



Araştırma Makalesi

Yerel *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* İzolatlarının *Myzocallis coryli* ve *Corylobium avellanae* Üzerindeki Etkinliği

Salih Karabörklü*, Nedim Altın

Düzce Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Düzce

Geliş tarihi (Received): 24.07.2020

Kabul tarihi (Accepted): 28.08.2020

Anahtar kelimeler:

Fındık, *Myzocallis coryli*,
Corylobium avellanae,
Beauveria bassiana,
Metarhizium anisopliae

Özet. Fındık yaprakbiti, *Myzocallis coryli* ve fındık yeşil afidi, *Corylobium avellanae* fındıkta zarar oluşturan böcekler arasında yer almaktadır. Bu çalışma, *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* türü entomopatojen fungusların *M. coryli* ve *C. avellanae* üzerindeki öldürücü etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Laboratuvar çalışmalarında nimf ve erginlere 1×10^5 konidi ml^{-1} doz püskürtülmüş ve 7 gün boyunca denemeler takip edilmiştir. Uygulama süresi sonunda *B. bassiana* YK26, YK16, YK11 ve *M. anisopliae* YK45 izolatları sırasıyla *M. coryli* üzerinde %81.09, %73.24, 58.25 ve %52.45 oranlarında öldürücü etki göstermiştir. EPF izolatlarının *C. avellanae* üzerinde oldukça etkili oldukları görülmüş ve en etkili izolatlar %88.9, %96.75 ve %98.08 öldürme oranları ile *B. bassiana* YK26, YK11 ve *M. anisopliae* YK38 olmuştur. Arazi çalışmalarında ise *B. bassiana* ve *M. anisopliae* izolatları 1×10^6 konidi ml^{-1} konsantrasyonda *M. coryli*'ye uygulanmış ve en yüksek öldürme oranı %48.37 ile *B. bassiana* YK26 izolatında görülmüştür. Bu izolatı %44.69 ve %38.49 öldürme oranları ile *B. bassiana* YK16 ve *M. anisopliae* YK45 izolatları takip etmiştir. Yaprak bitleriyle mücadelede *B. bassiana* ve *M. anisopliae* izolatlarının kullanılabilirliğine yönelik bulgular elde edilmiştir.

*Sorumlu yazar

salihkaraborklu@duzce.edu.tr

The Effectiveness of the Isolates of Native *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on *Myzocallis coryli* and *Corylobium avellanae*

Keywords:

Hazelnut, *Myzocallis coryli*,
Corylobium avellanae,
Beauveria bassiana,
Metarhizium anisopliae

Abstract. Filbert aphid, *Myzocallis coryli* and Hazelnut aphid, *Corylobium avellanae* are among the harmful insects for the hazelnut production. This study was carried out to determine the lethal effect of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on *M. coryli* and *C. avellanae*. In laboratory application, 1×10^5 conidia ml^{-1} dose was sprayed to nymphs and adults and trials were evaluated after 7 days. At the end of the application period, *B. bassiana* YK26, YK16, YK11 and *M. anisopliae* YK45 isolates caused 81.09%, 73.24%, 58.25% and 52.45% mortality on *M. coryli*, respectively. EPF isolates were found to be highly effective on *C. avellanae*, and the most effective isolates were *B. bassiana* YK26, YK11 and *M. anisopliae* YK38 with 88.90%, 96.75% and 98.08% mortality rates. In field application, *B. bassiana* and *M. anisopliae* isolates were applied to *M. coryli* at a concentration of 1×10^6 conidia ml^{-1} and the highest mortality rate was observed in *B. bassiana* YK26 isolate with 48.37%. This isolate was followed by *B. bassiana* YK16 and *M. anisopliae* YK45 with 44.69% and 38.49% mortality rates, respectively. Results indicated that *B. bassiana* and *M. anisopliae* isolates can be used for controlling of these aphids.

GİRİŞ

Fındık zengin besin içeriğinden dolayı oldukça değerli bir tarım ürünü olup birçok ülkede yetiştiriciliği yapılmaktadır (Aydınlı ve ark., 2018). Her ne kadar birçok ülkede yetiştirilse de ülkemiz, dünya fındık üretiminin %65-75'ini, toplam ihracatın ise %70-75'ini tek başına karşılamaktadır (Bozoğlu, 2001; Karaböklü ve Altın, 2018). Ülkemiz üretim alanı ve üretim miktarı açısından dünyada ilk sırada yer almasına karşın fındık veriminde henüz istenilen düzeye ulaşamamıştır (Aydınlı ve ark., 2018). Dekara fındık veriminde, 2014-2018 yılları ortalaması göz önüne alındığında ilk sırayı 235.8 kg ile ABD almaktadır. Ülkemizde ise bu oran aynı üretim yılları esas alındığında ortalama 96.2 kg olarak gerçekleşmiştir (Anonymous, 2019; Şen ve Karaböklü, 2020).

Fındıkta verim ve kalite kaybına neden olan birçok böcek türü bulunmaktadır. Ülkelere, bölgelere ve yıllara bağlı olarak değişmekle birlikte bazı türlerin fındıkta önemli düzeyde ekonomik zarar oluşturduğu bildirilmiştir (Işık ve ark., 1987; Messing ve AliNiazee, 1989; Gantner, 2001; Tuncer, 2009; Miller ve ark., 2019). Fındık zararlılarının meydana getirdiği verim kayıplarının %20-50 arasında değişiklik gösterdiği rapor edilmiştir (AliNiazee, 1997). Fındık yaprakbiti olarak bilinen *Myzocallis coryli* Goeze (Hemiptera: Aphididae) ve fındık yeşil afidi olarak bilinen *Corylobium avellanae* Schrank (Hemiptera: Aphididae) türlerinin birçok ülkede yayılış gösterdikleri ve fındıkta zarar oluşturdukları birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Messing ve AliNiazee, 1989; Gantner, 2001; Tuncer ve Mennan, 2002; Tuncer, 2009; Walton ve ark., 2009a; Miller ve ark., 2019; Aqaverdi ve Inqilab, 2019; Rovira ve ark., 2019; Şen ve Karaböklü, 2020). Yaprakbitleri yaprak, sürgün ve zuruf gibi bitki dokularından özsu emmek ve fumajin oluşturmak suretiyle bitkide zarar oluşturmaktadır (Tuncer ve Mennan, 2002; Walton ve ark., 2009a). Fındık yaprakbitlerinin popülasyon yoğunluğunun arttığı dönemlerde sürgünlerin gelişemediği ve kuruduğu da bildirilmiştir (Tuncer ve Ecevit, 1997).

Böcek patojeni funguslar (entomopatojen funguslar), zararlı böceklerle karşı yürütülen biyolojik mücadele çalışmalarında kullanılan en önemli mikroorganizma gruplarından birisidir. Entomopatojen funguslar (EPF) üretmiş oldukları sporlar vasıtasıyla böceklerin kutikulasına rahatlıkla tutunabilmekte, böcek dokuları ve hemosöle ulaşabilmekte ve böcekleri çok kısa sürelerde öldürebilmektedir. Bu özellik entomopatojen funguslara zararlı böceklerle mücadelede önemli bir avantaj kazandırmaktadır. Entomopatojen funguslar ayrıca trake, yaralanmış vücut bölgeleri, sindirim sistemi ve diğer açıklıklar yoluyla da konukçuya nüfuz edebilmekte ve konukçuyu öldürebilmektedir (Shah ve Pell, 2003; Goettel ve ark., 2005; Sevim ve ark., 2015; Batta ve Kavallieratos, 2018; Karaböklü ve ark., 2018, 2019; Keskin ve ark., 2019). Birçok EPF türüne ait ticari formülasyonlar geliştirilmiş olup birçok zararlı böceğe karşı başarıyla kullanılmaktadır. *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin ve *Metarhizium anisopliae* (Metschnikof) Sorokin önemli EPF türleri arasında yer almaktadır (Rath, 2000; Meyling ve ark., 2018; Karaböklü ve ark., 2020).

Bu çalışma, bazı yerel *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* izolatlarının fındık yaprak bitleri, *Myzocallis coryli* ve *Corylobium avellanae* üzerindeki öldürücü etkilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Fındık Yaprakbitleri

Fındık yaprak bitlerine ait nimf ve erginler Düzce'de (Merkez/Arapçiftliği) bulunan bir fındık bahçesinden 2019 yılı haziran ayı içerisinde toplanmıştır (Şen ve Karaböklü, 2020). Zararlıların bulunduğu uç sürgünlerden örneklerden alınarak laboratuvara getirilmiş ve 23±2°C sıcaklığa, %65±5 neme ve 14:10 saatlik fotoperiyoda ayarlanmış iklim odasında uygulama anına kadar muhafaza edilmiştir. *M. coryli* ve *C. avellanae* türlerinin morfolojik özelliklerinden yola çıkılarak tür tanımlamaları yapılmıştır (Tuncer ve Mennan 2002; Blackman ve Eastop, 2006; Walton ve ark., 2009b; Labanowski ve Soika 2011; Anonim, 2017).

EPF İzolatları

Bu çalışmada Düzce ilinden izole edilen ve daha önce tanımlanmış olan EPF türlerine ait yerel izolatlar kullanılmıştır (Karaböklü ve ark., 2019). *Beauveria bassiana* türünden YK11, YK16 ve YK26 ve *Metarhizium anisopliae* türünden YK38 ve YK45 olmak üzere toplam 5 adet izolat kullanılmıştır. Stok kültürlerden alınan izolatlar Patates Dekstroz Agar (PDA) besi ortamına ekilmiştir. Ekim sonrası izolatlar konidiospor üretimi ve gelişimlerinin takibi amacıyla 10-15 günlük süreyle 23±2°C sıcaklığa, %65±5 neme ve 14: 10 saatlik fotoperiyoda ayarlanmış iklim odasında tutulmuştur (Karaböklü ve ark., 2020).

Spor Süspansiyonları

İzolatların konidiospor gelişimini takiben her bir izolat için spor süspansiyonları hazırlanmıştır. Bu amaçla PDA besi yerinde gelişen konidiosporlar kazıma yöntemi kullanılarak distile su içerisine alınmıştır. Hazırlanan spor

süspansiyonlarından alınan örnekler mikroskopta bir hemositometre yardımıyla sayılarak bir izolat için spor yoğunluğu 1×10^5 konidi ml^{-1} olacak şekilde ayarlanmıştır. Daha sonra süspansiyonlar 20ml'lik plastik sprej şişelere aktarılmıştır. Daha sonra sporların homojen dağılımını sağlamak amacıyla her bir sprej şişesine %0.03 oranında Tween 80 eklenmiştir.

Laboratuvar Denemeleri

İzolatların etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla araziden toplanan *M. coryli* ve *C. avellanae* nimf ve erginleri sayılarak 1lt'lik pet kavanozlara alınmıştır. Her bir kavanoza ortalama 25 adet nimf/ergin konulmuş ve beslenmeleri amacıyla fındık uç sürgününe ait üçer adet ortalama büyüklükte yaprak konulmuştur. Her bir izolat için hazırlanan 1×10^5 spor yoğunluğuna (konidi ml^{-1}) sahip süspansiyonlar püskürtme yoluyla nimf ve erginlere uygulanmıştır. Kontrol grubuna ise içerisinde yalnızca %0.03'lük oranda Tween 80 bulunan saf su uygulaması yapılmıştır. Uygulamadan 7 gün sonra sayım yapılarak canlı ve ölü sayıları belirlenmiştir. Uygulama sonunda her bir izolat için % etki değerleri hesaplanmıştır. Denemeler beş tekrarlı olarak yürütülmüş ve iklim odasında gerçekleştirilmiştir.

Arazi Denemeleri

Arazi çalışmalarında hedef tür olarak yüksek popülasyon yoğunluğuna sahip olması nedeniyle *M. coryli* seçilmiştir (Şen ve Karabörlü, 2020). EPF izolatı olarak ise *M. coryli* üzerinde laboratuvar koşullarında yüksek etkinlik gösteren *B. bassiana* YK16 ve YK26 ve *M. anisopliae* YK45 izolatları seçilmiştir. Her bir izolat için hazırlanan 1×10^6 konidi ml^{-1} konsantrasyona sahip süspansiyonlar üzerinde *M. coryli* nimf ve erginlerinin bulunduğu yapraklara püskürtme yoluyla uygulanmıştır. Kontrol grubuna ise içerisinde yalnızca %0.03'lük oranda Tween 80 bulunan saf su uygulaması yapılmıştır. Seçilen yapraklarda uygulama öncesi ve uygulamanın 3. ve 7. günlerinde canlı sayımı yapılmıştır. Uygulama sonunda her bir izolat ve uygulama süresi için % etki değerleri hesaplanmıştır. Denemeler 10 tekrarlı olarak yürütülmüştür.

İstatistiksel Analiz

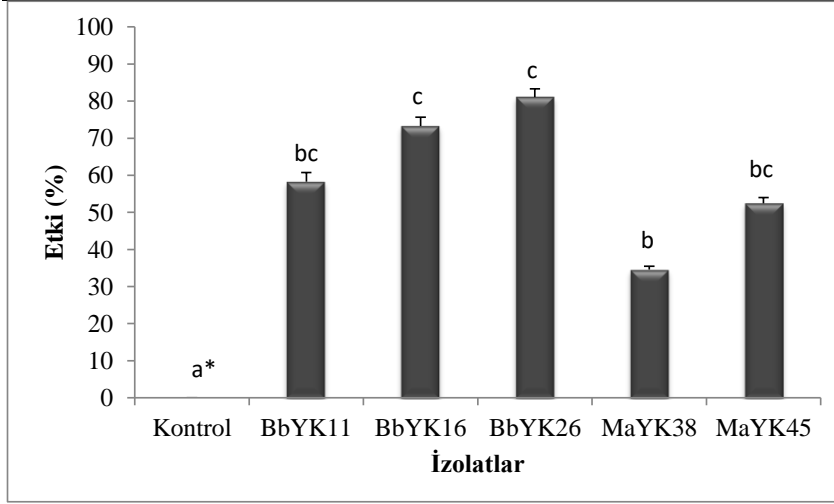
Entomopatojen fungus izolatlarının laboratuvar koşullarındaki % etkinliklerinin belirlenmesinde Abbott (1925) formülü kullanılmıştır. İzolatların arazi koşullarındaki % etkinliklerinin belirlenmesinde ise Henderson ve Tilton (1955) tarafından geliştirilen formül kullanılmıştır. İzolatların etkinliklerinin karşılaştırılmasında SPSS programı (SPSS 17.0 commercial software, SPSS, Inc., Chicago, IL) kullanılarak varyans analizi (tek-faktör ANOVA) yapılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılmasında %95'lik güven aralığında Tukey-Kramer HSD post-testi kullanılmıştır.

BULGULAR

Laboratuvar Denemeleri

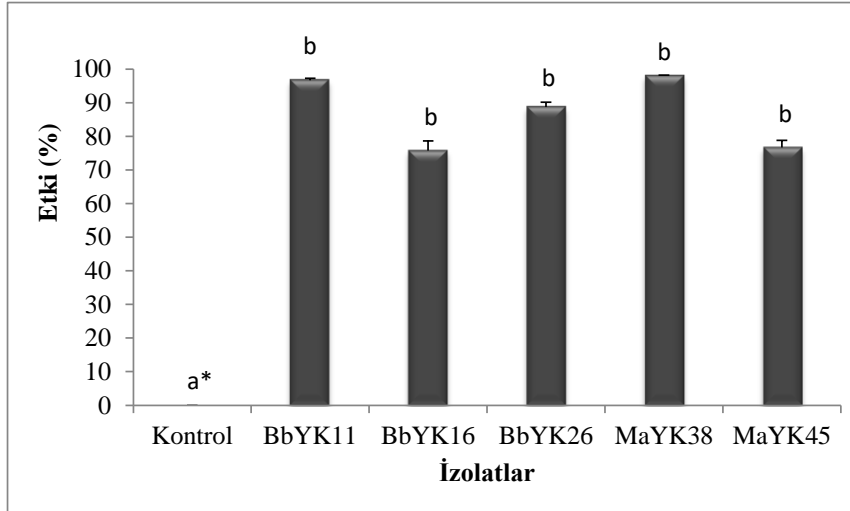
Beauveria bassiana ve *M. anisopliae* izolatlarının *M. coryli* nimf ve erginleri üzerindeki etkinlikleri 1×10^5 konidi ml^{-1} konsantrasyon ve 7 günlük uygulama süresi için hesaplanmıştır (Şekil 1). Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında bütün izolatlar *M. coryli* üzerinde önemli oranda öldürücü etki göstermiştir ($F = 11.638$; $df = 5$; $P < 0.0001$). En yüksek öldürme oranına %81.09 ile *B. bassiana* YK26 izolatı ulaşmıştır. Bu izolatı %73.24 öldürme oranı ile *B. bassiana* YK16 izolatı takip etmiştir. En düşük öldürme oranı ise %34.56 ile *M. anisopliae* YK38 izolatında tespit edilmiştir (Şekil 1).

Entomopatojen fungus izolatları benzer şekilde püskürtme yoluyla *C. avellanae* nimf ve erginlerine de uygulanmış ve her bir izolatın öldürme oranları hesaplanmıştır (Şekil 2). Bütün izolatların kontrole göre önemli oranda öldürücü etki gösterdiği belirlenmiştir ($F = 22.523$; $df = 5$; $P < 0.0001$). En etkili izolatlar %96.75 ve %98.08 öldürme oranları ile *B. bassiana* YK11 ve *M. anisopliae* YK38 izolatları olmuştur. Bu izolatları %88.79 öldürme oranı ile *B. bassiana* YK26 izolatı takip etmiştir. En düşük öldürme oranına sahip izolat ise %75.81 ile *B. bassiana* YK16 izolatı olmuştur (Şekil 2).



Şekil 1. *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* izolatlarının *Myzocallis coryli* üzerindeki öldürücü etkisi. ^aFarklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık bulunmaktadır ($P < 0.05$). Bb: *Beauveria bassiana*, Ma: *Metarhizium anisopliae*. Hata çubukları standart hatayı göstermektedir.

Figure 1. Insecticidal activity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates on *Myzocallis coryli*. There is a significant difference between the means indicated by different letters ($P < 0.05$). Bb: *Beauveria bassiana*, Ma: *Metarhizium anisopliae*. Error bars indicate standard error.



Şekil 2. *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* izolatlarının *Corylobium avellanae* üzerindeki öldürücü etkisi. ^aFarklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında önemli farklılık bulunmaktadır ($P < 0.05$). Bb: *Beauveria bassiana*, Ma: *Metarhizium anisopliae*. Hata çubukları standart hatayı göstermektedir.

Figure 1. Insecticidal activity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates on *Corylobium avellanae*. There is a significant difference between the means indicated by different letters ($P < 0.05$). Bb: *Beauveria bassiana*, Ma: *Metarhizium anisopliae*. Error bars indicate standard error.

Arazi Denemeleri

Entomopatojen fungus izolatlarının arazi koşullarındaki etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla *B. bassiana* türüne ait YK16 ve YK26 izolatları ve *M. anisopliae* türüne ait YK45 izolatı seçilmiş ve *M. coryli* türünün nimf ve erginlerine 1×10^6 konidi ml^{-1} dozda püskürtme yoluyla uygulanmıştır. Uygulama öncesi ve uygulamanın 3. ve 7. günlerine ait sayım sonuçları çizelgede verilmiştir (Çizelge 1.)

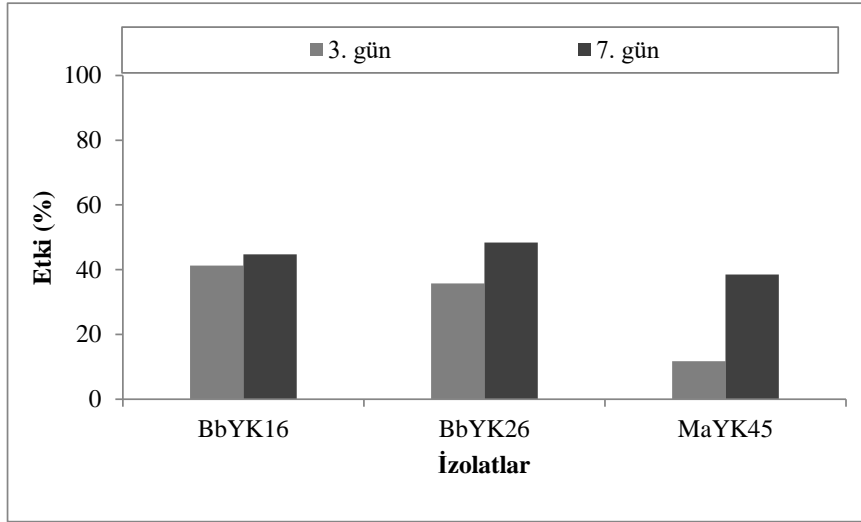
Çizelge 1. Uygulama öncesi ve sonrası *Myzocallis coryli* nimf/ergin sayılarındaki değişim.

Table 1. The numbers of *Myzocallis coryli* nymph/adults for before and after application.

İzolatlar	Ergin/Nimf Sayısı		
	Uygulama Öncesi	3. Gün	7. Gün
Kontrol	31.20±5.13	35.13±6.27	63.14±8.82
BbYK23	31.60±4.31	20.90±4.20	35.38±9.33
BbYK26	39.40±5.63	28.50±5.34	41.17±9.42
MaYK45	33.00±5.73	32.80±8.35	40.83±8.72

Bb: *Beauveria bassiana*, Ma: *Metarhizium anisopliae*, ±: Standart hata.

Entomopatojen fungus izolatlarının arazi koşullarındaki etkinlikleri incelendiğinde uygulamanın 3. gününde en etkili izolatu %41.25 ile *B. bassiana* YK16 izolatu olduğu görülmüştür (Şekil 3). Bu izolatu %35.75 ile *B. bassiana* YK26 izolatu takip etmiştir. Uygulamanın 7. gününde ise en etkili izolatu %48.37 ile *B. bassiana* YK26 olmuştur. Bu izolatu ise %44.69 ve %38.49 öldürme oranları ile *B. bassiana* YK16 ve *M. anisopliae* YK45 izolatları takip etmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Arazi uygulaması sonrası entomopatojen fungusların *Myzocallis coryli* üzerindeki öldürücü etkisi. Bb: *Beauveria bassiana*, Ma: *Metarhizium anisopliae*.

Figure 3. Insecticidal activity of entomopathogenic fungi on *Myzocallis coryli* after field application. Bb: *Beauveria bassiana*, Ma: *Metarhizium anisopliae*.

TARTIŞMA

Fındık yaprakbiti, *Myzocallis coryli* ve fındık yeşil afidi, *Corylobium avellanae* birçok ülkede yayılış göstermekte ve fındıkta zarar oluşturmaktadır. Bu iki türün ülkemizde de oldukça yaygın olduğu ve fındık yetiştirilen bütün alanlarda buldukları rapor edilmiştir (Lodos, 1986; Tuncer ve Mennan, 2002, Şen ve Karaböklü, 2020). *Beauveria bassiana* ve *M. anisopliae* türü entomopatojen funguslardan geliştirilen biyolojik preparatlar küresel ölçekte birçok tarımsal zararlıya karşı başarıyla kullanılmaktadır (Yasin ve ark., 2019). *Beauveria bassiana* ve *M. anisopliae* türü fungusların yaprak bitlerine karşı etkili olduğu ve bu zararlılara karşı başarıyla kullanıldığı rapor edilmiştir (Mweke ve ark., 2019; Cheong ve ark., 2020; Singh ve Kaur, 2020). Yapılan çalışmalar incelendiğinde *B. bassiana* ve *M. anisopliae* türü fungusların diğer yaprak bitleri üzerindeki etkinliklerine yönelik birçok çalışma yürütülmüşken fındık yaprak bitleri, *M. coryli* ve *C. avellanae* üzerindeki etkinliklerine yönelik çok sınırlı sayıda çalışma yürütülmüştür (Aker ve Abacı, 2016; Aker ve Tuncer, 2016).

Yaptığımız çalışmada Düzce ilinden elde edilmiş olan yerel *B. bassiana* ve *M. anisopliae* izolatlarının fındık yaprak bitleri üzerinde önemli oranda öldürücü etkiye sahip oldukları görülmüştür. Laboratuvar çalışmalarında düşük doz (1×10^5 konidi ml^{-1}) ve uygulama süresine (7 gün) rağmen *B. bassiana* YK26 ve YK16 izolatlarının *M. coryli* nimf ve erginleri üzerinde sırasıyla %81.09 ve %73.24 oranlarında öldürücü etki göstermiştir. *Metarhizium anisopliae* YK45 izolatu ise %52.45 oranında öldürücü etki göstermiştir. *Beauveria bassiana* (SD15) ve *M. anisopliae* (SD3) izolatlarının şeftali yaprak biti, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) üzerinde yüksek etki gösterdikleri belirlenmiştir (Yun ve ark., 2017). Fungal izolatlar *B. bassiana* (SD15) ve *M. anisopliae* (SD3) 1×10^8 konidi ml^{-1} dozda 7 gün süreyle *Myzus persicae* türüne uygulandığında izolatların sırasıyla %81.6 ve %100 oranlarında öldürücü etki gösterdiği rapor edilmiştir (Yun ve ark., 2017). Benzer şekilde *B. bassiana* (Y-132) ve *M. anisopliae* (Qin-13) izolatları aynı doz ve aynı uygulama süresinin sonunda *Myzus persicae* üzerinde yaklaşık %80 oranında öldürücü etki göstermiştir (Rehman ve ark., 2019). Bununla birlikte *B. bassiana* izolatları (BB-72 ve BB252) aynı yaprak bitine karşı 1×10^8 konidi ml^{-1} dozda 10 gün süreyle uygulandığında sırasıyla %93 ve 86 oranlarında öldürücü etki göstermiştir (Nazir ve ark., 2019). İzolatlardan *B. bassiana* BB-72, 1×10^7 konidi ml^{-1} dozda 10 gün süreyle uygulandığında ise %92 oranında öldürücü etki göstermiştir (Javed ve ark., 2019).

Fındık yaprak biti üzerindeki çalışmalar incelendiğinde *M. anisopliae*, *Lecanicillium muscarium* ve *Isaria fumosorosea* türü EPF izolatlarının *M. coryli*'nin 3. dönem nimfleri üzerindeki etkinliklerinin araştırıldığı bir çalışmada en etkili türün *M. anisopliae* olduğu belirlenmiştir. İzolatlar 1×10^8 konidi ml^{-1} olarak uygulandığında 6. günde sırasıyla %82.00, %49.02 ve %40.60 oranlarında öldürücü etki göstermiştir. En etkili sıcaklık ise 25°C olarak

belirlenmiştir. Uygulamanın 10. gününde ise bu oran *M. anisopliae* için %100'e ulaşmıştır (Aker ve Abacı, 2016). Benzer şekilde aynı entomopatojen funguslar ilk dönem *M. coryli* nimflerine aynı dozda 5 gün süreyle uygulandığında en etkili türün *M. anisopliae* olduğu ve nimflerin tamamının (%100) öldüğü görülmüştür (Aker ve Tuncer, 2016).

Entomopatojen fungus izolatlarının *C. avellanae* üzerinde ise çok daha etkili oldukları tespit edilmiştir. En yüksek öldürücü etki %96.75, %98.08 ve %88.90 öldürme oranları ile *B. bassiana* YK11, *M. anisopliae* YK38 ve *B. bassiana* YK26 izolatlarında görülmüştür. Yapılan literatür taramaları sonunda bildiğimiz kadarıyla EPF türlerinin *C. avellanae* üzerindeki etkinliğine yönelik bir çalışmaya bulunmamaktadır.

Arazi çalışmalarında ise *B. bassiana* ve *M. anisopliae* izolatları 1×10^6 konidi ml^{-1} konsantrasyonda arazide daha yüksek popülasyon yoğunluğuna sahip *M. coryli* türüne uygulandığında nispeten daha düşük öldürücü etki görülmüştür. En yüksek öldürücü etki %48.37 ile *B. bassiana* YK26 izolatında görülmüştür. Bu izolatı ise %44.69 ve %38.49 öldürme oranları ile *B. bassiana* YK16 ve *M. anisopliae* YK45 izolatları takip etmiştir.

SONUÇ

Sonuç olarak, *B. bassiana* ve *M. anisopliae* izolatları laboratuvar koşullarında düşük dozda uygulanmasına karşın fındık yaprakbitleri *M. coryli* ve *C. avellanae* üzerinde önemli oranda öldürücü etki göstermiştir. Arazideki etkinlikleri ise orta düzeyde seyretmiştir. Entomopatojen fungus türlerinin fındık yaprak biti, *Myzocallis coryli* üzerindeki etkinliğine yönelik çok az çalışma mevcuttur. Fındık yeşil afidi, *Corylobium avellanae* için ise herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Yaprak bitleriyle mücadelede *B. bassiana* ve *M. anisopliae* türlerinin kullanılabilirliği belirlenmiştir. Uygulanan dozların yükseltilmesi daha iyi sonuçların alınmasını sağlayacaktır. Ayrıca ilerleyen dönemlerde EPF türlerinin bu zararlılar üzerindeki etkinliklerinin artırılmasına yönelik daha kapsamlı çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulacaktır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Yazarlar makalenin bütün aşamalarında eşit düzeyde katkı sağlamışlardır.

TEŞEKKÜR

Katkılarından dolayı lisans öğrencileri Murat Pişkin ve Selman Adıyaman'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Aker, O., & Abacı, S. H. (2016). Entomopathogenicity of *Metarhizium anisopliae* and some fungi toward the filbert aphid, *Myzocallis coryli* Goetze (Hemiptera: Aphididae). *International Journal of Fauna and Biological Studies*, 3(5), 32-37.
- Aker, O., & Tuncer, C. (2016). Efficacy of some entomopathogenic fungi in controlling filbert aphid, *Myzocallis coryli* Goetze (Hemiptera: Aphididae). *International Journal of Entomology Research*, 1, 49-53.
- AliNiasee, M. T. (1997). Integrated pest management of hazelnut pests: a worldwide perspective. *Acta Horticulturae*, 445, 469-476.
- Anonim, (2017). *Fındık Entegre Mücadele Teknik Talimatı* 2017. Türkiye: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous, (2019). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/>. Erişim: 11 Mart 2020.
- Aqaverdi, N. I., & Inqilab, N. G. (2019). Some bioecological peculiarities and predatories of *Myzocallis coryli* (Goeze, 1778) and *Corylobium avellanae* (Schrank, 1801) (Hemiptera, Aphididae) in Azerbaijan. *American Journal of Entomology*, 3(1), 1-5.
- Aydınlı, H. Y., Karabörklü, S., & Aydın, V. (2018). Düzce ili fındık bahçelerindeki mayıs böceği (*Melolontha melolontha* L. Coleoptera, Scarabaeidae) popülasyon yoğunluğu ve yayılışının araştırılması. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 32(3), 333-338.
- Batta, Y. A., & Kavallieratos, N. G. (2018). The use of entomopathogenic fungi for the control of stored-grain insects. *International Journal of Pest Management*, 64(1), 77-87.

- Blackman, R. L., & Eastop, V. F. (2006). *Aphids on the world's herbaceous plants and shrubs*, 1 volume set. John Wiley & Sons, Chichester, UK.
- Bozoğlu, M. (2001). Econometric analysis of hazelnut productivity in Ordu and Giresun provinces, Turkey. Proc. V. Int. Congress on Hazelnut. Ed. S.A. Meh-lenbacher. *Acta Horticulturae ISHS 55*, 125-129.
- Cheong, P. C., Glare, T. R., Rostás, M., Haines, S., Brookes, J. J., & Ford, S. (2020). Lack of involvement of chitinase in direct toxicity of *Beauveria bassiana* cultures to the aphid *Myzus persicae*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 169, 107276.
- Gantner M. (2001). Occurance of hazelnut Pests in Southern Poland. *Acta Horticulturae*, 556, 469-477.
- Goettel, M. S., Eilenberg, J., & Glare, T. (2005). *Entomopathogenic fungi and their role in regulation of insect populations*. (Ed: L.I. Gilbert, K. Iatrou, S.S. Gill), Comprehensive Molecular Insect Science, Elsevier, Amsterdam.
- Henderson, C. F., & Tilton E. W. (1955). Test with acaricides against the brow wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, 48, 157-161.
- Işık, M., Ecevit, O., Kurt, M. A., & Yüceetin, T. (1987). *Doğu Karadeniz Bölgesi Fındık Bahçelerinde Entegre Savaş Olanakları Üzerinde Araştırmalar*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları. Samsun, Türkiye.
- Javed, K., Javed, H., Mukhtar, T., & Qiu, D. (2019). Pathogenicity of some entomopathogenic fungal strains to green peach aphid, *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(1), 1-7.
- Karabörklü, S., & Altın, N. (2018). Düzce ili fındık depolarında görülen zararlı böcekler ve patojen fungusların tanımlanması. *Düzce Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(2), 860-870.
- Karabörklü S., Azizoglu, U., & Azizoglu, Z. B. (2018). Recombinant entomopathogenic agents: a review of biotechnological approaches to pest insect control. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 34(1), 14.
- Karabörklü S., Altın, N., & Keskin, Y. (2019). Native Entomopathogenic fungi isolated from Duzce, Turkey and their virulence on the mealworm beetle *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). *Philippines Agricultural Scientist*, 102(1), 82-89.
- Karabörklü S., Altın, N., Yıldırım, İ., Öztemis, S., Sadiç, E., & Aydın, Ö. (2020). Bazı yerel entomopatojen fungusların Amerikan beyaz kelebeğine *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae) karşı laboratuvar koşullarındaki insektisidal aktivitesi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 11(1), 119-128.
- Keskin Y., Karabörklü S., & Altın, N., (2019). Bazı yerel entomopatojen fungusların toprak koşullarındaki etkinliklerinin *Tenebrio molitor* L. (Col.: Tenebrionidae) larvaları kullanılarak araştırılması. *Türkiye Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 2(1), 26-31.
- Labanowski, G., & Soika, G., (2011) Aphids (Hemiptera, Aphidoidea) on trees and shrubs belonging to Betulaceae family in ornamental plants nurseries. *Aphids and Other Hemipterous Insects*, 17, 81-97.
- Lodos, N., (1986). *Türkiye Entomolojisi II, Genel, Uygulamalı ve Faunistik*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 429, İzmir.
- Messing, R. H., & AliNiazee, M.T., (1989). Introduction and establishment of *Trioxys pallidus* [Hym.: Aphidiidae] in Oregon, U.S.A. for control of filbert aphid *Myzocallis coryli* [Hom.: Aphididae]. *Entomophaga*, 34, 153-163.
- Meyling, N. V., Arthur, S., Pedersen, K. E., Dhakal, S., Cedergreen, N., & Fredensborg, B. L. (2018). Implications of sequence and timing of exposure for synergy between the pyrethroid insecticide alpha-cypermethrin and the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Pest Management Science*, 74, 2488-2495.
- Miller, B., Dalton, D.T., Xue, L., Stacconi, M.R., & Walton, V.M. (2019). Use of filbertworm (*Cydia latiferreana*) mating disruption within a hazelnut IPM program. *Crop Protection*, 122, 118-124.
- Mweke, A., Akutse, K.S., Ulrichs, C., Fiaboe, K.K.M., Maniania, N.K., & Ekesi, S. (2019). Efficacy of aqueous and oil formulations of a specific *Metarhizium anisopliae* isolate against *Aphis craccivora* Koch, 1854 (Hemiptera: Aphididae) under field conditions. *Journal of Applied Entomology*, 143(10), 1182-1192.
- Nazir, T., Basit, A., Hanan, A., Majeed, M.Z., & Qiu, D. (2019). In vitro Pathogenicity of some entomopathogenic fungal strains against green peach aphid *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Agronomy*, 9(1), 7.
- Rath, A.C. (2000). The use of entomopathogenic fungi for control of termites. *Biocontrol Science and Technology*, 10, 563-581.
- Rehman, Saif Ur, Ahmed, J. Z.N., Feng, J. N., & Wang, D. (2019). Potential of four entomopathogenic fungi isolates as biological control agents against two aphid species under laboratory conditions. *Pakistan Journal of Agricultural Science*, 56(2), 421-429.
- Rovira, M., Romero, A., & Batlle, I. (2019). Hazelnut production and prospects in Spain. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 1, 86-95.

- Sevim, A., Sevim, E., & Demirbağ, Z. (2015). Entomopatojenik fungusların genel biyolojileri ve Türkiye'de zararlı böceklerin mücadelesinde kullanılma potansiyelleri. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 115-147.
- Shah, P. A., & Pell, J. K. (2003). Entomopathogenic fungi as biological control agents. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 61, 413-423.
- Singh, H., & Kaur, T. (2020). Pathogenicity of entomopathogenic fungi against the aphid and the whitefly species on crops grown under greenhouse conditions in India. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1), 1-9.
- Şen, A. Karabörlü S. (2020). Fındık (*Corylus avellana*) yaprakbitlerinin Düzce'deki mevcut durumunun belirlenmesi. *Ziraat Mühendisliği*, 370, 54-69.
- Tuncer, C., & Mennan, S. (2002). Fındık yaprak bitleri, *Corylobium avellanae* Shrank ve *Myzocallis coryli* Goeze (Homoptera:Aphididae)'nin tanımı üzerinde çalışmalar. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3), 11-16.
- Tuncer, C. (2009). Arthropod pest management in organic hazelnut growing. *Acta Horticulturae*, 845, 571-578.
- Tuncer, C., & Ecevit, O. (1997). Current status of hazelnut pests in Turkey. *Acta Horticulture*, 445, 545-552.
- Walton, V. M., Chambers U., & Olsen, J. L. (2009b). Hazelnut pest and beneficial insects: An identification guide. Corvallis, Or.: Extension Service, Oregon State University.
- Walton, V. M., Chambers U., & Olsen, J. L. (2009a). The current status of the newly invasive hazelnut aphid in Oregon hazelnut orchards. *Acta Horticulturae*, 845, 479-485.
- Yasin, M., Wakil, W., Ghazanfar, M. U., Qayyum, M. A., Tahir, M., & Bedford, G. O. (2019). Virulence of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier). *Entomological Research*, 49, 3-12.
- Yun, H. G., Kim, D. J., Gwak, W. S., Shin, T. Y., & Woo, S. D. (2017). Entomopathogenic fungi as dual control agents against both the pest *Myzus persicae* and phytopathogen *Botrytis cinerea*. *Mycobiology*, 45(3), 192-198.