoitlerinin Kullanımı

Pratik olarak doğal düşmanlar, zararlının sorun oluşturduğu tarım alanlarında popülasyonunu düşürmek amacıyla klasik biyolojik mücadele (yeni bir parazitoit türün ithali ve salımı) ve çoğaltıcı (augmentative) biyolojik mücadele (bir parazitoit türünün

etkinliğini artırmak için kitle halinde salımı) gibi farklı biyolojik mücadele stratejileri halinde kullanılmaktadır (Pedigo, 1996).

Pis kokulu böceklerin klasik biyolojik mücadelesinde genellikle en etkili biyolojik kontrol etmeni olan yumurta parazitoitleri kullanılmaktadır. İstilacı bir pis kokulu böcek türü herhangi bir bölgeye veya ülkeye çeşitli yollar ile bulaşmaktadır. Bölgede bu istilacı türün popülasyon artışını baskılayacak doğal düşmanlarının bulunmaması bölgenin kısa süre içerisinde işgal edilmesine ve önemli bir zarara sebep olmaktadır. Bu zararlının anavatanında popülasyonunu kontrol altında tutan en etkili tür belirlenerek, bu türün sorun olan ülkeye ithali ve kitle halinde üretimi yapılarak salınması sonucunda doğal dengenin kurulması ve zararlının ekonomik zarar eşiğinin altında tutulması klasik biyolojik mücadelenin temel felsefesini oluşturmaktadır (Eilenberg, 2006; Eilenberg, et al., 2001). Bu method, ithal edilerek kitle halinde üretilip yeterli sayıda salımı gerçekleşen yumurta parazitoitinin bölgeye ya da ülkeye adaptasyonu sonucu zararlının yumurtlama periyodunda sürekli olarak konukçu yumurtaları üzerindeki etkinliği sayesinde minimum maliyetle tekrar müdahale gerekmeden zararın önünü geçilmesini amaçlamaktadır (Sheppard, et al., 2019).

Pis kokulu böceklerle artırıcı biyolojik mücadele, zararlının bulunduğu habitatta doğal olarak var olan en etkili yumurta parazitoitinin belirlenerek zararlı üzerindeki baskısını veya popülasyonunu artırmak amacıyla yapılan kitlesel salımları ifade etmektedir (Capinera, 2008). Bu yaklaşım doğal düşmanı sürekli olarak kitle üretimini yapmayı ve salımını içermektedir. Bu yöntem genellikle doğal dengenin zararlılar lehine bozulduğu veya kimyasal mücadele gibi diğer yöntemlerin istenmediği durumlarda kullanılır (Kenis, et al., 2019). Bu yaklaşım içerisinde mevsimsel ve dönemsel olarak yerli zararlıların salgınlarını bastırmak için o bölgede hayatta kalamayan yumurta parazitoitlerinin farklı noktalardan az sayıda salımı inokulatif salım olarak nitelendirilirken, belli bir alanda zararlıyı baskı altına almak için tek yerde kitlesel olarak büyük miktarda yapılan salımlar inundative salım olarak tanımlanmıştır. Bahsedilen her iki salım yöntemi uzun vadeli bir hedefi olmaksızın halen mevcut sorunu çözmeye odaklı parazitoitlerin salınmasını içermektedir (Meyer, 2003).

2.6. Entomopatojen Funguslar

Entomopatojen funguslar birçok zararlı böcek popülasyonunun baskı altına alınmasında önemli rol oynayan biyolojik mücadele etmenleridir. Bu fungusların mikrobiyal mücadele etmeni olarak 100 yılı aşkın bir süredir kullanıldığı bilinmektedir. Son dönemlerde kimyasal ilaçların insan ve çevreye olan olumsuz etkilerinden dolayı entomopatojen fungusların kullanımı daha da önemli hale gelmiş ve zararlıların mücadelesinde kullanımı giderek artmıştır. Entomopatojen bakteri ve virüslerden farklı olarak, bu funguslar konukçu böceklerin kütikulasından doğrudan girerek enfekte edebilme özelliğine sahiptir. Bu özellik ile entomopatojen funguslar, bakteri ve virüs gibi biyolojik mücadele etmenleri için uygun olmayan bazı böceklerin mücadelesinde öncü aday konumuna gelmektedir (Roy, et al., 2006; Sevim, vd, 2015).

Fungi alemi içerisinde yaklaşık olarak 90 cinse ait 700'den fazla entomopatojen fungus türü bulunmaktadır (Goettel, et al., 2005). Zararlı böceklere karşı yaygın olarak kullanılan türlerin çoğu *Beauveria*, *Metarhizium*, *Isaria* ve *Lecanicillium* cinslerine aittir. Özellikle *M. anisopliae* ve *B. bassiana* en çok bilinen türler olup, önemli bir yere sahiptir (Zimmermann, 2007a, 2007b). Günümüzde Dünya çapında *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *I. fumosorosea* ve *L. muscarium* gibi türlerden oluşan yaklaşık 150 ticari preparat bulunmakta ve bunlar çeşitli zararlılarla mücadelede kullanılmaktadır (Goettel, et al., 2005). Şu anda, mikroorganizmalarla formüle edilen preparatlar dünya çapında yaklaşık 30 milyon hektarlık üründen zararlı kontrolü için kullanılmaktadır ve funguslar en yaygın olarak kullanılan entomopatojenlerdir (Qu and Wang, 2018).

B. bassiana, *Beauveria* cinsinin en yaygın türlerindenidir. Bu fungus, birçok zararlı böceğin kontrol edilmesinde mikoinsektisit olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Goettel, et al., 2005). Dünya genelinde ılıman ve tropik bölgelerde enfekte olmuş böceklerde daha sık rastlanılmaktadır. *B. bassiana* böceklerde “beyaz muskadin” olarak bilinen bir hastalığa sebep olmaktadır. Geçmişten günümüze kadar *B. bassiana*'nın 707 adet farklı konukçuya sahip olduğu bildirilmiştir (Zimmermann, 2007a). Bu sayı 521 cins, 149 familya ve 15 takımı kapsamaktadır. *Beauveria bassiana* dünya çapında pis kokulu böcekler de dahil olmak üzere pek çok farklı zararlıya karşı kullanılmaktadır (Vicentini, et al., 2001; Costa, et al., 2002; Goettel, et al., 2005; Gouli, et al., 2012; Parker, et al., 2015; Mota, et al., 2017; Kumar, et al., 2019; Mascarin, et al., 2019). Ayrıca, *B. bassiana*'nın bazı bitki patojeni fungusların misel

gelişimini de engelleyebildiği bildirilmiştir (Ownley, et al., 2008). Bu sebeple, bazı araştırmacılar tarafından endofitik funguslar olarak da isimlendirilmektedir. Bu tür gelişmeye başladıktan itibaren 2-5 gün arasında beyaz renkte olup daha sonra beyaz ya da sarımsı beyaz renk almasıyla tanınmaktadır (Rehner, et al., 2011).

Lecanicillium spp., daha önceleri *Verticillium lecanii* olarak bilinen ve Hypocreales takımında bulunan entomopatojen funguslardır (Zimmermann, 2008). Taksonomik olarak rDNA bölgelerindeki sekans farklılıklarına göre farklı türlere ayrılmıştır (Zare and Gams, 2001). Bu türler *L. muscarium*, *L. lecanii*, *L. longisporum*, *L. attenuatum* ve *L. nodulosum*'dur (Brodeur, 2012). *L. muscarium*, arthropodların bilinen etkili bir patojenidir. Bu tür yaprak bitleri, beyazsinekler, thrips ve diğer böceklerden elde edilmiştir (Goettel, et al., 2005; Saruhan, et al., 2015). *L. lecanii* genellikle beyaz renkte pamuğumsu gelişme göstermesi ile bilinmektedir.

I. fumosorosea ve *I. farinosa* dünyanın her yerinde yaygın olarak bulunan böcek patojenleridir. *I. fumosorosea*, yaklaşık olarak 30 yıldan beri *Paecilomyces fumosoroseus* olarak bilinmiş ve ardından *Isaria* cinsine transfer edilmiştir (Zimmermann, 2008). Bu funguslar ılıman ve tropik bölgelerde yaygındır ve çok sayıda konukçuya sahiptir. Topraklardan da izole edildiği gibi asıl kaynakları böceklerdir (Samson, 1974). *B. bassiana* ile karşılaştırıldığında, *I. farinosa* ve *I. fumosorosea*'nın konukçu aralığı nispeten daha dardır. Bu funguslar hızlı gelişebilmektedirler. İlk olarak beyaz gelişir daha sonra yün gibi havai miselyumları sarı ya da krem rengine dönüşmesiyle tanınmaktadır (Samson, 1974; Zimmermann, 2008).

Purpureocillium lilacinum (Thom) Luangsa-ard, Houbraken, HywelJones & Samson (Sordariomycetes: Hypocreales) tipik bir toprak kökenli fungustur. Tropikal bölgelerde böcekler üzerinden izole edilmiştir. Dünyanın birçok bölgesinde kaydedilmiş, fakat daha çok sıcak bölgelerde rastlanmaktadır (Domsch, et al., 1980). *P. lilacinum*'un nematodlarda önemli bir patojen olduğu ve nematodların biyolojik mücadelesinde başarı ile kullanıldığı bilinmektedir. Bitki zararlısı nematodlara karşı bu fungusun ticari olarak satılan preparatları üretilmiştir. Önceden *Paecilomyces lilacinus* olarak bilinen bu fungus taksonomik revizyon ile *Purpureocillium lilacinum* olarak adlandırılmıştır. *P. lilacinum* türüne ait koloniler gelişmeye başladıklarından

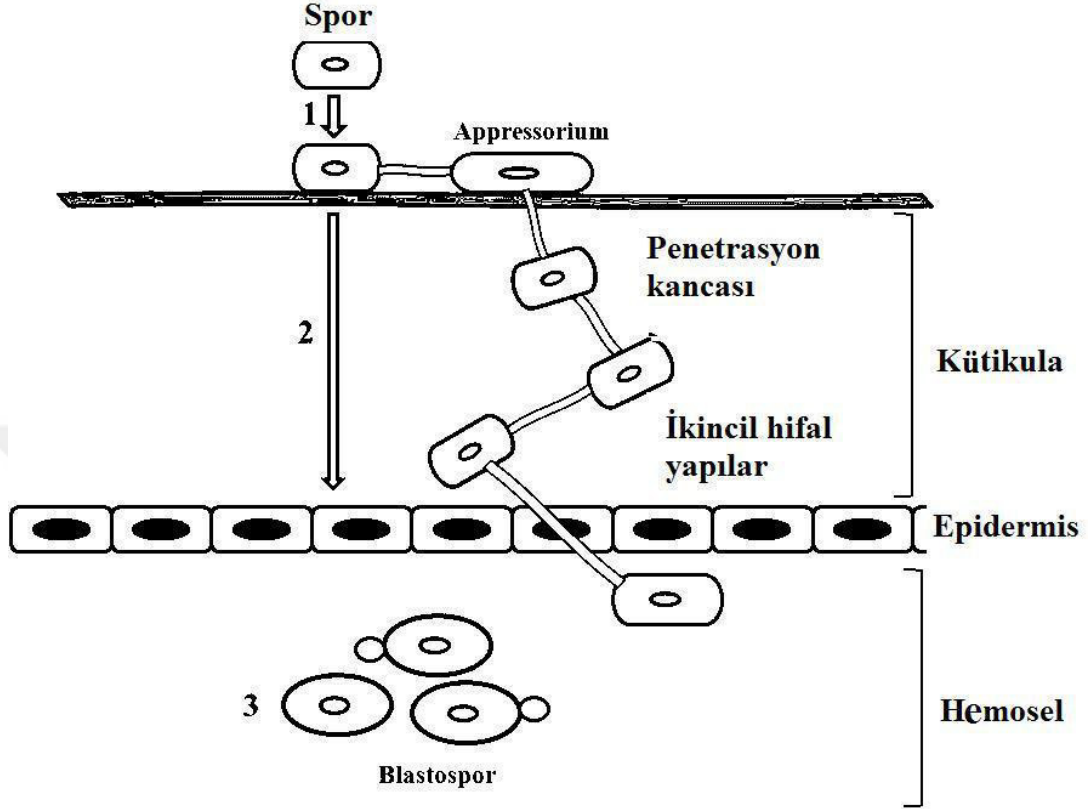
itibaren 3-5 gün arasında beyaz renkte olup sporulasyona başlamasıyla birlikte pembe ya da lila renk almaktadır (Luangsa-Ard, et al., 2011).

Simplicillium cinsine ait fungus türleri topraktan, hastalıklı bitki dokularından ve nematodlardan izole edilmiştir. Bu cins filogenetik olarak *Cordyceps* ile ilişkilidir (Lim, et al., 2014). *Simplicillium* cinsi, *S. lanosoniveum*, *S. obclavatum* ve *S. lamellicola* türlerinden meydana gelmektedir (Nonaka, et al., 2013). Yapılan bazı çalışmalarda *S. lamellicola*'nın keneleri, Ichinohe kistlerini, *Heterodera glycines* ve *Meloidogyne arenaria*'nın yumurtalarını kontrol etmek için kullanıldığı tespit edilmiştir (Polar, et al., 2005).

2.6.1. Entomopatojen Fungusların Enfeksiyonu

Entomopatojen fungusların yaşam döngüleri çoğunlukla konukçularının gelişme safhaları ile eş zamanlı olarak gerçekleşmektedir (Shah and Pell, 2003). Genel olarak eşeysiz üreyen sporlar enfeksiyondan sorumludur ve enfeksiyondaki başlangıç aşaması pasif veya spesifik olmayan tutunmadır (Shah and Pell, 2003). Tutunma işlemini takiben, sporlar konukçu böceğin kütikulasından geçmek için appressorium yapısını oluşturmak için çimlenmeye başlar (Hajek and St. Leger, 1994). Bu çimlenen sporlar kütikulanın içerisine penetre olur. Penetrasyon aşamasında, proteaz, kitinaz ve lipaz gibi kütikulayı parçalayan bazı enzimler konukçuya girişte önemli olmaktadır (Clarkson and Charnley, 1996). Penetrasyonu takiben, hemoselin içerisindeki filamentöz fungus yapıları maya benzeri yapılara veya protoplastlara (blastospor) geçiş yapar. Bu yapılar hemolenf içerisinde dolaşırlar ve tomurcuklanma ile çoğalırlar. Ardından tekrar filamentöz yapılara geçiş yaparak fungus iç dokuları ve organları istila eder. Hemoseldeki besinin azalması ya da fungal metabolitler sonucu oluşan toksin maddelerin artmasıyla böcek ölür. Böceğin ölümü gerçekleştikten sonra, funguslar konukçusundan dışarı doğru sporlaşmaya başlar ve bu sporlaşma kadavranın dış yüzeyinde meydana gelir (Shah and Pell, 2003). Uygun koşullar olduğunda, ölü böcekler üzerinde gelişen bu sporlar etrafa dağılarak başka konukçularını enfekte edebilirler. Ancak, enfeksiyon için uygun olmayan çevresel koşullarda, fungus, bu koşullara dayanıklı dinlenme yapılarını (resting spores) meydana getirir. Bu yapı çevrede konukçu olmadığı zaman uzun bir süre varlığını devam ettirebilmektedir. Dinlenme yapılarının kendisi enfektif özelliğe sahip değildir. Fakat yeniden enfektif spor oluşturabilir. Sporlaşmadan sonra çevreye yayılan sporlar başka konukçuları

enfekte etmektedir. Uygun sıcaklık ve nemin varlığında, enfeksiyon aynı şekilde devam etmektedir. Fungal enfeksiyon işleminin ayrıntılı şeması Şekil 2.5’de verilmiştir (Sönmez, 2012).



Şekil 2.5. Entomopatojen fungus enfeksiyon şeması (Sönmez, 2012)

Entomopatojen funguslar, konukçu böceklerde hastalık oluşturabilmek için bazı abiyotik ve biyotik koşullara ihtiyaç duymaktadır. Bu koşulların bazıları veya tümünün bir arada bulunması durumunda funguslar konukçu böceklerde hastalık oluşumuna neden olabilmektedir. Bu fungusların hastalık oluşturmasında sıcaklık, nem ve ışık gibi abiyotik faktörler oldukça önemlidir (Goettel, et al., 2005). Bunun yanında fungusun virülensliği, spor yoğunluğu, konukçu böceğin biyolojik dönemi, böceğin fizyolojik durumu, böceğin popülasyon yoğunluğu gibi biyotik faktörler de enfeksiyon için önemli role sahiptir.

2.6.2. Entomopatojen Fungusların Toksinleri

Entomopatojen funguslar farklı metabolitler meydana getirerek zararlı böcekleri farklı şekillerde etkilemekte ve öldürmektedir (Zimmermann, 2007b). Bu toksik metabolitlerin *Beauveria*, *Metarhizium*, *Isaria* ve *Lecanicillium* gibi entomopatojen

fungus cinslerine ait türlerde mevcut olduğu bildirilmiştir (Zimmermann, 2007a, 2007b). Bu metabolitlerden bazılarının önemli patojenite etmenleri olduğu tespit edilmiştir (Strasser, et al., 2000). Şimdiye kadar *B. bassiana*'dan beauverisin, bassianin, bassianolide ve beauverolidler; *M. anisopliae*'den destruksinler, sitokalasin C ve swainsonie; *Isaria* spp.'den beauvericin ve beauverolidler; *Lecanicillium* spp.'den siklosporin gibi toksik metabolitler elde edilmiştir (Zimmermann, 2007a, 2007b).

2.6.3 Entomopatojen Fungusların Kullanımı

Entomopatojen funguslar diğer biyolojik mücadele etmenleri gibi, klasik biyolojik mücadele uygulaması (yeni bir türün ithal edilip salınması), inoculative salım (periyodik ve mevsimsel olarak destekleyici) ve inundative salım (kısa süre içinde yüksek yoğunlukta) gibi değişik biyolojik mücadele stratejileri halinde kullanılmaktadır (Eilenberg, et al., 2001). Özellikle de orman zararlılarına karşı yaygın olarak klasik ve inundative biyolojik mücadele stratejileri tercih edilmektedir (Eilenberg, et al., 2001; Sevim, et al., 2015). Bu strateji genellikle uzun süre sürdürülebilir ve ekonomik bir mücadele sağlamaktadır (Eilenberg, et al., 2001). Fakat salımı yapılan entomopatojen fungal etmenin bulunduğu bölgenin iklim ve diğer şartlarına uyum sağlaması önemlidir. Bundan dolayı, bu etmenlerin biyolojisinin iyi bilinmesi ve bölgedeki durumunun sürekli olarak takip edilmesi gerekmektedir. Inoculative salım stratejisinde ise biyolojik mücadele etmeninin, istenilen bölgeye salınarak zamanla çoğalması ve zararlı böcekleri baskı altına alması amaçlanmaktadır (Eilenberg, et al., 2001). Üçüncüsü olan inundative salım stratejisinde kısa süre içinde ve yüksek etkili bir mücadele hedeflenmekte olup zararlı popülasyonunu düşürmek amacıyla biyolojik mücadele etmeni büyük miktarlarda uygulanmaktadır (Shah and Pell, 2003). Entomopatojen funguslardan üretilen preparatların kullanılması ile yapılan mücadele, inundative biyolojik mücadele stratejisine örnek olarak gösterilebilir (Goettel, et al., 2005).

Entomopatojen fungusların bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu fungusların avantajları; bazı durumlarda yüksek konukçu seçiciliğine sahip olmaları, memeliler üzerine herhangi bir olumsuz etki göstermemeleri, insektisit direnci gibi problemlerin olmaması ve böylece uzun süreli bir mücadele sağlamaları, biyoteknolojik araştırmalar ile geliştirilmeye uygun olmaları, uygulama sonrası çevrede uzun süre kalmaları ve böylece uzun süreli mücadele sağlamaları şeklinde

sıralanabilir (Sevim, vd., 2015). Buna karşın, fungusların böceklere karşı kullanımlarının bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar; kimyasal insektisitler böcekleri sadece 2-3 saatte öldürürken, entomopatojen fungusların daha uzun bir süre gerektirmesi (bazen 10-15 gün), uygulamaların yüksek nem, düşük zararlı sayısı ve fungusitlerin kullanılmadığı periyotta olması, bazen yüksek seçiciliğinden dolayı ilave mücadele etmenlerinin gerekli olması, üretimlerinin nispeten pahalı olması ve sporların saklanması için soğuk ortamlar gerekmesi, zararlı popülasyonları üzerine entomopatojen fungusların etkinliğinin ve devamlılığının farklı konukçularda farklılık göstermesi ve böylece böceğe özgül uygulama tekniklerinin optimizasyonu için uzun süreli çalışma ve araştırmaların gerekmesi, bağışıklık sistemi baskılanmış insanlara karşı bazen potansiyel risk oluşturmaları ve son olarak bazı fungusların hedef böceği öldürmek için çeşitli toksinleri salgılamaları ve bu toksinlerin diğer canlılar üzerindeki etkilerinin tam olarak bilinmemesi şeklinde sıralanabilir (Sevim, vd., 2015).

2.7. Kaynak Özetleri

2.7.1. Yumurta Parazitoitleri ile İlgili Kaynak Özetleri

Silvestri (1940) *P. prasina*'nın yumurta parazitoiti olarak *Telenomus* sp. tespit ettiğini bildirmiştir.

Popov (1974), *E. integriceps*, *Graphosoma lineatum* (L.), *G. semipunctatum* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae), *D. baccarum* ve *P. prasina*'nın -20 °C'de 30, 90, 180 veya 270 gün depolanan yumurtaları yanı sıra yeni bırakılmış bu zararlıların yumurtaları *Tr. grandis* ve *Tr. vassiliewi*'in dişilerine sunularak parazitlenme tercihi araştırılmış ve canlı embriyonun tercih edilmediği gözlemlenmiştir. *Tr. grandis*'e 180-270 gün düşük sıcaklıkta tutulan yumurta verildiğinde, parazitlenme yüzdesinde bir azalmanın (*G. lineatum*'un 30 günlük dondurulmuş yumurtasında 66'dan 32'ye kadar) yanı sıra ergin prazitoitlerinin yumurtadan çıkışlarında düşüş meydana gelmiştir.

Kurt (1975) tarafından ülkemiz Ordu ili Ünye ilçesinde bulunan tek bir fındık bahçesinde, *P. prasina*'nın yumurta parazitoitlerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada *Tr. grandis* yumurta parazitoiti olarak belirlenmiştir.

Orr et al., (1986), 1983 ve 1984 yıllarında güney Louisiana'daki çeşitli yerlerde pis kokulu böceklerin yumurtalarının parazitlenme oranlarını incelenmiştir. *Euschistus* spp. yumurtaları en yoğun şekilde parazitlenen tür olarak belirlenmiştir. *N. viridula*, *Euschistus* spp., *A. hilare*, *P. maculiventris* ve *Edessa hifida* yumurtalarının

parazitlenmesi, yıllara göre değişiklik göstermiştir. Toplanan tüm parazitoid türleri içerisinde *Te. podisi* en yaygın parazitoit türü olarak bulunmuştur. Ayrıca, bu çalışmada *Tr. Basalis*, *Tr. Edessae*, *Tr. Euschisti*, *Te. calvus* ve *Te. cristatus* elde edilmiştir.

Sujii et al., (2002), *Te. podisi*, *Tr. basalis* ve *Tr. urichi*'nin *N. viridula*, *E. heros*, *P. guildinii* ve *A. aseadum*'un yumurtalarını tek konukçulu ve çoktan seçmeli denemelerde parazitlenme durumunu incelemişlerdir. Tüm parazitoit türlerinin üreme gücü ana konukçusu olan zararlıların yumurtalarında maksimuma ulaşmıştır.

Çetin vd., (2009), Güney Marmara Bölgesi hububat ekosistemindeki hemipterler ve yumurta parazitoitlerini araştırmışlardır. Scutelleridae familyasından *E. integriceps*, *E. austriaca*. ve *E. maura* türleri ile bunların yumurtalarından elde edilen parazitoitlerin bulunma oranlarına göre *Tr. semistriatus* (%55), *Te. chloropus* (%32), *Tr. simoni* (%9) ve *Tr. grandis* (% 4) olarak belirlemişlerdir.

Koppel et al., (2009), buğday, soya fasulyesi ve çeşitli sebzelerde *E. servus*, *Murgantia histrionica*, *P. maculiventris* ve *A. hilare* 4 farklı pis kokulu böcek yumurtasının toplanmasının yanı sıra nöbetçi yumurta kümeleri ile yapılan sürveyler sonucunda Scelionidae familyasından dört tür *Te. podisi*, *Tr. basalis*, *Tr. edessae* ve *Tr. euschisti* belirlenmiştir. Ek olarak, Mymaridae (Hymenoptera) familyasından bir parazitoid elde edilmiştir. Pis kokulu böcekler içerisinde en yüksek yumurta parazitlenme oranı yıllara göre % 89.7 ve % 49.2 ile *E. servus*'da olduğu ve baskın parazitoit türünün *Te. podisi* olduğu belirlenmiştir.

Çetin vd., (2014), 2006–2008 yıllarında Bursa ve Yalova illerinde, buğday tarlaları ve etrafındaki ağaçlıklarda bulunan süne'nin yumurta parazitoitlerini sarı yapışkan tuzaklar kullanarak izlemişlerdir. Tuzaklarda yakalanan yumurta parazitoitleri, *G. monspeliensis* (Picard), *Gryon* sp., *Te. chloropus*, *Telenomus* sp., *Tr. semistriatus*, *Tr. rufiventris*, *Tr. djadetshko*, *Trissolcus* sp., *Tr. grandis*, *Tr. pseudoturesis*, *Tr. simoni* ve *Tr. festivae* (Victorov) (Hymenoptera: Scelionidae) türleri olarak tespit edilmiştir. Scelionidae popülasyonunun %66.6'sını *Trissolcus* türleri, %33.4'ünü ise *Telenomus* ve *Gryon* türleri oluşturmuştur. *Trissolcus* türleri %78.7 oranla en çok bulunan parazitoitler olup en sık görülen tür ise %26.3 ile *Tr. semistriatus* olmuştur.

Jones et al., (2014) *H. halys*'in arazi şartlarında yerli parazitoitlerinin zararlının yumurtalarını parazitlenme oranının belirlenmesi amacıyla nöbetçi ve arazide doğal olarak bırakılan yumurta kümelerini kullanılmışlardır. Doğal olarak bırakılan yumurta kümelerinin parazitlenme oranları nöbetçi yumurtalardan daha yüksek bulunmuştur. 2012'de doğal olarak bırakılan yumurta kümeleri parazitlenme oranları %28.4 iken nöbetçi yumurtalarda parazitlenme oranı %4.6 bulunmuştur. Doğal olarak bırakılan yumurtalarda ortalama parazitlenme oranı %55.3 iken nöbetçi yumurtalarda bu oran %0.8 olarak bulunmuştur. Ayrıca doğal olarak bırakılmış yumurta kümelerinde daha fazla tür çeşitliliği bulunmuştur.

Haye et al., (2015) tarafında Avrupa'da bazı ülkelerde 6 farklı pis kokulu böceğin yerli yumurta parazitoitlerinin *H. halys*'in yumurtaları üzerinde etkinliğinin belirlenmesi için yürütülen çalışma sonucunda yerli türlerden olan *P. prasina*'nın yumurtalarını *Tr. semistriatus* ve *Te. chloropus*'un parazitlediğini tespit etmiştir. Bunun yanı sıra, *H. halys*'in dondurulmuş nöbetçi yumurta kümeleri *Tr. cultratus* ve *Anastatus bifasciatus* tarafından parazitlenirken, yerli Pentatomidler tarafından doğal olarak bırakılan yumurtalardan *Tr. semistriatus*, *Tr. scutellaris* (Thomson), *T. cultratus* and *Te. chloropus* elde edilmiştir. Serbest seçim testlerinde *Te. chloropus* ve *Tr. semistriatus* *H. halys*'in yeni bırakılan yumurta kümelerinden nesil üretemezken, *Tr. cultratus* ve *Tr. scutellaris* nadiren gelişimleri tamamlayabilmiştir. *H. halys*'in yumurta kümelerini -80 °C'de dondurarak embriyo gelişiminin durdurulması *Tr. cultratus* ve *Tr. semistriatus*'un davranışını etkilemeden çok sayıda birey üretmesini sağlamıştır. Avrupa türlerinin aksine, Asya parazitoidleri *Tr. japonicus* ve *Tr. cultratus* (Çin'de yerli türler), yenice bırakılan *H. halys* yumurtaları üzerinde önemli ölçüde daha yüksek bir parazitlenme sağlamışlardır.

Herlihy et al., (2016), istilacı *H. halys*'in yumurta parazitoidlerini, laboratuvarında yetiştirilen yenice bırakılmış (canlı) ve dondurulmuş (öldürülmüş) nöbetçi yumurta kümeleri kullanılarak incelenmiştir. Böceğin yumurtalarından dört yerli hymenopter tür, *Te. podisi*, *Tr. euschisti* ve *Tr. brochymenae* (Scelionidae) ve *A. redivii* (Eupelmidae) ortaya çıkmıştır. Bir egzotik parazitoit tür olan *Tr. japonicus* elde edilmiş ve bu türün Kuzey Amerika'da bilinen ilk kaydı gerçekleştirilmiştir. Yerli parazitoitler, dondurulmuş yumurtalardan, canlı yumurtalara göre önemli ölçüde daha

yoğun ortaya çıkarken (yumurta kümelerinin %89.3 ve bireysel yumurtaların %98.1), *Tr. japonicus*, benzer bir farklılık göstermemiştir.

Şener vd., (2018), *Eurygaster* spp.'nin Kocaeli ilinde parazitlenmiş yumurta paketlerini toplayarak süne'nin yumurta parazitoitleri ve etkinliklerini araştırmışlardır. *Te. chloropus*, *Tr. simoni*, *Tr. grandis* ve *Gryon* sp. olmak üzere 4 farklı yumurta parazitoidi türü belirlemişlerdir.

Pezzini et al., (2018), *H. halys*'in Minnesota'daki yumurta parazitoitlerinin potansiyel etkisini araştırmışlar ve dondurulmuş *H. halys* yumurtalarını, Haziran'dan Ağustos'a kadar iki farklı orman ve soya fasulyesi habitatına yerleştirilmiştir. Sonuç olarak, yumurtaların %0.4 gibi düşük bir oranda parazitlendiğini belirlenmiş ve *Te. podisi*'nin soya'da *H. halys* yumurtaları üzerinde daha yüksek bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Moraglio et al., (2020), Kuzey İtalya'da 3 yıl boyunca *H. halys*'e ait 1826 yumurta paketi toplayarak yaptıkları çalışmada, 2016-2017 yıllarında yumurtaların % 12'sinin ve 2018'de ise % 21'inin parazitlendiğini belirlemişlerdir. *A. bifasciatus*, *H. halys* yumurtalarından çıkan başlıca tür olup, tüm bölgelerde ve yıllarda, doğal olarak bırakılmış *H. halys* yumurtalarında gelişme kabiliyetini gösterdiği belirlenmiştir. Yumurtalardan sadece birkaç yerli scelionid tür *Tr. kozlovi*, *Tr. semistriatus*, *Tr. basalis* ve *Te. turesis* elde edilmiştir. Bunun yanı sıra, Nearctic parazitoit *A. solus*'a (Avrupa'da ilk kayıt) ait birkaç ergin, *H. halys*'in parazitlenmiş yumurtalarından elde edilmiştir. 2018'de ilk kez bir bölgede *Tr. japonicus* popülasyonu kaydedilmiştir. 2018'de kuzey İtalya'nın diğer bölgelerinde farklı bir bölgesinde yapılan araştırma sonucunda *Tr. japonicus* ve *Tr. mitsukurii* (Ashmead)'nin varlığı ortaya konulmuştur. Ayrıca, bu çalışmada İtalya'da yerli bir tür olan findık yeşil kokarcasının doğal olarak bırakılmış yumurtalarından *Tr. kozlovi*'nin elde edildiği bildirilmiştir.

Wu et al., (2020), Tayland'da istilacı *Tessaratomya papillosa* (Drury) (Hemiptera: Tessaratomidae)'nin yumurta parazitoitlerini belirlemek amacıyla bu pis kokulu böcek türünün doğal olarak bıraktığı yumurta kümelerinin toplanması sonucunda *Anastatus dextingensis* and *A. fulloiare* en baskın yumurta parazitoitleri olarak belirlenmiştir. *Anastatus dextingensis*'in yumurta kümelerini keşif etkinliği daha yüksek bulunurken, her iki türün yumurta kümelerini kullanım etkinliği birbirine benzer bulunmuştur.

Moraglio et al., (2021), Kuzevbatı İtalya'da doğal olarak Pentatomid ve Scutellerid yumurtalarını parazitleyen scelionid türlerinin varlığının ve yoğunluğunun yanı sıra bu türlerin *H. halys* yumurtalarında gelişme yeteneklerini araştırmayı amaçlamışlardır. Srveyler sonucunda, yerli pis kokulu böceklerin yumurta paketleri toplanarak, yumurtalardan nimf veya ergin parazitoid ortaya çıkana kadar kontrollü ortamda tutulmuştur. Tüm pis kokulu böceklerin parazitlenen yumurta paketlerinden *Telenomus* spp., *Tr. belenus* ve *A. bifasciatus* en yoğun ortaya çıkan parazitoidler olarak belirlenmiştir. Laboratuvarıda, *Tr. kozlovi*, yeni koyulan *H. halys* yumurtalarından önemli ölçüde yavru üreten tek tür olmasına rağmen, diğer yerli türler konukçu yumurtasını parazitleme gerçekleştirse bile yumurtalarda ölüm meydana gelmiştir. Araştırmacılar bu çalışma ile yerli pis kokulu böceklerle ilişkili parazitoit türlerin tespitini ve istilacı tür üzerindeki etkiyi ortaya koyarak gelecekte yerli ve egzotik parazitoitler arasındaki karmaşık etkileşimleri araştırmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, fındık bahçelerinde bulunduğu farklı lokasyonlardan fındık yeşil kokarcası tarafından doğal olarak bırakılmış 4760 yumurta toplanarak toplam parazitleme oranının 20.63 olduğu bulunmuştur. Ortaya çıkan bu türler içerisinde en baskın olan *A. bifasciatus* olup, bunu *Telenomus* sp1., *Tr. belenus*, *Tr. cultratus* ve *Ac. sinicus*'un takip ettiği bildirilmiştir.

2.7.2. Entomopatojen Funguslar ile İlgili Kaynak zetleri

Sosa-Gmez ve Moscardi (1998), *M. anisopliae* (CNPSo-Ma12) ve *B. bassiana* (CNPSo-Bb56) izolatlarını arazi şartlarında soya'da bulunan *N. viridula*, *P. guildinii* ve *E. heros* gibi pis kokulu böceklere karşı etkisi araştırmışlardır. *M. anisopliae* ve *B. bassiana*'nın kaolin bazlı toz formülasyonları soya parsellerine ha başına 1.5×10^{13} conidi oranında uygulanmıştır. Uygulamadan sonra, parsellere kafesler (0.25 m²) yerleştirilmiş ve ilerine pis kokulu böcekler salınmıştır. *P. guildinii* ve *N. viridula*'nın her ikisinde mikozis, 1991 sezonundaki uygulamadan 7 gün sonra, 1992 sezonunda ise uygulamadan 15 gün sonra grlmştir. *E. heros* için ölüm 1991 ve 1992 yıllarında sırasıyla 8. ve 20. günde meydana gelmiştir. 1991 yılında, enfeksiyon *P. guildinii* ve *N. viridula* için sırasıyla 30. günde %48 ve %41'e ulaşırken, *E. heros*'da enfeksiyon %33 oranında bulunmuştur. 1992 yılında, *M. anisopliae*'nin 3 pis kokulu böcekte neden olduğu ölüm oranı 1991'de gözlemlenenden toplam mikozis ile birlikte daha düşük bulunmuştur. 1991 sezonu oldukça nemli ve sıcak iken 1992 sezonundaki uygulamadan sonra önemli derecede kurak ve sıcak olmuştur. *B. bassiana*, pis kokulu

böceklere karşı *M. anisopliae*'dan daha az etkili bulunmuştur. Saha sonuçları, laboratuvarında yapılan biyolojik etkinlik çalışmalarında doğrulanmış olup, *P. guildinii* için *M. anisopliae*'nin neden olduğu ortalama ölüm süresi 4.3 ± 0.2 gün, *N. viridula* için 4.6 ± 0.2 gün ve *E. heros* için 7.4 ± 0.5 gün olarak bulunmuştur. *E. heros* *M. anisopliae*'ya daha az duyarlı iken, *P. guildinii* en duyarlı tür olarak belirlenmiştir.

Ihara et al., (2001), *P. stali*'ye karşı yüksek patojeniteye sahip *Beauveria*, *Metarhizium* ve *Paecilomyces* cinsi entomopatojenik fungusların zararlı üzerindeki etkinliğini incelemişlerdir. *Metarhizium* izolatlarının *Beauveria* izolatlarından nispeten daha virülens olduğu belirlenmiştir. *M. anisopliae* frm515 izolatının LC_{50} değeri 6×10^4 conidi/ml olarak belirlenmiştir. Aynı izolat 1×10^7 conidi/ml konsantrasyonda kullanıldığında, izolatın LT_{50} değeri 4.9 gün olarak tespit edilmiştir.

Todorova et al., (2002), *Perillus bioculatus* (Fabr) (Hemiptera: Pentatomidae)'un ikinci dönem nimflerine karşı patates böceği için oldukça patojenik olan 6 adet *B. bassiana* izolatına karşı böceğin hassasiyetini laboratuvarında araştırmışlardır. Beş izolat, yüksek patojenite göstermiş ve 1×10^6 'dan daha yüksek konsantrasyonda uygulamadan 8 gün sonra %77'den fazla ölüme neden olmuştur. Bununla birlikte, ipp46 izolatı düşük patojenite göstermiş olup popülasyonun sadece %11'inde ölüm meydana getirmiştir. Ipp46 izolatı altı farklı konsantrasyonda test edilmiştir ve LC_{50} değeri 3.4×10^7 conidi \leq ml olarak bulunmuştur.

Sevim et al., (2010) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yoğun bulunan *D. micans* ile birlikte yayılış gösteren diğer zararlı böceklere karşı entomopatojen fungus izolatlarını belirlemek için yaptığı çalışmada, farklı illerdeki fındık bahçelerinden ve farklı plantasyonlardan toplamda 301 adet toprak örneği almıştır. Bu örneklerden Galleria Tuzak Yöntemi (GTY) ile *M. anisopliae* var. *anisopliae*, *Metarhizium* sp., *B. bassiana*, *B. cf. bassiana*, *I. fumosorosea* ve *Evlachovaea* sp. türlerine ait toplam 62 izolat elde etmiştir. Özellikle de *M. anisopliae* var. *anisopliae* en yaygın tür olarak belirlenmiş ve bazı izolatlar zararlıya karşı önemli bir etkinlik göstermiştir.

Mustu et al., (2011), *Aelia* sp.'den izole ettikleri *I. farinosa* ve *B. bassiana* izolatlarının *A. rostrata*'nın erginlerine karşı 1×10^6 ve 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonda biyolojik etkinliğini araştırmışlardır. Her iki entomopatojenin %95 R.H ve 1×10^8 konidial konsantrasyonda daha etkili olduğunu belirlenmiştir. % 70

R.H. ve 1×10^8 konidial konsantrasyonda *I. farinosa* 12. Günün sonunda %70 ölüme neden olurken, *B. bassiana* 9. günün sonunda %100 ölüm meydana getirmiştir.

Gouli et al., (2012), ergin *H. halys*'e karşı üç *B. bassiana* ve iki *M. anisopliae* izolatının zararlıya karşı biyolojik etkinliğini araştırmışlardır. *B. bassiana* preparatlarından birisi olan BotaniGard, uygulamadan 9 ve 12 gün sonra sırasıyla %85 ve %100 ölüm meydana getirmiştir. Diğer *B. bassiana* izolatları ERL1170 ve ERL1540 zararlıya karşı etkili bulunmuştur. *M. anisopliae* izolatları, *B. bassiana* izolatlarından daha düşük ölümlere sebep olmuştur.

Erper et al., (2016), Giresun, Ordu, Samsun ve Düzce illerinden fındık bahçelerinden 6 entomopatojenik fungus izolatı elde etmişler ve bu izolatların 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonunda fındık yeşil kokarcasının nimflerine karşı virülensliğini incelemişlerdir. Bu İzolatlar arasında 2 *S. lamellicola*, 4 *L. muscarium* ve bir *B. bassiana* ve bir *I. fumosorosea* bulunmaktadır. Kullanılan izolatlar için LT_{50} ve LT_{90} değerleri sırasıyla 3.20 - 8.48 gün ve 9.32 - 40.30 gün arasında değişmiştir. Uygulamadan 12 gün sonra, tüm izolatlarda ölüm oranları %83'ün üzerinde bulunmuştur. En yüksek ölüm oranları %98 ve %95 ile sırasıyla *L. muscarium* ve *B. bassiana* izolatlarında kaydedilmiştir.

Tozlu et al., (2019), 11 bakteri ve 1 entomopatojen fungusun biyolojik kontrol etmeni olarak etkinliğini değerlendirdikleri çalışmada, *Brevibacillus*, *Bacillus*, *Pantoea*, *Vibrio*, *Pseudomonas* ve *B. bassiana*'nın laboratuvar şartları altında *H. halys*'in nimflerine karşı etkinliği test edilmiştir. Tüm uygulanan entomopatojenlerin zararlıyı kontrol edebilme potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Entomopatojenler bakteriler %75 ile %100 arasında bir ölüme sebep olurken, entomopatojen fungus *B. bassiana* %76.19 oranında bir ölüm meydana getirmiştir.

Barrera-López et al., (2020), lahanagillerde önemli bir zararlı olan *Bagrada hilaris* (Hemiptera: Pentatomidae)'in potansiyel mikrobiyal kontrol etmenlerini belirlemeyi amaçladıkları çalışmada, *B. bassiana*, *B. pseudobassiana*, *M. anisopliae* ve *I. fumosorosea* izolatlarına karşı zararlının hassasiyetini test etmişlerdir. Diğer izolatlarla karşılaştırıldığında *B. bassiana* izolatı %100 ölüm oranı ile en etkili izolat olarak belirlenmiştir. *B. bassiana*'nın Bb88 ve AP3 kodlu iki izolatı *M. anisopliae*'nin Ma129 izolatından daha virülens olduğu ve ölüm oranlarına cinsiyetin etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Dalla Nora et al., (2021), *E. heros* ile mücadele amacıyla zararlıdan potansiyel entomopatojen fungusları izole etmeyi, bu fungusların virülensliğini belirlemeyi ve etkili konsantrasyonun tespit edilmesini amaçlamaktadır. Toprakta ve ölü böceklerden toplamda 36 entomopatojen fungus izolatu elde edilmiş ve her biri 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonda zararlının erginlerine uygulanmıştır. 15 gün sonunda sadece 3 izolat %100 ölüme sebep olmuştur. Moleküler tanılama yöntemi ile *B. bassiana* olarak teşhis edilen UFSM-1, UFSM-2 ve UFSM-26 izolatlarının LC_{50} , LC_{90} değerleri ve toplam ölüm oranı belirlenmiştir. UFSM-1 ve UFSM-2 izolatu 9. günde 5×10^9 spor mL^{-1} konsantrasyonda yüksek derecede virülens oldukları ve her iki izolat 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonda 9. günde %70 ölüme sebep olduğu belirlenmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Fındık yeşil kokarcasının yumurta parazitoitlerinin tespiti, entomopatojen fungusların izolasyonu ve etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan materyaller ve hangi amaçla kullanıldıkları Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller ve kullanım amaçları

Materyal	Kullanım Amacı
Tül kafesler (70x50 cm ve 1x2 m)	<i>P. prasina</i> 'nın yumurta paketlerinin elde edilmesi
Derin dondurucu [New Brunswick Scientific®]	Nöbetçi yumurta paketlerinin öldürülmesi ve depolanması
Buzdolabı (-20 °C ve 5 °C) [Bosh®]	Entomopatojen fungus izolatlarının cryo tüplerde muhafazası (-20 °C) Ölü <i>P. prasina</i> bireylerinin izolasyon öncesi muhafazası (5 °C)
İnkubatör [Binder; KBWF 240®, Almanya]	İzole edilen fungusların petrilerde PDA ortamında geliştirilmesi
Potter sprej tower [Burkard®, Rickmansworth, Hertz UK.]	Entomopatojen fungusların uygulanması
Mikroskop [Leica Wild M5®]	Parazitoitlerin teşhisi
Thoma Lamel, (Hemositometre)	Entomopatojen izolatların konsantrasyonlarının ayarlanması
GPS Cihazı [Magellan®]	Çalışma noktalarının koordinatlarının alınması
Steril Cryo tüpler (1,8 ml) [Ctyochill®]	Entomopatojen fungusların ve alkol içerisinde parazitoitlerin saklanması
PDA [Merck® Ltd., Darmstadt, Almanya]	Entomopatojen fungusların geliştirilmesi
Petri (9 cm) [Isolab®]	Entomopatojen fungusların izolasyonu ve aşılması
Çarşaf (270x300 cm)	Araziden böcek toplanması
Plastik böcek kutuları (20x10x28 cm)	Bahçelerden toplanan böceklerin laboratuvara taşınması
Plastik kaplar (10x10x5 cm)	Yumurta paketlerinin taşınması
Polietilen köpük kutular (30x20x20 cm)	Yumurta paketlerinin araziye götürülmesi
Buz Aküsü	Yumurta paketlerinin araziye götürülürken muhafazası
Tülbent	Petrilerden kazınan fungusların süzülmesi

3.2. Yöntem

3.2.1. Fındık Yeşil Kokarcasının Yumurta Parazitoitlerini Belirlenmesi

3.2.1.1. Böceklerin toplanması ve yumurtaların elde edilmesi

Bu çalışmada, fındık yeşil kokarcasının yumurta parazitoitlerinin tespit edilmesi amacıyla fındığın yoğun olarak yetiştirildiği Samsun'un Atakum, Çarşamba ve Terme ilçelerinde darbe ve çarşaf yöntemi kullanılarak sürveyler gerçekleştirilmiş ve böcekler elde edilmiştir (Şekil 3.1). Bu amaçla 2018-2019 yılları arasında nisan sonu ve haziran başı arasında toplanan ergin böcekler Atakum'da bir fındık bahçesinde 70x50 cm ölçülerindeki kafeslere 5 dişi ve 5 erkek, 2x1 m büyüklükteki kafeslere ise 10 dişi ve 10 erkek olmak üzere konularak fındık dallarına asılmıştır (Şekil 3.2). Bu kafesler günlük olarak kontrol edilerek böceğin bir günlük yaştaki yumurta paketleri elde edilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.1. Çarşaf yöntemi (a) ile toplanan böcekler (b)



Şekil 3.2. Toplanan böceklerin yumurtlamak üzere kafeslere alınması



Şekil 3.3. Kafeslerden elde edilen *Palomena prasina* yumurtaları

3.2.1.2. Dondurulmuş nöbetçi yumurta kümelerinin hazırlanması

Kafeslerden toplanan fındık yeşil kokarcasının <24saat yaştaki yumurta paketleri üzerinde buldukları yaprak parçası ile birlikte kesilip alınmış ve -80 °C’de 15 dk süreyle bekletilerek ölü nöbetçi yumurta paketleri elde edilmiştir. Dondurulmuş nöbetçi yumurta paketlerinin kullanılması ile yumurtalar içinde embriyo gelişmesi durdurularak yumurtaların daha uzun bir süre parazitlenmeye maruz bırakılması sağlanmıştır (Haye et al., 2015). Erginlerin yumurtlama periyodu günlere göre değişim gösterdiğinden, parazitlenme çalışmaları için yeterince yumurta paketi elde

etmek için yumurta paketleri -80 °C de öldürülmektedir. Yumurtalar daha sonra araziye götürülüp parazitlenmeye maruz bırakılıncaya kadar 15-25 gün plastik kutular içerisinde -25 °C de depolanmıştır. Yumurta paketleri araziye buz aküleri içerisinde plastik kutularda götürülmüştür ve muhtemel parazitlenme için arazi şartlarına maruz bırakılmadan önce 30 dk normal şartlarda bekletildikten sonra dallara asılmıştır. Yumurta paketlerinin üzerinde buldukları yaprak parçası ile birlikte sifirin altındaki sıcaklıklarda depolanarak daha sonra araziye intikalinin sağlanması ile, yumurta kümelerine ait biyokimyasal izler arazi şartlarına maruz bırakılana kadar muhafaza edilmeye çalışılmıştır (Canton-Ramos and Callejon-Ferre, 2010; Haye, et al., 2015). Asılan yumurta kümeleri arazi şartlarında fındık dalları üzerinde 7 gün asılı kalıp, parazitlenmeye maruz bırakıldıktan sonra toplanarak laboratuvara getirilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. *Palomena prasina*'nın nöbetçi yumurta paketlerinin fındık dallarına yerleştirilmesi

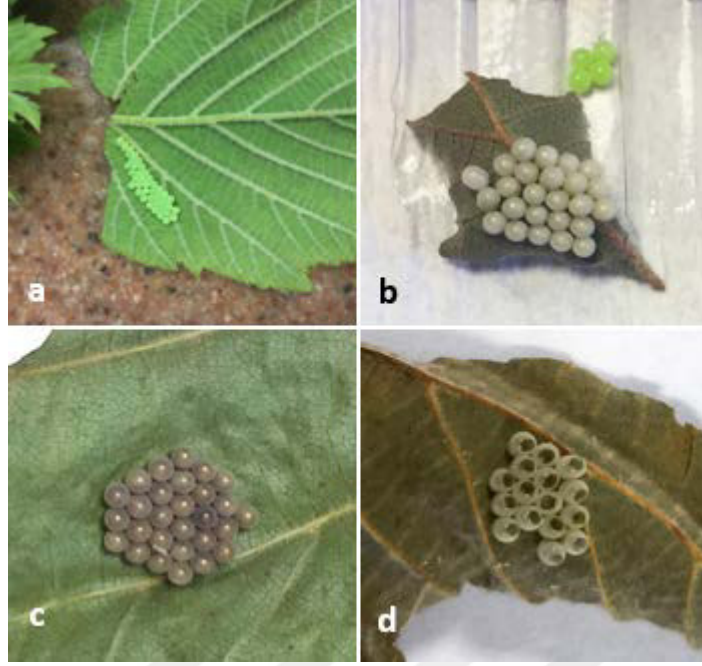
3.2.1.3. Nöbetçi yumurtaların araziye asılması ve parazitlenmenin değerlendirilmesi

Çalışmanın yapıldığı 2018-2019 yıllarında farklı illerden toplam 145 fındık bahçesinde, yumurta parazitlenmesinin belirlenmesi amacıyla kışlamış erginlerden elde edilen toplam 590 yumurta kümesi (11570 yumurta) kullanılmıştır. İlk yıl Samsun'da 31 lokasyon için 124 yumurta kümesi, Giresun'da ise 17 lokasyon için 70 yumurta kümesi kullanılırken, 2019 yılında Ordu'da 37 lokasyon için 148 yumurta

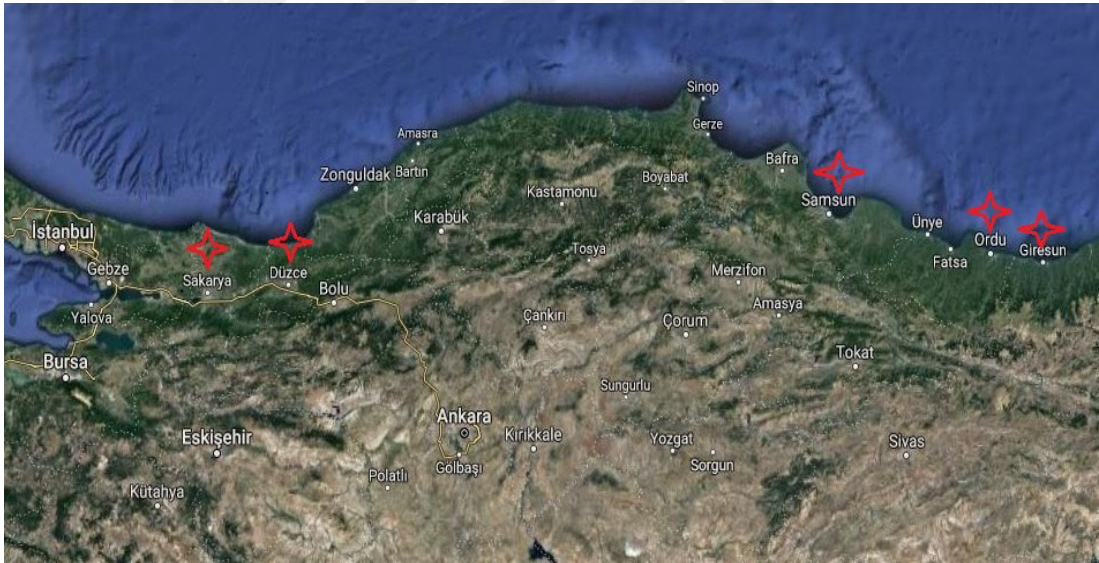
kümesi, Düzce’de 30 lokasyon için 120 yumurta kümesi, Sakarya’da 30 lokasyon için 128 yumurta kümesi kullanılmıştır. Yumurtalar üzerinde buldukları fındık yaprağı parçaları ile birlikte arazideki fındık yapraklarının alt yüzeylerine zımbalanmak suretiyle yerleştirilmiştir. Daha sonra yapılan kontrollerde yumurtaların tekrar bulunup toplanmasını kolaylaştırmak amacıyla yumurta asılan dallara kırmızı şeritler bağlanmış ve ayrıca bahçe içerisindeki konumları her bahçe için çizilen taslak bir plan üzerinde işaretlenmiştir. Her bir ildeki ilçelerde bahçeler arası mesafe 2-4 km arasında değişim göstermiştir. Her bir bahçeye ortalama 4 yumurta kümesi asılmış ve yumurta kümeleri arasında en az 20-30 m mesafe bırakılmıştır. Çalışmaların çok sayıda il ve bahçeyi içermesi nedeniyle her bir bahçedeki pestisit kullanım programını takip etmek mümkün olamamıştır. Samsun ilinin Tekkeköy ve Terme ilçelerinde sürvey yapılan bahçeler hariç, araştırmanın tamamında bahçeler rastgele seçilmiştir. Yalnızca Samsun’un Terme ve Tekkeköy ilçelerinde çalışmanın yapıldığı bahçelerde ilaç kullanılmadığı bilinmektedir.

Yumurta paketlerinin asıldığı ilçeler fındık üretimin yoğunluğuna göre seçilmiş, bu amaçla Samsun ilinde Ondokuz Mayıs, Tekkeköy, Terme, Ordu ilinde Merkez, Perşembe, Ünye, Giresun ilinde Bulancak, Keşap, Merkez, Düzce ilinde Akçakoca, Kocaali, Merkez ve Sakarya ilinde Cumayeri, Hendek, Karasu ilçelerinde seçilen fındık bahçelerinin koordinatları kaydedilmiştir (Şekil 3.6).

Yumurta paketleri ağaçlara asıldıktan 7 gün sonra alınan koordinatlara gidilerek tekrar toplanmış ve gerekli etiket bilgilerinin üzerine yazıldığı saklama kutularına her yumurta kümesi ayrı ayrı olmak üzere konularak Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü’ndeki, Entomoloji laboratuvarına getirilmiştir. Laboratuvarında 25 °C±1 ve 16 saat ışıklandırma ve %70 nisbi nem koşullarındaki iklim dolaplarında 6 hafta boyunca tutulmuş ve parazitoit çıkışları kaydedilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. *Palomena prasina* yumurta kümesi; (a) doğal, (b) parazitlenmiş erken dönem, (c) parazitoit çıkışına yakın dönem ve (d) parazitoit çıktıktan sonra



Şekil 3.6. Çalışmanın yapıldığı illerin coğrafik konumları

Her yumurta kümesinde bulunan yumurta sayıları ve parazitlenen yumurta sayıları kaydedilerek, her yumurta kümesinden çıkan parazitoidler ayrı ayrı olmak üzere %70'lik ethanol içeren 1.8 ml. steril Cryo tüpler içine alınmıştır.

Parazitoidlerin teşhis ettirilmesinden sonra plastik tüplerde bulunan örnekler tür bazında tasnif edilerek kaydedilmiştir. Her bir yumurta parazitoiti türünün parazitleme

orani, parazitlenmiş yumurtaların sayısını bahçelerden geri toplanan toplam yumurta sayısına bölünerek hesaplanmıştır. Her bir yumurta parazitoidinin genel etkinliğini değerlendirmek için keşif etkinliği (discovery efficiency) ve kullanım etkinliği (exploitation efficiency) olarak 2 parametre daha kullanılmıştır. Keşif etkinliği, bahçelere asıldıktan sonra geri toplanan yumurta kümesi sayısı üzerinden parazitlenen yumurta kümelerinin sayısı ile ifade edilirken, kullanım etkinliği, keşfedilen yumurta kümeleri içindeki toplam yumurta sayısı üzerinden parazitlenmiş yumurta sayısını ifade eder (Moraglio, et al., 2021; Wu, et al., 2020). Bu değerlerin hesaplanması için aşağıdaki formüller kullanılmıştır.

Her bir bahçede parazitlenen paket sayısı: Y

Her bir bahçeye yerleştirilen toplam paket sayısı: K

Her bir ilde paket yerleştirilen toplam bahçe sayısı: n

$$\text{Yüzde } Y = \frac{Y}{K} * 100$$

$$\text{Ortalama: } \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^k Y_i}{n}$$

$$\text{Standart sapma: } S_Y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n - 1}}$$

$$\text{Standart hata: } S_{\bar{Y}} = \frac{S_Y}{\sqrt{n}}$$

Keşif etkinliği (Exploitation efficiency) için $\bar{Y} \pm S_{\bar{Y}}$ değerleri kullanılmıştır.

Her bir yumurta paketinde parazitlenen yumurta sayısı: X

Her bir yumurta paketinde bulunan toplam yumurta sayısı: N

Her bir ilde parazitlenen toplam yumurta paket sayısı: n

$$\text{Yüzde } X = \frac{X}{N} * 100$$

$$\text{Ortalama: } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$\text{Standart sapma: } S_X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$\text{Standart hata: } S_{\bar{X}} = \frac{S_X}{\sqrt{n}}$$

Kullanım etkinliği (Exploitation efficiency) için $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ değerleri kullanılmıştır.

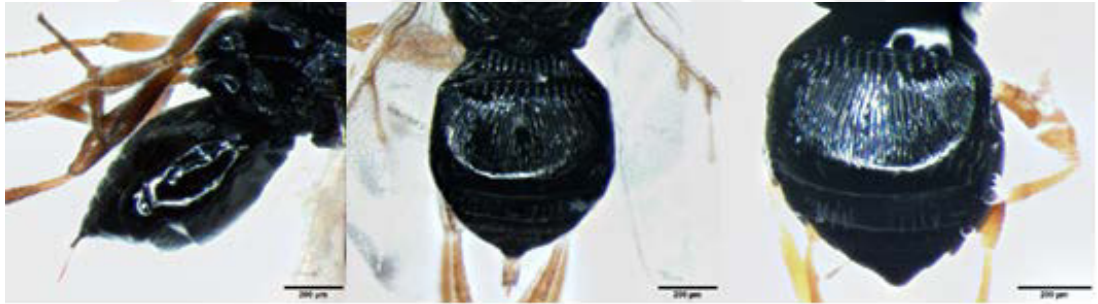
Bu etkinlik hesaplamaları, *Tr. sp1* ve *Te. sp1* türlerinden çok düşük sayıda bireyin ortaya çıkması nedeniyle yapılamazken, en yoğun parazitleme yapan *Tr. cultratus*, *Tr. belenus* ve *Te. turesis* türlerinin yumurta paketlerinin keşif etkinliği ve kullanım etkinliği belirlenmiştir.

3.2.1.4. Yumurta parazitoidlerinin teşhisi

Araziye asılan dondurulmuş nöbetçi yumurta paketlerinden çıkış yapan parazitoidler coğrafik konumlarına göre etiketlendikten sonra %70'lik ethanol içeren Cryo tüplere alınmıştır. Familya bazında teşhisler, yumurta parazitoidlerinin abdomenlerinde bulunan tergum'ların büyüklüğüne ve sayısına, parazitoidlerin kanatlarındaki damarlanma durumuna, flagellumdaki segment sayısına ve erkeklerdeki 3. segmentin değişimine göre (Şekil 3.7, 3.8 ve 3.9) Goulet ve Huber (1993)'in teşhis anahtarı kullanılarak tarafımızca yapılmıştır.



Şekil 3.7. Scelionidae familyasına ait bir *Trissolcus* türü



Şekil 3.8. Scelionidae familyasına ait bir parazitoitin tergumlarının görünümü



Şekil 3.9. Scelionidae familyasına ait bir parazitoitin kanat ve anten yapısı

Örneklerin familya bazında ayrımı için ilk olarak parazitoit örnekleri alkolden çıkarılarak kurutma kâğıdı üzerinde kurutulmuş, abdomenin ventralinde bir noktadan kartlara yapıştırılmıştır ve led spot ışığıyla aydınlatılan Leica Wild M5 Mikroskop (100x'e kadar büyütme) altında incelenmiştir. Familya teşhis anahtarlarına ilave olarak *Telenomus* türleri için Kozlov ve Kononova (1983), *Trissolcus* türleri için ise Talamas et al., (2017) ve Tortorici et al., (2019)'nin teşhis anahtarları kullanılmıştır. Parazitoit türleri Dr. Francesco Tortorici tarafından teşhis edilmiştir ve teşhis için kullanılan bireyler Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, University of Torino — Turin, İtalya (DISAFA)'da muhafaza edilmektedir.

3.2.2. Fındık Yeşil Kokarcasında Entomopatojen Fungusların Tespiti Üzerine Çalışmalar

3.2.2.1. Böceklerin toplanması

Bu çalışmada, fındık yeşil kokarcasından entomopatojen fungusların elde edilmesi amacıyla yoğun olarak fındık yetiştiriciliği yapılan Samsun, Ordu, Giresun, Düzce ve Sakarya illeri seçilmiştir (Şekil 3.6). 2018-2019 yıllarında bu illere ait bazı ilçelerde sürveyler, darbe ve çarşaf yöntemi kullanılarak yapılmış, toplanan sağlıklı ve ölü böcekler, gerekli bilgilerin üzerine yazıldığı saklama kutuları kullanılarak Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'ndeki, Entomoloji laboratuvarına getirilmiştir. Ölü bireyler izolasyon işlemine kadar +4°C'de bekletilmiştir. Ölü bireyler daha sonra doğrudan izolasyona alınırken canlı bireyler arazide fındık üzerinde ölene kadar kafeslerde tutulmuş, daha sonra izolasyona alınmıştır. Toplamda izolasyon için 1431 ergin böcek kullanılmıştır.

3.2.2.2. Entomopatojen fungusların izolasyonu ve saklanması

Entomopatojen fungus izolasyonunda fındık yeşil kokarcasının ölü ergin bireyleri kullanılmıştır. Bu böcekler öncelikle %1'lik NaOCl (sodyum hipoklorit) solüsyonuyla 5 dk. yüzey sterilizasyonu yapıldıktan sonra, 3 kez distile su ile yıkanmıştır. Yüzeysel sterilizasyona tabi tutulan böcekler steril kurutma kâğıdı üzerine alınmış ve 30 dk. bekletilerek kuruması sağlanmıştır. Daha sonra ölü bireyler her bir petri başına bir veya iki adet (bulaşıklığa engel olacak azami mesafede) olarak PDA (Merck Ltd., Darmstadt, Almanya) besi ortamı içeren 9 cm'lik Petri kaplarına (İsolab) aşılanmıştır. Fungus aşılanan tüm Petri kapları 25°C'de karanlık ortamda inkübasyona (Binder; KBWF 240, Almanya) bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra besi yeri üzerinde

büyüyen funguslar (Şekil 3.10) incelenerek farklı koloni morfolojisine sahip olanlardan saflaştırmak amacı ile küçük misel parçası alınmış ve PDA içeren Petrilere aşılansarak 4-6 gün boyunca aynı koşullarda inkübasyona bırakılmıştır.



Şekil 3.10. *Palomena prasina*'da aşılama sonrası PDA ortamında gelişen fungus

Gelişen bu fungusların herbirinin tek spor izolasyonunu yapmak amacı ile PDA'da gelişen fungal kültürden 1×10^4 spor mL^{-1} oranında spor süspansiyonu hazırlanmış ve PDA besiyerlerine 100 μL yayılmıştır. Bakteri kontaminasyonunu engellemek için besi yerine 200 $\mu\text{g mL}^{-1}$ oranlarında streptomisin ilave edilmiştir. Bir günlük inkübasyondan sonra çimlenen sporlar kesilerek taze PDA ortamı içeren besi yerine aşılanmıştır. Tek spordan gelişen bu besi yerlerine steril kurutma kağıtları yerleştirilmiş ve 25°C sıcaklıkta 1-2 hafta gelişmeye bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda kurutma kağıtları steril Cryo tüplere alınmış ve etiketlenerek Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'ndeki Entomoloji laboratuvarında -20°C'de muhafaza edilmiştir. Ayrıca, Petri kaplarında kalan kültürler sonraki çalışmalarda kullanılmak amacıyla +4°C'de saklanmıştır.

3.2.2.3. Entomopatojen fungusların moleküler karakterizasyonu

Fındık yeşil kokarcasından izole edilen entomopatojen fungusların moleküler karakterizasyonu Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma

Bölümündeki Mikoloji laboratuvarında Doç. Dr. Göksel Özer önderliğinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.3.1. DNA izolasyonu

Entomopatojen fungus izolatlarının genomik DNA'larının izolasyonu DArT DNA protokolleri (<http://www.diversityarrays.com>) uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle saf izolatlar 10 gün boyunca PDA ortamı içeren Petri kaplarında geliştirilmiştir. Bu sürenin sonunda kültür yüzeylerinden izolatlara ait yaklaşık 100 mg misel/spor dokusu steril bir bisturi yardımı ile hafifçe kazınmış ve 2 mL'lik Ependorf tüpe aktarılmıştır. Bir hexadecyltrimethylammonium bromide (CTAB) esaslı olan ve önceden 65°C'ye kadar ısıtılmış olan 750 µl ekstraksiyon-lizis tamponu (125 mM Tris-HCl pH 8.0, 25 mM EDTA pH 8.0, %2 CTAB, 0.8 M NaCl, %2 PVP-40, %0.5 sodium disulfite ve %1 sarcosyl) tüpe eklenerek örnek bir steril çelik ezici yardımı ile homojen hale getirilmiştir. Ardından her 10 dakikada bir hafifçe ters düz edilerek 65°C'ye ayarlı kuru blok ısıtıcıda 1 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda örnek kuru blok ısıtıcıdan alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve tüpe 750 µl kloroform/izoamil alkol (24:1 w/w) eklenmiştir. Bu aşamada 10 dakika süre ile yavaşça ters düz edilen örnek ardından 12000 g'de 15 dakika santrifüj işlemine tabi tutulmuştur. Üst katmandan elde edilen süpernatantlar yeni bir 1.5 mL'lik Ependorf tüpüne aktarılmış ve üzerlerine 0.6 hacim soğuk izopropanol eklenmiştir. 30 saniye süre ile ters düz edilen örnek 10 dakika boyunca +4°C de bekletilmiş ve DNA'yı çökeltmek için 12000 g'de 5 dakika santrifüj işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlemde sonra süpernatantlar uzaklaştırılmış ve elde edilen pelletler 2 kez %70'lik soğuk etanolle yıkanarak pellet ve tüp oda sıcaklığında kurutulmuştur. İzolatlara ait DNA'lar 100 µl steril ultra saf su yardımı ile çözülerek, konsantrasyonu DS-11 FX Serisi Spektrofotometre (Denovix Inc., ABD) ile ölçülmüş ve PCR çalışmaları için 50 ng/µl'ye ayarlanmıştır.

3.2.2.3.2. PCR çalışması

İzolatlara ait genomik DNA'ların ITS bölgeleri White vd (1990) tarafından tasarlanan ITS1 (5'-CCG TAG GTG AAC CTG CGG-3') ve ITS4 (5'- TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3') primerleri kullanılarak amplifiye edilmiştir.

Polymerase Chain Reaction (PCR) çalışmaları 50 µl'lik hacimlerde gerçekleştirilmiştir. PCR karışımı, 25-50 ng fungal DNA, 5 µl 10X tampon solüsyonu,

1.5 mM MgCl₂, 0.2 mM dNTPs, 0.4 µM ITS1 ve ITS4 primerleri, 1.5 ünite Dream Taq DNA polimeraz (Thermo Scientific, ABD) ve moleküler çalışmalara uygun saflıkta sudan oluşmaktadır.

PCR amplifikasyonu, bir T100 termal cyclus (BioRad, Hercules, CA, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Başlangıç denatürasyonu için 95°C'de 3 dakikaya ayarlanan program bunu takiben 35 döngü 95°C'de 45 saniye, annealing (bağlanma) sıcaklığı olan 54°C'de 45 saniye, uzama sıcaklığı olan 72°C'de 1 dakika ve final uzama sıcaklığı olan 72°C'de 5 dakikaya ayarlanmıştır.

3.2.2.3.3. Elektroforez ve sekanslama

PCR ürünlerinden alınan 10 µl hacim, 1x Tris-acetate-EDTA (TAE) tampon solüsyonunda %1.2'lik agaroz jel içerisine yüklenerek 100 volt'da 90 dakika elektroforetik ayırım işlemine tabi tutulmuştur. Bu süre sonunda agaroz jel 30 dakika boyunca ethidium bromide içeren solüsyonda bekletilmiş ve G:BOX F3 jel görüntüleme sistemi (Syngene, Cambridge, UK) yardımı ile UV ışık altında jelin fotoğrafı çekilmiştir.

Elektroforez sonucu temiz ve beklenen bant büyüklüklerine sahip olan ürünlerin kalan kısmı ABI Prism® 3730xi cihazı ile sekans bilgilerinin elde edilmesi için ticari bir şirkete (Macrogen, Seoul, Güney Kore) gönderilmiştir. Sekanslama işlemi çift yönlü olarak her iki primer kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ham sekans dataları MEGA7 genetik analizi programı (Kumar vd, 2016) kullanılarak işlenmiş ve NCBI GenBank'ta bulunan diğer sekanslarla benzerliklerini karşılaştırmak için BLASTn (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov>) analizine tabi tutularak olası tür tanımlamaları gerçekleştirilmiştir.

Sekanslar MEGA7 programında çoklu dizilim hizalama yöntemi olan ClustalW ile hizalanmıştır. İzolatların sekansları ve GenBank veri tabanından elde edilen *B. bassiana* türüne ait dört ve *B. pseudobassiana*, *I. fumosorosea*, *I. farinosa*, *L. lecanii*, *P. lilacinum*, *C. rosea* ve *M. anisopliae* türlerine ait üçer referans izolat analizlere ilave edilmiştir. Filogenetik analizler, ITS bölgesinin sekans verilerine dayandırılarak MEGA7 yazılımında Tamura ve Nei (1993) modeli ile neighbor-joining metodu (Saitou ve Nei, 1987) kullanılarak 1000 tekrarlı bootstrap testi ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.4. Fındık yeşil kokarcasından izole edilen entomopatojen fungusların etkinlik testleri

Araziden toplanan böceklerden elde edilen entomopatojen fungus izolatları tür bazında tasnif edilerek bunlardan 20 izolatın fındık yeşil kokarcasına biyolojik etkinlik testleri yapılmıştır.

3.2.2.4.1. Etkinlik testlerinde kullanılan sağlıklı böceklerin toplanması

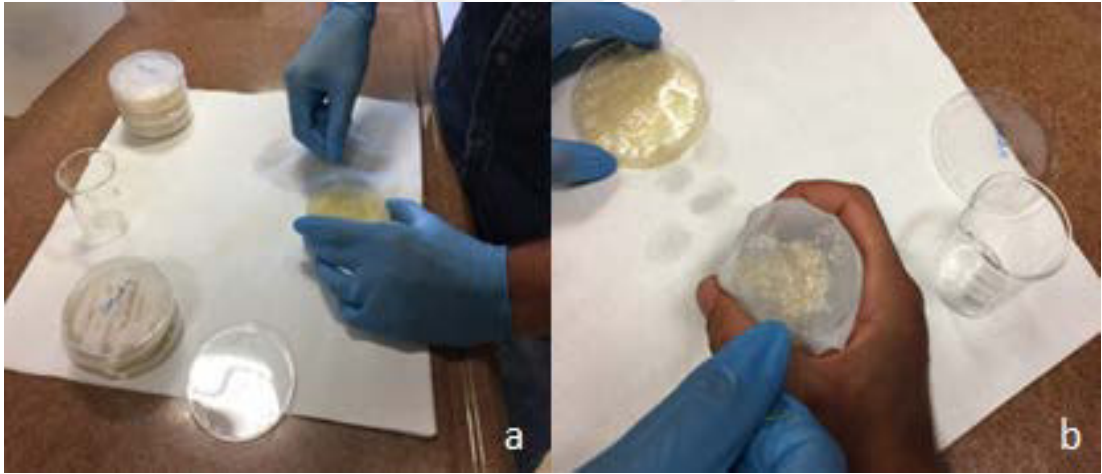
Tüm biyolojik etkinlik çalışmalarında kullanılan fındık yeşil kokarcası erginleri, Samsun'un Ondokuz Mayıs ilçesindeki Kayagüney köyü ve Çarşamba ilçesinde bulunan farklı fındık bahçelerinden darbe ve çarşaf yöntemlerini kullanılarak elde edilmiştir. Bu toplanan böcekler incelenmiş ve denemede kullanılmak amacıyla fındık yeşil kokarcasının herhangi bir hastalık belirtisi olmayan ve normal boyutta olan canlı ve sağlıklı ergin bireyler seçilmiştir.

3.2.2.4.2. Spor süspansiyonlarının hazırlanması

Fındık yeşil kokarcasından elde edilen tüm izolatlar PDA besi yerine ekilmiş ve 25°C'de karanlık ortamda 2-3 hafta boyunca gelişmesi sağlanmıştır (Şekil 3.11). Gelişen fungusların üzerine %0.1'lik Tween 80 ihtiva eden 10 mL steril saf su eklenmiş ve cam baget ile kazınarak sporlar elde edilmiştir (Şekil 3.12a). Spor süspansiyonları iki katlı tülbent ile 50 mL'lik steril cam erlenlere süzülerek misel ve agar parçaları uzaklaştırılmış (Şekil 3.12b) ve elde edilen süspansiyonlar 5 dk. vortekslenerek homojen hale getirilmiştir. Spor konsantrasyonları Neubauer hemositometresi ile sayılarak istenilen konsantrasyonlara ayarlanmıştır. Denemede tüm izolatların 1×10^8 spor mL⁻¹ konsantrasyonu kullanılmıştır.



Şekil 3.11. Entomopatojen fungus kültürleri; *Isaria fumosorosea* TR-SM-4 (a) ve *Cordyceps confragosa* TR-GR-1 (b) izolatu



Şekil 3.12. Fungus sporlarının kazınması (a) ve süzülerek misel parçalarının uzaklaştırılması (b)

3.2.2.4.3. Sporların canlılık testi

Sporların canlılığını test etmek amacıyla 1×10^4 spor mL^{-1} konsantrasyonundan alınan 100 μL spor süspansiyonu içerisinde PDA besi yeri bulunan 6 cm'lik Petri kaplarına yayılmış ve 25°C 'de inkübe edilmiştir. İnkübasyondan 24 saat sonra her Petri kabından 200 spor incelenerek canlılık oranı belirlenmiştir (Erper, et al., 2016). Çim tüpü spor çapından büyük olan sporlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Şekil 3.13). Bunun sonucunda %95'in üzerinde çimlenen sporlara sahip süspansiyonlar patojenite testlerinde kullanılmıştır (Özdemir, et al., 2020).



Şekil 3.13. *Beauveria bassiana* (TR-SM-2) izolatının çimlenen sporları

3.2.2.4.4. Ticari entomopatojen fungus preparatlarının fındık yeşil kokarcasına karşı test edilmesi

Fındık yeşil kokarcasından elde edilen yerli izolatların etkinliğinin kıyaslanması amacıyla Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'ndeki Entomoloji laboratuvarında bulunan entomopatojen fungus kökenli ticari preparatların biyolojik etkinlik testleri yapılmıştır (Şekil 3.14). Bu preparatların her birinden 2.5 mL süspansiyon alınarak 1 L su ile seyreltilmiş ve 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyona ayarlanmıştır. Bu preparatların ticari ismi, içerdiği fungus türü, hedef zararlısı ve tavsiye dozu Tablo 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.14. Çalışmada kullanılan ticari entomopatojen fungus preparatları

Tablo 3.2. *Palomena prasina*'ya karşı etkinlikleri test edilen ticari preparatların ismi, içerdiği fungus türü, hedef zararlısı ve tavsiye dozu

Ticari ismi	Fungus türü	Hedef Zararlısı	Tavsiye Dozu 100 L ⁻¹
Nibortem	<i>Verticillium lecani</i> strain V1-1	Beyazsinekler	250 mL
Nostalgist	<i>Beauveria bassiana</i> strain Bb-1	Yeşil kurt	250 mL
Priority	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> strain PFs-1	Kırmızı örümcek	250 mL

3.2.2.4.5. Entomopatojen fungus izolatlarının ve biopreparatlarının fındık yeşil kokarcasına uygulanması

Patojenite çalışmalarında kullanılan erginler ve besin olarak kullanılan kullanılan fasulye, altı steril kurutma kağıdı ile kaplanmış 250 gramlık dondurma kaplarına yerleştirilmiştir. Daha sonra tüm izolatlardan hazırlanan 1×10^8 spor mL⁻¹ süspansiyondan 2 mL alınmış ve Potter sprej tower (Burkard, Rickmansworth, Hertz UK) adı verilen ilaçlama kulesi yardımıyla Petri kaplarında bulunan 5'er adet ergin üzerine püskürtülmüştür. Ayrıca, ticari preparatlardan hazırlanan süspansiyonlar da aynı yöntemle uygulanmıştır. İlaçlama kulesi her bir uygulamadan sonra %70'lik etil alkolle dezenfekte edilmiş ve steril saf su ile yıkanmıştır. Kontrol Petri kaplarına ise aynı yöntemle sadece %0.01 Tween 80 ihtiva eden steril saf su püskürtülmüştür. Daha sonra tüm Petri kaplarının kenarları streç film ile kapatılmış ve $25 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık ve %70 nemli ortamda 11 gün boyunca inkübe (Binder; KBWF 240, Almanya) edilmiştir.

Denemeler 4 tekerrürlü olarak her bir tekerrüre 5 böcek koyularak yürütülmüştür. Ölüm oranları birbirini takip eden 11 gün süreyle takip edilmiştir. Her güne ait gözlemlerin birbirinden bağımsızlığını sağlamak için (Robertson, et al., 2007) deneme her gözlem günü için aynı sayıda ve farklı bireyler kullanılarak ($n=20$ böcek/gün/izolat/konsantrasyon) tekrar edilmiş, her sayım gününde ilgili güne ait böcekler üzerinden ölüm oranları belirlendikten sonra o güne ait böcekler denemeden uzaklaştırılmıştır. Aynı işlem kontrol grupları için de tekrar edilmiştir.

3.2.2.4.6. Entomopatojen fungusların farklı konsantrasyonlardaki etkisi

Fungus izolatlarının farklı konsantrasyonlarının fındık yeşil kokarcasının erginlerine karşı etkilerinin belirlenmesi için yukarıda bahsedilen patojenite çalışmalarında yüksek derecede virulent olduğu görülen *B. bassiana* (TR-SM-2, TR-SM-10, TR-SM-11, TR-SK-1) ve *B. pseudobassiana* (TR-SM-1) izolatları kullanılmıştır. Bu izolatların 1×10^6 spor mL^{-1} konsantrasyonu fındık yeşil kokarcasının erginlerine karşı uygulanmıştır. Denemede kullanılan yöntem, tekerrür ve böcek sayısı, saklandığı koşullar ve sayım günleri Bölüm 3.2.2.4.5’de belirtildiği gibidir.

3.2.2.4.7. Mikozis oranının belirlenmesi

Patojenite çalışmalarından elde edilen ölü bireyler %1’lik sodyum hipokloritte 3 dk. bekletilerek yüzeysel sterilizasyona tabi tutulmuştur. Daha sonra 3 defa steril saf su içerisinde geçirilerek sporülasyonun oluşması için nemli ortamda 1 hafta boyunca inkübe edilmiş ve inkübasyondan sonra böcek üzerindeki fungal yapılar incelenerek mikozis oranları belirlenmiştir (Kocacevik, et al., 2016).

3.3. İstatistik Analizler

Patojenite testlerinde ölüm oranları %5’i geçtiği durumlarda veriler Abbott formülüne göre düzeltilmiştir (Abbott, 1925). Ayrıca, patojenite çalışmalarında kullanılan entomopatojen fungusların LT_{50} ve LT_{90} değerleri Probit analizi ile Log-probit metodu ile belirlenmiştir (POLO-PLUS ver. 2.0). Ayrıca, izolatlara ait LT_{50} ve LT_{90} değerlerinin güven aralıkları karşılaştırılmıştır ($P < 0.05$).

4. BULGULAR

4.1. *Palomena prasina*'nın Yumurta Parazitoitlerinin Tür Kompozisyonu ve Parazitlenme Oranları

Ülkemizin ana fındık üretim alanları olan Samsun, Ordu, Giresun, Sakarya ve Düzce illerinde zararlının yumurta parazitoitlerini belirlemek için yürütülen sürveyler fındık yeşil kokarcasının dondurulmuş nöbetçi yumurtaları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bahsedilen illerde ve bu illere ait üçer ilçede toplamda 11570 [590 yumurta kümesinin ortalaması (GA): 19.61 (19.03 – 20.19)] dondurulmuş nöbetçi yumurtalar fındık bahçelerine asılmıştır. Yedi gün sonra yumurta paketlerini toplamak üzere bu lokasyonlara gidilerek toplamda 10386 yumurta (536 yumurta paketi) toplanarak geri laboratuvara getirilmiştir. Toplam 54 yumurta paketi veya 1184 yumurta belirlenemeyen sebepler (347 yumurta) ve predatörlerin (837 yumurta) yumurtaları tahrip etmesi nedeniyle kaybedilmiştir.

Yumurta paketlerinin laboratuvar koşullarında takibi sonucunda, parazitlenen yumurtalardan çıkışlar gerçekleşmiş ve tüm illerde yapılan çalışma sonucunda, parazitlenme oranı ortalama %9.30 olarak tespit edilmiştir. Parazitlenmenin gerçekleştiği lokasyonlar, sürvey aralığı ve parazitoit sayıları Tablo 4.1'de verilmiştir. Bu parazitlenen yumurtaların % 68.91'i *Tr. cultratus*, %15.75'i *Tr. belenus*, %10.26'sı *Te. turesis*, %3.83'ü *Telenomus* sp1, %1.25'i *Trissolcus* sp1 tarafından parazitlenmiştir (Tablo 4.2). *Telenomus* sp1 ve *Trissolcus* sp1 türleri düşük sayıda ortaya çıkması nedeniyle parazitlenme oranları hesaplanmamıştır. Bu türlerin teşhisi klasik yöntemlerle yapılamamış olup, moleküler yöntemlerle tanımlanma çalışmaları devam etmektedir. Böylece, fındık yeşil kokarcasının en yaygın ve en yoğun gözlenen yumurta parazitiotininin *Tr. cultratus* olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.1. *Palomena prasina* yumurta parazitoitlerinin bulunduğu bölgelerin bilgileri ve birey sayıları

Örnekleme yeri		Tarih	Koordinat	Parazitoit sayısı
İl	İlçe			
Samsun	Ondokuz Mayıs	30.5.2018- 6.6.2018	41,333908° 36,079094°	18
Samsun	Ondokuz Mayıs	30.5.2018-6.6.2018	41,372868° 36,017029°	1
Samsun	Ondokuz Mayıs	30.5.2018- 6.6.2018	41,394230° 35,991898°	16
Samsun	Tekkeköy	30.5.2018- 6.6.2018	41,200764° 36,580402°	19
Samsun	Terme	30.5.2018- 6.6.2018	41,121128° 36,979050°	6
Samsun	Terme	30.5.2018- 6.6.2018	41,188599° 36,987175°	12
Samsun	Terme	30.5.2018- 6.6.2018	41,119774° 36,971436°	25
Samsun	Terme	30.5.2018- 6.6.2018	41,098564° 36,951588°	46
Ordu	Ünye	27.5.2019- 3.6.2019	41,111195° 37,200691°	1
Ordu	Perşembe	27.5.2019- 3.6.2019	41,034657° 37,600750°	50
Ordu	Perşembe	27.5.2019- 3.6.2019	41,029789° 37,610355°	3
Ordu	Perşembe	27.5.2019- 3.6.2019	41,023956° 37,6227°	47
Ordu	Merkez	27.5.2019- 3.6.2019	40,968307° 37,996716°	2
Ordu	Merkez	27.5.2019- 3.6.2019	40,964077° 37,996857°	8
Ordu	Merkez	27.5.2019- 3.6.2019	40,963242° 37,996525°	17
Ordu	Merkez	27.5.2019- 3.6.2019	40,962006° 37,994423°	21
Ordu	Merkez	27.5.2019- 3.6.2019	40,958164° 37,992538°	54
Ordu	Merkez	27.5.2019- 3.6.2019	40,958206° 37,993080°	39
Giresun	Keşap	20.5.2018- 27.5.2018	40,903412° 38,525604°	71
Giresun	Keşap	20.5.2018- 27.5.2018	40,903751° 38,532269°	20
Giresun	Bulancak	20.5.2018- 27.5.2018	40,913731° 38,233204°	12
Giresun	Bulancak	20.5.2018- 27.5.2018	40,898567° 38,246239°	51
Giresun	Merkez	20.5.2018- 27.5.2018	40,787655° 38,467758°	10
Sakarya	Karasu	25.5.2019- 1.6.2019	41,074501° 30,785748°	15
Sakarya	Hendek	25.5.2019- 1.6.2019	40,817863° 30,755869°	19
Sakarya	Hendek	25.5.2019- 1.6.2019	40,809444° 30,745834°	83
Sakarya	Hendek	25.5.2019- 1.6.2019	40,805244° 30,747988°	26
Sakarya	Cumayeri	25.5.2019- 1.6.2019	40,710789° 30,737875°	26
Sakarya	Cumayeri	25.5.2019- 1.6.2019	40,712652° 30,738346°	35
Düzce	Merkez	25.5.2019- 1.6.2019	40,803833° 31,257105°	15
Düzce	Merkez	25.5.2019- 1.6.2019	40,818523° 31,254223°	20
Düzce	Merkez	25.5.2019-1.6.2019	40,833302° 31,242966°	3
Düzce	Merkez	25.5.2019- 1.6.2019	40,932766° 31,148935°	7
Düzce	Merkez	25.5.2019- 1.6.2019	40,939671° 31,161676°	3
Düzce	Merkez	25.5.2019- 1.6.2019	40,948002° 31,168936°	7
Düzce	Merkez	25.5.2019- 1.6.2019	40,961834° 31,173723°	15
Düzce	Merkez	25.5.2019- 1.6.2019	40,967079° 31,170952°	6
Düzce	Akçakoca	25.5.2019- 1.6.2019	41,047905° 31,196531°	23
Düzce	Akçakoca	25.5.2019- 1.6.2019	41,047905° 31,196531°	17
Düzce	Akçakoca	25.5.2019- 1.6.2019	41,081806° 31,190874°	25
Düzce	Akçakoca	25.5.2019- 1.6.2019	41,083321° 31,191214°	19
Düzce	Kocaali	25.5.2019- 1.6.2019	41,073917° 31,093277°	13
Düzce	Kocaali	25.5.2019- 1.6.2019	41,073753° 31,084352°	2
Düzce	Kocaali	25.5.2019- 1.6.2019	41,073025° 31,077265°	12
Düzce	Kocaali	25.5.2019- 1.6.2019	41,072266° 31,04068°	25

Tablo 4.2. Karadeniz ve Marmara bölgelerinde *Palomena prasina*'nın fındık bahçelerine asılan dondurulmuş yumurta kümelerinden elde edilen parazitoidlerin tür kompozisyonu ve parazitlenme oranları (2018-2019)

İller	Tarih	Asılan yumurta sayısı	Toplanan yumurta sayısı	Parazitlenen yumurta kümesi/toplam yumurta kümesi	% Parazitlenen yumurta (parazitoit sayısı)	Parazitoitlerin tür kompozisyonu (%)				
						<i>Trissolcus cultratus</i>	<i>Trissolcus belenus</i>	<i>Trissolcus sp1</i>	<i>Telenomus turesis</i>	<i>Telenomus sp1</i>
Samsun	30 may-6 haz.2018	1815	1412	10/116	10.13 (143)	78.32	13.28	8.39	-	-
Ordu	27 may-3 haz.2019	3230	2848	16/135	8.50 (242)	73.96	10.75	-	-	15.29
Giresun	20-27 may 2018	1191	1082	9/54	15.16 (164)	100	-	-	-	-
Sakarya	25 may-1 haz.2019	2724	2563	10/118	7.96 (204)	38.23	29.9	-	31.87	-
Düzce	25 may-1 haz.2019	2610	2481	21/113	8.55 (212)	62.26	21.7	-	16.04	-
Toplam		11570	10386	66/536	9.30 (965)	68.91	15.75	1.25	10.26	3.83

4.1.1. Samsun İlinde Tespit Edilen Parazitoit Türleri ve Yumurtaların Parazitlenme Oranları

Samsun ilinde Terme, Tekkeköy ve Ondokuz Mayıs ilçelerinde yapılan çalışmalar sonucunda, yumurtaların parazitlenme oranları ilçelere göre sırasıyla %16.49, %3.64 ve %10.1 olarak tespit edilmiştir. Terme ilçesinde yumurtaları parazitleyen türlerin %86.52'sinin *Tr. cultratus* ve %13.48'inin ise *Trissolcus* sp1 türüne ait olduğu belirlenmiştir. Tekkeköy'de yumurtaları parazitleyen tüm parazitoidler *Tr. belenus* olarak teşhis edilmiştir. Ondokuz Mayıs ilçesinde ise yumurtaları parazitleyen tüm türlerin *Tr. cultratus* olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Samsun genelinde asılan yumurtalarda tüm parazitoit türlerinin %10.13 oranında bir parazitlenme gerçekleştirdiği ve tüm türler içerisinde *Tr. cultratus*'un en baskın parazitoit türü olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.3. Samsun'da *Palomena prasina*'nın fındık bahçelerine asılan dondurulmuş yumurta kümelerinden elde edilen parazitoitlerin tür kompozisyonu ve parazitlenme oranları (30 May.-6 Haz. 2018)

Samsun	Asılan yumurta sayısı	Toplanan Yumurta sayısı	Parazitlenen yumurta kümesi/toplam yumurta kümesi	% Parazitlenen yumurta (Parazitoit sayısı)	Türler (%)		
					<i>Trissolcus cultratus</i>	<i>Trissolcus belenus</i>	<i>Trissolcus sp1</i>
Terme	589	540	5/37	16.49 (89)	86.52	-	13.48
Tekkeköy	661	523	1/39	3.64 (19)	-	100	-
Ondokuz Mayıs	565	349	4/40	10.10 (35)	100	-	-
Toplam	1815	1412	10/116	10.13 (143)	78.32	13.28	8.39

4.1.2. Giresun İlinde Tespit Edilen Parazitoit Türleri ve Yumurtaların Parazitlenme Oranları

2018 yılında Giresun ilinde fındık bahçelerine asılan yumurtaların parazitlenme oranları Keşap'ta %21.01, Bulancak'da %13.73 ve Merkez ilçede ise %5.27 olarak belirlenmiş olup parazitlenen tüm yumurtalardan elde edilen parazitoitlerin *Tr. cultratus* olduğu tespit edilmiştir. İl genelinde asılan tüm yumurtaların parazitlenme oranı %15.16 olarak bulunmuştur (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Giresun ili *Palomena prasina*'nın fındık bahçelerine asılan dondurulmuş yumurta kümelerinden elde edilen parazitoitlerin tür kompozisyonu ve parazitlenme oranları (20-27 Mayıs 2018)

Giresun	Asılan yumurta sayısı	Toplanan Yumurta sayısı	Parazitlenen yumurta kümesi/toplam yumurta kümesi	% Parazitlenen yumurta (Parazitoit sayısı)	Tür (%)
					<i>Trissolcus cultratus</i>
Keşap	482	433	4/20	21.01 (91)	100
Bulancak	519	459	4/23	13.73 (63)	100
Merkez	190	190	1/11	5.27 (10)	100
Toplam	1191	1082	9/54	15.16 (164)	100

4.1.3. Ordu İlinde Tespit Edilen Parazitoit Türleri ve Yumurtaların Parazitlenme Oranları

Ordu ilinde yumurta parazitotlerinin tespiti ile ilgili çalışmalar 2019 yılında Ünye, Perşembe ve Merkez ilçelerde yürütülmüştür. Fındık bahçelerine asılan dondurulmuş yumurtalarda ilçelere göre sırasıyla parazitlenme oranları %0.12, %8.93 ve %16.97 olarak tespit edilmiştir. Ünye ve Perşembe ilçelerinde yumurtaların tamamını parazitleyen tür *Tr. cultratus* olarak belirlenmiştir. Merkez ilçede ise *Tr. cultratus*, *Tr. belenus* ve *Telenomus* sp1 olmak üzere üç farklı tür sırasıyla %52.67, %20.61 ve %26.71 oranları ile yumurtaları parazitlediği belirlenmiştir (Tablo 4.5). Ordu ilinde gerçekleştirilen çalışma genel olarak düşünüldüğünde yumurtaların parazitlenme oranı %8.50 olup hâkim yumurta parazitoiti türünün *Tr. cultratus* olduğu görülmektedir.

Tablo 4.5. Ordu ili *Palomena prasina*'nın fındık bahçelerine asılan dondurulmuş yumurta kümelerinden elde edilen parazitoitlerin tür kompozisyonu ve parazitlenme oranları (27 May.-3 Haz. 2019)

Ordu	Asılan yumurta sayısı	Toplanan Yumurta sayısı	Parazitlenen yumurta kümesi/toplam yumurta kümesi	% Parazitlenen yumurta (Parazitoit sayısı)	Türler (%)		
					<i>Trissolcus cultratus</i>	<i>Trissolcus belenus</i>	<i>Telenomus sp1</i>
Ünye	943	897	1/46	0.12 (1)	100	-	-
Perşembe	1288	1120	5/49	8.93 (100)	100	-	-
Merkez	999	831	10/40	16.97 (141)	52.67	20.61	26.71
Toplam	3230	2848	16/135	8.50 (242)	73.96	10.75	15.29

4.1.4. Sakarya İlinde Tespit Edilen Parazitoit Türleri ve Yumurtaların Parazitlenme Oranları

Sakarya ilinde 2019 yılında yumurta parazitoit türlerini tespit etmek amacıyla Karasu, Hendek ve Cumayeri ilçelerinde bulunan fındık bahçelerine asılan yumurtaların parazitlenme oranı sırasıyla %1.90, %14.73 ve %6.78 olarak belirlenmiştir. Karasu’da tüm yumurtaları parazitleyen tür *Tr. belenus*, Hendek’te birbirine yakın olan oranlarda parazitlenme gerçekleştiren türlerin *Te. turesis* (%50.79) ve *Tr. cultratus* (49.21), Cumayeri’nde ise *Tr. belenus* (%75.4) ve *Tr. cultratus* (%24.6) olduğu ortaya çıkmıştır. Sakarya genelinde yumurtaların tamamında parazitlenme oranı %7.96 olup hakim türün *Tr. cultratus* olduğu fakat *Te. turesis* ve *Tr. belenus* türlerinin de gözardı edilmeyecek bir oranda bir parazitlenme yaptığı belirlenmiştir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Sakarya ili *Palomena prasina*’nın fındık bahçelerine asılan dondurulmuş yumurta kümelerinden elde edilen parazitoitlerin tür kompozisyonu ve parazitlenme oranları (25 May.-1 Haz. 2019)

Sakarya	Asılan yumurta sayısı	Toplanan Yumurta sayısı	Parazitlenen yumurta kümesi/toplam yumurta kümesi	% Parazitlenen yumurta (Parazitoit sayısı)	Türler (%)		
					<i>Trissolcus cultratus</i>	<i>Trissolcus belenus</i>	<i>Telenomus turesis</i>
Karasu	838	793	1/37	1.90 (15)	-	100	-
Hendek	923	869	6/42	14.73 (128)	49.21	-	50.79
Cumayeri	963	901	3/39	6.78 (61)	24.6	75.4	-
Toplam	2724	2563	10/118	7.96 (204)	38.23	29.9	31.87

4.1.5. Düzce İlinde Tespit Edilen Parazitoit Türleri ve Yumurtaların Parazitlenme Oranları

2019 yılında Düzce ili Merkez ilçe, Akçakoca ve Kocaali ilçelerinde yumurta parazitoitlerini tespit etmek amacıyla fındık bahçelerine asılan dondurulmuş yumurtaların sırasıyla ilçelere göre %10.4, %9.80 ve %6.01 oranında parazitlendiği tespit edilmiştir. Ayrıca, Akçakoca’da yumurtaları *Tr. cultratus* %64.84, *Tr. belenus* %18.42 ve *Te. turesis* %19.73 oranında parazitlerken, Merkezde yumurtalar aynı türler tarafından sırasıyla %47.62, %29.76 ve %22.62 oranında parazitlenmiştir. Kocaali’de yalnızca *Tr. cultratus* (%86.54) ve *Tr. belenus* (%13.46)’un parazitlenme yaptığı belirlenmiştir. Düzce ili genel olarak değerlendirildiğinde asılan tüm yumurtaların %8.55’inin parazitlendiğini ve bu parazitoit türler içerisinde hakim türün %62.26 parazitlenme oranı ile *Tr. cultratus* olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Düzce ili *Palomena prasina*'nın fındık bahçelerine asılan dondurulmuş yumurta kümelerinden elde edilen parazitoitlerin tür kompozisyonu ve parazitlenme oranları (25 May.-1 Haz. 2019)

Düzce	Asılan yumurta sayısı	Toplanan Yumurta sayısı	Parazitlenen yumurta kümesi/toplam yumurta kümesi	Parazitlenen yumurta (Parazitoit sayısı)	Türler (%) (%)		
					<i>Trissolcus cultratus</i>	<i>Trissolcus belenus</i>	<i>Telenomus turesis</i>
Merkez	830	757	10/36	10.04 (76)	61.84	18.42	19.73
Akçakoca	893	858	7/39	9.80 (84)	47.62	29.76	22.62
Kocaali	887	866	4/38	6.01 (52)	86.54	13.46	-
Toplam	2610	2481	21/113	8.55 (212)	62.26	21.7	16.04

4.1.6. Yumurta Parazitoitlerinin Keşif ve Kullanım Etkinlikleri

Çalışmanın yürütüldüğü her ilde tespit edilen parazitoitlerin yumurta paketlerinin yerleştirildiği bahçelerde paketlerin keşfedilerek parazitlenmesi anlamına gelen ortalama keşif etkinliği (discovery efficiency) (%ort.±sh) ve keşfedilen yumurta paketinde toplam yumurta sayısı üzerinden parazitlenen yumurta sayısı olarak ifade edilen ortalama kullanım etkinliği (exploitation efficiency) (%ort.±sh) belirlenmiştir.

Giresun ilinde hâkim tek tür olarak ortaya çıkan *Tr. cultratus*'un keşif etkinliği ve kullanım etkinliği sırasıyla %17.59±7.91 ve %83.68±4.00 olarak bulunmuştur. Bu parazitoit, her bir bahçeye yerleştirilen yumurta kümelerini il bazında ortalama %17.59±7.91 oranında keşfetmiştir. Keşfedilen tüm yumurta kümelerindeki toplam yumurtaların ortalama %83.68±4.00 oranında parazitleyerek zararlının yumurta paketleri üzerinde yüksek bir etkinlik göstermiştir. Tüm çalışma alanı düşünüldüğünde, bu oran ile *Tr. cultratus* yumurtalar üzerinde en yüksek kullanım etkinliğini sergilemiştir.

Samsun genelinde, *Tr. cultratus* en baskın parazitoit tür olup, tüm ilde araziye yerleştirilen yumurta paketlerini keşfetme etkinliği %6.45±2.58 bulunmuştur. Keşfedilen toplam yumurta paketlerinde ortalama olarak kullanım etkinliği %49.26±11.25 olarak bulunmuş ve önemli bir etkinlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Ordu'da bahçelere yerleştirilen yumurta paketlerini parazitleyen *Tr. belenus* ve *Tr. cultratus*'un keşif etkinliği sırasıyla %2.5±1.84 ve %17.61±5.45 iken, kullanım etkinlikleri *Tr. belenus* için %6.03±5.57 ve *Tr. cultratus* için %48.49±9.55 olarak bulunmuştur. Ordu ilinde tespit edilen parazitoit türler içerisinde yumurta paketlerinin keşifi ve kullanımını açısından en etkili türün *Tr. cultratus* olduğu belirlenmiştir.

Sakarya ili genelinde bahçelere yerleştirilen yumurtaları paketlerini parazitleyen türlerin keşif etkinliği birbirlerine yakın olup, *Te. turesis* için %2.54±1.46, *Tr. belenus* için %3.06±1.72 ve *Tr. cultratus* için %3.39±1.67 bulunmuştur. Keşfedilen yumurta paketlerinin kullanım etkinlikleri ise *Te. turesis* için %25.29±13.04, *Tr. belenus* için %20.58±10.67 ve *Tr. cultratus* için %27.86±11.77 olarak bulunmuştur. Bu türler içerisinde *Tr. cultratus* en yüksek keşif ve kullanım etkinliğini gösteren tür olduğu tespit edilmiştir.

Düzce ili fındık bahçelerinde, yumurta paketlerine saldıran türlerin keşif ve kullanım etkinlikleri, sırasıyla *Tr. cultratus* için %14.25±4.22 ve %31.19±6.99, *Tr. belenus* için %7.26±4.05 ve 11.83±4.37 ve son olarak *Te. turesis* için 2.69±1.52 ve 8.33±4.61 olarak bulunmuştur. Bu türler içerisinde keşif ve kullanım etkinliği açısından en yüksek performansı *Tr. cultratus* göstermiştir.

Tablo 4.8. Marmara ve Karadeniz Bölgesi fındık bahçelerinde *Palomena prasina*'nın başlıca yumurta parazitoitinin dondurulmuş yumurta kümeleri üzerine keşif ve kullanım etkinliği (% ortalama± sh)

	2018	2019
Giresun		
Keşif etkinliği		
<i>Trissolcus cultratus</i>	17.59±7.91	–
Kullanım etkinliği		
<i>Trissolcus cultratus</i>	83.68±4.00	–
Samsun		
Keşif etkinliği		
<i>Trissolcus belenus</i>	0.00	–
<i>Trissolcus cultratus</i>	6.45 ± 2.58	–
Kullanım etkinliği		
<i>Trissolcus belenus</i>	0.00	–
<i>Trissolcus cultratus</i>	49.26 ± 11.25	–
Düzce		
Keşif etkinliği		
<i>Telenomus turesis</i>	–	2.69 ± 1.52
<i>Trissolcus belenus</i>	–	7.26 ± 4.05
<i>Trissolcus cultratus</i>	–	14.25 ± 4.22
Kullanım etkinliği		
<i>Telenomus turesis</i>	–	8.33 ± 4.61
<i>Trissolcus belenus</i>	–	11.83 ± 4.37

<i>Trissolcus cultratus</i>	–	31.19 ± 6.99
Sakarya		
Keşif etkinliği		
<i>Telenomus turesis</i>	–	2.54 ± 1.46
<i>Trissolcus belenus</i>	–	3.06 ± 1.72
<i>Trissolcus cultratus</i>	–	3.39 ± 1.67
Kullanım etkinliği		
<i>Telenomus turesis</i>	–	25.29 ± 13.04
<i>Trissolcus belenus</i>	–	20.58 ± 10.67
<i>Trissolcus cultratus</i>	–	27.86 ± 11.77
Ordu		
Keşif etkinliği		
<i>Trissolcus belenus</i>	–	2.5 ± 1.84
<i>Trissolcus cultratus</i>	–	17.61 ± 5.45
Kullanım etkinliği		
<i>Trissolcus belenus</i>	–	6.03 ± 5.57
<i>Trissolcus cultratus</i>	–	48.49 ± 9.55

4.1.7. Fındık Yeşil Kokarcasının Yumurta Paketlerinin Birden Fazla Tür Tarafından Parazitlenmesi

Çalışmada kullanılan 590 yumurta paketi içerisinde parazitlenmenin tespit edildiği 66 adet yumurta paketinde sadece iki yumurta kümesi hariç olmak üzere, diğerlerinin tamamında her yumurta kümesinin sadece bir parazitoid türü tarafından parazitlendiği görülmüştür.

Düzce (Kocaali) ve Ordu (Merkez) illerinde bahçelere asılan yumurta paketleri arasında birer yumurta paketinde birden fazla türün aynı yumurta paketinde parazitlenme yaptığı belirlenmiştir. Düzce Kocaali’nde 28’li bir yumurta paketinde 20 yumurta parazitlenmiş ve teşhisler sonucunda türlerin *Tr. cultratus* (18) ve *Tr. belenus* (2) olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, Ordu Merkez’de 28’li bir yumurta paketinde 26 yumurta parazitlenmiş ve türlerin *Tr. belenus* (25) - *Trissolcus* sp1. (1) olduğu tespit edilmiştir.

4.2. Fındık Yeşil Kokarcasından İzole Edilen Entomopatojen Funguslar

Bu çalışmada, 2018-2019 yılları arasında Samsun, Ordu, Giresun, Düzce ve Sakarya illerinin bazı ilçelerindeki fındık bahçelerinden 1431 ergin fındık yeşil kokarcası toplanmış (Tablo 4.9) ve bu erginlerden entomopatojen funguslar izole

edilmiştir. Bu böceklerden, 12'si Samsun, 4'ü Düzce, 2'si Sakarya, 1'i Ordu ve 1'i ise Giresun illerinden olmak üzere toplam 20 adet fungal izolat elde edilmiştir (Tablo 4.10). Bu izolatların kodu, toplanma tarihi ve alındığı yer bilgileri Tablo 4.10'de gösterilmiştir.

Tablo 4.9. Çalışmada kullanılan *Palmena prasina*'nın toplandığı bölgelerin bilgileri ve birey sayıları

Örnekleme yeri		Tarih	Koordinat	Böcek sayısı
İl	İlçe			
Samsun	Ondokuz Mayıs	6.5.2018	41,403057°	264
		14.5.2019	36,097749°	
Samsun	Ondokuz Mayıs	2.5.2018	41,412114°	113
		14.05.2019	36,081217°	
Samsun	Ondokuz Mayıs	11.05.2019	41,372868° 36,017029°	153
Samsun	Çarşamba	4.5.2019	41,091618° 36,615768°	19
Samsun	Çarşamba	16.05.2018	41,0930909°	231
		7.5.2019	36,6153345°	
Samsun	Çarşamba	7.5.2019	41,0925378°	16
			36,6109461°	
Samsun	Terme	21.05.2019	41,121128°	21
			36,97905°	
Samsun	Terme	10.5.2018-	41,121128°	11
		18.5.2019	36,979050°	
Samsun	Terme	10.5.2018	41,188599°	8
			36,987175°	
Ordu	Perşembe	19.05.2018-	41,034657°	21
		28.05.2019	37,60075°	
Ordu	Perşembe	19.05.2018-	41,034657°	36
			28.05.2019	
Ordu	Ünye	28.05.2019	41,121292	15
			37,220234	
Ordu	Ünye	28.05.2019	41,111195°	19
			37,200691°	
Ordu	Ünye	28.05.2019	41,107681	9
			37,198841	
Ordu	Ünye	28.05.2019	41,121292	23
			37,220234	
Ordu	Gülyalı	19.05.2018	40,964077°	13
		28.05.2019	37,996857°	
Giresun	Bulancak	20.05.2018	40,898567° 38,246239°	15
Giresun	Bulancak	20.05.2018	40,913731°	17
			38,233204°	
Giresun	Keşap	20.05.2018	40,903412°	31
			38,525604°	
Giresun	Merkez	20.05.2018	40,787655°	22
			38,467758°	
Sakarya	Karasu	04.08.2018-	41,074501°	33
		25.5.2019	30,785748°	
Sakarya	Karasu	25.5.2019	40,075855	6
			30,782864	
Sakarya	Hendek	04.08.2018-	30,785748°	32
		25.5.2019	30,755869°	

Sakarya	Hendek	04.08.2018	40.928828° 30.652124°	42
Sakarya	Hendek	25.5.2019	40.710350 30.728689	11
Sakarya	Cumayeri	04.08.2018- 25.5.2019	40,710789° 30,737875°	32
Düzce	Merkez	04.08.2018- 26.5.2019	40,833302° 31,242966°	69
Düzce	Merkez	04.08.2018- 26.5.2019	40,932766° 31,148935°	29
Düzce	Merkez	26.5.2019	40.818523 31.254223	17
Düzce	Merkez	26.5.2019	40.818523 31.254223	10
Düzce	Akçakoca	04.08.2018 26.5.2019	41,047905° 31,196531°	41
Düzce	Akçakoca	26.5.2019	41.076752 31.184338	17
Düzce	Kocaali	04.08.2018 26.5.2019	41,073917° 31,093277°	35

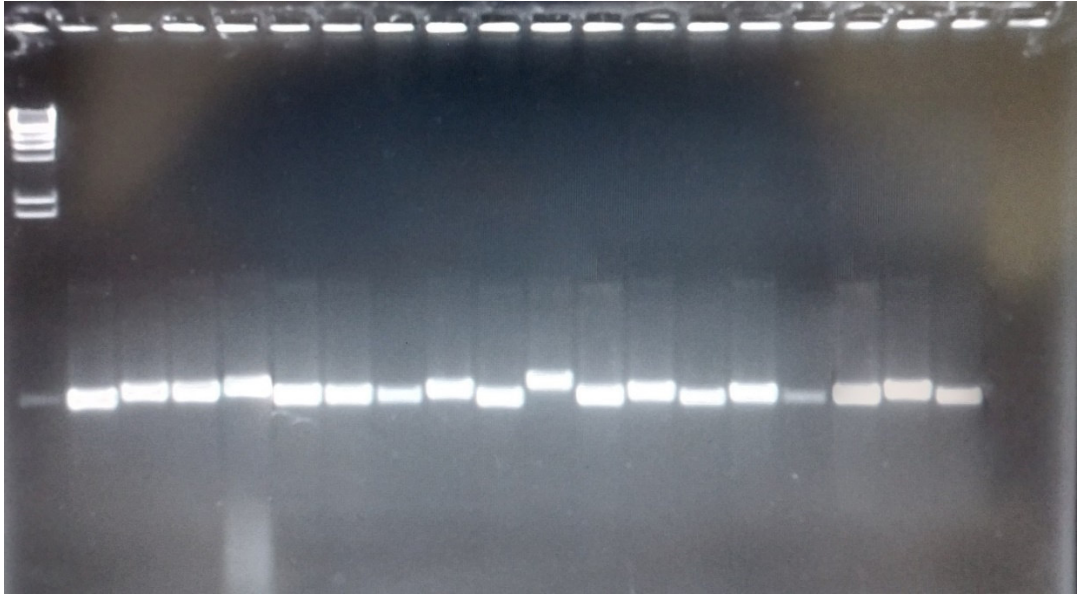
Tablo 4.10. *Palomena prasina*'dan elde edilen entomopatojen fungus izolatlarının kodu, türleri, toplanma tarihi ve bulunduğu iller

No	Izolat kodu	Türler	Toplama tarihi	Alındığı yer
1	TR-SM-1	<i>Beauveria pseudobassiana</i>	02.05.2018	Ondokuz Mayıs/Samsun
2	TR-SM-2	<i>Beauveria bassiana</i>	06.05.2018	Ondokuz Mayıs/Samsun
3	TR-SM-3	<i>Akanthomyces muscarius</i>	10.05.2018	Terme/Samsun
4	TR-SM-4	<i>Isaria fumosorosea</i>	10.05.2018	Terme/Samsun
5	TR-SM-5	<i>Cordyceps confragosa</i>	16.05.2018	Çarşamba/Samsun
6	TR-SM-7	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	14.05.2019	Ondokuz Mayıs/Samsun
7	TR-SM-8	<i>Cordyceps confragosa</i>	07.05.2019	Çarşamba/Samsun
8	TR-SM-9	<i>Akanthomyces muscarius</i>	04.05.2019	Çarşamba/Samsun
9	TR-SM-10	<i>Beauveria bassiana</i>	04.05.2019	Çarşamba/Samsun
10	TR-SM-11	<i>Beauveria bassiana</i>	10.05.2018	Terme/Samsun
11	TR-SM-12	<i>Akanthomyces muscarius</i>	07.05.2019	Çarşamba/Samsun
12	TR-SM-13	<i>Cordyceps confragosa</i>	07.05.2019	Çarşamba/Samsun
13	TR-D-1	<i>Beauveria bassiana</i>	04.08.2018	Akçakoca/Düzce
14	TR-D-2	<i>Beauveria bassiana</i>	26.05.2019	Merkez/Düzce
15	TR-D-3	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	04.08.2018	Kocaali/Düzce
16	TR-DA-1	<i>Bionectria</i> sp.	04.08.2018	Akçakoca/Düzce
17	TR-SK-1	<i>Beauveria bassiana</i>	04.08.2018	Karasu/Sakarya
18	TR-SK-4	<i>Akanthomyces muscarius</i>	25.05.2019	Karasu/Sakarya
19	TR-OR-1	<i>Cordyceps confragosa</i>	19.05.2018	Perşembe/Ordu
20	TR-GR-1	<i>Cordyceps confragosa</i>	20.05.2018	Buluncak/Giresun

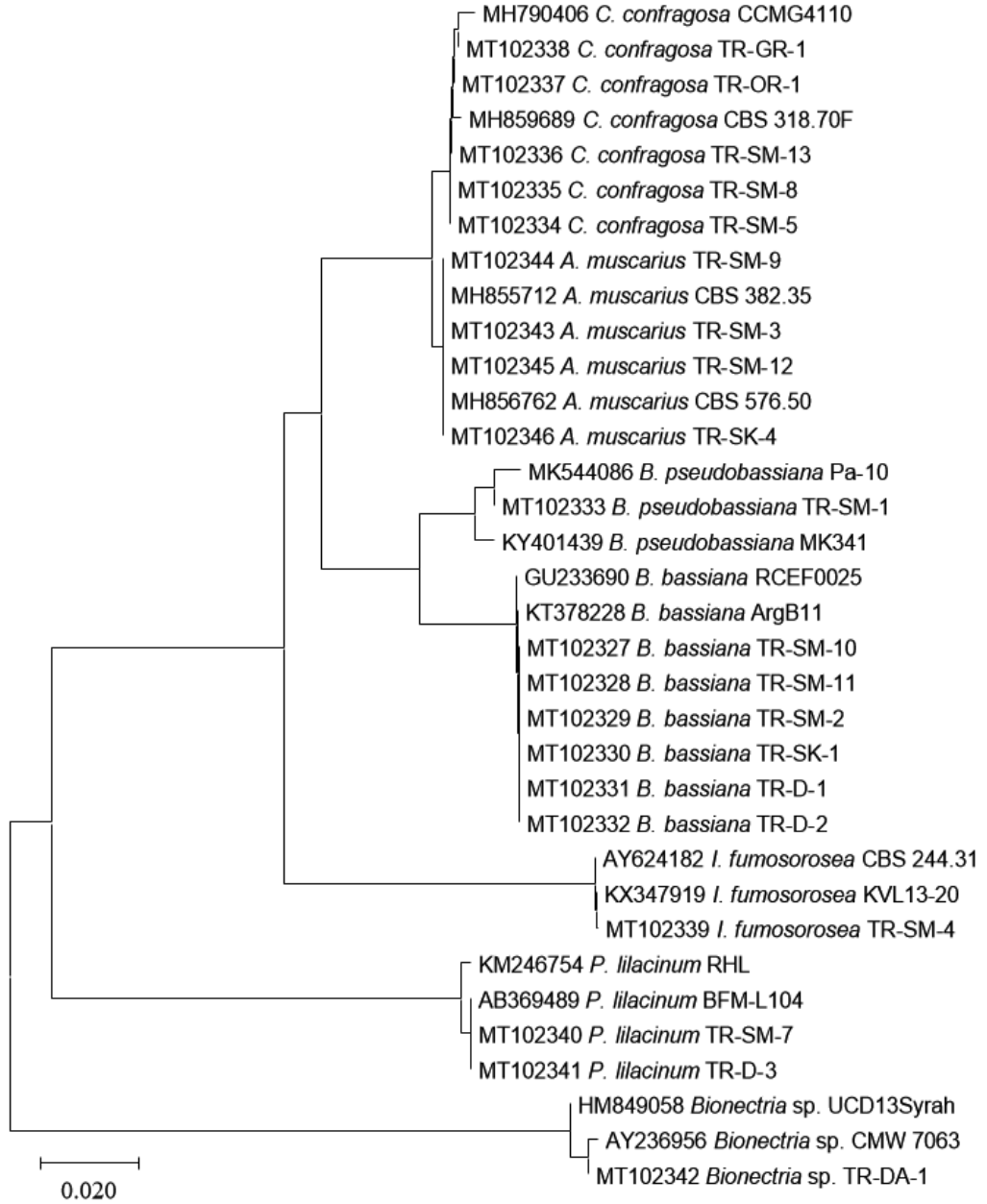
4.2.1. İzolatların Moleküler Karakterizasyonu

Entomopatojen türlere ait izolatların ITS bölgeleri ITS1 ve ITS4 primerleri ile başarılı bir şekilde amplifiye edilmiş ve PCR ürünleri jel elektroforezde görüntülenmiştir (Şekil 4.1). Ürünün doğrulanmasını takiben ticari firmaya sekans verisinin elde edilmesi için gönderilmiştir. Firmadan gelen sekans verileri MEGA7

programında işlenerek NCBI BLASTn analizi yardımıyla GenBank veri tabanındaki türler ile kıyaslanmış ve her bir tür kendi türlere ait sekanslarla %100 olarak eşleştiği tespit edilmiş ve tür düzeyindeki teşhisleri böylelikle doğrulanmıştır. Sekans verilerinin işlenmesinden sonra elde edilen sekans büyüklükleri sırasıyla *B. bassiana* için 520 bp, *B. pseudobassiana* 531 bp, *I. fumosorosea* 545 bp, *Cordyceps confragosa* ve *Akanthomyces muscarius* 550 bp, *P. lilacinum* 548 bp ve *Bionectria* sp. 524 bp olarak tespit edilmiştir. İzolatlara ait ITS sekansları NCBI-BankIt aracı ile GenBank veri tabanına eklenmiştir. İzolatlara ait NCBI-GenBank tarafından sağlanan erişim numaraları Tablo 4.9’te verilmiştir. Çalışmada kullanılan izolatların her bir türüne ait üçer referans sekans (*B. bassiana* için dört) NCBI GenBank veri tabanından elde edilerek analizlere eklenmiştir. Tüm sekanslar ClustalW programı kullanılarak alignment analizi gerçekleştirilmiş ve MEGA7 programı kullanılarak filogenetik ağacı çizilmiştir. Neighbor-joining dendrogramı Tamura ve Nei (1993) modeli kullanılarak 1000 bootstrap tekrarı ile çizilmiştir. Morfolojik olarak tanımlaması yapılmış olan türlere ait izolatlar oluşan filogenetik ağaçta referans izolatlar ile aynı gruplarda yer aldığı görülmüştür (Şekil 4.2). Böylelikle ITS bölgesinin izolatların tür teşhisinin doğrulanmasında oldukça yararlı bilgiler sağladığı anlaşılmıştır.



Şekil 4.1. İzolatlardan elde edilen ITS bölgelerine ait PCR ürünleri, DNA markör: Lambda DNA/HindIII Marker (Thermo Scientific, ABD)



Şekil 4.2. *Palomena prasina*'dan elde edilen entomopatojen fungus izolatlarına ait neighbor-joining dendrogramı, bootstrap 1000 tekrarlı olarak

4.2.2. Entomopatojen Fungus Türlerinin Cins ve Türlerine Göre Dağılımı

Elde edilen izolatların moleküler karakterizasyonu sonucu toplam 6 farklı cins'e ait 20 entomopatojen fungus türünün varlığı doğrulanmıştır (Şekil 4.2). Bu izolatların 7'si *Beauveria*, 5'i *Cordyceps*, 4'ü *Acanthomyces*, 2'si *Purpureocillium*, 1'i *Isaria*, ve 1'i *Bionectria* cinsine girmektedir. Elde edilen türler ise; *Beauveria bassiana*,

Beauveria pseudobassiana, *Cordyceps confragosa* (= *L. lecani*), *Isaria fumosorosea*, *Akanthomyces muscarius* (= *L. muscarium*), *Purpureocillium lilacinum* ve *Bionectria* sp (*Clonostachys* sp.)'dir (Şekil 4.2). 6 izolat ile *B. bassiana* en çok bulunan tür olarak tespit edilmiştir. Bu türü 5 izolat ile *C. confragosa* ve 4 izolat ile *A. muscarius* türleri takip etmiştir (Tablo 4.11). Bu türlerin taksonomik sınıflandırılması ise Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.11. *Palomena prasina*'dan elde edilen entomopatojen fungus türleri ve GenBank erişim numaraları

No	İzolat kodu	Fungus türü	GenBank erişim numaraları
1	TR-SM-10	<i>Beauveria bassiana</i>	MT102327
2	TR-SM-11	<i>Beauveria bassiana</i>	MT102328
3	TR-SM-2	<i>Beauveria bassiana</i>	MT102329
4	TR-SK-1	<i>Beauveria bassiana</i>	MT102330
5	TR-D-1	<i>Beauveria bassiana</i>	MT102331
6	TR-D-2	<i>Beauveria bassiana</i>	MT102332
7	TR-SM-1	<i>Beauveria pseudobassiana</i>	MT102333
8	TR-SM-5	<i>Cordyceps confragosa</i>	MT102334
9	TR-SM-8	<i>Cordyceps confragosa</i>	MT102335
10	TR-SM-13	<i>Cordyceps confragosa</i>	MT102336
11	TR-OR-1	<i>Cordyceps confragosa</i>	MT102337
12	TR-GR-1	<i>Cordyceps confragosa</i>	MT102338
13	TR-SM-3	<i>Akanthomyces muscarius</i>	MT102343
14	TR-SM-9	<i>Akanthomyces muscarius</i>	MT102344
15	TR-SM-12	<i>Akanthomyces muscarius</i>	MT102345
16	TR-SK-4	<i>Akanthomyces muscarius</i>	MT102346
17	TR-SM-7	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	MT102340
18	TR-D-3	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	MT102341
19	TR-SM-4	<i>Isaria fumosorosea</i>	MT102339
20	TR-DA-1	<i>Bionectria</i> sp.	MT102342

Tablo 4.12. *Palomena prasina*'dan elde edilen entomopatojen fungus türlerinin taksonomik bilgileri (Mycobank'tan alınmıştır)

No	Fungus türleri	Taksonomik sınıflandırılması*
1	<i>Beauveria bassiana</i>	Cordycipitaceae, <i>Beauveria</i>
2	<i>Beauveria pseudobassiana</i>	Cordycipitaceae, <i>Beauveria</i>
3	<i>Isaria fumosorosea</i>	Cordycipitaceae, <i>Isaria</i>
4	<i>Akanthomyces muscarius</i>	Cordycipitaceae, <i>Akanthomyces</i>
5	<i>Cordyceps confragosa</i>	Cordycipitaceae, <i>Cordyceps</i>
6	<i>Purpureocillium lilacinum</i>	Ophiocordycipitaceae, <i>Purpureocillium</i>
7	<i>Bionectria</i> sp.	Bionectriaceae, <i>Bionectria</i>

*Fungi, Dikarya, Ascomycota, Pezizomycotina, Sordariomycetes, Hypocreomycetidae, Hypocreales

Bu entomopatojen fungus izolatlarının illere göre dağılımına bakıldığında 12 izolatın Samsun, 1 izolatın Giresun, 1 izolatın Ordu, 2 izolatın Sakarya ve 4 izolatın ise Düzce ilinden elde edildiği belirlenmiştir (Tablo 4.13). Alınan örneklerden yapılan

izolasyon sonucunda en yoğun cins *Beauveria* olup bunu *Cordyceps*, *Akanthomyces* ve *Purpureocillium* cinslerinin takip ettiği belirlenmiştir. Ayrıca, *Isaria* ve *Bionectria* cinslerine ait türler sırasıyla, sadece Samsun ve Düzce illerinden elde edilmiştir (Tablo 4.11).

Tablo 4.13. *Palomena prasina*'dan elde edilen entomopatojen fungus cinslerinin illere göre dağılımı

Fungus türleri	Entomopatojen fungus cinslerinin illere göre dağılımı				
	Samsun	Ordu	Giresun	Düzce	Sakarya
<i>Beauveria</i>	4	-	-	2	1
<i>Cordyceps</i>	3	1	1	-	-
<i>Akanthomyces</i>	3	-	-	-	1
<i>Purpureocillium</i>	1	-	-	1	-
<i>Bionectria</i>	-	-	-	1	-
<i>Isaria</i>	1	-	-	-	-



Şekil 4.3. *Beauveria bassiana* (TR-SM-10)'nın PDA besiyerinde gelişmesi



Şekil 4.4. *Beauveria pseudobassiana* (TR-SM-2)'nin PDA besiyerinde gelişmesi



Şekil 4.5. *Cordyceps confragosa* (TR-GR-1)'in PDA besiyerinde gelişmesi



Şekil 4.6. *Akanthomyces muscarius* (TR-SK-4)'ün PDA besiyerinde gelişmesi



Şekil 4.7. *Purpureocillium lilacinum* (TR-D-3)'ün PDA besiyerinde gelişmesi

4.3. Entomopatojen Fungusların Fındık Yeşil Kokarcasına Karşı Etkinlik Testleri

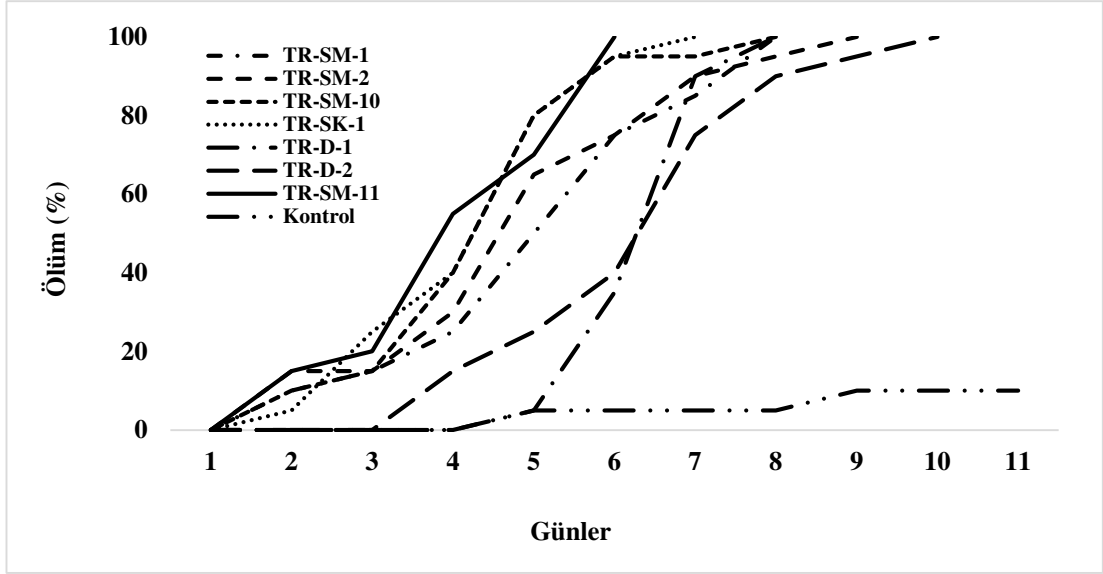
4.3.1. *Beauveria* İzolatlarının Fındık Yeşil Kokarcası Erginleri Üzerindeki Etkinliği

Fındık yeşil kokarcasından izole edilen *B. bassiana* izolatları 1×10^8 spor mL⁻¹ konsantrasyonda fındık yeşil kokarcasının erginlerine uygulanarak patojeniteleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, bu izolatların LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerinin izolatlara göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($P < 0.05$) (Tablo 4.14). LT₅₀ değeri izolatlara bağlı olarak 3.65 ile 6.14 gün arasında değişmiştir. Özellikle de en düşük LT₅₀ değeri TR-SM-11 izolatında görülmüş olsa da, bu izolat TR-SM-1, TR-SM-2, TR-SM-10 ve TR-SK-1 izolatları ile istatistiksel olarak aynı grupta bulunmuştur. Bunu yanı sıra diğer izolatlardan istatistiki olarak farklılık göstermektedir ($P < 0.05$). Aynı şekilde, LT₉₀ değerleri de izolatlara bağlı olarak 5.26 ile 8.25 gün arasında değişmiştir. Özellikle en düşük LT₉₀ değeri TR-SK-1 izolatında görülmüş ve bu izolat diğerlerinden istatistiki olarak önemli bir farklılık göstermemiştir ($P > 0.05$). *Beauveria* izolatlarının ilk üç gün içerisinde fındık yeşil kokarcası erginlerinde nispeten önemli derecede ölüm meydana getirmediği, genellikle ölümlerin 4. ve 5. günden sonra önemli derecede artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.8). Uygulamadan 10 gün sonra 7 izolatın %100 ölüme ve mikozise (Şekil 4.8, 4.9, 4.10) neden olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlar, *B. bassiana* ve *B. pseudobassiana* izolatlarının fındık yeşil kokarcasına karşı oldukça etkili olduğunu göstermektedir (Şekil 4.8).

Tablo 4.14. *Beauveria bassiana* ve *Beauveria pseudobassiana* izolatlarının *Palomena prasina* erginlerine uygulanması sonucu LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri (gün)

İzolatlar	LT ₅₀ (%95 güven aralığı)	LT ₉₀ (%95 güven aralığı)	Eğim±S.h	Heterojenite
TR-SM-1	4.54(3.93-5.2)a*	7.87(6.61-10.76)ab*	5.37±0.77	1.38
TR-D-1	6.14(5.86-6.43)b	7.05(6.7-7.72)ab	21.4±3.95	0.3
TR-SK-1	3.82(3.39-4.24)a	5.76(5.08-7.07)a	7.21±1.08	1.09
TR-D-2	5.87(5.43-6.29)b	8.25(7.56-9.38)b	8.66±1.14	0.32
TR-SM-2	4.22(3.54-4.87)a	7.46(6.26-10.79)ab	5.17±0.67	1.71
TR-SM-10	3.87(3.3-4.41)a	6.03(5.19-7.79)ab	6.64±0.9	1.68
TR-SM-11	3.65(3.22-4.12)a	6.17(5.25-8.23)ab	5.63±0.96	0.64

*Aynı sütündeki LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerine verilen farklı harfler güven aralıklarına göre istatistiki olarak farklıdır



Şekil 4.8. *Beauveria* izolatları uygulanmış *Palomena prasina* erginlerinin günlük ölüm oranları



Şekil 4.9. *Beauveria bassiana* (TR-D-2) izolatının *Palomena prasina* ergini üzerindeki gelişmesi



Şekil 4.10. *Beauveria bassiana* (TR-SM-10) izolatının *Palomena prasina* ergini üzerindeki gelişmesi

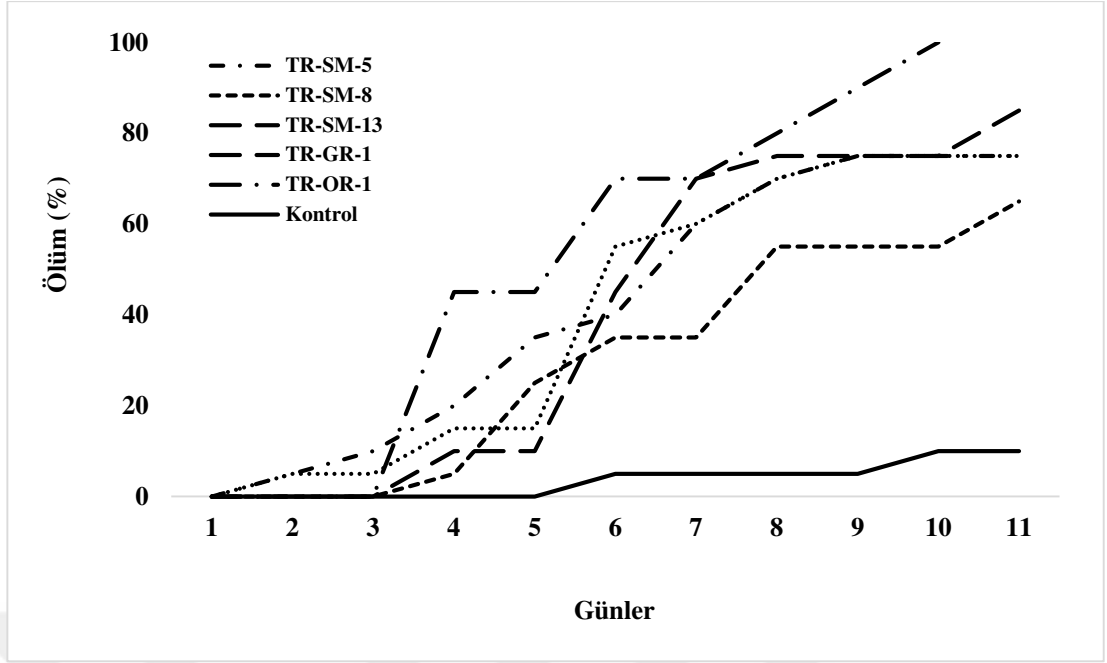
4.3.2. *Cordyceps configurosa* İzolatlarının Fındık Yeşil Kokarcası Erginleri Üzerindeki Etkinliği

LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerine bakıldığında *C. configurosa* izolatları arasında önemli oranda farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$) (Tablo 4.15). Ayrıca, LT₅₀ değerleri 5.16 ile 8.37 gün, LT₉₀ değerleri ise 7.78 ile 16.94 gün arasında değişiklik göstermiştir. Özellikle de TR-OR-1 ve TR-SM-5 izolatlarının LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri daha düşük bulunmuş olup, diğer izolatlardan istatistiki olarak farklılık göstermemiştir ($P>0.05$). Ayrıca, bu izolatların uygulandığı erginlerde ilk 3 gün içinde önemli derecede ölüm meydana gelmediği, ölümlerin genellikle 4. ve sonraki günlerde arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.11). Uygulamadan 10 gün sonra sadece TR-OR-1 izolatı %100 ölüme sebep olurken, diğerleri 11 gün sonunda %75-85 arasında ölüme neden olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak, bazı izolatların mikozise neden olmadığı görülürken, bazıları ise düşük oranda bir mikozise neden olmuştur (Şekil 4.12).

Tablo 4.15. *Cordyceps confragosa* izolatlarının *Palomena prasina* erginlerine uygulanması sonucu LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri (gün)

İzolatlar	LT ₅₀ (%95 güven aralığı)	LT ₉₀ (%95 güven aralığı)	Eğim±S.h	Heterojenite
TR-GR-1	6.6(5.71-7.65)abc*	13.51(10.87-20.12)b	4.12±0.56	1.46
TR-OR-1	5.16(4.44-5.84)a	8.58(7.37-11.18)ab	5.8±0.76	1.71
TR-SM-5	5.62(5.09-6.2)ab	7.78(6.92-9.73)a	9.08±1.39	1.44
TR-SM-8	8.37(7.47-9.68)c	16.94(13.48-25.85)b	4.18±0.68	0.63
TR-SM-13	6.76(6.17-7.36)b	11.17(9.88-13.49)b	5.87±0.77	0.59

* Aynı sütundaki LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerine verilen farklı harfler güven aralıklarına göre istatistiki olarak farklıdır



Şekil 4.11. *Cordyceps configurosa* izolatları uygulanmış *Palomena prasina* erginlerinin günlük ölüm oranları



Şekil 4.12. *Cordyceps configurosa* (TR-SM-13) izolatının *Palomena prasina* ergini üzerindeki gelişmesi

4.3.3. *Akanthomyces muscarius* İzolatlarının Fındık Yeşil Kokarcası Erginleri Üzerindeki Etkinliği

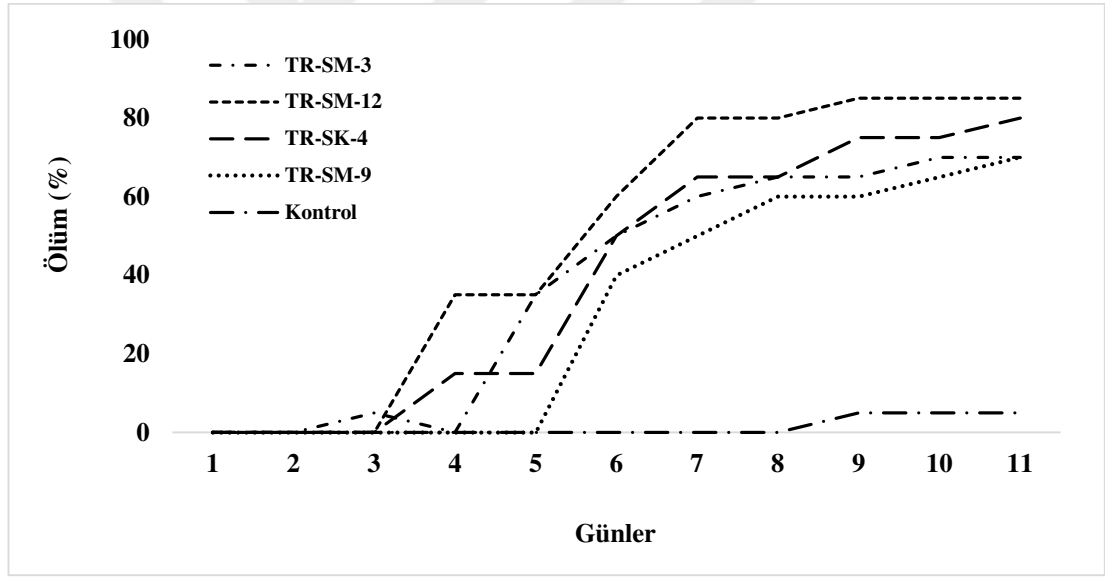
LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerine bakıldığında *A. muscarius* izolatları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$) (Tablo 4.16). Ayrıca, LT₅₀ değerleri 5.62 ile 7.97 gün, LT₉₀ değerleri ise 10.19 ile 13.9 gün arasında değişiklik göstermiştir. Özellikle de TR-SM-12 izolatının LT₅₀ değerleri daha düşük bulunmasına rağmen, diğer izolatlardan istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir

($P>0.05$). Ayrıca, bu izolatların uygulandığı erginlerde ilk 3 gün içinde önemli derecede ölüm meydana gelmediği, ölümlerin genellikle 4. ve sonraki günlerde arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.13). Uygulamadan 11 gün sonra tüm izolatlar %70-85 arasında ölüme neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, diğer izolatlar mikozise neden olmazken, TR-SK-4 düşük oranda mikozise sebep olmuştur (Şekil 4.14).

Tablo 4.16. *Akanthomyces muscarius* izolatlarının *Palomena prasina* erginlerine uygulanması sonucu LT_{50} ve LT_{90} değerleri (gün)

İzolatlar	LT_{50} (%95 güven aralığı)	LT_{90} (%95 güven aralığı)	Eğim±S.h	Heterojenite
TR-SM-3	7.03(5.89-8.49)ab*	13.9(10.77-24.89)a*	4.33±0.62	2.23
TR-SK-4	6.78(6.14-7.46)ab	12.06(10.44-15.17)a	5.12±0.69	0.91
TR-SM-9	7.97(7.08-9.11)b	13.22(10.99-19.52)a	5.82±0.88	1.69
TR-SM-12	5.62(5.03-6.2)a	10.19(8.94-12.38)a	4.96±0.62	0.73

* Aynı sütundaki LT_{50} ve LT_{90} değerlerine verilen farklı harfler güven aralıklarına göre istatistiki olarak farklıdır



Şekil 4.13. *Akanthomyces muscarius* izolatları uygulanmış *Palomena prasina* erginlerinin günlük ölüm oranları



Şekil 4.14. *Akanthomyces muscarius* (TR-SK-4) izolatının *Palomena prasina* ergini üzerindeki gelişmesi

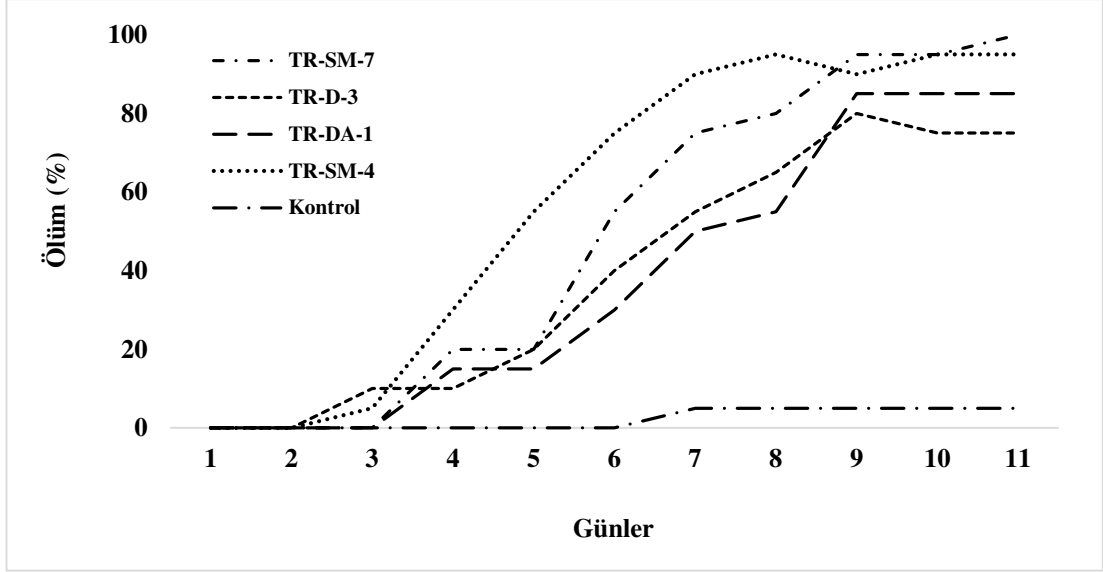
4.3.4. *Purpureocillium lilacinum*, *Isaria fumorosea* ve *Bionectria* sp. İzolatlarının Fındık Yeşil Kokarcası Erginleri Üzerindeki Etkinliği

LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerine bakıldığında *P. lilacinum* (TR-D-3, TR-SM-7) *I. Fumorosea* (TR-SM-4) ve *Bionectria* sp. (TR-DA-1) izolatları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$) (Tablo 4.17). Ayrıca, LT₅₀ değerleri 4.36 ile 7.67 gün, LT₉₀ değerleri ise 7.09 ile 17.73 gün arasında değişiklik göstermiştir. Özellikle de TR-SM-4 izolatının LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri daha düşük bulunmuş olmasına rağmen, diğer izolatlardan istatistiki olarak farklı değildir ($P>0.05$). Ayrıca, bu izolatın uygulandığı erginlerde ilk 3 gün içinde önemli derecede ölüm meydana gelmediği, ölümlerin genellikle 4. ve sonraki günlerde arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.15). Uygulamadan 11 gün sonra TR-SM-4 ve TR-SM-7 izolatları sırasıyla %95 ve %100, diğerlerinin ise 11 gün sonunda %75-85 arasında ölüme neden olduğu tespit edilmiş olup mikozis oluşturmamışlardır.

Tablo 4.17. *Purpureocillium lilacinum*, *Isaria fumorosea* ve *Bionectria* sp. izolatlarının *Palomena prasina* erginlerine uygulanması sonucu LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri (gün)

İzolatlar	LT ₅₀ (%95 güven aralığı)	LT ₉₀ (%95 güven aralığı)	Eğim±S.h	Heterojenite
TR-DA-1	6.93(6.36-7.53)b*	11.15(9.89-13.41)b*	6.21±0.81	0.38
TR-D-3	6.74(5.91-7.67)b	12.6(10.48-17.73)b	4.68±0.63	1.41
TR-SM-4	4.9(4.36-5.4)a	7.93(7.09-9.28)a	6.13±0.73	1.09
TR-SM-7	5.86(5.39-6.32)ab	8.73(7.96-9.97)ab	7.42±0.91	0.43

* Aynı sütundaki LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerine verilen farklı harfler güven aralıklarına göre istatistiki olarak farklıdır



Şekil 4.15. *Purpureocillium lilacinum*, *Isaria fumorosea* ve *Bionectria* sp. izolatları uygulanmış *Palomena prasina* erginlerinin günlük ölüm oranları

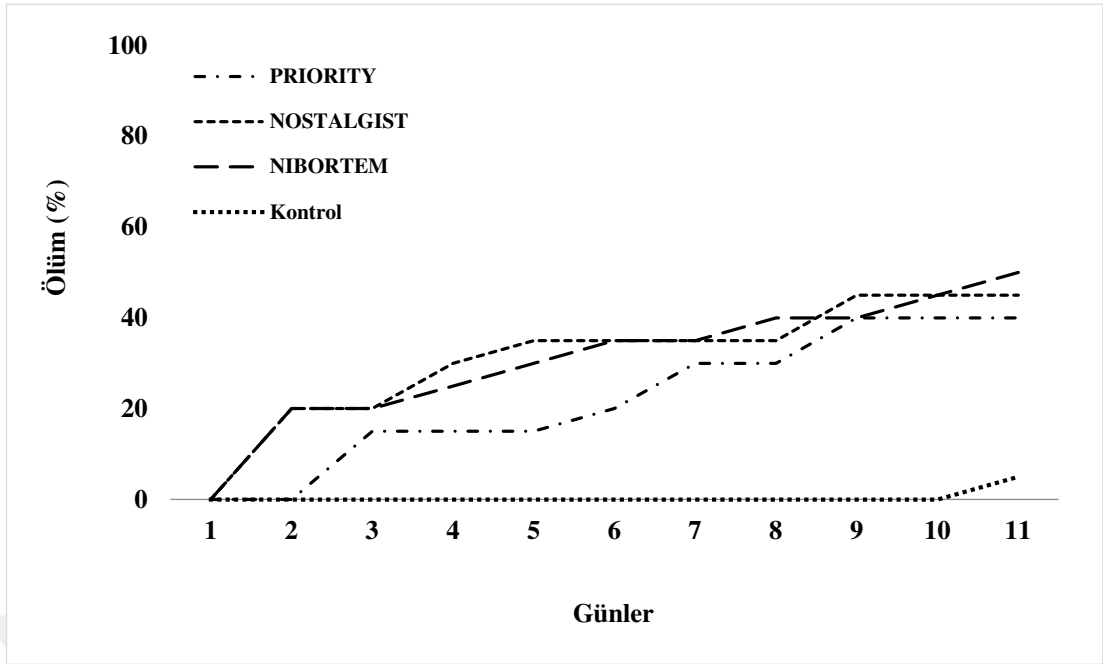
4.4. Ticari Entomopatojen Fungus Preparatlarının Fındık Yeşil Kokarcasının Erginleri Üzerindeki Etkinliği

Entomopatojen fungus etkinliğini kıyaslamak amacıyla ticari preparatlardan PRIORITY (*V. lecani*), NOSTALGIST (*B. bassiana*) ve NIBORTEM (*P. fumosorose*)'in LT_{50} ve LT_{90} değerlerine bakıldığında preparatlar arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($P>0.05$) (Tablo 4.18). Bunun yanı sıra, LT_{50} değerleri 9.9 ile 26.02 gün, LT_{90} değerleri ise 26.02 ile 830.8 gün arasında değişiklik göstermiştir. Ayrıca, *V. lecani*, *B. bassiana* ve *P. fumosorose* preparatlarının uygulandığı erginlerde 11 gün sonunda sırasıyla %50, %45 ve %40 oranında ölüme sebep olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.16). Bu sonuçlar ticari preparatların bu araştırmada elde edilen entomopatojen funguslara oranla çok daha düşük bir etkinlik gösterdiğini ortaya koymuştur.

Tablo 4.18. Biyolojik preparatların *Palomena prasina* erginlerine uygulanması sonucu LT_{50} ve LT_{90} değerleri (gün)

İzolatlar	LT_{50} (%95 güven aralığı)	LT_{90} (%95 güven aralığı)	Eğim±S.h	Heterojenite
PRIORITY	12.97(9.9-23.28)a*	48.87(26.02-233.11)a*	2.22±0.49	0.96
NOSTALGIST	11.78(8.35-26.02)a	93.89(36.43-1365.6)a	1.42±0.35	0.56
NIBORTEM	11.52(8.34-23.36)a	80.85(33.9-830.8)a	1.51±0.36	0.56

* Aynı sütündeki LT_{50} ve LT_{90} değerlerine verilen farklı harfler güven aralıklarına göre istatistiki olarak farklıdır



Şekil 4.16. Biyolojik preparatlar uygulanmış *Palomena prasina* erginlerinin günlük ölüm oranları

4.5. Entomopatojen Fungusların Farklı Konsantrasyonlardaki Etkisi

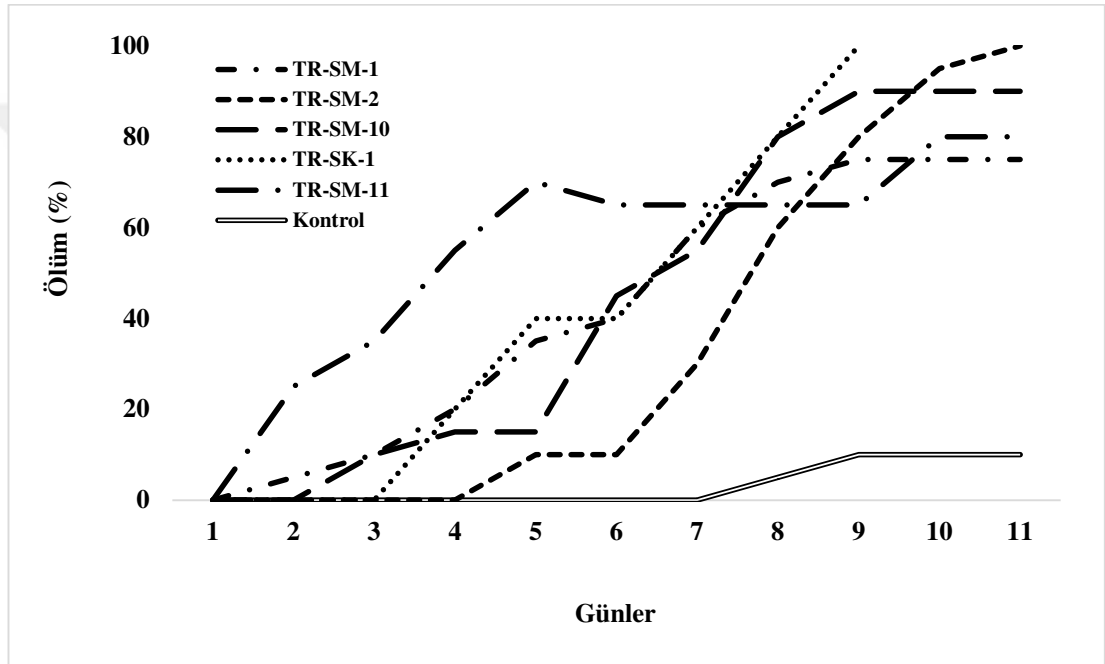
Yüksek patojenite gösteren *B. bassiana* (TR-SM-2, TR-SM-10, TR-SK-1, TR-SM-11) ve *B. pseudobassiana* (TR-SM-1) izolatları seçilerek fındık yeşil kokarcası erginlerine karşı farklı konsantrasyonda (1×10^6 spor mL⁻¹) test edilmiştir.

Bu zararlının erginlerine uygulanan *Beauveria* izolatlarının LT₅₀ değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık gösterirken, LT₉₀ değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P > 0.05$) (Tablo 4.19). Zararlıya karşı uygulanan *Beauveria* izolatlarının LT₅₀ değeri 2.52 ile 7.45 gün ve LT₉₀ değeri ise 9 ile 16.44 gün arasında bulunmuştur (Tablo 4.19). Özellikle TR-SM-11 izolatu LT₅₀ değeri açısından önemli bir farklılık gösterse de, LT₉₀ değeri için diğer izolatlardan farklılık göstermemiştir ($P < 0.05$). Diğer taraftan, bu izolatların uygulamadan 2 gün sonra fındık yeşil kokarcası erginlerinde ciddi oranda ölüme neden olarak, 9. ve 11. gün sonunda sırasıyla TR-SK-1 ve TR-SM-2 izolatları %100 ölüme sebep olmuştur. Ayrıca diğer tüm izolatlar 11 gün sonra %75-90 oranında ölüme sebep olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.17). Aynı zamanda, bu izolatlar tarafından ölüme gerçekleşen erginlerde %70-100 oranında mikozis belirlenmiştir (Şekil 4.18, 4.19). Bu sonuçlar, *Beauveria* izolatlarının fındık yeşil kokarcası erginlerine karşı yüksek derecede virülens olduğunu ve etkinliğin izolatlara göre oldukça değiştiğini göstermektedir.

Tablo 4.19. Etkili olan izolatların *Palomena prasina* erginlerine uygulanması sonucu LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri (gün)

İzolatlar	LT ₅₀ (%95 güven aralığı)	LT ₉₀ (%95 güven aralığı)	Eğim±S.h	Heterojenite
<i>B. pseudobassiana</i> TR-SM-1	6.4(5.35-7.68)b*	14.32(10.97-24.48)b*	3.66±0.51	1.78
<i>B. bassiana</i> TR-SM-2	7.45(7.03-7.88)b	9.74(9.07-10.85)a	11.01±1.46	0.52
<i>B. bassiana</i> TR-SM-10	6.19(5.58-6.81)b	10.37(9.12-12.64)ab	5.71±0.7	1.1
<i>B. bassiana</i> TR-SK-1	5.86(5.37-6.38)b	9(7.99-10.94)a	8.66±1.02	0.66
<i>B. bassiana</i> TR-SM-11	4.41(3.54-5.31)a	16.44(12.04-28.3)b	2.24±0.34	0.92

* Aynı sütundaki LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerine verilen farklı harfler güven aralıklarına göre istatistiki olarak farklıdır



Şekil 4.17. *Beauveria* izolatları uygulanmış *Palomena prasina* erginlerinin günlük ölüm oranları



Şekil 4.18. *Beauveria bassiana* (TR-D-1) izolatının *Palomena prasina* ergini üzerindeki gelişmesi



Şekil 4.19. *Beauveria bassiana* (TR-SM-2) izolatının *Palomena prasina* ergini üzerindeki gelişmesi

5. TARTIŞMA

Ülkemizde fındık üretimi yapılan bölgelerde pek çok ailenin geçim kaynağı olan fındık, ülkemizin en önemli ihracat ürünlerinden birisi olup sosyal ve ekonomik bir önem arz etmektedir. Ülkemiz fındık bahçelerinde bulunan pis kokulu böcekler arasında fındık yeşil kokarcası en yüksek yaygınlık ve yoğunluk gösteren, ekonomik önemi yüksek bir zararlı türü olarak karşımıza çıkmaktadır (Tuncer, et al., 2005; Tuncer, et al., 2012). Bu zararlı yaygınlık ve yoğunluk açısından, ülkemizden sonra ikinci büyük fındık üreticisi olan İtalya'da fındık bahçelerinde zararlı olan *H. halys*, *Gonocerus acuteangulatus* ve *Nezara viridula*'dan sonra gelmektedir (Bosco, et al., 2018; Romero, et al., 2008; Sonnati, et al., 2008). Benzer şekilde bu zararlı, fındık üretiminde önde gelen ülkelerden olan Gürcistan'da, yaygınlık ve yoğunluk açısından sırasıyla *H. halys*, *N. viridula*, *G. acuteangulatus* türlerini takip etmektedir (Tavella, et al., 2017). Dolayısıyla, dünyada zararlının yaygınlığının ve yoğunluğunun en yüksek olduğu ülke Türkiye olup diğer fındık üreten ülkelerde bulunsa da ekonomik önemi olmaması nedeniyle zararlı ile ilgili özellikle yumurta parazitoidleri üzerine kapsamlı araştırmalar bulunmamaktadır.

Fındık yeşil kokarcasına karşı gerek ülkemizde gerekse zararlının sorun olduğu diğer ülkelerde genelde kimyasal ilaçlar kullanılarak mücadele edilmektedir. Mücadelede sadece kimyasal ilaçların kullanılması çevredeki diğer canlılarla birlikte insan sağlığı üzerine olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Bu nedenle, alternatif mücadele metotları içerisinde biyolojik mücadele çevre ve insan sağlığına dost, uzun vadeli ve sürdürülebilir bir kontrol yöntemi olması nedeniyle ön plana çıkmaktadır. Biyolojik mücadele etmenleri içerisinde pis kokulu böceklere karşı en etkili doğal düşmanlar olan yumurta parazitoidleri, zararlıyı kontrol edebilecek potansiyel taşıması nedeniyle önem arz etmektedir ve doğal dengenin oluşmasıyla zararlıyı uzun yıllar kontrol edebilme fırsatı vermektedir (Orr, 1988). Bunun yanı sıra, biyolojik mücadele kapsamında entomopatojen funguslar, özellikle ülkemizin fındık yetiştirme alanlarının iklimsel uygunluğu (nem ve sıcaklık istekleri) sayesinde fındık zararlılarını kontrol etmede önemli mikrobiyal etmenler olarak görülmektedir. Bu funguslar sadece uygulamalar ile değil uygulama sonucu yüzeyde uzun süre kalarak hatta enfekte ettiği böcekte mikozis oluşturarak zararlılarda enfeksiyonun yayılmasını sağlamaktadır. (Castrillo, et al., 2013). Bu bilgilerden yola çıkarak entomopatojen fungusların fındık

yeşil kokarcasına karşı alternatif bir mücadele için potansiyel etmenler olduğunu söyleyebiliriz.

Tüm bu bilgiler ışığında, fındık yeşil kokarcasının yumurta parazitoitlerinin ve arazi etkinliklerinin belirlenmesine, zararlı üzerindeki entomopatojen fungusların tespit edilmesine ve bunlardan virülensliği yüksek izolatlarının belirlenmesi alternatif bir yöntem olan biyolojik mücadele açısından önemli bir adım olacaktır. Bu çalışma, biyolojik mücadeleye zemin hazırlaması ve doğal düşmanların kontrol potansiyelinin belirlenmesi açısından ülkemiz ve dünya için ilk kapsamlı çalışmayı oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, ülkemizin en yoğun fındık yetiştiriciliğinin yapıldığı Samsun, Ordu, Giresun, Sakarya ve Düzce illerindeki fındık bahçelerinde fındık yeşil kokarcasının dondurulmuş nöbetçi yumurta kümeleri kullanılarak zararlının yumurta parazitoitlerinin tür kompozisyonu ve parazitlenme oranları belirlenmiştir. Ayrıca, yukarıda bahsedilen illerden bu zararlı böcekler toplanarak üzerindeki entomopatojen fungusların izolasyonu, teşhisi ve bu izolatların aynı böceğe karşı etkinlik testleri yapılarak patojeniteleri belirlenmiştir.

5.1. Yumurta Parazitoitleri ve Etkinlikleri

Fındık yeşil kokarcası gibi yerli türlerin bulunduğu habitatlarda genelde popülasyonu dengede tutan yerli doğal düşmanlar mevcuttur. Bu nedenle, bu yerli türlerin doğal düşmanları içerisinde en etkili etmenler olan yumurta parazitoitlerinin tür kompozisyonunun belirlenmesi biyolojik mücadele potansiyelinin değerlendirilmesi için önemli bir araçtır. Bu çalışma, ülkemiz fındık bahçelerinde fındık yeşil kokarcasına karşı biyolojik mücadele kapsamında yumurta parazitoitlerinin tespiti ve zararlıyı kontrol potansiyeli hakkında ilk kapsamlı araştırmayı konu almıştır.

Fındık yeşil kokarcasının dondurularak öldürülmüş nöbetçi yumurtaları ile fındık bahçelerinde yürütülen bu çalışmada 5 farklı yumurta parazitoiti tespit edilmiştir. Bu türlerin teşhisi sonucunda 2 farklı cinse ait 5 tür belirlenmiştir. Bu türler, *Tr. cultratus*, *Tr. belenus*, *Tr. sp1*, *Te. turesis*, *Te. sp1* olarak tanımlanmıştır. *Tr. cultratus* en yoğun parazitlenme yapan tür olarak tespit edilmiş olup, bunu *Tr. belenus*, *Te. turesis*, *Te. sp1* ve *Tr. sp1* takip etmiştir. *Te. sp1* ve *Tr. sp1* çok düşük sayıda ortaya çıkmış olup, teşhisi için referans türlere ve moleküler çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde ve fındık yeşil kokarcasının bulunduğu diğer bazı ülkelerde

daha önce yapılan çalışmalarda da fındık yeşil kokarcasının bazı yumurta parazitoidleri tespit edilmiştir. Ülkemizde Kurt (1975) tarafından yalnızca Ordu'nun Ünye ilçesinde tek bir fındık bahçesinde yapılan bir çalışmada zararlının yumurta parazitoidi olarak yalnızca *Tr. grandis* (= *belenus*) tespit edilmiştir. Rusya'da doğal olarak bırakılan fındık yeşil kokarcası yumurtalarından elde edilen türün *Tr. kozlevi* olduğu belirlenmiştir (Gokhman, et al., 2019). İsviçre'de nöbetçi yumurta kümeleri kullanılarak yapılan çalışmalarda fındık yeşil kokarcasının yumurtalarının *Tr. semistriatus* ve *Te. chloropus* (= *turesis*) tarafından parazitlendiği belirlenmiştir (Haye, et al., 2015). Ayrıca, Kuzey İtalya'da fındık bahçelerinin de dahil olduğu farklı alanlardan toplanan zararlının doğal olarak bırakılmış yumurta paketlerinden *A. bifasciatus*, *Ac. Sinicus* (Scelionid parazitoidlerin hiperparazitoidi), *Telenomus* sp1., *Tr. belenus* ve *Tr. cultratus* türleri fındık yeşil kokarcasının yumurta parazitoidleri olarak belirlenmiştir. Bunlar arasında *A. bifasciatus* en yaygın bulunan tür olduğu ve bunu *Te. sp1.*, *Tr. belenus*, *Tr. cultratus* ve *A. sinicus* türlerinin takip ettiği saptanmıştır (Moraglio, et al., 2021). Bu çalışmada ise ülkemizin ana fındık üretim alanlarını temsil edecek şekilde bahçelere asılan dondurularak öldürülmüş nöbetçi yumurta paketlerinden *A. bifasciatus* ve *A. sinicus* türleri hariç benzer türler elde edilmiştir. Bu türlerden *Tr. cultratus* ülkemiz için ilk kayıt olma niteliği taşımaktadır. Bu çalışmada ortaya çıkmayan *A. bifasciatus* ülkemizde *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae) ve *Malacosoma neustria* L. (Lepidoptera: Lasiocampidae) zararlılarının yumurta parazitoidi olarak kaydedilmiştir ve ülkemizde mevcut olan bir türdür (Avcı, 2009; Özbek and Çoruh, 2010). Ülkemizde hiperparazitoid *Ac. sinicus*'un varlığına dair kayıt bulunmamaktadır.

Çalışmamızda yumurta parazitoidlerinin fındık yeşil kokarcası yumurtalarını paritleme oranı yaklaşık %10 civarında gerçekleşmiştir. Bu çalışmada zararlının dondurulmuş nöbetçi yumurta kümelerinin kullanılması, konukçu izlerinin eksikliğinden dolayı arazi şartlarında kısmen parazitlemenin düşük olmasına sebep olmuş olabilir. Doğal olarak bırakılan yumurta kümeleri, doğal düşmanların konukçusunu bulmasına aracılık eden uzun mesafelere ulaşan semio-kimyasallar yaymaktadır (Jones, et al., 2014; Vet and Dicke, 1992). Bu işaretler, bitkiden bağımsız olarak elde edilen ve laboratuvarında depolanan nöbetçi yumurta kümelerinde bulunmayabilir ve bu da doğal olarak bırakılan yumurta kümelerine kıyasla arazide genel paritleme potansiyelinin azalmasına neden olabilmektedir (Cornelius, et al.,

2016; Herlihy, et al., 2016; Jones, et al., 2014). Diğer yandan bu araştırmada, yumurtaların yerleştirildiği bahçelerin rastgele seçilmiş olması ve genelde bahçelerde ilaçlama yapılması yumurtaların parazitlenme oranını düşüren önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmış olabilir. Zararlının yumurtalarını koyduğu periyot içerisinde (nisan sonu-haziran ortası) genelde fındık kurduna karşı ilaçlamalar, özellikle mayıs ayında yaygın olarak yapılmaktadır. Bu nedenle, fındık yeşil kokarcası yumurtalarının doğal koşullar altındaki parazitlenme oranları muhtemelen daha yüksek olacaktır ve bu bakımdan ilaçlama yapılan ve yapılmayan bahçelerin karşılaştırıldığı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

H. halys ilgili yapılan bir çalışmada Jones et al., (2014), arazi şartlarında nöbetçi yumurtalar ile karşılaştırıldığında, doğal olarak bırakılan yumurtaların parazitlenme oranında %39.1 gibi ortalama bir fark gösterdiğini belirlemişlerdir. İsviçrede 6 yerli pis kokulu böcek ve *H. halys*'in parazitoitlerinin belirlenmesi amacıyla nöbetçi ve dondurulmuş nöbetçi yumurta kümeleri ile yapılan sürvey sonucunda %2.7-38.5 arasında değişen parazitlenme oranları tespit edilmiş olup, yerli türler içerisinde yer alan fındık yeşil kokarcasına ait 232 nöbetçi yumurta ile yapılan parazitoit sürveyleri sonucunda toplam parazitlenme oranının %22.4 olduğu belirlenmiştir (Haye, et al., 2015). Benzer şekilde, Kuzey İtalya'da yerli bir tür olan fındık yeşil kokarcasının 4 yıllık bir arazi sürveyi sonucunda toplanan doğal olarak bırakılmış toplam 4760 yumurtanın toplam parazitlenme oranı %20.63 olarak bulunmuştur (Moraglio, et al., 2021). Bizim çalışmamızın genelinde parazitoitler ortalama olarak yaklaşık %10'luk bir parazitlenme gerçekteşirmişlerdir.

Dondurulmuş nöbetçi yumurta kümeleri genel olarak doğal yumurta kümelerine göre parazitoit çıkışına daha yüksek bir şans tanımaktadır. Bu durum, muhtemelen dondurulan konukçu yumurtasının bağışıklık sistemini baskılamasından kaynaklanmaktadır, bu da özellikle yerli parazitoitler konukçuya iyi bir adaptasyon sağlamadığında önem arz etmektedir (Abram, et al., 2016; Haye, et al., 2015; Herlihy, et al., 2016). Ayrıca, Skillman ve Lee (2017)'nin bildirdiğine göre dondurulmuş yumurta kümelerinin parazitoitlerin gelişimine daha uygun iken, bizim çalışmamızda olduğu gibi 7 gün boyunca arazi şartlarına maruz kalması ve dondurulmuş olmasından kaynaklanan yumurtanın besinsel kalitesindeki değişiklikler ve konukçu dokudaki bozulmalardan dolayı dondurulmuş yumurta kümelerinin uygunluğu zamanla

düşmektedir. Sonuç olarak, parazitoit larvası konukçu embriyosunu ayıştırmadan önce, konukçu doku üzerinde yeterli beslenme imkanı bulamaz ise, larva gelişimini tamamlamak için yeterli kaynağı elde edemeyecektir (Quicke, 1997; Strand, et al., 1986; Strand, et al., 1988). Ayrıca, Haye et al. (2015)'nin bildirdiğine göre *Tr. cultratus* ve *Tr. semistriatus*'un yumurtlama davranışı konukçu yumurtasının dondurulmasından etkilenmemektedir ve bu yüzden çalışmamızda dondurulmuş nöbetçi yumurta kümeleri kullanılmıştır. Dondurulmuş yumurtalar zararlının yumurtlama periyodununun kısa olması nedeniyle yumurtaların bozulmadan depolanmasını ve yumurtaların arazide açılmadan kalmasına ve parazitlemeye imkan sağlamasını temin etmektedir (Konopka, et al., 2019). Bu nedenle tarla bitkilerinin yetiştirildiği ve meyve bahçelerinin bulunduğu habitatlarda yalnızca nöbetçi yumurta kümeleri ile çalışılmış ve genellikle düşük parazitleme oranları rapor edilmiştir (Herlihy, et al., 2016). Nöbetçi yumurta kümelerinin kullanımı doğal düşmanların varlığını değerlendirmek için hızlı ve etkili bir yol olmasına rağmen, bu yöntem parazitleme oranlarının önemli derecede düşmesine ve parazitoitlerin tür kompozisyonu hakkında kesin olmayan sonuçlar doğurmasına neden olabilmektedir (Jones, et al., 2014). Ayrıca, Popov (1974) fındık yeşil kokarcasının düşük sıcaklıklarda dondurularak öldürülmüş ve canlı yumurta paketlerini *Tr. grandis* (= *belenus*) ve *Tr. vassiliewi* türlerine serbest seçim testlerinde eş zamanlı sunarak, parazitoitlerin canlı yumurtaları seçmediklerini ek olarak parazitlenen dondurulmuş yumurtalardan ergin çıkışlarının daha düşük oranlarda olduğunu bildirmiştir.

Bu çalışmada parazitoitlerin teşhisi morfolojik özelliklere dayanmaktadır. Bu nedenle biz çoklu parazitleme durumu ile ilgili herhangi bir bilgiye sahip değiliz. Düşük parazitleme oranları parazitlemenin daha gerçekçi seviyelerini belirlemeye yardımcı etmektedir (Herlihy, et al., 2016). Fakat moleküler tanılama teknikleri, arazideki parazitleme oranının daha kesin bir şekilde gösterilmesinde çok daha fazla yardımcı olabilir. Moleküler teknikler, Garipey et al. (2014) tarafından ifade edildiği gibi başarısız olan parazitleme de dahil olmak üzere scelionid parazitoit - pentatomid konukçu ilişkilerinin belirlenmesi potansiyeline sahiptir.

5.1.1. Yumurta Parazitoidleri ve Alternatif Konukçular Üzerine Muhtemel Etkileri

Fındık yeşil kokarcasının ülkemizde özellikle fındık bahçelerinde bulunan yumurta parazitoidlerinin saptanması sadece bu zararlı açısından değil, fındık

bahçelerinde bulunan muhtemelen konukçu niteliği taşıyan diğer pentatomidler ve yine son yıllarda Dünyanın birçok ülkesine yayılan ve fındık başta olmak üzere birçok üründe önemli zarar yapan istilacı bir tür olan *H. halys*'in mücadelesi için de önem taşımaktadır. Kahverengi kokarca ülkemizde ilk kez 2017 yılında tespit edilmiş olup, halen Karadeniz bölgesindeki illerimiz başta olmak üzere süratle yayılmasına devam etmektedir (Özdemir and Tuncer, 2021). Bu istilacı türe karşı birçok ülkede öncelikle kimyasal mücadele uygulamalarına yer verilmiş ancak yoğun insektisit kullanımına ihtiyaç duyulmasının yanı sıra kimyasal mücadeleden tatmin edici sonuçlar alınamaması nedeniyle başta ABD ve bazı Avrupa ülkelerinde *Tr. japonicus* kullanılarak biyolojik mücadeleye başlanmasına karar verilmiştir. Bu kapsamda ülkemiz 2020 yılında Kahverengi kokarca'ya karşı *Tr. japonicus*'un ithal edilmesine karar vermiştir. Yapılacak bu klasik biyolojik mücadele uygulamasında parazitoidler arasındaki olası türler arası etkileşimi belirlemek ve biyolojik mücadelenin başarısı için söz konusu ekosistemdeki yerli yumurta parazitoidi doğal düşman türlerinin belirlenmesi de önemli bir adımdır. Bu nedenle bu çalışma kapsamında yerli yumurta parazitoidlerinin belirlenmesi, taksonomik olarak Fındık yeşil kokarcasına çok yakın bir tür olan ve ülkemizde fındığın başlıca konukçuları arasında yer aldığı Kahverengi kokarca için de kritik öneme sahiptir. Kuzey Çin ve Japonya'da *H. halys*'in klasik biyolojik mücadelesi için anahtar türler olarak *Tr. japonicus* ve *Tr. mitsukurii* türlerini takiben diğer potansiyel aday olan *Tr. cultratus* (Haye, et al., 2015; Scaccini, et al., 2020; Talamas, et al., 2015), bu çalışma ile Türkiye'nin ana fındık üretim alanlarında en yaygın tür olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, Haye et al. (2020) *Tr. japonicus* ile laboratuvar şartlarında yaptıkları seçimsiz testler sonucunda Fındık yeşil kokarcasının ve *H. halys*'in yumurta paketlerini ortalama olarak sırasıyla % 92,2 ve % 100 parazitlediğini belirlemişlerdir. Dahası, bu parazitlenen yumurta paketlerinden parazitoidlerin ortalama çıkışı, fındık yeşil kokarcasında % 92.1 ve *H. halys*'te % 93.6 olarak bulunarak, *Tr. japonicus*'un ana konukçusuna kıyasla fındık yeşil kokarcasının yumurtaları üzerinde önemli bir etkinlik gösterdiği belirlenmiştir.

İtalya'da içlerinde fındığında bulunduğu bahçelerden *H. halys*'in doğal olarak bırakılmış yumurtalarından ve nöbetçi yumurtalarından elde parazitoidlerin *A. bifasciatus*, *Te. turesis*, *Tr. kozlovi*, *Tr. basalis*, *Tr. semistriatus* ve *Tr. grandis* olduğu belirlenmiştir (Moraglio, et al., 2020). Ayrıca, Amerika'nın Oregon eyaletinde fındık bahçelerinde bulunan pis kokulu böceklerden *H. halys*'in dondurulmuş ve doğal

olarak bırakılmış yumurta kümelerinden ve sarı yapışkan kartlardan elde edilen parazitoidlerin teşhisi sonucunda *Tr. japonicus*'un yanı sıra yerli bir tür *Tr. euschisti* ve yumurtaların etrafında yakalanan *Tr. basalis* türleri tespit edilmiştir (Lowenstein, et al., 2019).

Konopka et al. (2019)'nin bildirdiğine göre İsviçre'de yerli pentatomid türlerin nöbetçi yumurta kümelerinden ve *H. halys*'in dondurulmuş yumurta kümelerinden başarılı bir şekilde *Tr. cultratus* ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde, Haye et al. (2015) tarafından meyve bahçelerinde gerçekleştirilen çalışma ile, yerli pis kokulu böceklerden olan *R. nebulosa*'nın nöbetçi yumurtalarından ve *H. halys*'in canlı ve dondurulmuş nöbetçi yumurtalarından *Tr. cultratus* elde edilmiştir.

Bu çalışmada, diğer ülkelerde *H. halys*'den elde edilen yumurtalarından *Tr. cultratus*, *Tr. belenus*, *Te. sp.* ve nadiren ortaya çıkan *Te. turesis* türleri elde edilmiştir (Haye, et al., 2015; Moraglio, et al., 2020; Talamas, et al., 2015; Zapponi, et al., 2020). Bu durum Fındık yeşil kokarcasında yumurta parazitoidi olan bu türlerin de zaman içerisinde *H. halys* yumurtalarını parazitlemek için adaptasyon sağlayabileceğini göstermektedir. Özellikle çalışmamızda en yaygın tür olarak bulunan *T. cultratus*'un *H. halys* yumurtaları üzerindeki etkilerinin ve klasik biyolojik mücadele için ithaline karar verilen *Tr. japonicus* ile olası rekabetinin ortaya konulması yararlı olacaktır.

Ülkemizde yerli pentatomid türlerin yumurta parazitoidleri tespiti üzerine yapılan çalışmalar sonucunda, *Tr. semistriatus Chlorochroa juniperina* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) (Tarla, 2018)'nin, *Tr. rufiventris* (Koçak, et al., 2008) ve *Tr. manteroi* (Koçak and Kodan, 2006) *A. rostrata*'nın ve *Te. chloropus (=turesis)*, *Tr. grandis (=belenus)* ve *Tr. antakyaensis R. nebulosa* (Doğanlar, 2001)'nin yumurta parazitoidleri olarak belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda ise benzer olarak *Te. turesis* ve *Tr. belenus* tespit edilmiştir. Ayrıca, ülkemizde pis kokulu böcekler bir çok *Trissolcus* türünün alternatif konukçuları (Gözüaçık and Yiğit, 2016; Koçak and Kılınçer, 2003) olduğu bildirilmiştir.

5.2. Entomopatojen Funguslar ve Etkinlikleri

Fındık yeşil kokarcasından yapılan izolasyon sonucu toplam 20 adet entomopatojen fungus izolatu elde edilmiştir. Bu izolatların moleküler karakterizasyonu sonucu 6 farklı cinse ait 7 tür belirlenmiştir. Bu türler, *B. bassiana*, *B. pseudobassiana*, *C. confragosa*, *I. fumosorosea*, *A. muscarius*, *P. lilacinum* ve

Bionectria sp. olarak tanımlanmıştır. Özellikle de *B. bassiana* en yoğun bulunan tür olarak tespit edilmiş, onu *C. confragosa* ve *A. muscarius* türleri takip etmiştir. Dünyada ve ülkemizde fındık yeşil kokarcasından entomopatojen fungusların izolasyonu ve tanımlanması ile ilgili yapılan tek çalışmada, Giresun, Ordu, Samsun ve Düzce illerindeki fındık bahçelerinden toplanan zararlının erkek ve dişi bireylerinden *S. lamellicola*, *L. muscarium* gibi türler tespit edilmiştir (Erper, et al., 2016). Bu çalışmada ise, daha fazla il ve ilçelerden örnekleme yapılmış ve farklı türler belirlenmiştir. Önceki çalışmadan farklı olarak *B. bassiana*, *B. pseudobassiana*, *C. confragosa*, *I. fumosorosea*, *P. lilacinum* ve *Bionectria* sp. türleri tespit edilmiş olup, *B. bassiana* haricinde bu entomopatojen fungus türleri fındık yeşil kokarcasından ve pis kokulu böceklerden ilk kez izole edilmiştir.

Bu tez çalışmasında, *Beauveria* fındık yeşil kokarcasından elde edilen en yaygın cins olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada izole edilen türler arasında *B. bassiana* yanı sıra *B. pseudobassiana*'da bulunmaktadır. Dünyada en yaygın entomopatojen fungus türlerinden birisi olan *B. bassiana*, bazı Hemiptera takımındaki böceklerden ve farklı familyalara ait böceklerde dahil olmak üzere çok sayıda böcek türünden izole edilmiştir (Zimmermann, 2007a). Bu fungus, daha önce Çin'deki fındık bahçelerinde bulunan *C. nucum*'dan ve ülkemiz fındık bahçelerinde bulunan *X. germanus*'tan, *H. cunea*'dan ve Karadeniz Bölgesi'ndeki fındık bahçelerinden alınan topraklardan da izole edilmiştir (Cheng, et al., 2016; Kushiyevev, 2015; Sevim, et al., 2010). Ayrıca, Sevim et al. (2010) Karadeniz Bölgesi'ndeki fındık bahçelerinde yaygın bulunabilecek bu patojenin ve fındık zararlılarına karşı kullanılabileceğini ifade etmiştir. Diğer taraftan, patojenite çalışmalarımızda, *B. bassiana* ve *B. pseudobassiana* izolatlarının tamamı 1×10^8 spor mL⁻¹ konsantrasyonda önemli bir etkinlik gösterirken, bunlardan öne çıkan izolatlar TR-SK-1, TR-SM-11, TR-SM-10 ve TR-SM-2 olarak belirlenmiştir. TR-SK-1 izolatının LT₅₀ ve LT₉₀ değeri sırasıyla 3.82 ve 5.76 gün olarak belirlenmiş olup 7 gün içerisinde zararlı popülasyonunun %100 ölümüne sebep olmuştur. TR-SM-11 izolatında aynı değerler sırasıyla 3.65 ve 6.17 gün olarak tespit edilmiştir ve 6 gün sonunda popülasyonun %100'ünün ölümünü gerçekleştirmiştir. TR-SM-10 izolatına ait LT₅₀ ve LT₉₀ değeri sırasıyla 3.65 ve 6.17 gün olarak belirlenmiş olup 8 gün içerisinde zararlı popülasyonunda %100 ölüm meydana getirmiştir. TR-SM-2 izolatında ise aynı değerler sırasıyla 4.22 ve 7.87 gün olarak belirlenmiştir. Bu izolat 9 gün sonunda zararlı popülasyonunun %100 ölümüne sebep olmuştur. *B.*

pseudobassiana'nın bir tek izolatının ise LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri sırasıyla 4.54 ve 7.87 gün olarak belirlenmiş ve zararlının 10 gün içinde %100 oranında ölümüne sebep olmuştur. Bu sonuçlar, *B. bassiana* ve *B. pseudobassiana*'nın fındık yeşil kokarcasına karşı oldukça etkili olduğunu göstermiştir. Bu çalışmaya paralel olarak, *B. bassiana* izolatlarının bazı pis kokulu böceklerle (*H. halys*, *E. integriceps*, *A. rostrata*, *B. hiliaris*, *E. heros* ve *P. bioculatus*) karşı yüksek derecede virulent olduğu ve mücadele açısından önemli bir potansiyel taşıdığı vurgulanmıştır (Barrera-López et al., 2020; Dalla Nora et al., 2021; Davari, 2018; Gouli, et al., 2012; Mustu, et al., 2011; Todorova, et al., 2002; Tozlu, et al., 2019). Yürütülen benzer bir çalışmada, *B. bassiana* (TR-55-3) izolatının 1×10^8 spor mL⁻¹ konsantrasyonun fındık yeşil kokarcasının 4. dönem nimflerine karşı uygulanması sonucu LT₅₀ ve LT₉₀ değeri sırasıyla 5.01 ve 17.08 gün olduğu ve 12 gün içerisinde %95 ölüm meydana getirdiği belirtilmiştir (Erper, et al., 2016). Aynı zamanda, *B. pseudobassiana*'nın da *B. hiliaris* gibi pis kokulu böceklerle karşı oldukça etkili olduğu bildirilmiştir (Barrera-López, et al., 2020). Sonuç olarak, bu çalışmada *B. bassiana* ve *B. pseudobassiana*'nın fındık yeşil kokarcasına karşı önemli derecede yüksek virülensliğe sahip funguslar olduğu belirlenmiştir. Bu yerli ve etkili fungus izolatlarının fındık yeşil kokarcası ile mücadelede alternatif biyolojik etmenler olabileceği düşünülmektedir.

Bu araştırmada, fındık yeşil kokarcasından elde edilen türler arasında *C. confragosa* (= *L. lecani*) ve *A. muscarius* (= *L. muscarium*)'da bulunmaktadır. Synonym'i *Verticillium lecani* (Zimm.) olan *C. confragosa*'nın, Karadeniz Bölgesi fındık bahçelerinde yaygın olarak bulunduğu bildirilmiş olup, fındık kozalak akarları üzerinde %99.5 (Özman-Sullivan, 2006) ve fındık koşnili *Parthenolecanium* spp. (Hemiptera: Coccidae) üzerinde %75 (Ecevit, vd, 1987) oranlarında etkili olduğu belirlenmiştir. Önceki çalışmalarda, *Lecanicillium* beyazsinekler, yaprak bitleri, thripsler ve diğer böceklerden izole edildiği tespit edilmiştir (Goettel, et al., 2008). *L. lecanii*'nin pis kokulu böceklerden izole edildiğine dair kayıt bulunmazken, aynı cinse ait *L. muscarium*'un ülkemiz fındık bahçelerinde bulunan fındık yeşil kokarcasından izole edildiği bildirilmiştir (Erper, et al., 2016).

Gerçekleştirdiğimiz patojenite çalışmaları, *C. confragosa*'nın TR-OR-1 izolatının fındık yeşil kokarcasının erginlerine karşı diğer izolatlara göre oldukça etkili olduğunu göstermiştir. Bu izolatın LT₅₀ ve LT₉₀ değeri sırasıyla 5.16 ve 8.58 gün gün

olarak bulunmuştur. Ayrıca, uygulamadan 10 gün sonra yalnızca bu izolat zararlının erginlerinde %100 ölüm meydana getirmiştir. Bunun yanı sıra, *A. muscarius* izolatları içerisinde en etkili olan TR-SM-12 izolatının LT₅₀ ve LT₉₀ değeri sırasıyla 5.62 ve 10.19 gün olarak bulunmuş ve aynı zamanda bu izolatın 11 gün içinde %85 ölüme neden olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, Erper et al., (2016) tarafından yürütülen bir çalışmada, *L. muscarium*'un 5 izolatı 1×10^8 spor mL⁻¹ konsantrasyonda fındık yeşil kokarcasının 4. dönem nimflerine karşı uygulanmış ve en etkili izolat olarak belirlenen TR-07'nin LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri sırasıyla 3.20 ve 9.32 olarak bulunmuştur. Ayrıca, bu izolat uygulamadan 12 gün sonra nimflerin %98 oranında ölüme sebep olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, diğer izolatların oldukça etkisiz olduğu belirlenmiştir. Bazı araştırmacılar, *L. lecanii*'nin diğer fungusların etkinliğini kısıtlayan (mikoparazitik) bir potansiyel taşıdığını ve diğer yandan özellikle afitlere, beyazsineklere ve akarlara karşı biyolojik mücadele etmeni olarak başarıyla kullanılabildiğini belirlemişlerdir (Alavo, et al., 2002). Ancak, bugüne kadar bu fungusların fındık yeşil kokarcasına (4. nimf dönemine karşı) karşı önemli bir etkinlik gösterdiği belirlenen tek bir çalışmaya (Erper, et al., 2016) rastlanılmış olsa da zararlının erginleri üzerinde herhangi bir çalışma ile karşılaşılmamıştır. Bu çalışmada, *A. muscarius* ve *C. confragosa* izolatlarından bazıları fındık yeşil kokarcasına karşı yüksek virülensiğe sahip funguslar olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada izole edilen diğer bir entomopatojen fungus türü ise *P. lilacinum*'dur. Toprak kökenli bir fungus olan *P. lilacinum*'un tropikal bölgelerdeki böcekler üzerinden izole edildiği bildirilmiştir (Luangsa-Ard, et al., 2011). Ancak, bu fungusların fındık yeşil kokarcasından veya pis kokulu böceklerden izolasyonu ve bu zararlılara karşı patojenitesi ile ilgili bir çalışma mevcut değildir. Bu çalışmada izole edilen *P. lilacinum*'a ait TR-SM-7 ve TR-D-3 izolatlarının LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri sırasıyla 5.86-6.74 ve 8.73-12.6 gün olarak belirlenmiş ve bu izolatlar 11 gün sonunda sırasıyla zararlının %100 ve %75 oranında ölümüne neden olmuştur. Bu sonuçlar, *P. lilacinum*'un fındık yeşil kokarcası üzerinde etkili olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmada elde edilen *I. fumosorosea* türü dünya'nın her yerinde yaygın olarak bulunan bir böcek patojenidir. *I. fumosorosea* ve *I. farinosa* sırasıyla Karadeniz Bölgesindeki fındık bahçelerinin toprağından ve pis kokulu böceklerden birisi olan *A. rostrata*'dan izole edilmiştir (Mustu, et al., 2011; Sevim, et al., 2010). Ancak, fındık

yeşil kokarcasından izole edildiğine dair kaynak bulunmamaktadır. Patogenite çalışmasında *I. fumosorosea*'nın TR-SM-4 izolatının LT₅₀ ve LT₉₀ değeri sırasıyla 4.90 ve 7.93 gün olarak bulunmuş ve 11 gün sonunda popülasyonda %95 ölüm meydana gelmiştir. *I. fumosorosea*, Dünya çapında pek çok zararlının mücadelesinde kullanılmasına rağmen (Zimmermann, 2008), pis kokulu böceklerle ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Türkiye'deki bir çalışmada, *I. fumosorosea* (TR-78-7) izolatının 1×10^8 spor mL⁻¹ konsantrasyonda fındık yeşil kokarcasının 4. dönem nimflerine karşı uygulanması sonucu LT₅₀ ve LT₉₀ değeri sırasıyla 8.48 ve 40.30 gün olarak bulunmuş ve 12 gün sonra %83 ölüme neden olduğu belirlenmiştir (Erper, et al., 2016). Benzer şekilde, aynı konsantrasyonda *A. rostrata*'ya karşı uygulanan *I. farinosa* 12 gün içerisinde %75 ölüm meydana getirmiştir (Mustu, et al., 2011). Çalışmamızın sonuçları, *I. fumosorosea* izolatının fındık yeşil kokarcasının erginlerine karşı iyi bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmada izole edilen diğer fungus ise *Bionectria* sp. (= *Clonostachys* sp)'dir. Diğer taraftan, *Bionectria* cinsi genellikle mikoparazitik olarak bilinmektedir (Speckbacher and Zeilinger, 2018). Ancak birkaç çalışmada *Clonostachys* entomopatojen olarak rapor edilen bir fungustur (Anwar, et al., 2018; Toledo, et al., 2006). Bu fungusun da fındık yeşil kokarcasından izole edildiğine veya etkisinin test edildiğine dair kayıt bulunmamaktadır. Ayrıca, bu çalışmada kullanılan *Bionectria* sp. izolatının LT₅₀ ve LT₉₀ değeri sırasıyla 6.93 ve 11.15 gün olarak bulunmuş olup, 11 gün sonunda %85 oranında ölüme sebep olarak mücadelede kullanımı için çok yüksek bir potansiyel taşımadığı görülmüştür.

Entomopatojen fungusların biyolojik etkinlik çalışmalarında fındık yeşil kokarcasının erginleri üzerindeki virülensliğinin genellikle türler arasında ve aynı türe ait farklı izolatlar arasında bile önemli derecede farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Entomopatojen fungusların virülensliği cinsler arasında, bir cins içerisinde ve hatta bir türün izolatları arasında bile farklılık gösterebilmektedir. Çünkü bu funguslar genellikle genetik olarak farklı yapıdaki izolatlardan oluşmaktadır (Goettel, et al., 2005; Sevim, vd, 2015). Bu sebeple, entomopatojen çalışmalarında genellikle aynı türe ait pek çok izolat kullanılmakta ve yüksek virülensliğe sahip olanlar tespit edilmektedir. Aynı zamanda, bu yüksek virülensliğe sahip izolatların seçimi entomopatojen fungus preparatlarının geliştirilmesindeki en önemli aşamayı

oluşturmaktadır (Goettel, et al., 2005). Sonuç olarak, bu çalışmada fındık yeşil kokarcasına karşı oldukça etkili *B. bassiana*, *B. pseudobassiana*, *C. confragosa* ve *A. muscarius* türlerine ait birçok yerli izolat elde edilmiştir.

Patojenite çalışmalarında en yüksek derecede virülenslik ve LT₅₀ değerleri açısından önemli bir farklılık gösteren ($P>0.05$) gösteren *B. bassiana* (TR-SM-1, TR-SM-2, TR-SM-10, TR-SM-11, TR-SK-1) izolatlarının 1×10^6 spor mL⁻¹ konsantrasyonunun zararlının erginleri üzerinde farklı oranlarda ölüm meydana getirdiği tespit edilmiştir. Tüm bu izolatlar içerisinde en etkili iki izolatın TR-SK-1 ve TR-SM-2 olduğu belirlenmiştir. Bu izolatlara ait LT₅₀ - LT₉₀ değerleri herbir izolat için sırasıyla 5.86 – 9.00 ve 4.41 – 16.44 belirlenmiş ve yalnızca bu 2 izolatta sırasıyla 9. ve 11. günde %100 ölüm meydana gelmiştir. Sonuç olarak, bu zararlıya karşı konsantrasyonun düşmesine bağlı olarak etkinliğin düştüğü ve LT₅₀, LT₉₀ değerlerinin aynı oranda arttığı belirlenmiştir. Entomopatojen fungusların konsantrasyonun azalmasıyla etkinliğinin düşmesi ve LT₅₀, LT₉₀ değerlerinin artması birçok çalışmada gösterilmiştir (Ihara, et al., 2008; Mustu, et al., 2011). Yürütülen bir çalışmada, *B. bassiana* GHA izolatının farklı konsantrasyonları (1×10^6 , 5×10^6 ve 1×10^7 spor mL⁻¹) uygulanan *H. halys*'in erginlerinde konsantrasyonlara göre artan bir ölüm gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle de fungusun 1×10^7 spor mL⁻¹ konsantrasyonu ile muamele edilen erginlerde 12 gün içerisinde %100 ölüm meydana gelmiş olup, diğer konsantrasyonlarda daha düşük ölümlerin ortaya çıktığı rapor edilmiştir (Gouli, et al., 2012).

Etkinlik çalışmalarında elde edilen yerli izolatları mukayese etmek amacıyla kullanılan PRIORITY (*V. lecani*), NOSTALGIST (*B. bassiana*) ve NIBORTEM (*P. fumosorose*) preparatları uygulamadan 11 gün sonra zararlının erginlerinde sırasıyla %50, %45 ve %40 oranında ölüm meydana getirmiştir. Bu sebeple, ticari biyopreparatların çalışmamızda izole edilen yerli entomopatojen fungus izolatlarına göre oldukça düşük etkiye sahip olduğunu ortaya çıkmaktadır. Bu sonuçlardan farklı olarak, pis kokulu böceklere karşı ruhsatlı olan *Beauveria bassiana* strain GHA (BOTANIGARD® ES) biyopreparatının *H. halys* erginlerine karşı 1×10^7 spor mL⁻¹ konsantrasyonda 12 gün sonunda %100 ölüme sebep olduğu ve oldukça etkili olduğu bildirilmiştir (Gouli, et al., 2012). Sonuç olarak, bu biyopreparatların farklı zararlı böceklere karşı ruhsatlı olması nedeniyle, çalışmamızda kullanılan fındık yeşil

kokarcasına karşı bu biyopreparatların virülensliğinin düşük çıkmasının normal olabileceği düşünülmektedir.

Metarhizium anisopliae, Karadeniz Bölgesi findık bahçelerinden alınan toprak örneklerinde yoğun olarak bulunan ve findık zararlıları ile mücadelede önemli bir potasyel taşıdığı bildirilen bir entomopatojen fungustur (Sevim, et al., 2010). Bu fungus, Tuncer et al. (2019) tarafından Samsun findık bahçelerinde önemli bir zararlı olan *Xylosandrus germanus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)'dan izole edilmiş ve bu zararlıya karşı önemli bir etkinlik gösterdiği belirlenmiştir. Fakat bu tez çalışmasında Karadeniz Bölgesi findık bahçelerinden toplanan findık yeşil kokarcasından izole edilen entomopatojen fungusların arasında *M. anisopliae* bulunması dikkat çekicidir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Türkiye’de yoğun olarak fındık üretimi yapılan Samsun, Ordu, Giresun, Sakarya ve Düzce illerine ait bazı ilçelerde fındık yeşil kokarcasının yumurtaları kullanılarak toplamda 2 cinse ait 5 yumurta parazitoidi türü tespit edilmiştir. Bu türler; *Tr. cultratus*, *Tr. belenus*, *Te. turesis*, *Te. sp1* ve *Tr. sp1*’dir. Bu türlerden *Tr. cultratus* ülkemizin için ilk kayıt niteliği taşımaktadır. Bunlardan en yaygın ve en yoğun parazitleme yapan tür *T. cultratus* olup bunu *Tr. belenus*, *Te. turesis*, *Te. sp1* ve *Tr. sp1*’in takip ettiği belirlenmiştir. Ayrıca, yukarıda bahsedilen çalışma alanından toplanan fındık yeşil kokarcalarından toplam 6 farklı cinse ait 20 adet entomopatojen fungus izolatu elde edilmiştir. Bu türler; *B. bassiana*, *B. pseudobassiana*, *C. confragosa*, *I. fumosorosea*, *A. muscarius*, *P. lilacinum* ve *Bionectria sp.*’dir. Bunlar içerisinde *B. bassiana*, *B. pseudobassiana*, *C. confragosa* *I. fumosorosea*, *P. lilacinum* ve *Bionectria sp.* türleri fındık yeşil kokarcasından ilk kez izole edilmesi nedeniyle ilk kayıt niteliği taşımaktadır. Benzer şekilde, *B. bassiana* ve *A. muscarius* haricindeki tüm entomopatojen fungus türleri Dünya’da pis kokulu böceklerden ilk kez elde edilmiştir. Bu funguslarla yapılan patojenite çalışmalarında, özellikle *B. bassiana* ve *B. pseudobassiana* başta olmak üzere *C. confragosa*, *I. fumosorosea* ve *P. lilacinum* türlerine ait bazı izolatların fındık yeşil kokarcasına karşı önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada fındık yeşil kokarcası gibi önemli bir ekonomik zararlının ülkemiz için yeni ve yerli yumurta parazitoidi türleri belirlenerek literatüre önemli bir katkı sağlanmıştır. Aynı zamanda, ülkemizde zararlı ile biyolojik mücadele potansiyelinin varlığı ortaya konulmuştur. Zararlı ile savaşta, yerli yumurta parazitoidleri ile yapılabilecek bir biyolojik mücadeleyi pratiği dökmek yolunda gerekli altyapı hazırlanmıştır. Ayrıca, bu zararlıdan izole edilen yeni entomopatojen türler de literatüre katkı sağlamıştır. Aynı zamanda geniş bir alanda çalışılarak elde edilen yerli entomopatojen fungus izolatlarının fındık yeşil kokarcasına karşı patojenitelerinin belirlenmesi sonucunda gelecekte yapılabilecek biyolojik preparatlar için gerekli altyapı sağlanmaya çalışılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abbott, W.S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of economical. Entomology*, 18 (2). 265-267.
- Abram, P.K, Brodeur, J., Burte, V. and Boivin, G. (2016). Parasitoid-induced host egg abortion: an underappreciated component of biological control services provided by egg parasitoids. *Biological control*, 98 (2016). 52-60.
- Ak, K, Tuncer, C, Baltaci, A, Eser, U. and Saruhan, İ. (2018). Incidence and severity of stink bugs damage on kernels in Turkish hazelnut orchards. *Acta Horticulturae*, 407-412.
- Alavo, T., Sermann, H. and Bochow, H. (2002). Biocontrol of aphids using *Verticillium lecanii* in greenhouse: factor reducing the effectiveness of the entomopathogenic fungus. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 34 (6). 407-424.
- AliNiaze, M. (1998). Ecology and management of hazelnut pests. *Annual Review of Entomology*, 43(1). 395-419.
- Anonim (2018). 2018 Fındık Raporu. Erişim Tarihi: 10.01.2021 Retrieved from [https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30070&tipi=17&sube=0%2520\(Eri%25C5%259Fim%2520Tarihi:%252027.01.2019\)](https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30070&tipi=17&sube=0%2520(Eri%25C5%259Fim%2520Tarihi:%252027.01.2019)).
- Anwar, W, Ali, S, Nawaz, K, Iftikhar, S, Javed, M.A, Hashem, A, Alqarawi, A. A, Abd_Allah, E.F. and Akhter, A. (2018). Entomopathogenic fungus *Clonostachys rosea* as a biocontrol agent against whitefly (*Bemisia tabaci*). *Biocontrol Science and Technology*, 28(8). 750-760.
- Avci, M. (2009). Parasitoid complex and new host plants of the gypsy moth, *Lymantria dispar* L. in the Lakes District, Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(7). 1402-1405.
- Barrera-López, A.A, Guzmán-Franco, A.W, Santillán-Galicia, M, Tamayo-Mejía, F, Bujanos-Muñiz, R, García-Ávila, C.J. and López-Buenfil, J.A. (2020). Differential Susceptibility of *Bagrada hilaris* (Hemiptera: Pentatomidae) to Different Species of Fungal Pathogens. *Journal of Economic Entomology*, 113(1). 50-54.
- Bosco, L, Moraglio, S.T, and Tavella, L. (2018). *Halyomorpha halys*, a serious threat for hazelnut in newly invaded areas. *Journal of Pest Science*, 91(2). 661-670.
- Brodeur, J. (2012). Host specificity in biological control: insights from opportunistic pathogens. *Evolutionary Applications*, 5(5), 470-480.
- Buschman, L. and Whitcomb, W. (1980). Parasites of *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) and other hemiptera in Florida. *Florida Entomologist*, 63(1). 154-162.
- Butt, T, Coates, C, Dubovskiy, I. and Ratcliffe, N. (2016). *Advances in genetics*. Elsevier, 94, 307-364.
- Caltagirone, L. (1981). Landmark examples in classical biological control. *Annual Review of Entomology*, 26(1). 213-232.
- Canton-Ramos, J.M. and Callejon-Ferre, A.J. (2010). Raising *Trissolcus basalus* for the biological control of *Nezara viridula* in greenhouses of Almera (Spain). *African Journal of Agricultural Research*, 5(23). 3207-3212.
- Capinera, J.L. (2008). *Encyclopedia of entomology*. Springer Science & Business Media.
- Castrillo, L.A, Griggs, M.H, and Vandenberg, J.D. (2013). Granulate ambrosia beetle, *Xylosandrus crassiusculus* (Coleoptera: Curculionidae), survival and brood production following exposure to entomopathogenic and mycoparasitic fungi. *Biological control*, 67(2). 220-226.

- Cheng, Y, Liu, T, Zhao, Y, Geng, W, Chen, L, and Liu, J. (2016). Evaluation of pathogenicity of the fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in hazelnut weevil (*Curculio nucum* L., Coleoptera, Curculionidae) larvae. *Indian journal of microbiology*, 56(4). 405-410.
- Cingolani, M.F, Greco, N.M, and Liljeström, G.G. (2014). Egg parasitism of *Piezodorus guildinii* and *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) in soybean, alfalfa and red clover. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 46(1). 15-27.
- Clarke, A. R. (1990). The control of *Nezara viridula* L. with introduced egg parasitoids in Australia. A review of a landmark example of classical biological control. *Australian Journal of Agricultural Research*, 41(6). 1127-1146.
- Clarkson, J.M, and Charnley, A.K. (1996). New insights into the mechanisms of fungal pathogenesis in insects. *Trends in microbiology*, 4(5). 197-203.
- Colazza, S. and Bin, F. (1995). Efficiency of *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae) as an egg parasitoid of *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae) in central Italy. *Environmental Entomology*, 24(6). 1703-1707.
- Colazza, S, Peri, E, Salerno, G, and Conti, E. (2010). *Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma*. Springer, 97-147.
- Conti, E, and Colazza, S. (2012). Chemical ecology of egg parasitoids associated with true bugs. *Psyche*, 2012. doi:10.1155/2012/651015.
- Cornelius, M.L, Dieckhoff, C., Hoelmer, K.A, Olsen, R.T, Weber, D.C, Herlihy, M.V, Talamas, E.J, Vinyard, B.T, and Greenstone, M.H. (2016). Biological control of sentinel egg masses of the exotic invasive stink bug *Halyomorpha halys* (Stål) in Mid-Atlantic USA ornamental landscapes. *Biological control*, 103(2016). 11-20.
- Corrêa-Ferreira, B. and Moscardi, F. (1996). Biological control of soybean stink bugs by inoculative releases of *Trissolcus basalis*. *Entomologia experimentalis et applicata*, 79(1). 1-7.
- Costa, J.N.M, Silva, R.B. D, Riberio, P. D. A, and Garcia, A. (2002). Ocorrência de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. em broca-do-café (*Hypothenemus hampei*, ferrari) no estado de Rondônia, Brasil. *Acta Amazonica*, 32(3) 517-517.
- Costi, E, Haye, T. and Maistrello, L. (2019). Surveying native egg parasitoids and predators of the invasive *Halyomorpha halys* in Northern Italy. *Journal of Applied Entomology*, 143(3). 299-307.
- Cumber, R.A. (1951). *The introduction into New Zealand of Microphanurus basalis* Woll.(Scelionidae: Hym.), egg-parasite of the green vegetable bug, *Nezara viridula* L.(Pentatomidae). Entomology Division, Department of Scientific and Industrial Research.
- Çetin, G, Koçak, E, and Hantaş, C. (2009). Güney Marmara Bölgesi hububat ekosistemindeki hemipterler ve yumurta parazitöitleri üzerine bir çalışma. Türkiye III. *Bitki Koruma Kongresi, Van*.
- Çetin, G., Koçak, E. and Hantaş, C. (2014). Bursa ve Yalova İlleri buğday tarlaları ve ağaçlık alanlardaki süne yumurta parazitoit (Hymenoptera: Scelionidae) türleri, bulunma oranları ve popülasyon takibi. *Derim*, 31(1). 35-49.
- Dalla Nora, D, Piovesan, B.C, Bellé, C, Stacke, R.S, Balardin, R.R, Guedes, J.V.C, Michaud, J, and Jacques, R.J.S. (2021). Isolation and evaluation of entomopathogenic fungi against the neotropical brown stink bug *Euschistus heros* (F.)(Hemiptera: Pentatomidae) under laboratory conditions. *Biocontrol Science and Technology*, 31(1). 22-34.

- Davari, A. (2018). *Enhancing The Efficacy And Thermotolerance Of Selected Beauveria Bassiana Isolates For Management Of Sunn Pest, Eurygaster Integriceps, Using Electrofusion Techniques*. PhD Thesis, The University of Vermont, The Faculty of the Graduate College, USA.
- Doğanlar, M. (2001). Egg parasitoids of *Rhaphigaster nebulosa* (Poda)(Heteroptera: Pentatomidae) with description of a new species of *Trissolcus* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) *Türk Entomoloji Dergisi*, 25(2). 109-114.
- Domsch, K. H., Gams, W. and Anderson, T.-H. (1980). *Compendium of soil fungi. Volume 1*. Academic Press (London) Ltd.
- Ecevit, O., Işık, A. and Yanılmaz, F. (1987). Fındıklarda zararlı, Fındık koşnili (*Parthenolecanium corni* Bouche. ve *Parthenolecanium rufulum* Ckll.) ile Virgül kabuklu biti (*Lepidosaphes ulmi* L.)'nin biyoekolojik özellikleri ve Fındık koşnilinin mücadele metodları üzerinde araştırmalar. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları*, 19, 1(34).
- Ehler, L. (2002). An evaluation of some natural enemies of *Nezara viridula* in northern California. *BioControl*, 47(3). 309-325.
- Eilenberg, J. (2006). *An ecological and societal approach to biological control*. Springer, 1-11.
- Eilenberg, J, Hajek, A, and Lomer, C. (2001). Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*, 46(4). 387-400.
- Erper, I, Saruhan, I, Akca, I, Aksoy, H, and Tuncer, C. (2016). Evaluation of some entomopathogenic fungi for controlling the Green Shield Bug, *Palomena prasina* L.(Heteroptera: Pentatomidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26(3). 573.
- Garipey, T, Haye, T, and Zhang, J. (2014). A molecular diagnostic tool for the preliminary assessment of host–parasitoid associations in biological control programmes for a new invasive pest. *Molecular Ecology*, 23(15). 3912-3924.
- Goettel, M, Eilenberg, J, and Glare, T. (2005). *Entomopathogenic fungi and their role in regulation of insect populations*. Comprehensive Molecular Insect Science, Vol 6: Control: Elsevier/Pergamon, Oxford.
- Gokhman, V. E., & Timokhov, A. V. (2019). Karyotypes of three species of the genus *Trissolcus* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Scelionidae). *Russian Entomological Journal*, 28(1). 69-71.
- Goulet, H. and Huber, J. T. (1993). Hymenoptera of the world: an identification guide to families.
- Gouli, V, Gouli, S, Skinner, M, Hamilton, G, Kim, J.S, and Parker, B.L. (2012). Virulence of select entomopathogenic fungi to the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål)(Heteroptera: Pentatomidae). *Pest management science*, 68(2). 155-157.
- Gözüaçık, C. and Yiğit, A. (2016). The alternative hosts of *Trissolcus* species, egg parasitoids of sunn pest and host-parasitoid interactions in South Eastern Anatolia Region, Turkey. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*, 67(2016). 68-74.
- Hajek, A. and St. Leger, R. (1994). Interactions between fungal pathogens and insect hosts. *Annual Review of Entomology*, 39(1). 293-322.
- Hassan, S. A. (1993). The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: achievements and outlook. *Pesticide Science*, 37(4) 387-391.
- Haye, T, Fischer, S, Zhang, J. and Garipey, T. (2015). Can native egg parasitoids adopt the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae), in Europe? *Journal of Pest Science*, 88(4). 693-705.

- Haye, T, Moraglio, S.T, Stahl, J, Visentin, S, Gregorio, T. and Tavella, L. (2020). Fundamental host range of *Trissolcus japonicus* in Europe. *Journal of Pest Science*, 93(1) 171-182.
- Hekimoğlu, B. ve Altındeğer, M. (2019). *Fındık Sektörünün Mevcut Durumu*. Samsun: Samsun Valiliği İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Strateji Geliştirme Birimi. Erişim Tarihi: 05.12.2020, https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiwhZ6__uzvAhXlwAIHHS_iCy8QFjAAegQIAxAD&url=https%3A%2F%2Ffsamsun.tarimorman.gov.tr%2FBelgeler%2FYayinlar%2FTarimsal_strateji%2FFindik_Sektorunun_Mevcut_Durumu.pdf&usq=AOvVaw0nAyhgeXhzHx2Kjdn15L3c
- Herlihy, M.V, Talamas, E.J, and Weber, D.C. (2016). Attack and success of native and exotic parasitoids on eggs of *Halyomorpha halys* in three Maryland habitats. *PLoS one*, 11(3). 1-9.
- Hoffmann, M, Davidson, N, Wilson, L, Ehler, L, Jones, W, and Zalom, F. (1991). Imported wasp helps control southern green stink bug. *California Agriculture*, 45(3). 20-22.
- Ihara, F, Toyama, M, Mishiro, K. and Yaginuma, K. (2008). Laboratory studies on the infection of stink bugs with *Metarhizium anisopliae* strain FRM515. *Applied entomology and zoology*, 43(4). 503-509.
- Ihara, F, Yaginuma, K, Kobayashi, N, Mishiro, K, and Sato, T. (2001). Screening of entomopathogenic fungi against the brown-winged green bug, *Plautia stali* Scott (Hemiptera: Pentatomidae). *Applied entomology and zoology*, 36(4) 495-500.
- Işık, M., Ecevit, O., Kurt, M. and Yüceci, T. (1987). Doğu Karadeniz Bölgesi fındık bahçelerinde entegre savaş olanakları üzerinde araştırmalar. *OMÜ Yayınları*, 20, 95.
- Jaronski, S.T. (2010). Ecological factors in the inundative use of fungal entomopathogens. *BioControl*, 55(1). 159-185.
- Johnson, M.T, Follett, P.A, Taylor, A.D. and Jones, V.P. (2005). Impacts of biological control and invasive species on a non-target native Hawaiian insect. *Oecologia*, 142(4), 529-540.
- Jones, A.L, Jennings, D.E, Hooks, C.R. and Shrewsbury, P.M. (2014). Sentinel eggs underestimate rates of parasitism of the exotic brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*. *Biological control*, 78, 61-66.
- Jones, W., Shepard, B. and Sullivan, M. (1996). Incidence of parasitism of pentatomid (Heteroptera) pests of soybean in South Carolina with a review of studies in other states. *Journal of Agricultural Entomology*, 13(3) 243-263.
- Kenis, M., Hurley, B., Colombari, F., Lawson, S., Sun, J., Wilcken, C., Weeks, R. and Sathyapala, S. J. F. F. P. (2019). Guide to the classical biological control of insect pests in planted and natural forests. 182. Erişim Tarihi: 03.09.2020. <http://www.fao.org/3/ca3677en/ca3677en.pdf>
- Kocacevik, S, Sevim, A, Eroğlu, M, Demirbağ, Z, and Demir, I. (2016). Virulence and horizontal transmission of *Beauveria pseudobassiana* SA Rehner & Humber in *Ips sexdentatus* and *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(2) 241-248.
- Kocak, E. and Kodan, M. (2006). *Trissolcus manteroi* (Kieffer, 1909) (Hymenoptera, Scelionidae): male nov. with new host from Turkey. *Journal of Pest Science*, 79(1). 41-42.
- Koçak, E., Barbaroğlu, N. and Gökdoğan, A. (2008). Kımlı (*Aelia rostrata* Boh., Het.: Pentatomidae)'ın yumurta parazitoidleri ve farklı dönemlerde uygulanan

- insektisitlerin bu parazitoidlere etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(3) 9-17.
- Koçak, E. and Kılınçer, N. (2001). Türkiye Süne [*Eurygaster* spp.(Het.: Scutelleridae)] yumurta parazitoidi *Trissolcus* (Hym.: Scelionidae) türleri. *Bitki Koruma Bülteni*, 41(3-4), 167-181.
- Koçak, E. and Kılınçer, N. (2003). Taxonomic studies on *Trissolcus* sp.(Hymenoptera: Scelionidae), egg parasitoids of the sunn pest (Hemiptera: Scutelleridae: Eurygaster sp.), in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 27(4). 301-317.
- Konopka, J., Garipey, T., Haye, T., Zhang, J., Rubin, B. and McNeil, J. (2019). Exploitation of pentatomids by native egg parasitoids in the native and introduced ranges of *Halyomorpha halys*: a molecular approach using sentinel egg masses. *Journal of Pest Science*, 92(2) 609-619.
- Koppel, A. L., Herbert Jr, D., Kuhar, T. and Kamminga, K. (2009). Survey of stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) egg parasitoids in wheat, soybean, and vegetable crops in southeast Virginia. *Environmental Entomology*, 38(2) 375-379.
- Kozlov, M.A, and Kononova, S.V. E. (1983). Telenominae of the fauna of the USSR (Hymenoptera, Scelionidae, Telenominae).
- Kumar, K.K, Sridhar, J, Murali-Baskaran, R.K, Senthil-Nathan, S., Kaushal, P, Dara, S.K. and Arthurs, S. (2019). Microbial biopesticides for insect pest management in India: Current status and future prospects. *Journal of Invertebrate Pathology*, 165, 74-81.
- Kumar, S, Stecher, G. and Tamura, K. (2016). MEGA7: molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular biology and evolution*, 33(7) 1870-1874.
- Kurt, A. (1975). Doğu Karadeniz fındıklarında zarar yapan *Palomena prasina* L. Hemiptera: Pentatomidae'nin biyoekolojisi üzerinde araştırmalar. Samsun, Turkey: Samsun Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Kushiyev, R. (2015). Fındıkta önemli yazıcı böcek türlerindeki fungusların belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı. 63, Samsun
- Laumann, R, Moraes, M, Pareja, M, Alarcao, G, Botelho, A, Maia, A, Leonardecz, E. and Borges, M. (2008). Comparative biology and functional response of *Trissolcus* spp.(Hymenoptera: Scelionidae) and implications for stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) biological control. *Biological control*, 44(1). 32-41.
- Lim, S.Y, Lee, S, Kong, H.G. and Lee, J. (2014). Entomopathogenicity of *Simplicillium lanosoniveum* isolated in Korea. *Mycobiology*, 42(4). 317-321.
- Lowenstein, D.M, Andrews, H, Hilton, R.J, Kaiser, C. and Wiman, N.G. (2019). Establishment in an Introduced range: Dispersal capacity and winter survival of *Trissolcus japonicus*, an adventive egg parasitoid. *Insects*, 10(12). 443.
- Luangsa-Ard, J, Houbraken, J, van Doorn, T, Hong, S.B, Borman, A. M, Hywel-Jones, N.L, and Samson, R.A. (2011). *Purpureocillium*, a new genus for the medically important *Paecilomyces lilacinus*. *FEMS microbiology letters*, 321(2) 141-149.
- Mascarin, G.M, Lopes, R.B, Delalibera Jr, Í, Fernandes, É.K.K, Luz, C. and Faria, M. (2019). Current status and perspectives of fungal entomopathogens used for microbial control of arthropod pests in Brazil. *Journal of Invertebrate Pathology*, 165(2019). 46-53.
- McPherson, J.E. (2018). *Invasive stink bugs and related species (Pentatomoidea): biology, higher systematics, semiochemistry, and management*. CRC Press.

- Memişoğlu, H. (1990). *An investigation of the biology of Trissolcus semistriatus Nees., an egg parasitoid of Eurygaster maura L. Proceedings of the Second Turkish National Congress of Biological Control*, Ege Universitesi, İzmir. 91-96.
- Meyer, J.R. (2003). General Entomology. https://projects.ncsu.edu/cals/course/ent425/library/tutorials/applied_entomology/biological_control.html.
- Mills, N. (1994). Biological control: some emerging trends. *Individuals, populations and patterns in ecology*.
- Mills, N. (2009). *Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma*. Springer, 389-411.
- Mineo, G, O'Connor, J.P. and Ashe, P. (2010). Records of Irish scelionid wasps (Hymenoptera: Platygastroidea, Scelionidae) including notes on the genus *Verrucosicephalia* Szabó. *The Irish Naturalists' Journal*, 113-117.
- Moraglio, S, Bosco, L, and Tavella, L. (2018). *Halyomorpha halys* invasion: a new issue for hazelnut crop in northwestern Italy and western Georgia? *Acta Horticulturae*.1226, 379-384.
- Moraglio, S.T., Tortorici, F, Giromini, D, Pansa, M.G., Visentin, S. and Tavella, L. (2021). Field collection of egg parasitoids of Pentatomidae and Scutelleridae in Northwest Italy and their efficacy in parasitizing *Halyomorpha halys* under laboratory conditions. *Entomologia experimentalis et applicata*, 169(1). 52-63.
- Moraglio, S.T., Tortorici, F, Pansa, M.G, Castelli, G, Pontini, M, Scovero, S, Visentin, S. and Tavella, L. (2020). A 3-year survey on parasitism of *Halyomorpha halys* by egg parasitoids in northern Italy. *Journal of Pest Science*, 93(1) 183-194.
- Moscardi, F, Correa-Ferreira, B, Leite, L. and Zamataro, C. (1987). Incidencia estacional de fungos entomogenos sobre populacao de percevejos pragas da soja.
- Mota, L.H.C, Silva, W.D., Sermarini, R.A, Demétrio, C.G.B., Bento, J.M.S. and Delalibera Jr, I. (2017). Autoinoculation trap for management of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) with *Beauveria bassiana* (Bals.) in coffee crops. *Biological control*, 111, 32-39.
- Mustu, M, Demirci, F. and Kocak, E. (2011). Mortality effects of *Isaria farinosa* (Holm.) and *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Sordariomycetes: Hypocreales) on *Aelia rostrata* Boh.(Hemiptera: Pentatomidae). *Turkish Journal of Entomology*, 35(4) 559-568.
- Nonaka, K, Kaifuchi, S, Ōmura, S, and Masuma, R. (2013). Five new *Simplicillium* species (Cordycipitaceae) from soils in Tokyo, Japan. *Mycoscience*, 54(1). 42-53.
- Orr, D, Russin, J, Boethel, D, and Jones, W. (1986). Stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) egg parasitism in Louisiana soybeans. *Environmental Entomology*, 15(6). 1250-1254.
- Orr, D.B. (1988). Scelionid wasps as biological control agents: a review. *Florida Entomologist*, 71(4). 506-528.
- Orr, D.B. and Landis, D.A. (1997). Oviposition of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) and impact of natural enemy populations in transgenic versus isogenic corn. *Journal of Economic Entomology*, 90(4). 905-909.
- Ownley, B.H, Griffin, M.R, Klingeman, W.E, Gwinn, K.D, Moulton, J.K. and Pereira, R.M. (2008). *Beauveria bassiana*: endophytic colonization and plant disease control. *Journal of Invertebrate Pathology*, 98(3) 267-270.
- Ozdemir, I.O, Tuncer, C, Erper, I. and Kushiyeve, R. (2020). Efficacy of the entomopathogenic fungi; *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against the cowpea weevil,

- Callosobruchus maculatus* F.(Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1). 1-5.
- Özbek, H, and Coruh, S. (2010). Egg parasitoids of *Malacosoma neustria* (Linnaeus, 1758)(Lepidoptera: Lasiocampidae) in Erzurum province of Turkey. *Türk Entomol Derg*, 34, 551-560.
- Özdemir, İ.O, ve Tunçer, C. Türkiye'de Yeni Bir İstilacı Polifag Zararlı, Kahverengi Kokarca [*Halyomorpha halys* (stål, 1855)(Hemiptera: Pentatomidae)]: Tanımı, Benzer Türler ve Mevcut Durum. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 4(2). 58-67.
- Özdemir, İ. O., Tuncer, C. and Uluca, M. (2021). Türkiye fındık bahçelerinde yeni zararlı türler: *Xylosandrus germanus* blandford (Col.: Curculionidae: scolytinae), *Metcalfa pruinosa* say (Hem.: Flatidae), *Croesus septentrionalis* linnaeus (Hym.: Tenthredinidae) ve *Anoplophora chinensis* forster (Col.: Cerambycidae). *Black Sea Journal of Engineering and Science*. 3(1). 74-81.
- Özman-Sullivan, S. (2006). Fındık bahçelerinde bulunan zararlı akar türleri ve ekonomik önemleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(2). 261-264.
- Parker, B.L, Skinner, M, Gouli, S, Gouli, V. and Kim, J.S. (2015). Virulence of BotaniGard® to second instar brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål)(Heteroptera: Pentatomidae). *Insects*, 6(2) 319-324.
- Pedigo, L. P. (1996). *Entomology and pest management*. Prentice-Hall Inc.
- Pezzini, D.T, Nystrom Santacruz, E.C, and Koch, R.L. (2018). Predation and parasitism of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) eggs in Minnesota. *Environmental Entomology*, 47(4) 812-821.
- Polar, P, Kairo, M.T., Peterkin, D, Moore, D, Pegram, R. and John, S.A. (2005). Assessment of fungal isolates for development of a myco-acaricide for cattle tick control. *Vector-Borne & Zoonotic Diseases*, 5(3) 276-284.
- Popov, G. (1974). The possibility of development of certain species of *Trissolcus* in the eggs of shield-bugs killed by low temperature treatment. *Zoologicheskii Zhurnal*, 53(4). 650-652.
- Qu, S. and Wang, S. (2018). Interaction of entomopathogenic fungi with the host immune system. *Developmental & Comparative Immunology*, 83, 96-103.
- Quicke, D. L. (1997). *Parasitic wasps*. Chapman & Hall Ltd, United Kingdom: Ascot.
- Rehner, S.A., Minnis, A.M., Sung, G.H., Luangsa-ard, J.J, Devotto, L. and Humber, R.A. (2011). Phylogeny and systematics of the anamorphic, entomopathogenic genus *Beauveria*. *Mycologia*, 103(5). 1055-1073.
- Romero, A., Tous, J. and Martí, E. (2008). White spots in hazelnut kernel: symptoms, causes and quality loss. VII International Congress on Hazelnut 845, 607-612.
- Roy, H.E, Steinkraus, D, Eilenberg, J, Hajek, A. and Pell, J.K. (2006). Bizarre interactions and endgames: entomopathogenic fungi and their arthropod hosts. *Annual Review of Entomology*, 51, 331-357.
- Saitou, N. and Nei, M. (1987). The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular biology and evolution*, 4(4). 406-425.
- Samson, R.A. (1974). *Paecilomyces* and some allied hyphomycetes. *Studies in mycology*, 6, 1-119.
- Saruhan, İ. (2004). *Karadeniz Bölgesi fındık üretim alanlarında görülen Fındık Kokarcası (Palomena prasina L. Hemiptera: Pentatomidae)'nın biyolojisi, populasyon*

yoğunluğu ve zarar şekli üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı. 118, Samsun

- Saruhan, I, Erper, I, Tuncer, C. and Akca, I. (2015). Efficiency of some entomopathogenic fungi as biocontrol agents against *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae). *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 52(2) 273-278.
- Saruhan, I. and Tuncer, C. (2010). Research on damage rate and type of green shieldbug (*Palomena prasina* L. Heteroptera: Pentatomidae) on hazelnut. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2) 75-83.
- Scaccini, D, Falagiarda, M, Tortorici, F, Martinez-Sañudo, I, Tirello, P, Reyes-Domínguez, Y, Gallmetzer, A, Tavella, L, Zandigiaco, P, and Duso, C. (2020). An insight into the role of *Trissolcus mitsukurii* as biological control agent of *Halyomorpha halys* in Northeastern Italy. *Insects*, 11(5) 306.
- Schoene, W. and Underhill, G. (1933). Economic status of the green stink bug with reference to the succession of its wild hosts. *Journal of Agricultural Research*, 46(9).
- Sevim, A, Demir, I, Höfte, M, Humber, R.A. and Demirbag, Z. (2010). Isolation and characterization of entomopathogenic fungi from hazelnut-growing region of Turkey. *BioControl*, 55(2). 279-297.
- Sevim, A, Sevim, E. and Demirbağ, Z. (2015). Entomopatojen fungusların genel biyolojileri ve Türkiye’de zararlı böceklerin mücadelesinde kullanılma potansiyelleri. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1) 115-147.
- Shah, P. and Pell, J. (2003). Entomopathogenic fungi as biological control agents. *Applied microbiology and biotechnology*, 61(5-6). 413-423.
- Sheppard, A, Paynter, Q, Mason, P, Murphy, S, Stoett, P, Cowan, P, Brodeur, J, Warner, K, Villegas, C. and Shaw, R. (2019). *The Application of Biological Control for the Management of Established Invasive Alien Species Causing Environmental Impacts*. CBD Technical Series No 91.
- Silvestri, F. (1940). Compendio di entomologia applicata, I. tipografia bellavista. *Portici*, 974p.
- Skillman, V.P. and Lee, J.C. (2017). Nutrient content of brown marmorated stink bug eggs and comparisons between experimental uses. *Journal of Insect Science*, 17(6). 120.
- Sonnati, C, Molinari, F, and Ughini, V. (2008). *Seven Years of Observation of the Presence of Different Plant Bug Species in the Hazelnut Orchards of Cultivar'Tonda Gentile delle Langhe'in Piedmont*. VII International Congress on Hazelnut 845, 543-548.
- Sosa-Gómez, D.R, and Moscardi, F. (1998). Laboratory and Field Studies on the Infection of Stink Bugs, *Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii*, and *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) with *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in Brazil. *Journal of Invertebrate Pathology*, 71(2). 115-120.
- Sönmez, E. (2012). *Gryllotalpa gryllotalpa*’dan entomopatojen fungusların izolasyonu ve karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 123, Trabzon.
- Speckbacher, V. and Zeilinger, S. (2018). Secondary metabolites of mycoparasitic fungi. *Secondary Metabolites: Sources and Applications*, 37-65.
- Stahl, J, Tortorici, F, Pontini, M, Bon, M.C, Hoelmer, K, Marazzi, C, Tavella, L. and Haye, T. (2019). First discovery of adventive populations of *Trissolcus japonicus* in Europe. *Journal of Pest Science*, 92(2) 371-379.

- Stahl, J.M, Babendreier, D, and Haye, T. (2018). Using the egg parasitoid *Anastatus bifasciatus* against the invasive brown marmorated stink bug in Europe: can non-target effects be ruled out? *Journal of Pest Science*, 91(3) 1005-1017.
- Strand, M, Meola, S, and Vinson, S. (1986). Correlating pathological symptoms in *Heliothis virescens* eggs with development of the parasitoid *Telenomus heliothidis*. *Journal of Insect Physiology*, 32(4) 389-402.
- Strand, M, Vinson, S, Nettles Jr, W. and Xie, Z.N. (1988). In vitro culture of the egg parasitoid *Telenomus heliothidis*: the role of teratocytes and medium consumption in development. *Entomologia experimentalis et applicata*, 46(1) 71-78.
- Strasser, H, Vey, A, and Butt, T. M. (2000). Are there any risks in using entomopathogenic fungi for pest control, with particular reference to the bioactive metabolites of *Metarhizium*, *Tolypocladium* and *Beauveria* species? *Biocontrol Science and Technology*, 10(6) 717-735.
- Sujii, E.R, Costa, M.L.M, Pires, C.S.S, Colazza, S. and Borges, M. (2002). Inter and intra-guild interactions in egg parasitoid species of the soybean stink bug complex. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(11). 1541-1549.
- Şener, A, Uçkan, F, Koçak, E. and Soydaş, H.K. (2018). Kocaeli İlindeki Süne Yumurta Parazitöitleri ve Etkinlikleri. *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1). 8-12.
- TAGEM (2017). Fındık entegre mücadele teknik talimatı. Retrieved from <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/Entegre/f%C4%B1nd%C4%B1k%20entegre.pdf>
- Talamas, E.J, Buffington, M.L, and Hoelmer, K. (2017). Revision of Palearctic *Trissolcus* Ashmead (Hymenoptera, Scelionidae). *Journal of Hymenoptera Research*, 225, 3-185.
- Talamas, E.J, Johnson, N.F. and Buffington, M. (2015). Key to Nearctic species of *Trissolcus* Ashmead (Hymenoptera, Scelionidae), natural enemies of native and invasive stink bugs (Hemiptera, Pentatomidae). *Journal of Hymenoptera Research*, 43, 45-110.
- Tamura, K. and Nei, M. (1993). Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees. *Molecular biology and evolution*, 10(3). 512-526.
- Tarla, Ş. (2018). A New Host Record and Rate of Parasitism for *Trissolcus semistriatus* (Hymenoptera: Scelionidae). *Entomological News*, 128(1) 91-95.
- Tavella, L, Moraglio, S. and Bosco, L. (2017). *Halyomorpha halys* invasion: a new issue for hazelnut crop in northwestern Italy and western Georgia? IX International Congress on Hazelnut 1226, 379-384.
- Tillman, P. (2010). Parasitism and predation of stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) eggs in Georgia corn fields. *Environmental Entomology*, 39(4) 1184-1194.
- Tillman, P. (2011). Natural biological control of stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) eggs in corn, peanut, and cotton farmscapes in Georgia. *Environmental Entomology*, 40(2). 303-314.
- Todorova, S, Cloutier, C, Côté, J.C. and Coderre, D. (2002). Pathogenicity of six isolates of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina, Hyphomycetes) to *Perillus bioculatus* (F)(Hem., Pentatomidae). *Journal of Applied Entomology*, 126(4) 182-185.
- Toledo, A, Virla, E, Humber, R, Paradell, S. and Lastra, C.L. (2006). First record of *Clonostachys rosea* (Ascomycota: Hypocreales) as an entomopathogenic fungus of *Oncometopia tucumana* and *Sonesimia grossa* (Hemiptera: Cicadellidae) in Argentina. *Journal of Invertebrate Pathology*, 92(1) 7-10.

- Tortorici, F, Talamas, E.J, Moraglio, S.T, Pansa, M.G, Maryam, A.F, Tavella, L, and Virgilio, C. (2019). A morphological, biological and molecular approach reveals four cryptic species of *Trissolcus* Ashmead (Hymenoptera, Scelionidae), egg parasitoids of Pentatomidae (Hemiptera). *Journal of Hymenoptera Research*. 73, 153-200.
- Tozlu, E, Saruhan, I, Tozlu, G, Kotan, R, Dadaşoğlu, F, and Tekiner, N. (2019). Potentials of some entomopathogens against the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål, 1855)(Hemiptera: Pentatomidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(1) 1-8.
- Tuncer, C, Akça, İ. and Saruhan, İ. (2002). Fındıkta zararlı olan bazı emici böceklerin (Heteroptera: Pentatomidae, Coreidae ve Acanthosomatidae) kimyasal mücadelesi üzerine araştırmalar. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3) 17-26.
- Tuncer, C. and Ecevit, O. (1996). *Current status of hazelnut pests in Turkey*. IV International Symposium on Hazelnut 445, 545-552.
- Tuncer, C. and Ecevit, O. (1997). *Current status of hazelnut orchards*. *Acta Horticulturae*, 445, 545-552.
- Tuncer, C., Knizek, M. and Hulcr, J. (2017). Scolytinae in hazelnut orchards of Turkey: clarification of species and identification key (Coleoptera, Curculionidae). *ZooKeys*:710, 65-76.
- Tuncer, C, Kushiyev, R, Erper, I, Ozdemir, I.O. and Saruhan, I. (2019). Efficacy of native isolates of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against the invasive ambrosia beetle, *Xylosandrus germanus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(1) 28.
- Tuncer, C, Özdemir, İ.O. and Kushiyev, R. (2018). Fındık hastalık ve zararlıları; mevcut durum ve riskler. *Türk TOB*. 27, 14-17.
- Tuncer, C., Saruhan, I. and Akca, I. (2005). *The insect pest problem affecting hazelnut kernel quality in Turkey*. VI International Congress on Hazelnut 686, 367-376.
- Tuncer, C, Saruhan, I, and Akça, İ. (2012). *Seasonal occurrence and species composition of true bugs in hazelnut orchards*. VIII International Congress on Hazelnut 1052, 263-268.
- Vet, L. E. and Dicke, M. (1992). Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annual Review of Entomology*, 37(1). 141-172.
- Vicentini, S., Faria, M. and de Oliveira, M. R. (2001). Screening of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) isolates against nymphs of *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) with description of a new bioassay method. *Neotropical entomology*, 30(1). 97-103.
- Wu, Y.H, Kamiyama, M.T, Chung, C.C, Tzeng, H.Y, Hsieh, C.H, and Yang, C.-C. S. (2020). Population Monitoring, Egg Parasitoids, and Genetic Structure of the Invasive Litchi Stink Bug, *Tessaratoma papillosa* in Taiwan. *Insects*, 11(10). 690.
- Xu, J, Fonseca, D.M, Hamilton, G.C, Hoelmer, K.A, and Nielsen, A.L. (2014). Tracing the origin of US brown marmorated stink bugs, *Halyomorpha halys*. *Biological invasions*, 16(1). 153-166.
- Yeargan, K. V. (1979). Parasitism and predation of stink bug eggs in soybean and alfalfa fields. *Environmental Entomology*, 8(4). 715-719.
- Zapponi, L, Bon, M.C, Fouani, J.M, Anfora, G, Schmidt, S. and Falagiarda, M. (2020). Assemblage of the Egg Parasitoids of the Invasive Stink Bug *Halyomorpha halys*: Insights on Plant Host Associations. *Insects*, 11(9) 588.

- Zare, R. and Gams, W. (2001). A revision of *Verticillium* sect. Prostata IV. The genera *Lecanicillium* and *Simplicillium* gen. nov. *Nova Hedwigia*:73, 1-50.
- Zimmermann, G. (2007a). Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. *Biocontrol Science and Technology*, 17(6). 553-596.
- Zimmermann, G. (2007b). Review on safety of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Biocontrol Science and Technology*, 17(9). 879-920.
- Zimmermann, G. (2008). The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*): biology, ecology and use in biological control. *Biocontrol Science and Technology*, 18(9). 865-901.



beetles, *Anisandrus dispar* Fabricius and *Xylosandrus germanus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28(1), 55.

A4. Ozdemir, I. O., Kushiyeve, R., Erper, I., Tuncer, C. (2019). Efficacy of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against *Thaumetopoea pityocampa* Schiff.(Lepidoptera: Thaumetopoeidae). *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 52(5-6), 470-480.

A5. Tuncer, C., Özdemir, İ. O., Kushiyeve, R. (2020). Türkiye Fındık Bahçelerinde Yeni Zararlı Türler: *Xylosandrus germanus* Blandford (Col.: Curculionidae: Scolytinae), *Metcalfa pruinosa* Say (Hem.: Flatidae), *Croesus septentrionalis* Linnaeus (Hym.: Tenthredinidae) ve *Anoplophora chinensis* Forster (Col.: Cerambycidae). *Black Sea Journal of Agriculture*, 1-2.

A6. Özdemir, İ. O., Tuncer, C. (2021). Türkiye'de Yeni Bir İstilacı Polifag Zararlı, Kahverengi Kokarca [*Halyomorpha halys* (stål, 1855)(Hemiptera: Pentatomidae)]: Tanımı, Benzer Türler ve Mevcut Durum. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 4, 2: 58-67.

A7. Özdemir, İ. O., Tuncer, C., & Uluca, M. (2021). Türkiye Fındık Bahçelerinde Yeni Bir Zararlı Tür; Meyve Pis Kokulu Böceği, *Apodiphus amygdali* (Hemiptera: Pentatomidae). *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 4, 2: 51-54.

A8. Tuncer, C., Özdemir, İ. O., Kushiyeve, R. (2018). Fındık Hastalık ve Zararlıları: Mevcut durum ve riskler. *TURKTOB dergisi*(27), 14-17. (DERLEME)

A9. Özdemir, İ. O., Tuncer, C., (2020) Türkiye'de *Palomena prasina* (Hemiptera: Pentatomidae)'da *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae)'in İlk Kaydı. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35(3), 316-318.

A10. Yıldırım, E., Ozdemir, I. O., Turkkan, M., Tuncer, C., Kushiyeve, R., Erper, I. (2020). Determination of effectiveness against *Trichoderma* species of some fungicides used in hazelnut growing areas, *Mediterranean Agricultural Sciences*. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(3), 335-340.

B. Uluslararası ve ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

B1. Kushiyeve, R., Erper, I., Ozdemir, I. O., Yıldırım, E., Tuncer, C. 2019. Determination of sensitivity of *Trichoderma* species to some fungicides used hazelnut orchards. 2nd International Conference on Advances in Plant Sciences. Bosna Hersek.

B2. Kushiyeve, R., Ozdemir, I. O., Tuncer, C. 2019. Determination of the efficacy of some chemical insecticides and bio-insecticides against adults of *Anisandrus dispar* Fabricius and *Xylosandrus germanus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). 2nd International Conference on Advances in Plant Science. Bosna Hersek.

B3. Kushiyeve, R., Tuncer, C., Ozdemir, I. O., Erper, I., 2018. Survey on Entomopathogenic Fungi on Ambrosia Beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in Hazelnut Orchards. I.International Agricultural Science Congress, 605, Van.

- B4.** Kushiyev, R., Ozdemir, I. O., Tuncer, C. 2018. Determination of Efficacy of Some Insecticides Against *Anisandrus dispar* Fabricius (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). I. International Agricultural Science Congress, 592, Van.
- B5.** Ozdemir, I. O., Kushiyev, R., Erper, I., Tuncer, C. 2018. Effectiveness of Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lepidoptera: Thaumetopoeidae). I. International Agricultural Science Congress, 484, Van.
- B6.** Ozdemir, I. O., Tuncer, C., Kushiyev, R., Erper, I. 2017. Effectiveness of Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). 6th International Entomopathogens Microbial Control Congress, 105, Tokat.
- B7.** Kushiyev, R., Erper, I., Saruhan, I., Ozdemir, I. O., Toksoz, S., Tuncer, C. 2017. Repellent Effects of Some Entomopathogenic Fungi And Commercial Bioinsecticides Against *Xylosandrus germanus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). 6th International Entomopathogens Microbial Control Congress, 122, Tokat.
- B8.** Tuncer, C., Kushiyev, R., Erper, I., Ozdemir, I. O., Saruhan, I., 2017. Effectiveness of Entomopathogenic Fungus *Isaria fumosorosea* against *Anisandrus dispar* Fabricius and *Xylosandrus germanus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). 6th International Entomopathogens Microbial Control Congress, 44-44, Tokat.
- B9.** Özdemir, I. O., Önen, H., Günal, E., Farooq, S. 2016. Suluova ve Merzifon Ovalarında Amasya Kültür Bitkilerine Göre Yabancı Ot Dağılımının Belirlenmesi. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, 877, Konya.
- B10.** Özdemir, I. O., Önen, H., Günal, E., Farooq, S. 2016. Suluova ve Merzifon Amasya Ovalarında Yabancı Ot Topluluklarının Oluşumundan Sorumlu Toprak Özellikleri. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, 878, Konya.

C. Projeler

- C1.** Amasya ili Suluova ve Merzifon ovalarında toprak özelliğine ve arazi kullanımına bağlı olarak yabancı ot dağılımının belirlenmesi, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi (BAP), Araştırmacı.
- C2.** Fındık kokarcası (*Palomena prasina*, Hemiptera: Pentatomidae)'nın doğal düşmanlarının ve etkililerinin belirlenmesi, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi (Bap), Araştırmacı.
- C3.** *Palomena prasina* (Heteroptera: Pentatomidae)'nın Fındıkta Oluşturduğu Lekeli İç Zararının Biyokimyasal Tanımı, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi (Bap), Araştırmacı.