

Entomopatojen Nematod, *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae)'nın İncir Kurdu *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Phycitidae) Üzerindeki Etkinliğinin Belirlenmesi

Fatma Dolunay ERDOĞUŞ¹, Tuğba Akdeniz FIRAT², Mürşide YAĞCI³, İlker KEPENEKÇİ⁴

¹Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Ankara, ^{2,3}Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Ankara, ⁴Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Taşlıçiftlik Yerleşkesi Tokat

¹<https://orcid.org/0000-0001-9847-6100>, ²<https://orcid.org/0000-0001-7334-3539>, ³<https://orcid.org/0000-0003-2269-7649>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-8734-3422>

✉: dolerkoll@gmail.com

ÖZET

İncir Kurdu *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Phycitidae) dünyanın birçok bölgesinde depolanmış ürünlerde zarar oluşturan başlıca zararlılardan birisidir. Bu çalışmada entomopatojen nematod *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) (Tokat-Bakışlı05)'nin laboratuvar koşullarında incir kurdu, *E. cautella* üzerindeki etkinliği araştırılmıştır. Denemeler 2 tekrarlı, 5 tekerrürlü olarak 2 ayrı sıcaklıkta (20 ve 25°C) ve %65 nem koşullarında yürütülmüştür. *S. carpocapsae* izolatu üç ayrı konsantrasyonda (250, 500 ve 1000 IJs ml⁻¹) uygulanmış, kontrol olarak saf su kullanılmıştır. Deneme sonucunda *S. carpocapsae* (Tokat-Bakışlı 05) izolatu 20°C'de 96 saat sonunda her üç dozda da %100 etkili bulunmuştur.

Bitki Koruma

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 16.12.2021

Kabul Tarihi : 15.03.2022

Anahtar Kelimeler

Steinernema carpocapsae
İncir kurdu
Ephestia cautella
Entomopatojen nematod

Determination Of The Activity Of Entomopathogenic Nematode, *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) on *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Phycitidae)

ABSTRACT

Ephestia cautella (Walker) (Lepidoptera: Phycitidae) is one of the main pests that cause damage to stored products in many parts of the world. In this study, the effectiveness of the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) (Tokat-Bakışlı05) on the *E. cautella* under laboratory conditions was investigated. Experiments were carried out with 2 replications and 5 replications at 2 different temperatures (20 and 25°C) and 65% humidity conditions. *S. carpocapsae* isolate was applied at three different concentrations (250, 500 and 1000 IJs ml⁻¹), and pure water was used as a control. As a result of the experiment, *S. carpocapsae* (Tokat-Bakışlı 05) isolate was found to be 100% effective in all doses after 96 hours at 20 °C.

Plant Protection

Research Article

Article History

Received : 16.12.2021

Accepted : 15.03.2022

Keywords

Steinernema carpocapsae
Almond moth
Ephestia cautella
Entomopatogenic nematod

Atıf Şekli: Erdoğan, FD., Fırat, TA., Yağcı, M. & Kepenekçi, İ (2023). Entomopatojen Nematod, *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae)'nın İncir Kurdu *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Phycitidae) Üzerindeki Etkinliğinin Belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg*, 26(1), 70-75. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1059879>

To Cite : Erdoğan, FD., Fırat, TA., Yağcı, M. & Kepenekçi, İ (2023). Determination of The Activity of Entomopathogenic Nematode, *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) on *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Phycitidae). *KSU J. Agric Nat*. 26(1): 70-75. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1059879>.

GİRİŞ

İncir güvesi *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Phycitidae) dünyanın özellikle sıcak, tropik bölgelerinde etkili önemli güve zararlılarından birisidir. Soğuk ve ılıman bölgelerde ise daha sınırlı zarar oluşturmaktadır (Cogburn, 1973; Sinha & Watters, 1985). Larvalar üründe beslenerek zarar

yapmakta, çıkardıkları pislikler ve değiştirdikleri gömlek ve pupa kalıntıları ile de kaliteyi düşürmektedirler. En çok tercih ettikleri ve zarar verdikleri ürünler; kuru incir, kuru kayısı, fındık, kuru üzüm, yağlı tohumlar, hububat, un ve mamülleri, kakao, baharatlardır. Günümüzde depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede en çok uygulanan yöntem hala pestisitler ile yapılan

fümigasyon uygulamalarıdır. Ancak fumigasyonda kullanılan kimyasalların çevreye, tüketicilere olan zararlı etkisi ve zararlılarda oluşturduğu dayanıklılık nedeniyle araştırmacılar alternatif metodlar üzerinde çalışmaya başlamışlardır (Lu & Wu, 2010). Alternatif mücadele yöntemlerinden olan biyolojik mücadele uygulamaları içerisinde entomopatojen nematod (EPN)'lar önemli bir yer tutmaktadır (Gaugler, 2002; Grewal ve ark., 2005). Böceklerde obligat parazit olarak yaşayan ve önemli birçok zararlıyı baskı altına alabilecek yüksek potansiyele sahip bazı EPN türleri oldukça geniş bir konukçu dağılımına, konukçuyu aktif arama ve enfekte edebilme özelliğine ve uygun koşullarda uzun süre enfektif larva (EL) [infektif juvenil (IJ)] denilen dayanıklı döneminde canlı kalabilme yeteneğine sahiptirler (Bedding ve ark., 1983; Kaya, 1985; Bedding, 1990). Ayrıca EPN'ler hedef dışı organizmalara zarar vermedikleri için çevre dostudurlar ve uygulamaları oldukça ekonomiktir (Gülcü ve ark. 2017).

Bu çalışmada, EPN'lerden *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) (Tokat-Bakışlı05)'nın laboratuvar koşullarında incir kurdu *Ephestia cautella* üzerindeki etkinliği araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOD

Çalışmanın ana materyalini *Steinernema carpocapsae* (Tokat-Bakışlı05) izolatu, *Galleria mellonella* L. (Büyük balmumu güvesi) ve son dönem *Ephestia cautella* (Walker) (İncir kurdu) larvaları oluşturmıştır.

Galleria mellonella Larvalarının Yetiştirilmesi

Galleria mellonella larvaları içeriğinde 890 g un 222 g kuru ekmek mayası, 500 g gliserin, 500 g bal. 445 g süt tozu ve 445 g buğday kepeği bulunan özel besi ortamında yetiştirilmiştir. Steril edilen un ve buğday kepeği süt tozu ve maya karıştırıldıktan sonra bu karışıma bal ile gliserin eklenmiştir (Mohammed & Coppel, 1983). Yumurta kümeleri 1 L'lik cam kavanozlara hazırlanan besin ortamı üzerine yerleştirilmiş ve larvaların gelişmesi ve yumurtalardan çıkışı kavanozlar 28±2°C sıcaklık ayarlı 16/8 saat aydınlatmalı böcek yetiştirme dolabına yerleştirilmiştir.

Entomopatojen Nematod Kültürünün Oluşturulması

Entomopatojen nematod, *S. carpocapsae* (Tokat-Bakışlı05) kültürü olgun *G. mellonella* larvaları üzerinde üretilmiştir (Kaya & Stock, 1997). Bunun için 6 cm çapındaki petriyer içerisine yerleştirilen distile su ile ıslatılmış Whatman üzerine 10'ar adet larva konulmuştur. Daha sonra EPN kültürüne ait IJ'ler damlalıkla alınarak (yaklaşık 5 ml) *G. mellonella* larvaları üzerine verilmiş ve petriyerin kapağı parafilm ile sarılarak 20-23°C'deki inkübatöre

yerleştirilmiştir. İnkübatörde hergün kontrolleri yapılmış ve ölüm gerçekleştikten sonra ölü *G. mellonella* larvaları "White trap" düzeneğine alınarak yeni nesil IJ'ler toplanmıştır (White, 1927). Elde edilen bu IJ'ler hücre kültürü şişelerine alınarak inkübatörde +10°C'de muhafaza edilmiştir.

İncir Kurdu (*Ephestia cautella*) Kültürünün Oluşturulması

Ephestia cautella kültürü yetiştirilirken kepek, kuru maya ve gliserin karışımından oluşan besin ortamı kullanılmıştır. Besin ortamı hazırlanırken, kepeğe laboratuvar değirmeninde öğütülerek un haline getirilmiş kuru maya ve besinin nem içeriğini yükseltmek için ise gliserin eklenmiştir. Hazırlanan besin 2 L'lik fanuslara, tabanda 2-3 cm kadar yükseklik oluşturacak şekilde aktarılmış ve besin üzerine yaklaşık 200 adet yumurta bırakılmıştır. Fanusların kapaklarına hava girişini sağlamak için delikler açılmış ve bu deliklere plastik süzgeç teli yapıştırılmıştır. *E. cautella* üretimi yapılan böcek yetiştirme odasında, 25±1°C sıcaklık ve % 60±5 orantılı nem düzeyinde olmuştur.

Laboratuvarda Entomopatojen Nematod Uygulamaları

Denemeler 2 tekrarlı, 5 tekerrürlü, 2 ayrı sıcaklıkta (20 ve 25°C) ve %65 nem koşullarına sahip iklim odasında, plastik petriyerde (9 cm) yürütülmüştür. İçerisine Whatman kağıdı yerleştirilen petriyerlere 5 g steril edilmiş buğday kırığı koyulmuştur. *E. cautella*'nın son dönem larvaları her petriyer 10'ar adet olacak şekilde yumuşak pens yardımı ile aktarılmıştır. Daha sonra 250, 500 ve 1000 Ijs ml⁻¹ olacak şekilde saf su ile hazırlanan *S. carpocapsae* izolatu pipet yardımı ile petriyer içerisine her petriyer 1 ml olacak şekilde uygulanmış ve petriyerlerin kenarları parafilm ile kapatılmıştır. Petriyerlerdeki böceklerin canlılık durumu 48, 72 ve 96 saatler sonunda düzenli olarak sayılarak ölüm oranları hesaplanmıştır. Ölü bireyler White trap düzeneğine alınmış ve stero mikroskop altında takip edilmiştir (White, 1927). Yaklaşık bir hafta sonra kadavralardan entomopatojen çıkışı izlenmiştir. Kontrolde saf su uygulanmıştır.

İstatistik Analizler

Abbott formülü kullanılarak düzeltilmiş ölümler hesaplanmış, MINITAB paket programı kullanılarak Tukey çoklu karşılaştırma testi ile uygulamalar arasındaki farklıklar belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada yerel bir entomopatojen nematod (EPN) izolatu olan *Steinernema carpocapsae* (Tokat-Bakışlı05)'nın laboratuvar koşullarında incir kurdu

Ephestia cautella'nın son dönem larvaları üzerindeki etkinliği belirlenmiştir. Nematod inokülasyonundan 48, 72 ve 96 saat sonra elde edilen ölüm oranlarına göre yapılan istatistikî değerlendirmelere göre nematod konsantrasyonu ve sıcaklık parametrelerinin ve bu parametrelerin etkileşimlerinin önemli olduğu görülmüştür.

Zararlıının son dönem larvalarındaki ölüm oranları nematod konsantrasyonuna bağlı olarak artmıştır. En hızlı ve yüksek ölüm oranlarının 20°C'de meydana geldiği görülmüştür. *S. carpocapsae*'nin *E. cautella*'nin son dönem larvaları üzerinde 20 ve 25°C'de oluşturduğu ölüm oranları verilmiştir (Çizelge 1.)

Çizelge 1. *Steinernema carpocapsae*'nin *Ephestia cautella* larvaları üzerinde 48, 72 ve 96 saat sonunda oluşturduğu ölüm oranları.

Table 1. Mortality (%) of *Ephestia cautella* caused by *Steinernema carpocapsae* at the end of 48, 72 and 96 h.

Sıcaklıklar	<i>Ephestia cautella</i>							
	20 °C				25 °C			
Dozlar	250 IJ	500 IJ	1000 IJ		250 IJ	500 IJ	1000 IJ	Kontrol
48 saat/h	91.7±4.3a ¹	97.5±2.5a	100.0±0.0a	F=2.21;df=2.27;P>0.05	76.5±8.5a	88.0±6.1a	98.0±2.0a	F=3.06;df=2.27;P>0.05
72 saat/h	96.7±3.3a	100.0±0.0a	100.0±0.0a	F=1.0;df=2.27;P>0.05	84.2±6.9b	94.2±3.9a	100.0±0.0a	F=3.21;df=2.27;P<0.05
96 saat/h	100.0±0.0a	100.0±0.0a	100.0±0.0a	*	84.2±8.8a	94.7±3.7ab	100.0±0.0a	F=2.06;df=2.27;P>0.05

¹Aynı sütunda ortalamaları izleyen farklı küçük harfler, istatistikî olarak birbirinden farklılığı gösterir (Anova P<0.05, Tukey testi)

*Tüm uygulamalarda %100 ölüme ulaşıldığı için hesaplanamamıştır.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi kullanılan tüm konsantrasyonların kontrollere oranla etkili olduğu ve konsantrasyon arttıkça zararlıının son dönem larvalarının ölüm oranının doğru orantılı olarak arttığı gözlenmiştir. 20°C'de 96 saat sonunda en düşük dozda (250 IJs ml⁻¹) %100 ölüm görülürken aynı sıcaklıkta 1000 IJs ml⁻¹ dozda 48 saat sonunda tüm larvaların öldüğü görülmüştür.

72 saat sonunda incir kurdunun son dönem larvalarına karşı en yüksek ölüm oranını 20°C'de 500 IJs ml⁻¹ sağlarken 25°C'de en yüksek konsantrasyon olan 1000 IJs ml⁻¹ sağlamıştır. En düşük konsantrasyon olan 250 IJs ml⁻¹'de 20°C'de üç sayımda sırasıyla %91, 96 ve %100 ölüm görülmüştür. 96 saat sonunda en düşük doz olan 250 IJs ml⁻¹'de 20 ve 25°C'de sırasıyla %100.0 ve %84.2 ölüm gözlenmiştir.

EPN'lerin konukçuya girerek konukçuyu enfekte etmesi ve akabinde konukçuyu öldürmedeki başarısında en önemli faktörlerden birinin sıcaklık olduğu bilinmektedir (Grewal ve ark., 1994; Gouge ve ark., 1999; Kaya, 1990). Bu çalışma sonucunda denemeye alınan sıcaklıklar arasında entomopatojen nematodun en etkili olduğu sıcaklık 20 °C olmuştur ve bu sıcaklıkta en düşük dozda bile %100 etki görülmüştür.

Yapılan taramalarda EPN'lerin incir kurdu (*Ephestia cautella*) üzerinde etkinliklerinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Ancak depo zararlıları ile yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. *Steinernema feliae*'nin üç izolatinin (UK 76 [=Nemasys], USA/SC ve Hawaii) Kırmızı biti (*Tribolium confusum*) ve Un güvesi (*Ephestia kuehniella*), üzerindeki etkinliğinin laboratuvar koşullarında belirlendiği bir çalışmada söz konusu olan entomopatojen nematod izolatları 3

konsantrasyonda (100, 300 ve 900 IJ/ böcek⁻¹) uygulanmış ve Hawaii izolatinin *T. confusum*'un larva ve erginleri üzerinde en etkili izolat olduğu bildirilmiştir. Bu türün larvalarındaki ölüm oranının 900 nematod/böcek⁻¹ dozunda uygulamadan 7 ve 14 gün sonra sırasıyla %79 ve %100'e ulaştığı ve *T. confusum*'un erginlerindeki ölüm oranının ise %66'yı geçmediği bildirilmiştir. *E. kuehniella* larvalarında ise USA/SC izolatinin yine en yüksek dozunun uygulamadan 7 ve 14 gün sonra sırasıyla %52 ve %69 ölüme neden olarak en iyi performansı gösterdiği bildirilmiştir. *S. feliae* Hawaii ve USA/SC izolatlarının her iki tür için umut verici biyolojik kontrol ajanları olarak daha fazla araştırılması gerektiği sonucuna varıldığı belirtilmiştir (Athanasios ve ark., 2008). Başka bir çalışmada ise *Steinernema* spp.'nin *Plodia interpunctella*, *Ephestia kuehniella*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tenebrio molitor*, *Tribolium castaneum* ve *Trigoderma variabile*'nin larva, pupa, erginleri ve *Sitophilus oryzae* ve *Rhizopertha dominica*'nın erginleri üzerindeki etkinlikleri belirlenmiştir. Çalışmada *Steinernema* türlerinden birinin *P. interpunctella* larvalarına karşı %80 ve üzerinde ölüm meydana getirdiği bildirilmiştir (Ramos-Rodriguez ve ark., 2006). Negrisoni ve ark. (2013) yılında sekiz entomopatojen nematod izolatinin, beş adet depolanmış ürün zararlısına karşı etkinliğini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda tüm böcek türlerin EPN izolatlarına duyarlı olduğu belirlenmiştir. Özellikle *Anagasta kuehniella* ile *Tenebrio molitor*'un larvaları ve *Acanthoscelides obtectus*'ün erginlerinin çoğu EPN türü ve/veya izolatinin yüksek dozlarına hassas olduğu bildirilmiştir. Bunun yanı sıra *Sitophilus oryzae* ve

S. zeamais'in yetişkinlerinin, tüm EPN'lere nispeten daha az duyarlı olduğu rapor edilmiştir.

Rodriquez ve ark. (2007) yaptıkları başka bir çalışmada *Steinernema riobrave*'nin *T. castaneum* üzerindeki etkinliğini laboratuvar koşullarında araştırmış ve *T. castaneum*'un larva, pupa ve erginlerinde hayatta kalma oranının kontrollerde %77.9 iken uygulama yapılanlarda %27.4'e düştüğü görülmüştür. Çalışmada ayrıca EPN'lara en hassas dönemin larva dönemi olduğu ve sıcaklık (25 ve 30 C) ve bağıl nem (%43, 56–57, 75 ve 100)'in *S. riobrave*'nin etkinliğini önemli ölçüde etkilemediği bildirilmiştir. Ertürk ve ark. (2013) tarafından yürütülen başka bir çalışmada *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*'nın Aydın izolatlarının *T. castaneum* ve *T. confusum* erginlerine karşı etkinlikleri yine laboratuvar koşullarında araştırılmıştır. Çalışma sonucunda *S.feltiae* ve *H. bacteriophora* uygulamaları arasında önemli bir fark saptanmazken, *S. carpocapsae*'nin 2000 IJs dozunda *T. castaneum* (% 86.47 mortalite) ve *T. confusum* (% 85.35 mortalite) erginlerinde en etkili izolat olduğu bulunmuştur.

Javed ve ark. (2020) *Steinernema pakistanense* (LM-07), *S. bifurcatum* (LM-30), *S. affinae* (GB-14) ve *S. cholashanense* (GB -22)'nin laboratuvar koşullarında *T. confusum* ve *Rhyzopertha dominica* erginlerine karşı etkinliklerinin üç farklı sıcaklıkta (20, 25 ve 30°C) ve 3 farklı konsantrasyonda (50, 100 ve 150 IJs böcek⁻¹) araştırıldığı bir çalışmada ise *S. pakistanense* 150 IJs böcek⁻¹ dozunda 30°C % 100 ölüm meydana getirmiştir. Diğer yandan Erdoğan'ın 2021 yılında laboratuvar koşullarında yürüttüğü çalışmada 4 adet entomopatojen nematod izolatının [*Steinernema carpocapsae* (Tokat-Bakışlı05), *S. feltiae* (Tokat-Emir), *Heterorhabditis bacteriophora* (TOK20), *H. bacteriophora* (11KG)] *Tribolium castaneum* üzerindeki etkinlikleri araştırılmıştır. Denemeye alınan tüm nematod türlerinin 25°C'de etkili olduğu ancak en etkili türün *H. bacteriophora* (11KG) olduğu bildirilmiştir (Erdoğan, 2021). Yapılan başka bir çalışmada Türkiye ve Kırgızistan'a ait Entomopatojen nematod izolatlarından *Heterorhabditis bacteriophora* türüne ait iki (11KG ve TOK20) ve *Steinernema feltiae* türüne ait iki (3KG ve Tokat-Emir) izolatın, fasulye bitkisinin önemli bir depo zararlısı olan fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus* Say, Coleoptera: Bruchidae)'ne karşı etkinliği ortaya konmuştur. Tek doz denemelerinde, en yüksek etkiyi *S. feltiae*'nin her 2 izolatının (3KG ve Tokat-Emir) gösterdiği bildirilmiştir (%99,59±0,65). 3 farklı doz (25, 50 ve 100 IJ böcek⁻¹) ve 3 farklı sıcaklıkta (10, 15 ve 20°C) yürütülen deneme sonucunda en etkili izolatın 10 °C'de 100 IJ dozunda *H. bacteriophora* TOK20 izolatı (%73,09), 15°C'de 100 IJ dozunda *S. feltiae* 3KG izolatı (%100) ve 20°C'de 100 IJ dozunda *S.feltiae*

3KG izolatı (%100) olduğu bildirilmiştir. Doz ölüm denemeleri sonucunda; *A. obtectus*'a karşı *S. feltiae* 3KG izolatının 500 IJ böcek⁻¹ konsantrasyonunda en yüksek etkiye sahip olduğu ortaya konmuştur (Ağım & Kepenekci, 2021). Yine Tülek ve ark. (2015), bir depo zararlısı olan *Rhyzopertha dominica* (F.)'ya karşı *Steinernema feltiae* (Aydın izolatı) türünün %28 ölüm oranıyla düşük etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Zararlılarla mücadelede başarılı ve etkili bir sonuç alınabilmesi için en önemli unsurlardan biri zararlı böcek türleri üzerinde en etkili olabilecek Entomopatojen nematod (EPN) türünün uygulanması gerekliliğidir (Gözel, 2016). Çünkü bazı nematod türleri oldukça geniş bir konukçu dağılımına sahipken, bazı türler sadece tek bir böcek takımını enfekte edebilmektedir. Sonuç olarak EPN türlerinin zararlı böcekler üzerindeki etkinlikleri farklılık gösterebilmektedir (Hazır & ark. 2003). Çalışmada kullanılan *Steinernema carpocapsae* (Tokat Bakışlı 05) (Rhabditida: Steinernematidae) izolatı 20 °C ve 25°C'de 1000 IJ ml⁻¹ %100 etkili bulunmuştur. Bu izolatın laboratuvar koşullarında *Ephestia cautella* üzerinde etkili olduğu ve konu ile ilgili daha detaylı çalışmaların yapılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Entomopatojen nematod izolatını [*Steinernema carpocapsae* (Tokat-Bakışlı05)] sağlayan Doç. Dr. Turgut ATAY ve Ayşegül ÇAĞLAYAN'a (Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Tokat, TÜRKİYE) teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Ağım, Y. & Kepenekci, İ. (2021). Türkiye ve Kırgızistan'dan elde edilen entomopatojen nematodların fasulye tohum böceği [*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera, Chrysomelidae)]'ne karşı etkinliklerinin araştırılması. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi* 12, 93-108. <https://doi.org/10.31019/tbmd.890374>.
- Athanassiou, C. G., Nickolas, E. P., & Duarte, T. K. (2008). Insecticidal effect of *Steinernema feltiae* (Filipjev) (Nematoda, Steinernematidae) against *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera,

- Tenebrionidae) and *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera, Pyralidae) in stored wheat. *Journal of Stored Products Research* 44, 52-57. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2007.04.002>.
- Bedding, R. A., Molyneux, A.S. & Akhurst, R.J. (1983). *Heterorhabditis* spp., *Neoaplectana* spp. and *Steinernema kraussei*, Interspecific and intraspecific differences in infectivity to insects. *Experimental Parasitology* 55, 248-257. [https://doi.org/10.1016/0014-4894\(83\)90019-X](https://doi.org/10.1016/0014-4894(83)90019-X).
- Bedding, R. A. (1990). Logistics and strategies for introducing entomopathogenic nematode technology in developing countries. (Entomopathogenic nematodes for biological control, C.R.C. Boca Raton FL, Ed. Gaugler R, Kaya HK) 233-248.
- Cogburn, R. R. (1973). Stored-product insect populations in port earehouses of gulf coast. *Environmental Entomology* 2, 401-408. <https://doi.org/10.1093/ee/2.3.401>.
- Erdoğan, F. D. (2021). On the efficiency of entomopathogenic nematodes (Rhabditida, Heterorhabditidae and Steinernematidae) on rust red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera, Tenebrionidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 31, 116. <https://doi.org/10.1186/s41938-021-00461-y>.
- Ertürk, S., Kepenekci, İ. & Atay, T. (2013). Efficacy of native entomopathogenic nematodes against flour beetles, *Tribolium castaneum* (Herbst) and *T. confusum* (Coleoptera, Tenebrionidae). 5th Entomopathogens And Microbial Control Congress, Ankara, Turkey, 9-11 September 2015.
- Gaugler, R. (2002). *Preface*. (*Entomopathogenic nematology*, Wallingford, UK, CABI, Ed. Gaugler R, 9-10.
- Gouge, D.H, Lee, L. L. & Henneberry, T. J. (1999). Effect of temperature Lepidopteran host species on entomopathogenic nematode (Nematoda, Steinernematidae, Heterorhabditidae) infection. *Environmental Entomology*, 28, 876-883. <https://doi.org/10.1093/ee/28.5.876>.
- Grewal, P. S., Selvan, S. & Gaugler, R. (1994). Thermal adaptation of entomopathogenic nematodes, Niche breadth for infection, establishment, and reproduction. *Journal of Thermal Biology* 19, 245-253.
- Grewal, P.S., Ehlers, R. U. & Shapiro-Ilan, D.I. (2005). *Nematodes as biological control agents*. CABI.
- Gözel, Ç. (2016). *Domates Güvesi Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae)'nin Mücadelesinde Entomopatojen Nematodların Kullanım Olanakları*. [Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı.] Yükseköğretim Kurumu Ulusal Tez Merkezi.
- Gülcü, B., Cimen, H., Raja, R. K. & Hazır, S. (2017). Entomopathogenic nematodes and their mutualistic bacteria, Their ecology and application as microbial control agents. *Biopesticides International* 3, 79-112.
- Hazır, S., Stock, S. P. & Keskin, N. (2003). A new entomopathogenic species *Steinernema anatoliense* (Steinernematidae) from Turkey. *Systematic Parasitology* 55, 211-220.
- Javed, S., Tabassum, A. K. & Khan, S. (2020). Biocontrol potential of entomopathogenic nematode species against *Tribolium confusum* (Jac.) (Coleoptera, Tenebrionidae) and *Rhyzopertha dominica* (Fab.) (Coleoptera, Bostrichidae) under laboratory conditions. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 30, 5. <https://doi.org/10.1186/s41938-020-0206-9>.
- Kaya, H. K. (1985). *Entomogenous nematodes for insect control in IPM Systems*. (*Biological control in agricultural IPM Systems*) Orlando, Ed. MA Herzog DC) 283-302.
- Kaya, H. K. (1990). *Soil ecology*. (*Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*). CRC Press, Boca Raton Ann Arbor Boston, Ed. Gaugler R, Kaya HK) pp 93-115.
- Kaya, H. K. & Stock, S.P. (1997). *Techniques in insect nematology*. (*Manual of techniques in insect pathology*. Academic Press, San Diego, Ed. Lacey L) 281-324.
- Lu, J., & Wu, S. H. (2010). Bioactivity of essential oil from *Ailanthus altissima* bark against 4 major stored-grain insects. *Journal of Oral Microbiology* 4, 154-157.
- Mohamed, M. A. & Coppel, H. C. (1983). Mass rearing of the greater wax moth *Galleria melonella* (Lepidoptera, Galleridae) for small-scale laboratory. *The Great Lakes Entomologist* 16, 139-141.
- Negrisoni, C. R. D. B., Negrisoni, A. S., Bernardi, D. & Garcia, M. S. (2013). Activity of eight strains of entomopathogenic nematodes (Rhabditida, Steinernematidae, Heterorhabditidae) against five stored product pests. *Experimental Parasitology* 134, 384-388. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2013.03.008>.
- Ramos-Rodriguez, O., Campbell, J. F. & Ramaswamy, S. B. (2006). Pathogenicity of three species of entomopathogenic nematodes to some major stored product insect pests. *Journal of Stored Products Research* 42, 241-252. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2004.08.004>.
- Ramos-Rodriguez, O., Campbell, J. F. & Ramaswamy, S. B. (2007). Efficacy of the entomopathogenic nematode *Steinernema riobrave* against the stored product insect pests *Tribolium castaneum* and *Plodia interpunctella*. *Biological Control* 40, 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.09.007>.

- Sinha, R. N. & Walters, F. L. (1985). *Insect pests of flour mills, grain elevators and feed mills and their control*. Agricultural Canada Publications.
- Sinha, R. N., Madrid, F. J. & White, N. D. G. (1986). Bioenergetics of *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera, Phycitidae) feeding on stored wheat. *Annals of the Entomological Society of America* 79, 622-628.
- Tülek, A., Ertürk, S., Kepenekci, İ. & Atay, T. (2015). Efficacy of native entomopathogenic nematode against the stored grain insect pest, *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera, Bostrichidae) adults. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 25, 251-254.
- White, G. F. (1927). A method for obtaining infective nematode larvae from cultures. *Science* 66, 302-303.