

Orijinal araştırma (Original article)

Entomopatojen fungusların *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)'un ergin ölümlerine etkileri ¹

H. Handan ALTINOK^{2*}, M. Alper ALTINOK²

Influence of entomopathogenic fungi on the mortality of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) adults

Abstract: Two entomopathogenic fungal (EPF) isolates, *Lecanicillium muscarium* (ARSEF-972) and *Isaria farinosa* (ARSEF-3580), were tested on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) adult individuals for their mortality effects. Suspensions of both EPFs were adjusted to concentration of 1×10^7 spores. Both treatments were applied to fed and unfed individuals. The mortalities were recorded at 12 h intervals and continued until all insects died. For both isolates, mean survivorship started to statistically differentiate by 84 h to 96 h between the fed and unfed groups. For the fed group, the control-corrected mortality rate for *L. muscarium* was 81.5% after 9 days. *Isaria farinosa* showed relatively poor performance against *A. obtectus* and was able to reach 83.3% mortality only after 11 days. Overall, the *L. muscarium* isolate is considered a better candidate for the control of *A. obtectus* adults.

Keywords: Entomopathogen fungi, storage pest, microbial control, mortality

Öz: İki entomopatojen fungus (EPF) izolatu, *Lecanicillium muscarium* (ARSEF-972) ve *Isaria farinosa* (ARSEF-3580) *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) ergin bireyleri üzerinde denenmiştir. Her iki EPF'nin de 1×10^7 spor konsantrasyonuna ayarlı süspansiyonları kullanılmıştır. Uygulamalar, besin verilen ve verilmeyen bireylere yapılmıştır. Ölümler 12 saat periyotunda kaydedilmiş ve denemelerdeki tüm böcekler ölüncüye kadar sayımlar sürdürülmüştür. Her iki izolata ait tekrerrülerde, hayatta kalan ortalama birey sayıları besinli ve besinsiz setlerde yaklaşık 84-96. saatten itibaren istatistiki farklılık göstermeye başlamıştır. Besin verilen grupta *L. muscarium* için kontrole göre düzeltilmiş ölüm oranları 9. günde %81.5 olarak kaydedilmiştir. *I. farinosa* izolatu *A. obtectus*'a karşı görece zayıf bir etki göstermiş ve %83.3 ölüm oranına ancak 11. günde ulaşabilmiştir. *L. muscarium* izolatu, *A. obtectus* erginlerinin mikrobiyal kontrolünde daha başarılı bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Entomopatojen fungus, depo zararlıları, mikrobiyal kontrol, ölüm oranı

¹ Bu çalışma, 11-13 Eylül 2019 tarihinde Kayseri'de düzenlenen "7. Uluslararası Entomopatojenler ve Mikrobiyal Mücadele Kongresi"nde özet olarak basılmıştır

² Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 38039, Kayseri, ORCID ID: 0000-0002-6770-442X

*Sorumlu yazar (corresponding author) e-mail: ahandan@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4267-1107

Alınış (Received): 24.10.2019

Kabul ediliş (Accepted): 04.02.2020

Giriş

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), diğer yemeklik tane baklagillerle karşılaştırıldığında dünyada ekim alanı ve üretim miktarı açısından ilk sırada yer almaktadır. Ülkemizde fasulye üretimi, nohut ve mercimekten sonra üçüncü sırada gelmektedir (FAO, 2017). Fasulye, içerdiği proteinler, aminoasitler, mineral maddeler ve vitaminler açısından zengin bir üründür. Baklagiller insan beslenmesinin yanı sıra hayvancılık, mobilya imalatı, boya yapımı, ilaç ve kozmetik sanayi gibi endüstriyel olarak değişik alanlarda da kullanılmaktadır (Saraçoğlu & Erkan, 2016).

Bu ürün grubu dünya genelinde taze fasulye, barbunya fasulyesi ve kuru fasulye olarak yaygın tüketime sahiptir. Fasulye tarımında abiyotik ve biyotik faktörler arasında zararlı böcekler verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus* (Say)) (Coleoptera: Chrysomelidae) yılda birden fazla döl verebilme özelliğinden dolayı arazi ve depo koşullarında ekonomik önemde sorunlar oluşturmaktadır (Atak, 1975; Mbogo et al, 2009). *A. obtectus* larvalarının fasulye tanelerinde açtıkları delikler ürünün çimlenme gücünde düşüşe, kalite ve ağırlık kaybına neden olmaktadır (Şekil 1). Ayrıca oyuklarda kalan dışkı ve vücut kalıntıları da tanelerde kirliliğe neden olmaktadır (Kalkan, 1973; Özdem & Kovancı, 1996; Kaplan, 2017).



Şekil 1. Fasulye tohum böceği erginleri ve zararlanmış taneler

Figure 1. Adults of the bean weevil, *Acanthoscelides obtectus*, and damaged beans.

Acanthoscelides obtectus anavatanı olan İran'dan, İspanya'ya getirilen fasulyelerle birlikte tüm Avrupa'ya yayılmıştır. Günümüzde ise dünyada fasulye tarımı yapılan her yerde bu böceğe rastlanmakta olup, kuru fasulyenin depolanma sürecinde de büyük zarara neden olmaktadır (Atak, 1975; Thiery, 1984; Brzostek & Ignatuwicz, 1992; Özdem & Kovancı, 1996; Yılmaz & Elmalı, 2002).

Son yıllarda depo zararlılarıyla mücadelede yararlanılan fumigantların çoğunun kullanımı yasaklanmıştır (Zettler, 1993). Bu durum, zararlının kontrolünde kimyasal mücadeleye alternatif mücadele yöntemlerini ön plana çıkarmıştır. Tıbbi ve aromatik bazı bitkilerden elde edilen uçucu yağların *A. obtectus*'un değişik dönemlerine fumigant etkileri ve entomopatojen fungusların kullanımına yönelik bazı araştırmalar mevcuttur. *Clausena anisata* (Rutaceae) yapraklarından elde edilen

Türk. Biyo. Mücadele Derg. Altınok & Altınok. 2020, 11 (1):91-101
uçucu yağ ve toz karışımı formülasyonu önemli oranda ergin ölümlerine neden olmuştur (Ndomo et al, 2008). Benzer bir araştırmada Lauraceae, Apiaceae, Lamiaceae, Araceae ve Asteraceae familyalarında yer alan bazı bitkilerden elde edilen uçucu yağların depo şartlarında *A. obtectus* erginlerini kontrol etme potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir (Çetin et al, 2014).

Böcek ve akarlarda parazit olarak yaşayan birçok fungus türü bilinmektedir. Entomopatojen funguslar konukçu böcekleri sindirim, solunum ve özellikle deri yoluyla enfekte ederler. Böcek patojeni funguslar bitki patojeni funguslar gibi hücre duvarındaki engelleri aşarak doğrudan giriş yaparlar. Bu işlem kısmen fiziksel kısmen de enzimatik olarak gerçekleşir (Erkılıç & Uygun, 1993; Kılıç & Yıldırım, 2008). *Beauveria*, *Lecanicillium*, *Metarhizium*, *Isaria* ve *Hirsutella* cinsi entomopatojenik funguslar böceklerin biyolojik kontrolünde yaygın olarak kullanılmaktadır (Grent, 2011). *Lecanicillium*, *Isaria* ve *Beauveria* cinsine ait bazı türlerin fasulye tohum böceği erginlerinin üremesini engellediği rapor edilmiştir (Ondráčková, 2015). *A. obtectus* üzerinde EPF'lerin etkilerine yönelik literatür incelendiğinde, çalışmaların ağırlıklı *B. bassiana* izolatları üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir (Rumbos & Athanassiou, 2017). Bu çalışmalarda gerek *B. bassiana* izolatlarının doğrudan etkileri (Padin et al, 2002; Dal Bello et al, 2006), gerekse kimi abiyotik faktörlerin sinerjistik veya karşı etkileri (Ferron, 1977; Crespo et al, 2002) incelenmiştir. Bahsedilen araştırmalarda, periyodik sayımların 24 sa veya daha uzun sürelerde yapıldığı görülmektedir. Literatür incelemesinde besin varlığı ve yokluğunun *L. muscarium* ve *I. farinosa*'nın *A. obtectus* üzerindeki ölüm oranlarına etkilerini karşılaştıran çalışmalara rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, *Isaria farinosa* ve *Lecanicillium muscarium* entomopatojen funguslarının fasulye tohum böceğinin erginlerine etkisi, besin içeren ve içermeyen koşullarda *in vitro*'da araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Fasulye tohum böceği (*A. obtectus*) erginleri (500-1000 adet) steril plastik kaplarda 500 g fasulye ile birlikte konularak oda sıcaklığında kültüre alınmıştır. Yaklaşık olarak 40 gün ara ile plastik kaplar ve fasulyeler değiştirilerek *A. obtectus*'un çoğalması teşvik edilmiştir. Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Mikoloji Laboratuvarı kültür koleksiyonunda bulunan *Isaria farinosa* (ARSEF-3580) ve *Lecanicillium muscarium* (ARSEF-972) entomopatojen fungusları Patates dekstroz agar (PDA, Merck, Germany) besi ortamında karanlık koşullarda 25°C'de 7 gün süre ile inkübe edilmiştir. Her bir entomopatojen fungus için sporlar thoma lamında sayılarak 1×10^7 konidi/ml spor süspansiyonu hazırlanmıştır. Besinli ve besinsiz uygulamalar ayrı ayrı kaplarda olacak şekilde her kapta 10 adet tohum böceği ve 5 adet fasulye konulmuş ve entomopatojen funguslar spreyleme yöntemi ile uygulanmıştır. Bu şekilde hazırlanan plastik kaplar inkübatörde 25°C sıcaklık ve %50 nispi nemde 12 gün süre ile bekletilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 10 tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Ölüm oranlarına etkilerin daha hassas belirlenebilmesi amacıyla tohum böceklerinin her 12 saatte bir sayımları yapılarak ölü ve canlı sayıları belirlenmiştir.

Uygulamaların böcek ölümüne yüzde etkileri, kontrol referans alınarak Abbott formülü ile hesaplanmıştır (Abbott, 1925);

Kontrole göre etki (%) = $(1 - (T \div C)) * 100$

T: Uygulama sonrası böcek popülasyonu

C: Uygulama sonrası kontrol popülasyonu

Besinli ve besinsiz koşullarda her bir izolat için ölçüm alınan saatler arasındaki farklılaşmalar, açı transformasyonu uygulanan verilere ANOVA testi kullanılarak belirlenmiştir ($p \leq 0.05$). Modelde önemli farklılık görülen uygulamalar Tukey's HSD çoklu karşılaştırma testi ile analiz edilerek incelenmiş ve uygulamalardan sonra ölüm oranlarının hangi saatlerden itibaren istatistiki önemde farklılaşmaya başladığı belirlenmiştir. Her iki izolat için ayrı olacak şekilde, besinli ve besinsiz koşullardaki karşılaştırmalar, kontrole göre yüzde etki değerlerine açı transformasyonu uygulandıktan sonra Tukey's HSD testi ile gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Isaria farinosa'nın fasulye tohum böceği erginlerine inokulasyonunda besinsiz koşullarda 72. saatten itibaren ergin ölümleri kaydedilmiş ve 264. saat sonunda entomopatojen fungus uygulaması yapılan tüm bireyler ölmüştür. Besin bulunan koşullarda ise, ilk ölümler 96. saatten itibaren başlamış ve uygulama yapılan bireylerin tamamının ölmesi 276. saatte gerçekleşmiştir (Çizelge 1).

Besinli ve besinsiz uygulamalardaki kontrole göre düzeltilmiş ve transformasyon uygulanmış canlılık oranları saat bazında karşılaştırıldığında, ilk ölümlerin görüldüğü 72. saatten itibaren bu iki uygulama arasında istatistiki önemde fark kaydedilmiştir. Besinsiz tekerrürlerde ölüm oranları 6. günün sonuna kadar daha yüksek ve önemli bulunmuştur. Yedinci günden denemenin sonuna kadar olan sürede ise besinli ve besinsiz tekerrürler arasındaki farklar istatistiki önemde bulunmamıştır.

Lecanicillium muscarium'un fasulye tohum böceğine inokulasyonundan, benzer şekilde 72. saatten itibaren besin bulunmayan koşullarda ergin ölümleri gözlenmiştir. Bu uygulamada ölüm oranlarının 204. saatte %100'e ulaştığı görülmektedir. Besin sağlanan koşullarda ise ilk ölümler 96. saatte gerçekleşmiş ve *L. muscarium* uygulanan bireylerin 252. saatte %100'ü ölü olarak kaydedilmiştir (Çizelge 2).

Bu fungus için de besin verilen ve verilmeyen tekerrürlerdeki canlılık oranları aynı şekilde saat bazında karşılaştırılmıştır. Deneme süresince 84, 108 ve 120. saatler hariç tüm sayım periyotlarında besinli ve besinsiz tekerrürler arasındaki fark önemli bulunmuş ve besinsiz tekerrürlerde istatistiki önemde yüksek ölüm kaydedilmiştir.

Çalışmada besin içeren ve içermeyen tekerrürlerdeki 12 saatlik ölçüm periyotlarının ortalama sonuçları, hayatta kalan birey sayıları bazında Tukey's HSD testi kullanılarak karşılaştırılmış ve her iki izolatta da birey sayılarındaki azalışın

Türk. Biyo. Mücadele Derg. Altınok & Altınok. 2020, 11 (1):91-101
ortalama 84-96. saatler civarında istatistiki önemde farklılaşmaya başladığı
belirlenmiştir (Çizelge 1 ve 2).

Çizelgelerde de izlendiği üzere, besin bulunan ve bulunmayan tekerrürlerdeki canlı birey sayılarındaki istatistiki değişimler, deneme süresince aynı ölçüm zamanlarında farklı ortalama grupları oluşturmuş, birbirinden ayrılan ortalama gruplarının sayıları olarak bakıldığında ise, besin içeren koşullarda her iki entomopatojen uygulamasında da besinsiz koşullara göre, istatistiksel olarak farklı olan daha fazla sayıda ortalama grubu kaydedilmiştir.

Değerlendirilen izolatların kontrole göre (%) etkileri de Şekil 2’de izlenebilir. Deneme süresi boyunca *I. farinosa* uygulamalarında elde edilen etkinin gerek besin verilen, gerekse verilmeyen uygulamaların her ikisinde de denemenin büyük bölümünde düşük seyrettiği ve uygulanan bireylerin tamamının ölmesinin, kontrol bireylerindeki %100 ölüm zamanına görece yakın bir zamanda gerçekleştiği görülmektedir. Öte yandan, *L. muscarium*’un değerlerine bakıldığında, özellikle besin bulunan koşullarda, kontrole göre etki oranının deneme süresince düzenli şekilde artarak %100 noktasına ulaştığı, denemeye alınan bireylerde %50 etki düzeyine yaklaşık denemenin ortalarında erişildiği, uygulamanın 8. gününde ise %80 üzerinde etki kaydedildiği görülmektedir. Böceğin ergin ömrünün halihazırda kısa olması nedeniyle, denenen entomopatojen fungus izolatlarının ergin ölümlerine doğrudan etkilerinin analizinde bazı güçlükler bulunmaktadır. Ancak çalışmada elde edilen sonuçlar, iki fungal izolattan *L. muscarium*’un *A. obtectus* erginleri üzerinde belirgin şekilde daha başarılı olduğunu, denenen *I. farinosa* izolatının ise, erginlere etkisinin düşük kaldığını göstermektedir.

Çizelge 1. Entomopatojen fungus *Isaria farinosa* ile uygulanan *Acanthoscelides obtectus* erginlerinde, farklı ölçüm zamanlarında ortalama canlı birey sayıları (-B: Besin yok; +B: Besin var).

Table 1. Changes in the mean number of surviving *Acanthoscelides obtectus* adults treated with the entomopathogenic fungus, *Isaria farinosa* (-B: No-food; +B: food present).

<i>Isaria farinosa</i>						
Ortalama canlı ergin sayıları (\pm S.H.)						
Saat	(-B)			(+B)		
0	10 \pm 0.00	A*	-	10 \pm 0.00	A	-
12	10 \pm 0.00	A	-	10 \pm 0.00	A	-
24	10 \pm 0.00	A	-	10 \pm 0.00	A	-
36	10 \pm 0.00	A	-	10 \pm 0.00	A	-
48	10 \pm 0.00	A	-	10 \pm 0.00	A	-
60	10 \pm 0.00	A	-	10 \pm 0.00	A	-
72	9.6 \pm 0.24	A	a	10 \pm 0.00	A	b
84	9.2 \pm 0.37	AB	a	10 \pm 0.00	A	b
96	8 \pm 0.45	BC	a	9 \pm 0.45	AB	b
108	7.6 \pm 0.40	CD	a	8.8 \pm 0.37	ABC	b
120	7.4 \pm 0.51	CD	a	8 \pm 0.71	BCD	b
132	6.6 \pm 0.75	CD	a	7.4 \pm 0.98	BCD	b
144	6.6 \pm 0.75	CD	a	7.4 \pm 0.98	BCD	b
156	5.6 \pm 0.75	CDE	a	6.4 \pm 0.81	BCDE	a
168	5 \pm 0.55	DE	a	6 \pm 0.84	CDE	a
180	5 \pm 0.55	DE	a	5.8 \pm 0.86	CDE	a
192	5 \pm 0.55	DE	a	5.8 \pm 0.86	CDE	a
204	3.6 \pm 0.51	EF	a	5 \pm 0.89	DEF	a
216	3.4 \pm 0.60	EFG	a	4.6 \pm 0.93	DEFG	a
228	3.4 \pm 0.60	EFG	a	3.6 \pm 0.68	EFG	a
240	3.2 \pm 0.73	EFG	a	3.4 \pm 0.51	EFG	a
252	1.2 \pm 0.20	FG	a	2.2 \pm 0.20	EFG	a
264	0 \pm 0.00	G	a	0.4 \pm 0.40	FG	a
276			-	0 \pm 0.00	G	-

* Her bir sütunda aynı büyük harfleri veya her bir satırda aynı küçük harfleri içermeyen değerler, Tukey's HSD testine göre birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

Benzer bir araştırmada, *Lecanicillium* ve *Isaria* cinsine ait bazı entomopatojen fungus izolatlarının fasulye tohum böceğinin larva ve erginlerine karşı etkili olduğu saptanmıştır (Ondráčková, 2015). Komaki et al (2017)'ın yaptıkları bir çalışmada *Lecanicillium muscarium*, *Isaria farinosa* ve *Isaria fumosorosea* entomopatojen fungusları *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) erginlerine karşı etkili bulunmuşlardır. Baklagil tohumlarında bu zararlının değişik dönemlerine ve tohum ağırlığına *Beauveria bassiana*'nın etkili olmadığı rapor edilmiştir (Padin et al, 2002). *A. obtectus*'un ergin öncesi dönemlerine yönelik yapılan bir diğer entomopatojen fungus çalışmasında, *Beauveria bassiana* uygulamalarında yumurtaların inhibisyonunda %82 etkinlik rapor edilmiştir (Rodríguez-González et al, 2017). *Beauveria brongniartii* ve *Metarhizium anisopliae* ile uygulanmış *Phaseolus vulgaris* tanelerinde, yapılan uygulamaların koruyucu etkisinin 6 ay boyunca

Türk. Biyo. Mücadele Derg. Altınok & Altınok. 2020, 11 (1):91-101
sürdüğü ve zararlıının varlığında tanelerde bu süre boyunca yeme zararı kaydedilmediği belirtilmiştir (Rodrigues & Pratissoli, 1990). Bir diğer çalışmada, laboratuvar koşullarında *A. obtectus*'a karşı %100 ölüm oranı *L. muscarium*, *B. pseudobassiana* ve *B. bassiana* ile elde edilmiştir (Sevim et al, 2015).

Çalışmada incelenen diğer bir parametre olan besin bulunan ve bulunmayan koşullarda, her iki fungusta da besinsiz koşullarda ölüm oranları istatistiki önemde yüksek çıkmış, ancak yalnızca *L. muscarium* uygulamalarında bu durum deneme sonuna kadar devam etmiş, *I. farinosa* uygulamalarında ise denemenin yaklaşık ortalarından itibaren, ortamda besin varlığının ölüme etkisi önemsizleşmiştir. Bu durum, *I. farinosa* izolatının *A. obtectus* üzerinde mortalite anlamında diğer izolata göre daha zayıf bir virülenlik göstermesi ile açıklanabilir.

Sonuç olarak, laboratuvar ortamında test edilen *Isaria* ve *Lecanicillium* cinsine ait entomopatojenik fungusların depolanmış ürün zararlısı fasulye tohum böceğinin erginlerine karşı saptanan ölüm oranları, bu böceğin biyolojik kontrolünde umut verici sonuçlar ortaya koymuştur. Bu çalışma, depo koşullarında kullanılan fumigantların toksik etkileri düşünüldüğünde insan sağlığına ve çevreye duyarlı bir yaklaşıma yönelik önemli bulgular sunmaktadır. Çalışmada incelenen izolatlardan *L. muscarium*'un özellikle besinsiz koşullarda daha etkili olması, depolara ürün konulmadan önce potansiyel zararlı kontrolünde, etkinliğin yüksek olabileceğine işaret etmektedir

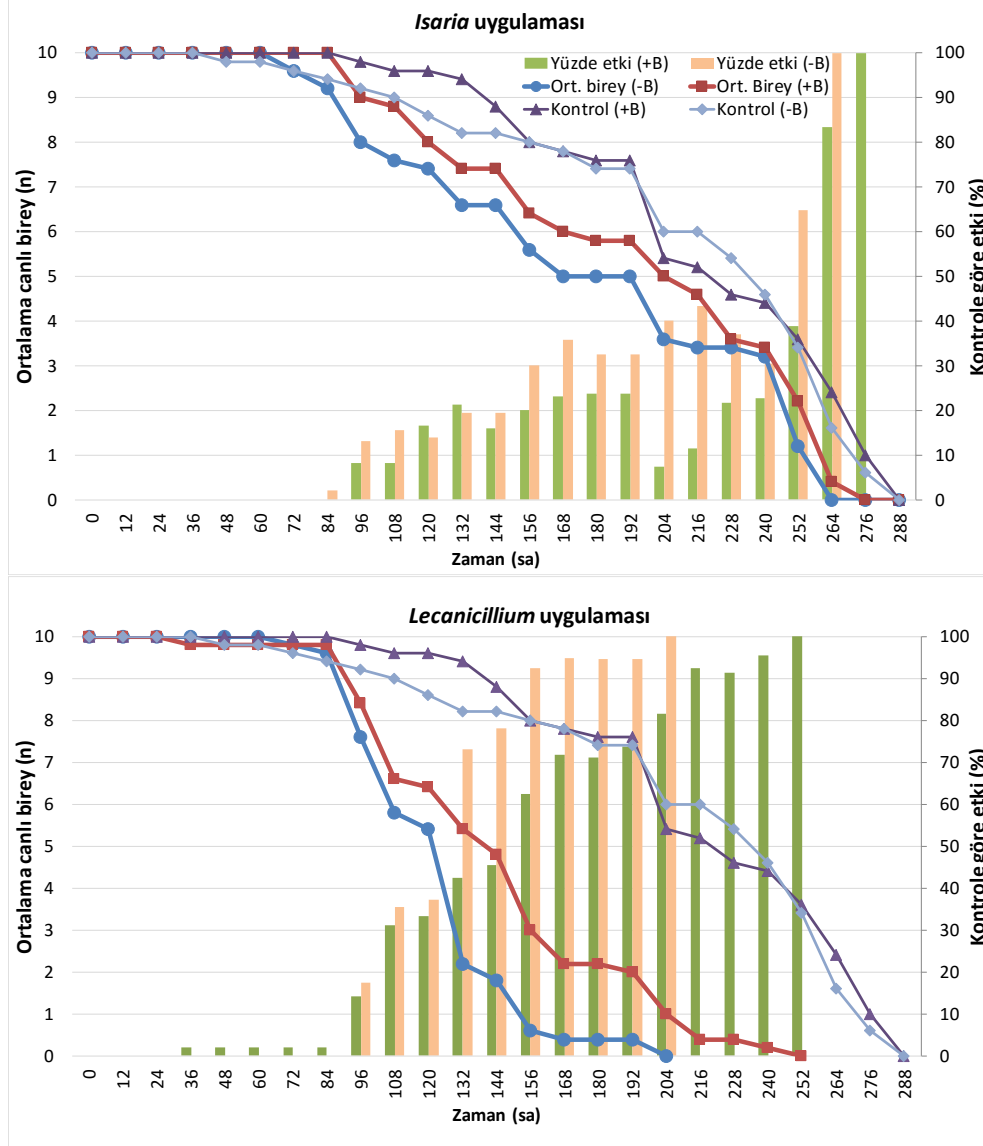
Entomopatojen fungusların *Acanthoscelides obtectus* ergin ölümlerine etkileri

Çizelge 2. Entomopatojen fungus *Lecanicillium muscarium* ile uygulanan *Acanthoscelides obtectus* erginlerinde, farklı ölçüm zamanlarında ortalama canlı birey sayıları (-B: Besin yok; +B: Besin var).

Table 2. Changes in the mean number of surviving *Acanthoscelides obtectus* adults treated with the entomopathogenic fungus, *Lecanicillium muscarium* (-B: No-food; +B: food present).

<i>Lecanicillium muscarium</i>						
Ortalama canlı ergin sayıları (±S.H.)						
Saat	(-B)			(+B)		
0	10.0±0.00	A*	-	10±0.00	A	-
12	10.0±0.00	A	-	10±0.00	A	-
24	10.0±0.00	A	-	10±0.00	A	-
36	10.0±0.00	A	a	9.8±0.45	A	b
48	10.0±0.00	A	a	9.8±0.45	A	b
60	10.0±0.00	A	a	9.8±0.45	A	b
72	9.8±0.45	A	a	9.8±0.45	A	b
84	9.6±0.55	A	a	9.8±0.45	A	a
96	7.6±0.89	B	a	8.4±0.55	B	b
108	5.8±1.79	B	a	6.6±2.07	BC	a
120	5.4±1.82	B	a	6.4±1.82	BCD	a
132	2.2±2.17	C	a	5.4±2.30	CDE	b
144	1.8±2.05	C	a	4.8±2.17	CDE	b
156	0.6±0.55	C	a	3±2.00	DEF	b
168	0.4±0.55	C	a	2.2±1.64	EF	b
180	0.4±0.55	C	a	2.2±1.64	EF	b
192	0.4±0.55	C	a	2±1.22	EF	b
204	0.0±0.00	C	a	1±1.22	F	b
216		-		0.4±0.89	F	-
228		-		0.4±0.89	F	-
240		-		0.2±0.45	F	-
252		-		0±0.00	F	-

* Her bir sütunda aynı büyük harfleri veya her bir satırda aynı küçük harfleri içermeyen değerler, Tukey's HSD testine göre birbirinden farklıdır (P<0.05).



Şekil 2. *Isaria farinosa* (üstte) ve *Lecanicillium muscarium* uygulamalarının *Acanthoscelides obtectus* erginleri üzerinde kontrole göre yüzde etkisi ve ortalama birey sayılarındaki değişim (-B: Besin yok; +B: Besin var).

Figure 2. Control-corrected effects of *Isaria farinosa* (top) and *Lecanicillium muscarium* on *Acanthoscelides obtectus* adults and changes in mean adult numbers (-B: No-food; +B: food present).

Kaynaklar

- Abbott W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
- Atak E.D., 1975. Fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus* Say)'nin biyokolojisi ve mücadelesi üzerine araştırmalar. T.C. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai karantina Genel Müdürlüğü Araştırma Eserleri Serisi, Teknik Bülten 7 İstanbul, 64 s.
- Brzostek G. & S. Ignatowicz 1992. Oviposition preference of the bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera:Bruchidae), for varieties of the common bean. *Annals of Warsaw Agricultural University SGGW AR, Horticulture*, No: 16: 65-78.
- Crespo R., Juárez M.P., Dal Bello G.M., Padín S., Fernández G.C. & N. Pedrini 2002. Increased mortality of *Acanthoscelides obtectus* by alkane-grown *Beauveria bassiana*. *Biocontrol*, 47: 685-696.
- Çetin H., Uysal M., Şahbaz A., Akgül A. & M.M. Özcan 2014. Tıbbi ve aromatik bitki uçucu yağlarının fasulye tohum böceği [*Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Chrysomelidae)] erginlerine fumigant etkileri. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 1(1): 6-11.
- Dal Bello G., Padín S., Juárez P., Pedrini N. & M. De Giusto 2006. Biocontrol of *Acanthoscelides obtectus* and *Sitophilus oryzae* with diatomaceous earth and *Beauveria bassiana* on stored grains. *Biocontrol Science and Technology*, 16: 215-220.
- Erkiliç L. & N. Uygun 1993. Entomopatojen fungusların biyolojik mücadelede kullanılması olanakları. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 17(2): 117-128.
- FAO 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics Division. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. (Erişim tarihi: 12 ağustos 2019).
- Ferron P., 1977. Influence of relative humidity on the development of fungal infection caused by *Beauveria bassiana* (Fungi Imperfecti, Moniliales) in imagines of *Acanthoscelides obtectus* (Col. Bruchidae). *Entomophaga*, 4: 393-396.
- Grent T.N.H., 2011. Plant Protection - New Style. Hoofddorp: Bio-Collection.
- Kalkan M., 1973. Fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus* Say.), buğday biti (*Sitophilus granarius* L.) ve kırma biti (*Tribolium confusum* Duv.)'nin çeşitli biyolojik devrelerine karşı phostoxin pelletlerin etkisi üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 13 (1): 49-54.
- Kaplan E., 2017. Diyarbakır tarım alanlarında böcek biyoçeşitliliği üzerine bir değerlendirme. *Türkiye Biyoetik Dergisi*, 4(3): 125-133.
- Kılıç E. & E. Yıldırım 2008. Beyazsineklerin (Homoptera: Aleyrodidae) mücadelesinde entomopatojen fungusların kullanım imkanları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39(2): 249-254.
- Komaki A., Kordali Ş., Usanmaz Bözhüyük A., Altinok H.H., Kesdek M., Şimşek D. & M.A. Altinok 2017. Laboratory assessment for biological control of *Tribolium confusum* du Val., 1863 (Coleoptera: Tenebrionidae) by entomopathogenic fungi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 41(1): 95-103.
- Mbogo K.P., Davis J. & J.R. Myers 2009. Transfer of the arcelin-phytohaemagglutinin-a amylase inhibitor seed protein locus from tepary bean (*Phaseolus acutifolius* A. Gray) to common bean (*P. vulgaris* L.). *Biotechnology*, 8(1): 285-295.
- Ndomo A.F., Ngamo L.T., Tapondjou L.A., Tchouanguép F.M. & T. Hance 2008. Insecticidal effects of the powdery formulation based on clay and essential oil from the leaves of *Clausena anisata* (Willd.) J.D. Hook ex. Benth. (Rutaceae) against

- Türk. Biyo. Mücadele Derg. Altınok & Altınok. 2020, 11 (1):91-101
Acanthoscelides obtectus (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Pest Science*, 81: 227-234.
- Ondráčková E., 2015. The use of entomopathogenic fungi in biological control of pests. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 18, (Special Issue): 102-105.
- Özdem A. & B. Kovancı 1996. Eskişehir ilinde fasulye tohum böceği *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera, Bruchidae)'nin değişik tarihlerde ekimi yapılan fasulye çeşitlerindeki zarar oranı üzerinde araştırmalar. Türkiye III. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 251-258.
- Padin S., Dal Bello G.M. & M. Fabrizio 2002. Grain loss caused by *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* and *Acanthoscelides obtectus* in stored durum wheat and beans treated with *Beauveria bassiana*. *Journal of Stored Products Research*, 38(1): 69-74.
- Rodrigues C. & D. Pratissoli 1990. Pathogenicity of *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch. and *Metarhizium anisopliae* (Mots.) Sorok. and its effect on the corn weevil and the bean beetle. *Annals of the Entomological Society of Brazil*, 19, 302-306.
- Rodríguez-González Á., Mayo S., González-López Ó., Reinoso B., Gutierrez S. & P.A. Casquero 2017. Inhibitory activity of *Beauveria bassiana* and *Trichoderma* spp. on the insect pests *Xylotrechus arvicola* (Coleoptera: Cerambycidae) and *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). *Environmental Monitoring and Assessment*, 189: 12.
- Rumbos C.I. & C.G. Athanassiou 2017. Use of entomopathogenic fungi for the control of stored-product insects: can fungi protect durable commodities. *Journal of Pest Science*, 90: 839-854.
- Saraçoğlu K. & S. Erkan 2016. Fasulye tohumlarındaki viral etmenlerin saptanmasında tanı yöntemlerinin duyarlılıklarının incelenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53 (3): 309-315.
- Sevim A., Sevim E. & M. Demirci 2015. Virulence of entomopathogenic fungi and bacteria against stored product pests. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(2): 79-87.
- Thiery D., 1984. Hardness of some fabaceous seed coats in relation to larval penetration by *Acanthoscelides obtectus* Say (Col., Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 204 (4): 177-181.
- Yılmaz A. & M. Elmalı 2002. Değişik fasulye çeşitlerinde fasulye tohum böceği [*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col: Bruchidae)]'nin gelişme ve çoğalması. *Bitki Koruma Bülteni*, 42(1-4): 35-52.
- Zettler J.L., 1993. Phosphine resistance in stored-product insects. Navarro S., Donahaye J. (Eds). Proceedings of the International Conference on Controlled Atmospheres and Fumigation in Grain Storages. Caspit Press Ltd, Jerusalem, Israel pp. 44