



Avrupa Gül Böceği, *Cetonia aurata* (Linné, 1761) (Coleoptera: Scarabaeidae)'nın Mücadelesine Yönelik Sürdürülebilir Bir Yaklaşım: Entomopatojen Nematodlar

Araştırma Makalesi/Research Article

Atf İçin: Yüksel, E., İmren, M., Özdemir, M., Canhilal, R. (2023). Avrupa Gül Böceği, *Cetonia aurata* (Linné, 1761) (Coleoptera: Scarabaeidae)'nın Mücadelesine Yönelik Sürdürülebilir Bir Yaklaşım: Entomopatojen Nematodlar. Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi, 6(1):35-40

To Cite: Yüksel, E., İmren, M., Özdemir, M., Canhilal, R. (2023). A Sustainable Approach to Controlling the European rose chafer, *Cetonia aurata* (Linné, 1761) (Coleoptera: Scarabaeidae): Entomopathogenic Nematodes. Journal of Erciyes Agriculture and Animal Science, 6(1):35-40

Ebubekir YÜKSEL^{1*}, Mustafa İMREN², Merve ÖZDEMİR¹, Ramazan CANHİLAL¹

¹Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Talas-Kayseri

²Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 14030, Gölköy-Bolu

*sorumlu yazar: ebubekiryuksel@erciyes.edu.tr

Ebubekir YÜKSEL, ORCID No: 0000-0002-6982-5874, Mustafa İMREN, ORCID No: 0000-0002-7217-9092,

Merve ÖZDEMİR, ORCID No: 0000-0003-3212-1440, Ramazan CANHİLAL, ORCID No: 0000-0002-0753-0077

Yayın Bilgisi

Geliş Tarihi: 27.01.2023

Revizyon Tarihi: 02.02.2023

Kabul Tarihi: 08.02.2023

doi: 10.55257/ethabd.1243488

Anahtar Kelimeler

Gül böceği, faydalı nematodlar, biyolojik mücadele

Keywords

Rose chafer, beneficial nematodes, biological control

Özet

Son yıllarda, Avrupa Gül Böceği, *Cetonia aurata* (Linné, 1761) (Coleoptera: Scarabaeidae)'nın meyve yetiştiriciliği yapılan alanlarda ekonomik düzeyde zarara neden olduğu sık rapor edilmiştir. Ülkemizde bu zararlıya karşı ruhsatlı bir insektisit bulunmaması, üreticileri zor durumda bırakmaktadır. Bu çalışmada, elma yetiştiriciliği yapılan alanlardan toplanan 2.dönem *C. aurata* larvalarına karşı *Heterorhabditis bacteriophora*'nın biyokontrol potansiyeli farklı dozlarda (50, 100, 200 IJ/larva) laboratuvar şartlarında araştırılmıştır. Uygulamadan sonraki 10. gündeki ölüm oranları %25 ile 65 arasında değişmiştir. En yüksek ölüm oranı (%82,5) 200 IJ/larva dozunda uygulamadan sonraki 15. günde elde edilmiştir. Sonuçlar, *H. bacteriophora*'nın *C. aurata* larvalarına karşı yüksek bir biyokontrol potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

A Sustainable Approach to Controlling the European rose chafer, *Cetonia aurata* (Linné, 1761) (Coleoptera: Scarabaeidae)

Abstract

In recent years, the European Rose Beetle, *Cetonia aurata* (Linné, 1761) (Coleoptera: Scarabaeidae) has been frequently reported to cause economic damage in orchards. The lack of a registered insecticide against this pest in Türkiye leaves the growers in a difficult situation. In this study, the biocontrol potential of *Heterorhabditis bacteriophora* against 2nd instar larvae of *C. aurata* larvae collected from apple orchards was investigated under laboratory conditions at different doses (50, 100, 200 IJ/larva). Mortality rates ranged between %25 and 65 10 days after treatment. The highest mortality rate (82,5%) was obtained 15 days after treatment at the dose of 200 IJ/larva. The results showed that *H. bacteriophora* has great biocontrol potential against *C. aurata* larvae.

1. GİRİŞ

Ülkemiz sahip olduğu farklı coğrafik ve ekolojik koşullar nedeniyle çok sayıda meyve, sebze ve süs bitkileri yetiştiriciliğine elverişlidir (Durmuş ve Yiğit, 2003; Uzun ve ark., 2018; Yılmaz ve Uzun, 2011, Kılıç ve ark., 2020). Söz konusu bitkisel ürünler, yetiştiricilik süresince ve elde edilen ürünlerin depolanması aşamasında çok sayıda hastalık ve zararlının saldırısına uğramakta ve bunun sonucunda tarımsal üretimde kârlılık ciddi ölçüde düşmektedir. Ülkemizde 500 üzerinde hastalık, zararlı ve yabancı otun yetiştirilen farklı tarımsal ürünlerde kalite ve verim kaybına neden olduğu bildirilmektedir (TOK, 2011). Söz konusu hastalık ve zararlılarla mücadelenin yapılmadığı ya da yetersiz olduğu durumlarda %35 ila 100 arasında değişen ürün kaybı meydana gelmektedir (Tiryaki ve ark., 2010; TOK, 2011; Ormanoğlu ve ark., 2021). Dolayısıyla tarımsal faaliyetlerle kârlı bir üretimin gerçekleştirilebilmesi ancak hastalık ve zararlılara karşı doğru mücadele stratejilerinin geliştirilmesi ve sürdürülmesi ile mümkündür (İnak ve ark., 2019). Tarımsal hastalık ve zararlılarla mücadelede üreticiler tarafından en çok başvurulan mücadele yöntemi olan pestisitler, son yıllarda insan ve çevre sağlığı üzerindeki birçok olumsuz etkisinin ortaya çıkması ve hedef zararlılarda pestisitlere karşı direnç gelişmesi nedeniyle büyük endişelere sebep olmuştur (Sataloğlu ve ark., 2007; Altikat ve ark., 2009; Tiryaki ve ark., 2010). Bu endişeler tarımsal üretimde gıda güvenliğinin daha ön planda olduğu bir mücadele anlayışını beraberinde getirmiş ve biyolojik mücadele gibi çevre dostu mücadele yöntemlerine olan ilginin artmasına neden olmuştur.

Biyolojik mücadele etmenleri içerisinde, taşıdıkları simbiyotik bakteriler (*Xenorhabdus* spp. ve *Photorhabdus* spp.) aracılığıyla böceklerde hastalık oluşturarak 24-48 saat gibi kısa bir süre içerisinde ölümlerine neden olan entomopatojen nematodlar (EPN) son yıllarda en çok çalışılan biyolojik mücadele etmenlerinden birtanesidir (Azizoğlu ve ark., 2012; Özdemir ve Bayram, 2017; Yüksel ve ark., 2023). *Steinernema* (Steinernematidae: Rhabditida) ve *Heterorhabditis* (Heterorhabditidae: Rhabditida) cinsine ait nematodlara ait 3. dönem infektif juveniller (IJ), toprak içerisinde beslenmeden uzun süre hayatta kalabilmekte ve konukçularını aktif bir şekilde arayarak konukçu böceklerin ağız ve stigma gibi doğal açıklarından ve ince kutikula tabakalarından hedef zararlıların vücuduna nüfuz etmektedirler (Vashisth ve ark., 2013; Gozel ve Gozel, 2016). Doğal yaşama ortamlarının toprak olması, toprak kökenli zararlılara karşı yüksek kontrol potansiyeline sahip olmaları ve uygulama alanına yerleşebilmeleri gibi özelliklerinden dolayı EPN'lar, Scarabaeidae gibi larva dönemini toprak altında geçiren tarımsal zararlılara karşı biyolojik mücadelede öne çıkmaktadır (Hazir ve ark., 2003).

Scarabaeidae familyası (Coleoptera) tarımsal açıdan zararlı birçok türü içermektedir (Jackson ve Klein, 2006). Scarabaeidae familyası içerisinde yer alan *Cetonia aurata* (Linné, 1761) (Coleoptera: Scarabaeidae) son yıllarda Türkiye'de çeşitli süs bitkileri ve meyve yetiştiriciliği yapılan alanlarda gül bitkilerine (*Rosa* spp.) ve yumuşak ve sert çekirdekli meyve fidanlarına verdiği zarardan dolayı sık sık rapor edilmiştir (Kaygin ve ark., 2008; Yücel, 2012; Ertürk, 2022). Türkiye'de oldukça yaygın bir şekilde bulunan bu zararlının erginleri toprak üstünde genellikle süs bitkilerinin ve meyve ağaçlarının çiçek, polen ve nektarlarıyla beslenirken larvaları toprak altında fidan ve bitkilerin kökleriyle beslenmektedir (Fremlin, 2018). *Cetonia aurata*'nın ergin ve larvalarının, ekonomik değeri yüksek gül, incir (*Ficus carica* L.), vişne (*Prunus cerasus* L.), elma (*Malus communis* L.), turunçgiller (*Citrus* sp.) ve şeftali (*Prunus persica* L.) gibi tarımsal ürünlerde ekonomik kayıplara neden olduğu bildirilmiştir (Demirözer, 2008; Ertürk, 2020; Radev, 2020).

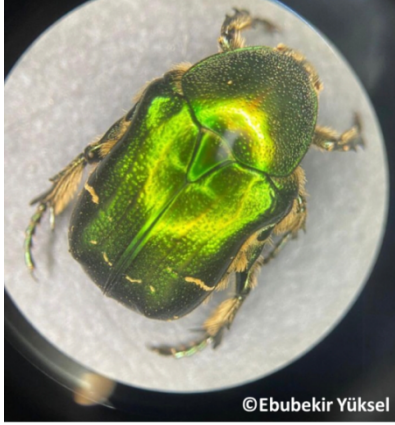
Larva dönemini toprak altında geçirmesi nedeniyle üreticiler tarafından farkedilmesi oldukça zor olan bu zararlıya karşı ülkemizde henüz ruhsatlı herhangi bir insektisit bulunmamaktadır. Bu nedenle üreticiler söz konusu zararlının hem yeterince bilinmemesi hem de mücadelesine yönelik herhangi bir insektisit bulunmaması nedeniyle söz konusu zararlıya karşı çaresiz kalmaktadırlar. Bu çalışmada, *Cetonia aurata*'nın sürdürülebilir mücadele yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik olarak yerel EPN türlerinin *C.aurata*'nın larva dönemi üzerinde etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Patojenite testlerinde daha önce Nevşehir ilinden izole edilmiş ve tür teşhisleri yapılmış *Heterorhabditis bacteriophora* AVB-15 türü kullanılmıştır (Yüksel ve Canhilal, 2019). EPN'lere ait IJ'ler, son dönem *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarında kontrollü koşullar altında (25±2°C, 60-70% Nem) çoğaltılarak denemelere hazır hale getirilmiştir. Son dönem *G. mellonella* larvaları Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Entomoloji laboratuvarından temin edilmiştir. Çoğaltılan IJ'ler denemeler kurulana kadar 14°C de kültür flasklarında (250 mL) yatay olarak muhafaza edilmiştir (Kaya ve Gaugler, 1993).

C. aurata ait larvalar Kayseri ve Niğde illerinde elma yetiştiriciliği yapılan meyve bahçelerinden toplanmıştır. Larvalar, gelişme geriliği gösteren ağaçların taç iz düşümü içerisinde 3 farklı noktada 30 cm derinliğe kadar bel küreği yardımıyla kazılarak elde edilmiştir. Larvaların ağırlıkları tartılarak farklı dönemler birbirinden ayrılmıştır (Lemke ve ark., 2003; Ertürk, 2020). Ağırlıkları 250-400 g arasında değişen 2. dönem larvalar denemelere dahil edilmiştir. *C. aurata* ait ergin dönemler ise meyve

bahçesi içerisinde atrap kullanılarak çiçekler üzerinden yakalanarak muhafaza edilmiştir (Şekil 1). Toplanan larvalar numune kapları içerisinde ayrı ayrı muhafaza edilerek aynı gün laboratuvara getirilmiş ve bir süre gözlemlenmiştir. Sağlıklı larvalar seçilerek patojenite testlerine hazırlanmıştır. Toplanan örnekler ait larva ve ergin dönemler entomolog Prof. Dr. Halil Kütük'e (Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi) gönderilerek tür teşhisleri doğrulanmıştır.



Şekil 1. *Cetonia aurata* (L.) (Coleoptera: Scarabaeidae) ait bir ergin.

Denemeler içerisinde 25 g otoklav yapılarak steril edilmiş kumlu toprak içeren plastik numune kaplarında (63 × 80 mm) gerçekleştirilmiştir. EPN'ler 50, 100 ve 200/larva konsantrasyonlarında hazırlanarak her bir numune kabına otomatik pipet aracılığıyla 2 ml musluk suyu içerisinde inokule edilmiştir. Ardından numune kaplarına 1 adet larva ilave edilmiştir. Larvaların deneme süresince açlık çekmemesi için her bir numune kabına 1 dilim (yaklaşık 5 g) havuç bırakılmıştır. Daha sonra numune kapları delikli kapaklarla kapatılarak 25±2°C, 60-70% nem ve karanlık koşullarda muhafaza edilmiştir. Larvaların ölüm oranları uygulama sonrası 5., 10., ve 15. günlerde kaydedilerek istatistiksel olarak incelenmiştir. Kontrol gruplarında sadece musluk suyu kullanılmıştır. Ölü

larvalar, White tuzaklarına alınarak IJ'lerin çıkışı gözlemlenmiştir. Denemeler her bir tekerrürde 10 larva olacak şekilde 4 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve 2 kez tekrarlanmıştır. Elde edilen veriler, SPSS istatistiksel analiz (Version 11.0) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Uygulamaların (Zaman ve doz) *C. aurata*'nın ölüm oranı üzerindeki etkileri Repeated measures ANOVA ile belirlenmiştir. Ortalama ölüm oranları Tukey testi ile kullanılarak karşılaştırılmıştır ($P \leq 0,05$).

3. Bulgular ve Tartışma

Test edilen *H. bacteriophoraya*'ait IJ'ler *C. aurata* larvalarında uygulama sonrası 5., 10., ve 15. günlerde değişen oranlarda ölüm meydana getirmiştir. Ölüm oranları üzerinde nematodlara maruz kalma süresinin ve IJ dozları önemli düzeyde etkili olurken söz konusu faktörlerin interaksyonu önemsiz bulunmuştur (Tablo 1). En yüksek ölüm oranı (%82,5) en yüksek uygulama dozunda (200 IJ/Larva) uygulama sonrası 15. günde elde edilmiştir. En düşük uygulama dozunda, *C. aurata* larvalarındaki ölüm oranları uygulama sonrası 15. Günde %50'ye ulaşmıştır (Tablo 2). Bununla beraber, %50 üzerinde ölüm oranları yalnızca 100 ve 200 IJ/Larva dozlarında elde edilmiştir (Şekil 2).

C. aurata'nın son yıllarda özellikle meyve bahçelerindeki zarar potansiyeli artış göstermektedir (Ražov ve ark., 2009a, b; Gazi, 2021). EPN'lerin biyokontrol potansiyeli önceki çalışmalarda Scarabaeidae familyasından önemli zararlılara karşı belirlenmiştir (Ansari ve ark., 2003; Khatri-Chhetri ve ark., 2011). Buna karşın, *C. aurata*'nın mücadelesine yönelik EPN'lerle yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada, Kayseri ve Niğde illerinde elma bahçelerinden toplanan *C. aurata* larvalarının mücadelesinde yerel EPN'lerden *H. bacteriophora*'nın kontrol potansiyeli laboratuvar şartlarında belirlenmiştir. *C. aurata* larvalarında meydana gelen ölüm oranları, IJ'lere maruz kalma süresi ve uygulama dozunun artması ile birlikte artış göstermiştir.

Tablo 1. Repeated measures ANOVA istatistiksel analiz sonuçları

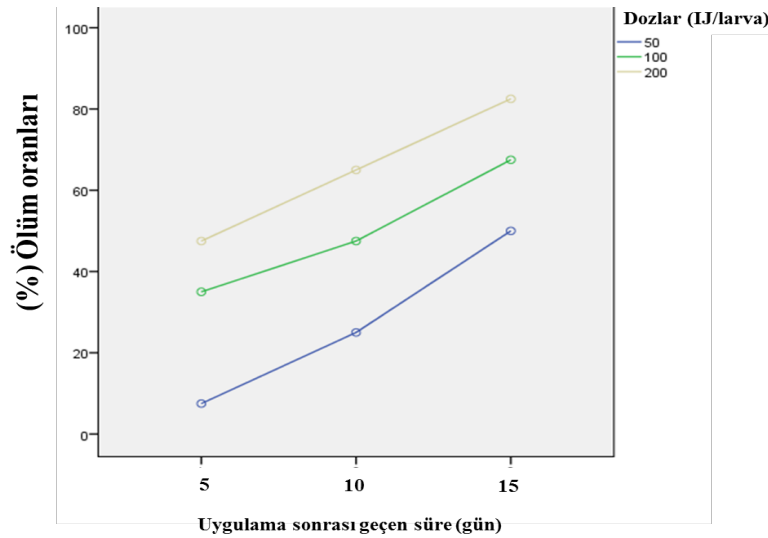
Faktörler	Df*	F	P
Doz (D)	2	132,818	<0,001
Zaman (t)	2	73,286	<0,001
D*t	4	1,091	0,391
Hata 1	9		
Hata 2	18		

*Df: Serbestlik derecesi, F: F-testi değeri, P: Önem derecesi

Tablo 2. *Heterorhabditis bacteriophora* AVB-15 uygulama sonrası *Cetonia aurata* (L.)'nın 2. dönem larvalarında meydana gelen ölüm oranları (%).

Maruz Kalma Süresi (Gün)	Dozlar		
	50 IJ/Larva	100 IJ/Larva	200 IJ/Larva
5	7,5±5,0A ^a b	35,0±5,7Aa	47,5±5,0Aa
10	25,0±5,7Ab	47,5±5,0Ba	65,0±5,7Cb
15	50,0±8,1Ac	67,5±5,0Ab	82,5±9,5Bc

^a Büyük harfler dozlar arasındaki istatistiksel farklılıkları ifade etmektedir. ^b Küçük harfler uygulama süreleri arasındaki istatistiksel farklılıkları ifade etmektedir ($P \leq 0,05$).



Şekil 2. *Heterorhabditis bacteriophora* AVB-15 uygulama sonrası *Cetonia aurata* (L.)'nın 2. dönem larvalarında meydana gelen ölüm oranlarının doz ve zamana bağlı olarak değişimi.

Benzer sonuçlar, EPN'lerin Scarabaeidae familyasından diğer zararlılara karşı etkinliğinin test edildiği çalışmalarda rapor edilmiştir. Marianelli ve ark. (2018) *Popillia japonica* (N.) (Coleoptera, Scarabaeidae)'nın 3. dönem larvalarına karşı *H. bacteriophora* (HBL) etkinliğini farklı dozlarda (1145 IJ/larva ve 2290 IJ/larva) test etmiş ve 1145 IJ/larva dozunda uygulamadan sonraki 5., 10. ve 15. günlerde ölüm oranlarının sırasıyla %0, %30 ve %45 olduğunu bildirmiştir. Söz konusu çalışmada 2290 IJ/larva dozunda ise ölüm oranları 5., 10. ve 15. günlerde ölüm sırasıyla %10, %80 ve %90 olarak kaydedilmiştir. Bu çalışmada, *C. aurata* larvalarında elde edilen ölüm oranları, Marianelli ve ark. (2018) gerçekleştirdiği çalışma ile büyük oranda benzerlik göstermektedir. EPN'lerin yüksek uygulama dozlarında ölüm oranlarının daha yüksek bulunması, hedef zararlıya ulaşan IJ'lerin penetrasyon oranındaki artış ile açıklanabilir. IJ'ler penetrasyon sonrası

konukçu hemolimfine taşıdıkları mutualistik bakterileri iletmektedir.

Penetrasyonun yüksek olduğu durumlarda konukçu hemolimfine salınan bakteri hücreleri sayısı artmakta ve buna bağlı olarak söz konusu bakterilerin ortama saldıkları insektisidal etki gösteren toksinleri içeren sekonder metabolitler daha yüksek miktarlarda üretilmektedir. Sonuç olarak bu durum konukçu böceğin daha kısa sürede toksemia/septisemiadan ölmesine neden olmaktadır (Bowen, 1999).

Bir diğer çalışmada, Simard ve ark. (2001) 4 EPN türünün *Rhizotrogus majalis* (R.) (Coleoptera: Scarabaeidae) 10. dönem larvaları üzerindeki etkinliğini 3 farklı dozda (1.000, 2.000 ve 5.000 IJ/larva) test etmiş ve *H. bacteriophora*, *R. majalis* larvalarında uygulamadan sonraki 3.günde 1.000, 2.000 ve 5.000 IJ/larva dozlarında sırasıyla %20, %30 ve %28 ölüm oranları meydana getirmiştir.

Simard ve ark. (2001) gerçekleştirdiği çalışmada bulunan ölüm oranlarının, bu çalışmada uygulamadan sonraki 5. günde bulunan ölüm oranlarına oldukça yakın olduğu görülmektedir. Ölüm oranları arasındaki farklılıkların, EPN'lerin türleri ve hatta izolatlar arasındaki virülenslik derecelerindeki varyasyondan kaynaklandığı söylenebilir. Marianelli ve ark. (2018) 2 farklı *H. bacteriophora* izolatının (HBL ve HBK) *P. japonica* larvalarında 15. günde meydana getirdiği ölüm oranlarının HBL izolatı için %90 olarak gerçekleşirken HBK izolatı için %40 olarak gerçekleştiğini bildirmiştir. EPN'lerin ve simbiyotik bakterilerinin türler ve hatta izolatları arasında konukçu bağışıklık sisteminin baskılanması ve virülensliklerinde farklılıklar olduğu bilinmektedir (Rodou ve ark., 2010; Devi, 2021). Üretilen immunosuppresantların ve toksin komplekslerin etkinliği hedef konukçunun türüne ve gelişim dönemine göre farklılık göstermesi hedef konukçularda meydana gelen ölüm oranlarında bir varyasyona neden olmaktadır (Hasan ve ark., 2019).

C. aurata'nın son yıllarda özellikle sert ve yumuşak çekirdekli meyve bahçelerindeki popülasyon artışı ve buna bağlı olarak meydana getirdiği zarar birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir. Bu çalışmada, *C. aurata*'nın larva dönemlerine karşı EPN'lerin kullanım potansiyeli araştırılmış ve sonuçlar test edilen *H. bacteriophora* AVB-15 izolatının söz konusu zararlının larva dönemine karşı yüksek bir biyokontrol potansiyeli olduğunu göstermektedir. Bununla beraber, EPN'lerin arazi koşullarında *C. aurata*'nın larva dönemlerine karşı etkinlik çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Altikat, A., Turan, T., Torun, F. E., & Bingül, Z. (2009). Türkiye'de pestisit kullanımı ve çevreye olan etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40(2), 87-92.
- Ansari, M. A., Tirry, L., & Moens, M. (2003). Entomopathogenic nematodes and their symbiotic bacteria for the biological control of *Hoplia philanthus* (Coleoptera: Scarabaeidae). Biological control, 28(1), 111-117.
- Apak, F. K. (2021). Pests species determined in apricot orchards in Malatya province, Turkey. Fresenius Environ Bull, 30(2), 1476-1480.
- Azizoğlu, U., Bulut, S., & YILMAZ, S. (2012). Organik tarımda biyolojik mücadele; entomopatogen biyoinsektisitler. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 28(5), 375-381.
- Bowen, D. (1999). Photorhabdus toxins: novel biological insecticides. Current opinion in microbiology, 2(3), 284-288.
- Demirözer O (2008). Isparta ili yağ gülü (*Rosa damascena* Miller) üretim alanlarında bulunan zararlılar, yayılışları, doğal düşmanları ve önemlilerinin popülasyon değişimleri. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

- Devi, G. (2021). Insect defense system and immunosuppression strategies of entomopathogenic nematodes-an overview. International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology, 6(3).
- Durmuş, E., & Yiğit, A. (2003). Türkiye'nin meyve üretim yöreleri. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 13(2), 23-54.
- Ertürk, Ö. (2020). *Cetonia aurata* L.(Coleoptera, Scarabaeoidea, Cetoniidae) Gelişimi Üzerinde *Cmyclamen coum* subsp. *cou* Miller bitki kök özütlerinin anti-feedant (iştah kesici) ve toksik etkileri. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 37(2), 243-262.
- Fremlin, M. (2018). The Rose Chafer *Cetonia aurata* L.(Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae) in Essex: distribution and some aspects of its ecology. Essex Naturalist (New Series), 35, 167.
- Gazi, S. (2021). agricultural importance of scarabaeidae (coleoptera) distributed in sugar beet agroecosystems. Bulletin of Science and Practice.
- Gozel, U., & Gozel, C. (2016). Entomopathogenic nematodes in pest management. Integrated pest management (IPM): environmentally sound pest management, 55.
- Hasan, M. A., Ahmed, S., Mollah, M. M. I., Lee, D., & Kim, Y. (2019). Variation in pathogenicity of different strains of *Xenorhabdus nematophila*; Differential immunosuppressive activities and secondary metabolite production. Journal of invertebrate pathology, 166, 107221.
- Hazir, S., Kaya, H. K., Stock, S. P., & Keskin, N. (2003). Entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for biological control of soil pests. Turkish Journal of Biology, 27(4), 181-202.
- İnak, E., Özdemir, E., Alpkent, Y. N., İnak, A., & Özkan, C. (2019). Entegre zararlı yönetimi ve gelişmekte olan ülkelerdeki durumu. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(1), 120-130.
- Jackson, T. A., & Klein, M. G. (2006). Scarabs as pests: a continuing problem. The Coleopterists Bulletin, 60(mo5), 102-119.
- Kaya, H. K., & Gaugler, R. (1993). Entomopathogenic nematodes. Annual Review of Entomology, 38(1), 181-206.
- Kaygin, A. T., Sönmez Yıldız, H., Ülgentürk, S., & Özdemir, I. (2008). Insect species damage on ornamental plants and saplings of Bartın province and its vicinity in the Western Black Sea region of Turkey. International Journal of Molecular Sciences, 9(4), 526-541.
- Khatri-Chhetri, H. B., Timsina, G. P., Manandhar, H. K., & Moens, M. (2011). Potential of Nepalese entomopathogenic nematodes as biocontrol agents against *Holotrichia longipennis* Blanch.(Coleoptera: Scarabaeidae). Journal of Pest Science, 84(4), 457-469.
- Kiliç, T., Doğan, E., Dursun, H. B., Çamurcu, S., Ünsal, H. T., & Kazaz, S. (2020). Bazı gül tür ve çeşitlerinde çiçek tozu bekletme süresinin polen canlılık ve çimlenme gücüne etkileri. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(Özel Sayı), 173-184.
- Lemke, T., Stingl, U., Egert, M., Friedrich, M. W., & Brune, A. (2003). Physicochemical conditions and microbial activities in the highly alkaline gut of the humus-feeding larva of *Pachnoda ephippiata*

- (Coleoptera: Scarabaeidae). *Applied and Environmental Microbiology*, 69(11), 6650-6658.
- Marianelli, L., Paoli, F., Torrini, G., Mazza, G., Benvenuti, C., Binazzi, F., & Roversi, P. F. (2018). Entomopathogenic nematodes as potential biological control agents of *Popillia japonica* (Coleoptera, Scarabaeidae) in Piedmont Region (Italy). *Journal of Applied Entomology*, 142(3), 311-318.
- Ormanoğlu, N., Emekci, M., & Ferizli, A. (2021). Böceklerle mücadelede nanoteknoloji. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(1), 181-202.
- Özdemir, E., & Bayram, Ş. (2017). Entomopatojen nematodlar ve simbiyotik bakterileri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 10(1), 6-12.
- Rodou, A., Ankrah, D. O., & Stathopoulos, C. (2010). Toxins and secretion systems of *Photorhabdus luminescens*. *Toxins*, 2(6), 1250-1264.
- Radev, Z. (2020a). Spread of *Cetonia aurata* L. In oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.) Plantations. *New knowledge Journal of science*, 9(4), 111-114.
- Ražov, J., Tóth, M., & Barić, B. (2009b). Harmfulness of adult rose chaffers *Cetonia aurata* L. and *Potosia cuprea fabricius* on fruits of represented peach and nectarine cultivars in Ravni Kotari. *Glasnik Zaštite Bilja*, 32(3), 19-26.
- Ražov, J., BaRič, B., & Dutto, M. (2009). Fauna of the cetoniid beetles (coleoptera, cetoniidae) and their damages on peach fruits in orchards of northern dalmatia, croatia. *Entomologia Croatica*, 13(2), 7-20.
- Simard, L., Bélair, G., & Brodeur, J. (2001). Susceptibility of the European chafer (Coleoptera: Scarabaeidae) to entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae). *Journal of Nematology*, 33(4S), 297.
- Sataloğlu, N., Aydın, B., & Turla, A. (2007). Pestisit zehirlenmeleri. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 6(3), 169-74.
- T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Armut Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele, Ankara – 2011, https://www.cadcom.com.tr/downloads/CsAgriMedya/documents/armut_hastaliklari.pdf
- Tiryaki, O., Canhilal, R., & Horuz, S. (2010). Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 26(2), 154-169.
- TUIK, 2012. *Tarım İstatistikleri Özeti. Türkiye İstatistik Kurumu*, Yayın No: 3877, Ankara
- Uzun, A., Yaman, M., Pınar, H., Çetin, N., & Say, A. (2018). Türkiye'de ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan sert çekirdekli meyvelerin üretim projeksiyonu. *Bahçe*, 47, 79-83.
- Vashisth, S., Chandel, Y. S., & Sharma, P. K. (2013). Entomopathogenic nematodes-a review. *Agricultural Reviews*, 34(3).
- Yılmaz, K. U., Uzun, A. (2011). Kayseri İli'nin meyvecilik potansiyeli açısından analizi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 27(3), 228-233.
- Yücel, S. A. (2012). Göztepe parkı (İstanbul) gül bahçesinde bulunan zararlı Arthropoda türleri üzerinde araştırmalar (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
- Yüksel, E., Ormanoğlu, N., İmren, M., & Canhilal, R. (2023). Assessment of biocontrol potential of different *Steinernema* species and their bacterial symbionts, *Xenorhabdus* species against larvae of almond moth, *Ephestia cautella* (Walker). *Journal of Stored Products Research*, 101, 102082.