

ISSN 2146-0035  
E-ISSN 2548-1002

# Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi

Turkish Journal of  
Biological Control



Yıl: 2024

Cilt (Volume): 15

Sayı (Number): 2

**Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi**  
(Turkish Journal of Biological Control)

Turkish Journal of Biological Control is a peer reviewed journal which has been published twice a year (July – December) by the Biological Control Society of Turkey. The Journal accepts original, full-length manuscripts and short communications relating to the biological control of pests, diseases and weeds in Turkish or English.

Annual subscription price: € 30

Price of single issue: € 20

**Corresponding address:**

Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi  
Çukurova Üniversitesi Kampüsü PTT Şubesi  
P.O. Box: 33 - 01330, Adana - Turkey

E-mail: [bimude@cu.edu.tr](mailto:bimude@cu.edu.tr)

Web: <http://www.biyolojikmucadele.org.tr>



CABI ve TÜBİTAK/ULAKBİM tarafından taranmaktadır. Indexed in CABI and TÜBİTAK/ULAKBİM.

All rights to articles published in this Journal are reserved by the Biological Control Society of Turkey. Permission must be obtained for reproduction in whole or in part of any form.

---

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ BASİMEVİ

Tel: 0322 338 60 69

[basimevidizgi@cu.edu.tr](mailto:basimevidizgi@cu.edu.tr)

**Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi**  
(Turkish Journal of Biological Control)

**Sahibi** (Owner – On behalf of Biological Control Society of Turkey):

M. Rifat ULUSOY

**Sorumlu Müdür** (Editor in Chief): Kamil KARUT

**İngilizce Editor (English Editor):** Gregory T. SULLIVAN

**Düzenleme Kurulu** (Editing Board):

Cengiz KAZAK	Mehmet Rifat ULUSOY	Kamil KARUT
Ali ERKILIÇ	Serkan PEHLİVAN	Hilmi TORUN
Miraç YAYLA		

**Danışma Kurulu / Advisory Board**

AYSAN Y., Adana	KAZAK C., Adana
BAŞPINAR H., Aydın	KODAN M., Ankara
BAYHAN E., Diyarbakır	KOTAN R., Erzurum
ÇIKMAN E., Şanlıurfa	ÖZAKTAN H., İzmir
DEMİR İ., Trabzon	ÖZDER N., Tekirdağ
DEMİR S., Van	ÖZKAN C., Ankara
ER M. K., Kahramanmaraş	SATAR S., Adana
ERKILIÇ A., Adana	SERTKAYA E., Antakya
ERLER F., Antalya	STATHAS G., Yunanistan
FURSOV V., Ukrayna	SULLIVAN S., Samsun
GÖKÇE A., Niğde	SUSURLUK İ. A., Bursa
GÖZEL U., Çanakkale	ŞENAL D., Kocaeli
HAYAT M., Hindistan	ŞENGONCA Ç., Almanya
HAZIR A., Adana	ULUSOY M. R., Adana
JAPOSHVILI G., Gürcistan	UYGUN N., Adana
KARACA İ., Isparta	UYGUR S., Adana
KARACAOĞLU M., Adana	ÜLGENTÜRK S., Ankara
KASAP İ., Çanakkale	YOLDAŞ Z., İzmir
KARUT K., Adana	YURTCAN M., Edirne

**Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi**  
(Turkish Journal of Biological Control)

**Yıl:** 2024

**Cilt (Volume):** 15

**Sayı (Number):** 2

**İnceleme ve Değerlendirmede Bilimsel Olarak**  
**Katkıda Bulunanlar**  
(Scientific Advisory Board)

AY Recep, Isparta

AYDIN Gökhan, Isparta

ÇAKMAK İbrahim, Aydın

ERDEM Esengül, Şırnak

KASAP İsmail, Çanakkale

KAYDAN Mehmet Bora, Adana

KEÇECİ Mehmet, Malatya

KUMRAL Nabi Alper, Bursa

ÖRGEL Semih, Manisa

YÜKSEL Ebubekir, Kayseri

İçindekiler (Contents)

*Orijinal araştırmalar (Original articles)*

*Sayfa (Page)*

Virulence of two strains of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae) against adults of *Sitophilus granarius* L. (Coleoptera: Curculionidae)

**İki yerel entomopatojen nematod türünün (Rhabditida: Steinernematidae) farklı sıcaklıklarda buğday unlu biti *Sitophilus granarius* L. (Coleoptera: Curculionidae) erginleri üzerindeki etkinliği**

Taylan ÇAKMAK.....57-64

İzmir ili pamuk tarlalarında görülen zararlı akarlar ile ilişkili bazı predatör türler ve popülasyon gelişimleri

**Predatory species and their population dynamics associated with pest mites in cotton fields of İzmir province**

Rukiye ERNUR ÇİFTÇİ, İsmail KASAP.....65-72

Chlorantraniliprole ve flubendiamide'in *Asphondylia gennadii* (Marchal) (Diptera: Cecidomyiidae)'ye karşı biyolojik etkinliği ile *Orius laevigatus* ve *Amblyseius swirskii*'ye karşı yan etkilerinin belirlenmesi

**Determination of biological activity of chlorantraniliprole and flubendiamide against *Asphondylia gennadii* (Marchal) (Diptera: Cecidomyiidae) and side effects against *Orius laevigatus* and *Amblyseius swirskii***

Musa KIRIŞIK.....73-84

Türkiye için yeni bir avcı tür: *Cybocephalus nipponicus* Endrödy-Younga (Coleoptera: Cybocephalidae)

**A new predator species for Türkiye: *Cybocephalus nipponicus* Endrödy-Younga (Coleoptera: Cybocephalidae)**

Şükran OĐUZÖĐLU, Mustafa AVCI, Gülser PATLAR.....85-94

The impact of daily limited prey density levels on some biological characteristics of *Phytoseiulus persimilis* Athis-Henriot at various temperature and humidity conditions

**Farklı sıcaklık ve nem koşullarında günlük sınırlı av yoğunluğu düzeylerinin *Phytoseiulus persimilis* Athis-Henriot'un bazı biyolojik özellikleri üzerine etkisi**

Cengiz KAZAK.....95-105

*Özgün makale (Original article)*

**Virulence of two strains of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae) against adults of *Sitophilus granarius* L. (Coleoptera: Curculionidae)**

Taylan ÇAKMAK <sup>1\*</sup>

**İki yerel entomopatojen nematod türünün (Rhabditida: Steinernematidae) farklı sıcaklıklarda buğday unlu biti *Sitophilus granarius* L. (Coleoptera: Curculionidae) erginleri üzerindeki etkinliği**

**Öz:** Türkiye, buğday bitkisinin anavatanıdır. Türkiye'de buğday üretimi özellikle İç ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yoğunlaşmıştır. *Sitophilus granarius* L. (Coleoptera: Curculionidae), buğdayda başlıca depo zararlılarından biri olup, Türkiye'de buğday üretiminde önemli bir sorun teşkil etmektedir. Türkiye'de Bilecik ilinden zeytin ve erik bahçelerinden elde edilen iki yerel entomopatojenik nematod türü: *Steinernema feltiae* (İzolat 8), *S. carpocapsae* (İzolat 27), dört farklı konsantrasyon (250, 500, 1000 ve 2000 IJs/ml) ve dört farklı sıcaklıkta (15, 20, 25 ve 30 °C) *S. granarius* erginleri üzerinde test edilmiştir. İki entomopatojen nematod izolatının *S. granarius* üzerindeki enfeksiyon oranları ve etkinlikleri 8 gün boyunca izlenmiş ve ölüm oranları tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, uygulama sonrası 8. günde *S. granarius*'un ergin canlı sayısı, *S. feltiae* ve *S. carpocapsae*'nin farklı IJs dozlarına göre karşılaştırıldığında en düşük canlı ergin sayısı 3. dozda (1000 IJs/ml) *S. carpocapsae*'de 25 °C'de  $0.63 \pm 0.47$  olarak gözlenirken, bunu *S. carpocapsae*'nin 30 °C'de verdiği sonuçlar ( $0.83 \pm 0.69$ ) ve 20 °C sıcaklıktaki ( $0.83 \pm 1.06$ ) takip etmiştir. *S. feltiae*'de ise uygulama sonrası 8. günde 2000 IJ/ml dozunda 20 °C'de  $1.63 \pm 0.94$ , 20 °C'de ise  $2.00 \pm 0.70$  canlı ergin sayısı gözlemlenmiştir. Genel olarak, *S. carpocapsae*/27 izolatının *S. granarius* erginlerini *S. feltiae*/8 izolatına göre daha başarılı bir şekilde enfekte ettiği ve her iki izolatın da *S. granarius* erginlerine karşı biyolojik mücadelede kullanılma potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

**Keywords:** *Sitophilus granarius*, *Steinernema feltiae*, *Steinernema carpocapsae*, biyolojik mücadele.

**Abstract:** Türkiye is the country of origin for the wheat plant, and a significant portion of wheat production is concentrated in the southeastern and central provinces. One of the most serious pests affecting stored wheat grains in Türkiye is *Sitophilus granarius* L. (Coleoptera: Curculionidae), posing a significant threat to wheat production. This study evaluated the efficacy of two locally sourced entomopathogenic nematode (EPN) species, *Steinernema feltiae* (Strain 8) and *Steinernema carpocapsae* (Strain 27), isolated from olive and plum orchards in Bilecik, Türkiye. The experiment was conducted using four different concentrations of infective juveniles (IJs) (250, 500, 1000, and 2000 IJs/ml) at four

<sup>1</sup> Düzce University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Düzce, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): taylancakmak@duzce.edu.tr

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0003-4151-5724

Received (Alınış): 29 Ağustos 2024

Accepted (Kabul ediliş): 16 Aralık 2024

temperatures (15, 20, 25, and 30 °C). Mortality rates of *S. granarius* adults were assessed over an 8-day period following the application of EPNs. Results showed that on the 8th day post-application, the lowest number of surviving *S. granarius* adults was recorded at the 1000 IJs/ml concentration of *S. carpocapsae*, with  $0.63 \pm 0.47$  at 25 °C. This was followed by  $0.83 \pm 0.69$  at 30 °C and  $0.83 \pm 1.06$  at 20 °C for the same nematode species. In contrast, *S. feltiae* exhibited higher survival rates, with  $1.63 \pm 0.94$  living adults at 20 °C and  $2.00 \pm 0.70$  at 2000 IJs/ml on the 8th day post-application. Overall, the *S. carpocapsae* (Strain 27) isolate demonstrated greater efficacy in infecting *S. granarius* adults compared to the *S. feltiae* (Strain 8) isolate. Both isolates exhibit significant potential for use in the biological control of *S. granarius* adults.

**Keywords:** *Sitophilus granarius*, *Steinernema feltiae*, *Steinernema carpocapsae*, biological control

## Introduction

Wheat (*Triticum aestivum* L. emend. Fiori et Paol.) is one of the most important crops providing a staple food source for humans. As the global population rapidly increases, the demand for food, and consequently wheat, continues to grow. The world population, which was 6.1 billion in 2000, is projected to reach 9.3 billion by 2050 (Anonymous, 2009). In Türkiye, wheat holds significant importance in terms of nutritional potential. In 2021, approximately 68 million decares were planted with wheat, yielding around 18 million tonnes (Kahraman & Kahraman 2023).

*Sitophilus granarius* Linnaeus (Coleoptera: Curculionidae), commonly known as the granary weevil, is a major pest in grain storage facilities, particularly in continental regions (Niewiada et al. 2005). This insect feeds on wheat grains, leading to substantial reductions in both grain quality and yield (Ebadollahi 2011). The use of chemical insecticides remains a widely accepted method for pest control (Huang & Subramanyam 2005), but concerns about their environmental and health impacts have grown. As a result, there has been an increasing focus on developing environmentally safe, effective, and biodegradable alternatives, leading to a surge in biological control research (Sarkar et al. 2021).

Among the biological control agents, nematodes are known to interact with insects, with 23 families having parasitic relationships with them. Seven of these families are exclusively composed of insect-parasitic nematodes (Poinar 1975). The families Steinernematidae and Heterorhabditidae (Rhabditida) are particularly important for biological control, as these nematodes are widely used as microbial insecticides. Commercially produced by various companies, these nematodes have proven effective against a broad range of pest species (Grewal et al. 2005; Koppenhöfer 2007). Entomopathogenic nematodes (EPNs), obligate parasites of insects, play a significant role in biological control by targeting insect pests, particularly in the soil. One of the key advantages of EPNs over chemical insecticides is their host specificity (Smart 1995).

EPNs have demonstrated effective control of pests like *S. granarius*. When applied in storage environments, they actively seek out their hosts, causing no harm to vertebrates, and effectively eliminate insect pests even at low doses. Typically, EPNs kill their hosts within 48 hours by inducing septicemia through the release of symbiotic bacteria (Ünlü & Özer 2003). The infective juvenile (IJ) stage, the most

active life stage, is the third larval stage. It resides in the soil and searches for hosts, with the ability to survive for over a year without one. Infective juveniles enter the host's hemocoel through natural openings (mouth, anus, spiracles) or penetrate thinner areas of the cuticle. This is especially true for Heterorhabditidae, which have dorsal labial teeth to aid penetration (Bedding & Molyneux 1982; Wang & Gaugler 1998).

Inside the host, the nematodes and their symbiotic bacteria feed on the host's tissues, allowing the nematodes to grow and reproduce within the insect cadaver (Poinar & Grewal 2012). The nematodes feed for about 2-3 generations, until the host's resources are depleted. Eventually, infective juveniles in the J3 stage emerge from the cadaver, migrate into the soil, and begin searching for new hosts (Poinar 1979; Akhurst & Boemare 2018).

While there are concerns about the efficacy of EPNs at low temperatures, they can actively be used against *S. granarius* at temperatures above 15°C. Below this threshold, EPNs may be less effective in infecting *S. granarius* adults. The aim of this study is to investigate the virulence of two local *Steinernema* isolates (*S. feltiae* and *S. carpocapsae*) at four different temperatures (15, 20, 25 and 30°C) with virulence observations conducted at two-day intervals over an eight-day period, targeting the adult stage of *S. granarius* under laboratory conditions.

## Materials and Methods

### Mass Production of *Sitophilus granarius* Adults

The wheat weevil, *S. granarius*, used in this study was reared in the laboratory using 1-liter glass jars filled with bread wheat grains. The tops of the jars were covered with finely porous cloth to allow ventilation while preventing the adults from escaping. The cultured insects were kept in an incubator set at 27±1 °C and 60±5% relative humidity (Davis & Bry, 1985). Adult insects aged between 1 and 7 days were selected for use in laboratory experiments. The insect culture was maintained in the culture room of the Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Düzce University.

### Mass Production of *Galleria mellonella*

*G. mellonella* larvae were reared on an artificial diet composed of 500 g of coarse bran, 50 g of honey, 65 ml of glycerin, and 25 ml of sterile water. The larvae were grown in glass jars and kept in incubators at 27±1°C (Kaya & Stock 1997). Some of the developed larvae were reintroduced into the jars to maintain the culture, while others were used for the mass production of entomopathogenic nematodes (EPNs).

### Mass Production of Entomopathogenic Nematodes (EPNs)

EPNs used in this study were isolated from soil samples collected from olive and plum orchards in Bilecik, Türkiye (Table 1). The nematodes were identified through morphological and morphometric measurements. Infective juveniles (IJs) were obtained by exposing last-instar *G. mellonella* larvae to 100 g of soil. Fresh isolates were cultured and produced on late-instar *G. mellonella* larvae. The nematode cultures were renewed every two months in the laboratory, ensuring their viability.



Emergence of IJs from each *G. mellonella* larva was observed within 2-4 days under optimal conditions, depending on the EPN species.

### **Determination of the effectiveness of entomopathogenic nematodes on *S. granarius***

The experimental procedure followed the methodology described by Trdan et al. (2006). Freshly emerged infective juveniles (IJs) from *G. mellonella* larvae were counted and assessed for viability under an Olympus binocular microscope before use. After determining the concentration of IJs, they were placed in sterile Eppendorf tubes containing sterile water for subsequent applications.

Petri dishes (9 cm diameter) were prepared by placing filter paper and 10 wheat grains in each dish. Then, 10 adult *S. granarius* (aged 1-7 days) were introduced to the dishes. Nematodes were applied to the *S. granarius* adults using a micropipette. The dishes were incubated in the dark at four different temperatures (15, 20, 25, and 30°C) and 65% relative humidity (Model N: MCO-170AC-PE) following Kaya & Stock (1997). Each treatment (control with only sterile water, 250, 500, 1000, and 2000 IJs/ml) was replicated three times.

The cadavers of dead *S. granarius* adults were collected at each observation day (2, 4, 6, and 8 days post-application) using a needle under a stereo microscope (Olympus). The number of dead adults was recorded, and 10 grains of wheat were provided as sustenance for the control group.

**Table 1.** Entomopathogenic nematode species and isolate numbers used in this study (Çakmak, 2024)

<b>Isolate</b>	<b>Species</b>	<b>Location</b>	<b>Host Plant</b>
Strain 8	<i>Steinernema feltiae</i>	Bilecik	Olive orchard
Strain 27	<i>Steinernema carpocapsae</i>	Bilecik	Plum orchard

### **Statistical analysis**

Data were analyzed using a three-way repeated measures ANOVA with STATISTICA 14.0.0.15 (TIBCO Software Inc., 2020) to assess differences in the number of living *S. granarius* adults at different nematode concentrations for the two EPN strains. All data are presented as mean  $\pm$  standard error. The least significant difference (LSD) test was used to compare means, with a significance level set at  $p \leq 0.05$ .

### **Results and Discussion**

The infection of *Sitophilus granarius* were assessed by counting live and dead adults at various observation points following the application of entomopathogenic nematodes (EPNs). The infection potential varied depending on temperature and the concentration of infective juveniles (IJs) of the applied EPN species. The virulence of each EPN strain was influenced by different temperatures and EPN isolates (Figure 1 and 2).

The highest mean numbers were observed with the *Steinernema carpocapsae* (27 isolate), yielding the lowest number of live *S. granarius* adults at  $0.63 \pm 0.47$  on the 8th day post-application at 25 °C (Figure 2).

On the 4th day post-application, *S. carpocapsae* was more effective in reducing *S. granarius* populations compared to *S. feltiae* ( $1.97 \pm 0.72$  at 20 °C;  $1.87 \pm 1.26$  at 25 °C), while *S. feltiae* resulted in higher numbers of surviving adults ( $6.53 \pm 1.59$  at 20 °C and  $7.13 \pm 1.63$  at 25 °C) at dose 4 (2000 IJs/ml) (Figure 1 and 2).

By the 6th day post-application, under dose 4 (2000 IJs/ml), the number of live adults was again lower in the *S. carpocapsae* group, with  $0.73 \pm 1.33$  at 25 °C and  $0.80 \pm 1.48$  at 20 °C. At dose 3 (1000 IJs/ml), *S. feltiae* exhibited its highest efficacy at 20 °C with  $2.87 \pm 1.50$ , followed by  $3.33 \pm 1.46$  at 25 °C (Figure 1 and 2).

On the 8th day, a comparison of *S. granarius* survival rates across different doses of *S. feltiae* and *S. carpocapsae* revealed that *S. carpocapsae* (1000 IJs/ml) was most effective at 25 °C, resulting in  $0.63 \pm 0.47$  live adults. This was followed by *S. carpocapsae* at 20 °C with  $0.83 \pm 1.06$  live adults and  $0.83 \pm 1.69$  at 30 °C with dose 4 (2000 IJs/ml). In contrast, *S. feltiae* resulted in  $1.63 \pm 0.94$  live adults at 20 °C and  $2.00 \pm 0.70$  at 20 °C with 2000 IJs/ml (Figure 1 and 2).

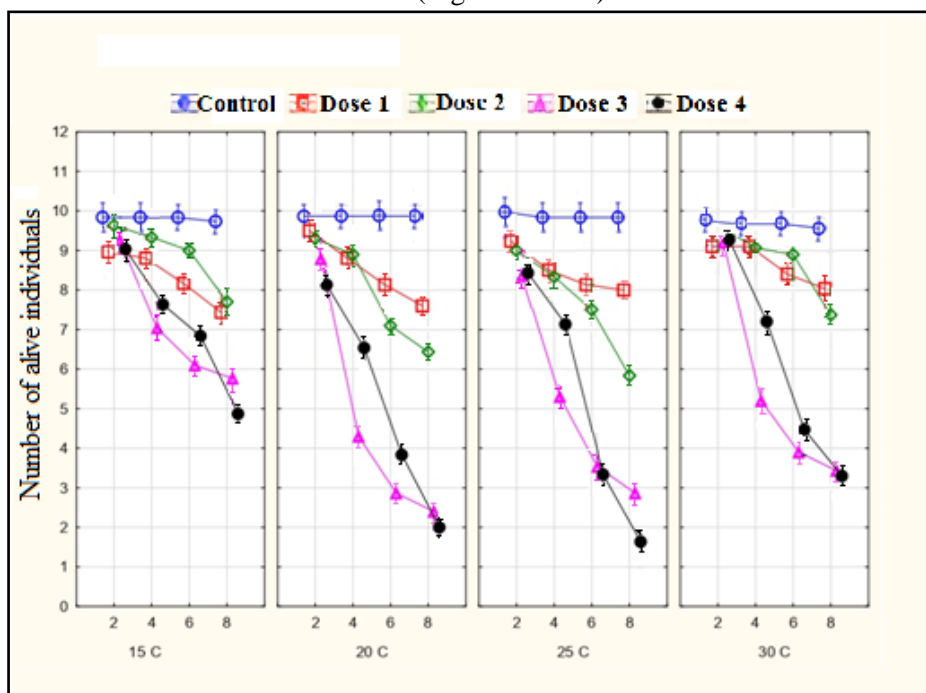


Figure 1. Virulence of *Steinernema feltiae* on *Sitophilus granarius* adults (number of alive individuals out of 10 adults) under laboratory conditions with four different temperatures (Mean $\pm$ SE). Differences between means tagged with colors compared to control days were significant ( $P < 0.05$ ). Control group (0 IJs); Dose 1: 250 IJs/ml; Dose 2: 500 IJs/ml; Dose 3: 1000 IJs/ml and Dose 4: 2000 IJs/ml of *Steinernema feltiae* per 10 adults of *S. granarius*. ( $F(36, 160) = 0.116$ ;  $P = 0.016$ ) LSD test; Homogenous Groups,  $\alpha = 0.05000$  (Non-Exhaustive Search) Error: Between MS = 1,1323,  $df = 160.00$  (Mean $\pm$ SE).

Overall, both isolates performed best at 25 °C, and increasing the concentration of IJs resulted in higher mortality rates, as expected.

Recent studies on the use of EPNs against *S. granarius* adults have shown promising results. For instance, Trdan et al. (2006) tested four EPN species (*Heterorhabditis bacteriophora*, *H. megidis*, *Steinernema feltiae*, and *S. carpocapsae*) and reported high efficacy against *S. granarius* adults. Similarly, Negrisoni et al. (2013) found that increasing temperatures led to higher mortality rates in *Sitophilus* species.

Laznik et al. (2010) evaluated the virulence of three *S. feltiae* strains against *Sitophilus oryzae* adults, with mortality rates ranging from 42% to 72% at 25 °C, and significantly lower mortality (6% to 11%) at 30 °C. In Türkiye, Yüksel et al. (2019) reported that *S. feltiae* isolates demonstrated the highest virulence (86%) against *S. granarius* adults at 25 °C.

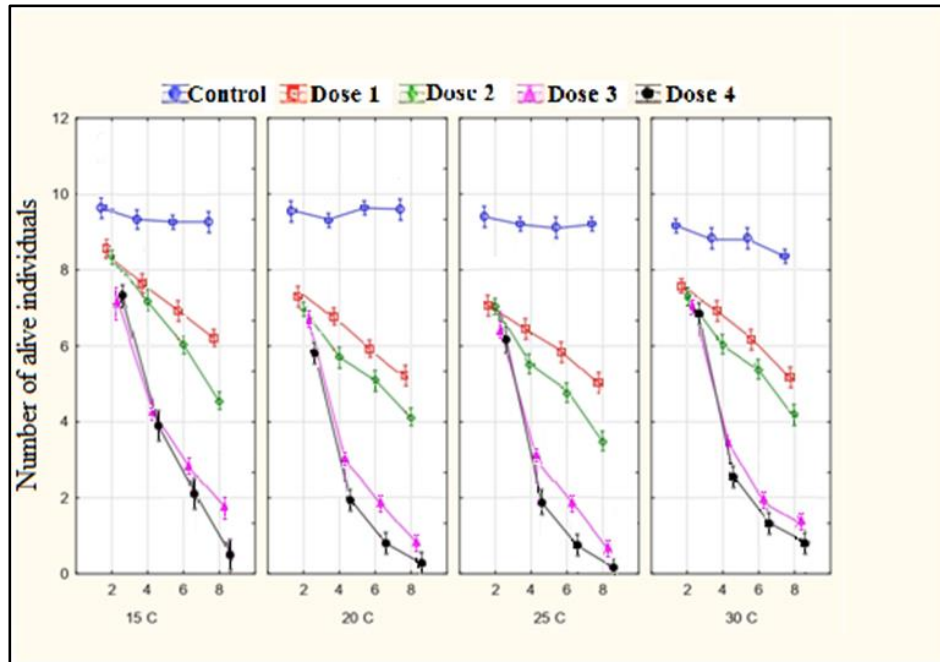


Figure 2. Virulence of *Steinernema carpocapsae* on *Sitophilus granarius* adults (number of alive individuals out of 10 adults) under laboratory conditions with four different temperatures (Mean±SE). Differences between means tagged with colors compared to control days are significant ( $P < 0.05$ ). Dose 1: Control group (0 IJs/ml); Dose 1: 250 IJs/ml; Dose 2: 500 IJs/ml; Dose 3: 1000 IJs/ml and Dose 4: 2000 IJs/ml of *Steinernema carpocapsae* per 10 adults of *S. granarius*. ( $F(36, 160)=1,555$ ,  $P=0.034$ ) LSD test; Homogenous Groups,  $\alpha=0.05000$  (Non-Exhaustive Search) Error: Between MS = 0.31458,  $df = 160.00$ .

Temperature significantly affected infection rates, with the highest mortality observed at 25 °C and reduced efficacy at 30 °C. This suggests that temperature is a critical factor in optimizing nematode applications for biological control, and strategies must be tailored to the specific environmental conditions of the application site. The findings align with those of Trdan et al. (2006) and Negrisoni et al. (2013), supporting the notion that higher temperatures increase EPN efficacy. Additionally,

the studies conducted in Türkiye by Yüksel et al. (2019) reaffirm the potential for biological control in local contexts.

Protecting stored products using chemical pesticides is challenging, and the focus should shift towards employing EPNs for pest control. In this study, infection rates of *S. granarius* adults varied based on the nematode species and the temperature at which they were applied. Higher temperatures consistently resulted in higher infection rates. While *S. feltiae* (Strain 8) showed lower activity against *S. granarius*, both isolates, *S. carpocapsae* (Strain 27) and *S. feltiae* (Strain 8), demonstrated similar levels of virulence across various temperatures (15, 20 and 25 °C). However, *S. carpocapsae* (Strain 27) exhibited the highest overall efficacy.

The increasing use of EPNs in biological control against storage pests is due to their broad host range, high mortality rates, ease of application, and minimal environmental and health impacts. This study demonstrates that EPN isolates are effective against *S. granarius*, and special application methods may enhance their efficacy in storage conditions. Notably, *S. carpocapsae* (Strain 27) showed superior performance against *S. granarius* adults, making it a promising candidate for future biological control efforts.

The present study confirms the potential of using *S. feltiae* and *S. carpocapsae* in biological control, particularly against *S. granarius*. The high infection rates of *S. carpocapsae* highlight its potential for future biological control programs. These results underscore the importance of environmentally friendly alternatives to chemical insecticides, benefiting both environmental and human health. Future research should explore the effectiveness of EPNs against different pest populations and environmental conditions. Additionally, alternative application methods may improve their efficacy in storage settings, representing an important step in advancing biological control strategies in Türkiye.

## References

- Akhurst R. J. & N. E. Boemare, 2018. Biology and taxonomy of *Xenorhabdus*. In Entomopathogenic nematodes in biological control CRC press, p. 75-90.
- Bedding R. A. & A. S. Molyneux, 1982. Penetration of insect cuticle by infective juveniles of *Heterorhabditis* spp. (Heterorhabditidae: Nematoda). *Nematologica*, 28 (3): 354-359.
- Çakmak T. (2024). Comparative analysis of soil nematode biodiversity from five different fruit orchards in Osmaneli district, Bilecik, Türkiye. *Journal of Nematology*, 56(1).
- Ebadollahi A., 2011. Susceptibility of two *Sitophilus* species (Coleoptera: Curculionidae) to essential oils from *Foeniculum vulgare* and *Satureja hortensis*. *Ecologia Balkanica*, 3(2): 1-13
- Grewal P. S., R. U. Ehlers & D. I. Shapiro-Ilan, 2005. Nematodes as biocontrol agents. CABI Publishing, USA, p. 505-506.
- Huang F., & B. Subramanyam, 2005. Management of five stored product insects in wheat with pirimiphos methyl and pirimiphos methyl plus synergized pyrethrins. *Pest Management Science*, 61(4): 356-362.
- Kahraman R. A. N. D., & A. Kahraman, 2023. Sustainable Agricultural Production: Perspective on Wheat and Dry Bean—World and Türkiye. Advanced strategies, Iksad Publishing, Ankara, p. 3-43.
- Kaya H. K. & S. P. Stock, 1997. Techniques in insect nematology. In: Lacey, L.A. Ed. manual of techniques in insect pathology. Biological Techniques Series. San Diego, London: Academic Press, p. 281-324.

- Koppenhöfer A. M., 2007. Nematodes. In "Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology: Application and Evaluation of Pathogens for Control of Insects and Other Invertebrate Pests" Lawrence A.L. & H.K. Kaya, eds., Springer, 249, P.O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, The Netherlands, p. 16-28.
- Laznik Ž., T. Tóth, T. Lakatos, M. Vidrih & S. Trdan, 2010. The activity of three new strains of *Steinernema feltiae* against adults of *Sitophilus oryzae* under laboratory conditions. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8(1): 150-154.
- Negrisolí C. R. D. C. B., A. S. N. Júnior, D. Bernardi, & M. S. Garcia, 2013. Activity of eight strains of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae) against five stored product pests. *Experimental Parasitology*, 134(3): 384-388.
- Niewiada A., J. Nawrot, J. Szafranek, B. Szafranek, E. Synak, H. Jeleń, & E. Wąsowicz, 2005. Some factors affecting egg-laying of the granary weevil (*Sitophilus granarius* L.). *Journal of Stored Products Research*, 41(5): 544-555.
- Poinar G. O. & P. S. Grewal, 2012. History of entomopathogenic nematology. *Journal of Nematology*, 44 (2): 153 - 161.
- Poinar G. O. Jr., 1979. Nematodes for biological control of insects, C.R.C. Press, p. 249-277, Boca Raton, FL.
- Poinar G. O. 1975. Entomogenous nematodes: a manual and host list of insect-nematode associations. Brill Archive, p, 51-55.
- Sarkar S., J. D. B. Gil, J. Keeley, & K. Jansen, 2021. The use of pesticides in developing countries and their impact on health and the right to food. European Union, p. 12-13.
- Smart Jr. G. C., 1995. Entomopathogenic nematodes for the biological control of insects. *Journal of Nematology*, 27 (4S): 529.
- Trdan S., M. Vidrih, & N. Valič, 2006. Activity of four entomopathogenic nematode species against young adults of *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) under laboratory conditions. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 113 (4): 168-173.
- Ünlü İ. O. & N. Özer, 2003. Evaluation of the reproductive potential and competition between two entomopathogenic nematodes, *Steinernema feltiae* Filipjev, 1934 (Rhabditida: Steinernematidae) and *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae). *Turkish Journal of Biology*, 27 (3): 149-155.
- Wang Y. & R. Gaugler, 1998. Host and penetration site location by entomopathogenic nematodes against Japanese beetle larvae. *The Journal of Invertebrate Pathology*, 72 (3): 313-318.
- Yüksel E., R. Canhilal, & M. Imren, 2019. Potential of four Turkish isolates of entomopathogenic nematodes against three major stored products insect pests. *Journal of Stored Products Research*, 83: 317-321.

*Özgün makale (Original article)*

## İzmir ili pamuk tarlalarında görülen zararlı akarlar ile ilişkili bazı predatör türler ve popülasyon gelişimleri

Rukiye ERNUR ÇİFTÇİ<sup>1</sup>, İsmail KASAP<sup>2\*</sup>

### Predatory species and their population dynamics associated with pest mites in cotton fields of İzmir province

**Abstract:** This study, conducted during 2019–2020, aimed to identify predator species associated with pest mites in cotton fields located in the Menemen and Bergama districts of İzmir Province, Turkey. The red form of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) was identified as the primary pest species in these fields. Additionally, 11 predatory species from 4 families and 3 orders were recorded as beneficial organisms. Among these, the Phytoseiidae family (Acari), which predominantly preys on harmful mites and regulates their populations, emerged as the most significant group, comprising 3 species across 2 genera. The predatory insect fauna included 6 species from 4 genera within the Coccinellidae family (Coleoptera) and 2 species from the Thripidae and Acolothripidae families (Thysanoptera). *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot was identified as the most prevalent predatory species. Peak population densities of these predatory mites were observed in late July to mid-August, with an average of 20–21 mites per leaf in cotton fields.

**Key words:** Predator, Biological control, Fauna, İzmir, Cotton

**Öz:** Bu çalışma İzmir iline bağlı Menemen ve Bergama ilçeleri pamuk alanlarında görülen zararlı akarlar ile ilişkili bazı türleri saptamak ve bu türlerin popülasyon gelişimlerini belirlemek amacı ile 2019-2020 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmalar sonucunda pamuk alanlarında zararlı olarak *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'nin kırmızı formu, faydalı türlerden ise 3 takımından 4 familyaya bağlı 11 avcı tür saptanmıştır. Bu familyalar içerisinde, zararlı akarlar ile yoğun olarak beslenen ve onların popülasyonları ile ilişkili olan Phytoseiidae (Acari) familyası, 2 cinse ait 3 tür ile en önemli grubu oluşturmuştur. Avcı böceklerden Coccinellidae (Coleoptera) familyasından 4 cinse bağlı 6 tür ve Thripidae ile Acolothripidae (Thysanoptera) familyalarından ise 2 predatör tür belirlenmiştir. Bu türler içerisinde *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot en yaygın tür olarak gözlenmiştir. Bu avcı akarların pamuk alanlarında, Temmuz ayının sonu ile Ağustos ayının ortalarında yaprak başına ortalama 20-21 akar ile en yüksek popülasyon yoğunluğuna ulaşabildikleri gözlenmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Avcı, Biyolojik Mücadele, Fauna, İzmir, Pamuk

## Giriş

<sup>1</sup> Narlıdere İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 35320 İzmir, Türkiye

<sup>2</sup> Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 17020, Çanakkale, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: ikasap@comu.edu.tr

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0002-4309-0726; 0000-0002-0015-4558

Received (Alınış): 12 Eylül 2024

Accepted (Kabul ediliş): 16 Aralık 2024

Pamuk bitkisi (*Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae)), insanın doğumundan ölümüne kadar hayatının bir parçası olan oldukça önemli bir kültür bitkisidir. Pamuk bitkisi, zorunlu kullanım alanıyla insanlık için, yarattığı katma değer ve istihdam olanaklarıyla da üretici ülkeler için ekonomik öneme sahip bir üründür (Başal 2016). Pamuk, işlenmesi yönünden çırçır sanayisinin, lifi yönünden tekstil sanayisinin, çekirdeği yönünden yağ ve yem sanayisinin, linteri yönünden de kağıt sanayisinin hammaddesidir. Petrole seçenek olarak pamuğun çekirdeğinden elde edilen yağ, son yıllarda biyodizel üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır (Anonymous 2020a). Türkiye, 2019-2020 pamuk üretim döneminde, dünya pamuk üretiminde altıncı, birim alandan elde edilen verimde beşinci, tüketimde altıncı, ithalatta ise dördüncü sıradadır (Anonymous 2020b). 2019 yılında Güneydoğu Anadolu Bölgesinin tüm ekim alanları içerisindeki payı %60 olurken, Çukurova yöresinin %20, Ege Bölgesinin payı ise % 19 olmuştur (TÜİK 2020a). Türkiye’de 2019 yılında üretilen pamuğun %85’ini karşılayan 6 il sırasıyla Şanlıurfa (%37), Aydın (%11), Diyarbakır (%11), Hatay (%10), Adana (%9) ve İzmir (%6)’dir (TÜİK 2020b).

İzmir ili pamuk üretimi açısından oldukça geniş bir alana sahiptir ve 2019 yılında 252.945 da alanda pamuk ekimi yapılmış, 141.920 ton ürün hasat edilmiş ve 561 kg/da verim elde edilmiştir. İzmir ilinde pamuk üretiminin en yüksek olduğu ilçeler ise Menemen (82.129 da) ve Bergama (79.169 da) ilçeleri olmuştur (TÜİK 2020c). Pamuk üretiminde diğer etmenlerin yanında hastalık ve zararlıların neden olduğu verim kayıplarından dolayı üretim azalmaktadır. Zararlılar içerisinde ise Acari Altıncı sınıfı içerisindeki Tetranychidae familyasına bağlı türler oldukça önemli bir konuma sahiptirler ve pamuğun gelişmesini, verimi ve ürün kalitesini bozarak pazar değerini düşürmektedirler (Sulek & Cakmak 2022; Sulek et al. 2023; Yüksel et al. 2024). Ege Bölgesi’nde pamuk alanlarında, *Tetranychus urticae* Koch, *T. cinnabarinus* Boisduval (günümüzde *T. urticae*’nin sinonimi olarak kabul edilmektedir, Auger et al. 2013), *T. turkestanii* Ugarov & Nikolskii (= *T. atlanticus*) ve *T. desertorum* Banks (Acari. Tetranychidae) olmak üzere dört kırmızıörümcek türü rapor edilmiştir (Düzgüneş, 1962; Dinçer, 1975). Mart (2017) Ege, Doğu Akdeniz Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde pamuk alanlarında *T. urticae*’nin hakim kırmızıörümcek türü olduğunu bildirmiştir. Yüksel et al. (2024) Aydın ilinde pamuk alanlarında *T. urticae*’nin kırmızı formu (%57.1) ve *T. turkestanii* (%39.3)’nin en yaygın görülen türler olduğu, *T. urticae*’nin yeşil formunun (%3,6) ise daha nadir gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Tarım alanlarında zararlı akarların popülasyonlarının kontrol altında tutulmasında en önemli etken ise predatör türlerdir ve bu türler içerisinde ise en önemli grup predatör akarlardır (Jeppson et al. 1975; Şekeroğlu 1984; Kasap & Çobanoğlu 2007; Faraji et al. 2011). Predatör akarlar içerisinde Phytoseiidae familyasında yer alan türler, kırmızıörümceklerin en önemli avcıları olarak bilinirler.

Bu nedenle bu çalışmada, İzmir ili pamuk alanlarında bulunan fitofag akar türleri ile ilişkili olduğu düşünülen ve bu akarların popülasyon yoğunluğu üzerinde etkili olan predatör türlerin belirlenmesi ve Phytoseiidae familyasına bağlı avcı türlerin popülasyon gelişimlerinin saptanması amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada İzmir ilinin önemli pamuk üretim alanlarından olan Menemen ve Bergama ilçelerindeki pamuk alanlarında bulunan zararlı akarlar üzerinde beslenen ve bu akar türleri ile ilişkili önemli avcı türleri saptamak ve Phytoseiidae familyasına bağlı avcı akarların popülasyon gelişimlerinin belirlenmesi amacı ile gözlemler yapılmıştır. Çalışmalar 2019-2020 yıllarında pamuk üretim sezonu içerisinde İzmir ilinin Menemen ilçesinin 3 farklı mahallesinden (Kesik 2, Tuzçullu 2 ve Maltepe 2) ve Bergama ilçesinin de 3 farklı mahallesinden (Aşağıkırıklar 2, Süleymanlı 2, Göçbeyli 2) ikişer tarlada olmak üzere toplamda 12 tarlada çalışmalar yürütülmüştür. Pamuk alanlarının seçiminde farklı yöneyler ve alanlar olmasına dikkat edilmiş, üreticilerin yaygın olarak kullandıkları çeşitler, üretim ve mücadele yöntemlerinin benzer olması göz önüne alınmıştır. Bu tarlalarda örneklemelere pamuk bitkisinin dört yapraklı olduğu Mayıs ayında başlanmış ve ekim ayına kadar haftalık olarak gidilerek zararlı ve yararlı türler saptanmıştır. Akar örnekleri tarlayı temsil edecek şekilde her bir tarladan 50 adet yaprak örneği alınarak, kese kağıtlarına yerleştirilmiş, üzerine örneğin alındığı ilçe, köy, tarih ve tarla numarası yazılarak naylon poşet içerisinde buz kutularına yerleştirilerek laboratuvara getirilmiştir. Alınan yaprak örnekleri sayımları yapılmaya kadar +4°C’de buzdolabında saklanmıştır. Yapraklar üzerindeki zararlı ve predatör akar türleri stereo-binoküler mikroskop altında kontrol edilerek sayımları yapılmış ve örnekler %70’lik etil alkole alınarak saklanmıştır. Daha sonra preparasyon işlemleri (Düzgüneş, 1980)’e göre yapılmış ve teşhis çalışmaları tamamlanmıştır. Zararlı ve yararlı akarların bazıları Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Akaroloji Laboratuvarında teşhisli örneklerden faydalanılarak yapılmıştır. Teşhisleri yapılamayan predatör akar türlerinin teşhisleri Doç. Dr. İsmail DÖKER (Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi) tarafından yapılmıştır. Örneklem alanlarından atrap kullanılarak toplanan yararlı böcekler (Coccinellidae, Chrysopidae ve Nabidae familyalarına ait) iğnelenerek ve 30x30 cm boyutlarında japon şemsiyesi kullanılarak elde edilen Thripidae ve Aelothripidae familyalarına ait yararlı thripsler ise preparatları yapılarak teşhise hazır hale getirilmiştir. Coccinellidae familyası bireylerinin teşhisi Dr. Öğretim Üyesi Derya ŞENAL (Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi) tarafından, Thripidae ve Aelothripidae familyalarına ait yararlı thripslerin teşhisi Dr. Fatma ÖZSEMERCİ (Bornova Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü) tarafından yapılmıştır. Örneklerin preparasyon ve teşhis çalışmaları tamamlandıktan sonra, tanısı yapılan örneklerin bulunma sıklığı, toplam bireyler üzerinden hesaplanarak değerlendirilmiştir. Predatör akarların popülasyon gelişim grafiklerinde, örneklem alanındaki tüm tarlalardan toplanan bireyler değerlendirilmiş ve yaprak başına ortalama akar olarak popülasyon değişim grafiklerinde gösterilmiştir.

## Bulgular ve Tartışma

Çalışma sonucunda zararlı akarlardan *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae) (kırmızı form)’nin, İzmir ili Menemen ve Bergama ilçelerindeki pamuk alanlarında baskın tür olduğu görülmüştür. Bu zararlı ile birlikte bulunan faydalı türlerden, Phytoseiidae familyası türleri içinde %78 bulunma sıklığı ile en yaygın tür olarak *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot olurken, bu türü %17



bulunma sıklığı ile *Neoseiulus californicus* (McGregor) ve %5 bulunma sıklığıyla *Neoseiulus barkeri* Hughes izlemiştir.

Çalışmalar sonucunda zararlı akarlar üzerinde beslenen diğer bir avcı grup olarak Coleoptera takımına bağlı Coccinellidae familyası üyeleri de belirlenmiştir. Bu türler içerisinde ise *Stethorus punctillum* Weise ve *Stethorus* spp. bireyleri oldukça önemli türlerdir ve kırmızıörümceklerin popülasyonları üzerinde baskı unsuru olarak dikkati çekmiştir. Ayrıca çalışmalarda yine Coccinellidae familyasına bağlı türlerden *Hippodamia (Adonia) variegata* (Goeze), *Scymnus pallipediformis* (Gunther), *Scymnus (Pullus) subvillosus* (Goeze) ve *Coccinella undecimnotata* Schneider türleri saptanmıştır. Bu türlerin kırmızıörümcek popülasyonu üzerinde doğrudan önemli bir etkisi olmasa bile pamuk alanlarındaki predatör biyoçeşitliliği açısından oldukça önemli olduğunu söyleyebiliriz. Surveyler sonucuda, Thysanoptera takımına bağlı Thripidae familyasından *Scolothrips* spp. ve Aeolothripidae familyasından *Aeolothrips* spp. türleri saptanmıştır. Bu türler hem kırmızıörümceklerin hem de diğer emici fitofak zararlıların popülasyonları üzerinde baskı unsuru olarak oldukça önemli predatör türlerdir. Çizelge 1'de İzmir ili Menemen ve Bergama ilçelerindeki pamuk alanlarında saptanan predatör türlerin listesi verilmiştir.

Familya: Phytoseiidae

Tür: *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, 1957

İncelenen materyal: Maltepe, (Menemen, İzmir), 06.06.2020, (1♀); Kesik, (Menemen, İzmir), 17.06.2020, (4♀); Süleymanlı, (Menemen, İzmir), 06.06.2020, (5♀); Seyrek, (Menemen, İzmir), 26.08.2020, (5♀), 02.09.2020 (18♀), 09.09.2020 (3♀); Göçbeyli, (Bergama, İzmir), 01.07.2020, (4♀); Bölcek, (Bergama, İzmir), 01.07.2020, (1♀).

Tür: *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954)

İncelenen materyal: Kesik, (Menemen, İzmir), 01.07.2020, (3♀); Süleymanlı, (Menemen, İzmir), 05.07.2020, (1♀), 02.08.2020 (1♀), 09.08.2020 (1♀), 23.08.2020 (3♀); Alibeyli, (Bergama, İzmir), 23.08.2020, (3♀).

Tür: *Neoseiulus barkeri* (Hughes, 1948)

İncelenen materyal: Kesik, (Menemen, İzmir), 24.06.2020, (1♀), 08.07.2020 (1♀); Bölcek, (Bergama, İzmir), 02.08.2020, (1♀).

Çalışmaların diğer bir bölümü olan Phytoseiidae familyasına bağlı türlerin popülasyon gelişimlerinin saptanması üzerine yapılan gözlemlerde ise avcı akarların 2019 yılında Menemen ilçesinde, Temmuz ayının sonunda, Bergama ilçesinde ise Ağustos ayının ortalarında sırası ile yaprak başına ortalama 20 ile 21 akar oranına ulaşarak mevsim içerisindeki en yüksek popülasyon seviyesine ulaştığı gözlenmiştir. Bu tarihlerden sonra, avcı akarların popülasyonları azalarak mevsim sonuna kadar devam etmiştir. 2020 yılında ise avcı akarların popülasyon gelişmeleri her iki ilçede de Haziran ayı ortalarında başlamış, Bergama da mevsim sonuna kadar devam ederken, Menemen ilçesinde temmuz ortalarından sonra pamuk alanlarında avcı

akarlar rastlanmamıştır (Şekil 1). Bu durumun, Menemen ilçesinde Ağustos başı ve ortalarında yapılan fazladan 2 pestisit kullanımı ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Phytoseiidae familyasına bağlı avcı akarların populasyon gelişimleri üzerine yapılan çalışmalarda, bu avcı türlerin yoğunluklarına baktığımızda, yaklaşık %78'i *P. persimilis* olarak dikkati çekmiştir. Bu türü %17 yoğunlukla *N. californicus* ve %5 oranı ile *N. barkeri* izlemiştir. *P. persimilis*, kırmızıörümceklere özelleşmiş bir avcı akardır ve tüm dünyada kırmızıörümceklerin en etkin avcısı olarak bilinmektedir. Bu avcı akarın, İzmir ili pamuk üretiminin en yoğun olarak yapıldığı Menemen ve Bergama ilçelerindeki alanlarda saptanması zararlı akarların biyolojik mücadele imkanları açısından oldukça önemlidir. Sulek et al. (2023) *P. persimilis*'in Aydın ili pamuk alanlarında yaygın olarak bulunduğunu ve pamuk yapraklarındaki trikrom yoğunluğunun *P. persimilis*'in tüketim kapasitesini etkilediğini bildirmişlerdir.

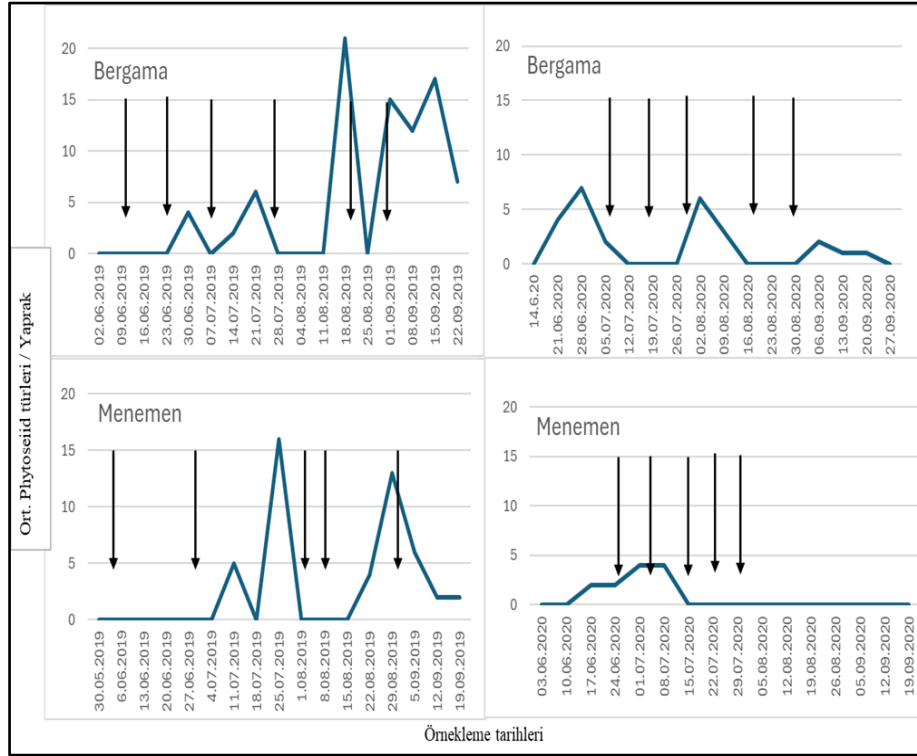
Kültür bitkileri üzerinde bulunan zararlı akarlar üzerinde beslenen avcı türlerin saptanması üzerine yapılan çalışmalardan, Kara et al. (2023), 2018-2019 yılları arasında, Diyarbakır, Elazığ ve Muş illeri biber, domates, fasulye, hıyar, kabak, karpuz, kavun ve patlıcan alanlarında yaptıkları çalışmalarda phytoseiidae familyasına ait 8 predatör akar türü saptanmıştır. Bu türler ise *Neoseiulus barkeri* Hughes, *Neoseiulus bicaudus* Wainstein, *Neoseiulus marginatus* (Wainstein), *Neoseiulus zwoelferi* (Dosse), *Neoseiulus* sp., *Phytoseius finitimus* Ribaga, *Proprioseiopsis messor* (Wainstein), *Typhlodromus* (*Anthoseius*) *rhenanus* (Oudemans) ve *Typhlodromus* (*Anthoseius*) *recki* (Wainstein) olarak belirtilmiştir ve bu türlerden *N. barkeri* %57.44 oranı ile çalışma alanlarında tespit edilen en yaygın tür olarak dikkati çekmiştir. Elde edilen sonuçları karşılaştırdığımız zaman *N. barkeri*, İzmir ili pamuk alanlarında da saptanan bir tür olmuştur. Ozman-Sullivan et al. (2024), Samsun ilinde üç farklı ekosistemde (meşe, kavak ve ceviz alanları) 2018-2022 yılları arasında yaptıkları çalışmalarda phytoseiidae familyasına bağlı 13 cinse ait (*Amblydromalus*, *Amblyseius*, *Euseius*, *Kampimodromus*, *Neoseiulella*, *Neoseiulus*, *Paraseiulus*, *Phytoseius*, *Transeius*, *Typhlodromina*, *Typhlodromips*, *Typhlodromus* ve *Typhloseiulus*), 19 predatör akar türü bildirmişlerdir. Bu türlerden *Euseius amissibilis* Meshkov'in tüm çalışma alanlarında yaygın olarak saptandığını bildirmişlerdir. Farklı bir alanda yapılan benzer bir çalışmada ise Yeşilyanar & Çobanoğlu (2011), İstanbul ili park ve süs bitkileri üzerinde Phytoseiidae familyasından 11 türü belirlemişler ve bunlardan en yaygın türün ise *T. (T.) athiasae* olduğunu belirtmişlerdir. Kasap et al. (2013), Çanakkale ve Balıkesir illerinde Phytoseiidae familyasına ait 9 cinsten 17 predatör akar türü belirlemişler ve bu türlerden *T. athiasae*'yi en yaygın tür olarak belirtmişlerdir. Kumral & Çobanoğlu (2014), Bursa, Yalova ve Ankara illerinde 2009-2011 yıllarında yaptıkları çalışmalarda, domates alanlarından phytoseiidae familyasına bağlı avcılardan *Neoseiulus barkeri* Hughes (Acari: Phytoseiidae) baskın tür olduğunu belirtmişlerdir. Miroğlu & Çıkman (2022), meyve ağaçları, sebzeler, yabancıotlar üzerinde yaptıkları gözlemlerde, 33 bitki türü üzerinde Tydeidae, Cheyletidae, Stigmaeidae, Triophtyidae, Raphignathidae, Iolinidae ve Phytoseiidae familyalarına bağlı 15 predatör akar türü saptamışlar, bu familyalardan Phytoseiidae familyası 7 ile en geniş grubu oluşturmuştur. Phytoseiidae familyasından, *Phytoseius finitimus* (Ribaga, 1904) %37.5 oranı ile en baskın tür olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 1. İzmir ili Menemen ve Bergama ilçelerindeki pamuk alanlarında saptanan avcı türler  
Table 1. The predatory species on the cotton area of Menemen and Bergama province of İzmir

<b>Phytoseiidae (Acari)</b>	<i>Phytoseiulus persimilis</i> Athias-Henriot
	<i>Neoseiulus californicus</i> (McGregor)
	<i>Neoseiulus barkeri</i> Hughes
<b>Coccinellidae (Coleoptera)</b>	<i>Stethorus punctillum</i> Weise
	<i>Stethorus</i> spp.
	<i>Hippodamia (Adonia) variegata</i> (Goeze),
	<i>Scymnus pallipediformis</i> (Gunther),
	<i>Scymnus (Pullus) subvillosus</i> (Goeze)
	<i>Coccinella undecimnotata</i> Schneider
<b>Thripidae (Thysanoptera)</b>	<i>Scolothrips</i> spp.
<b>Aeolothripidae (Thysanoptera)</b>	<i>Aeolothrips</i> spp.

## Sonuç

Sonuç olarak İzmir ili Menemen ve Bergama ilçelerindeki pamuk alanlarında yapılan çalışmalar, biyolojik mücadele açısından değerlendirildiği zaman, saptanan avcı türler oldukça önemlidir. Çalışmalar sonucunda zararlı akarlar üzerinde beslenen Phytoseiidae familyasına bağlı üç tür belirlenmiştir ve bu predatör akarlar öncelikle akarlar üzerinde beslenen önemli avcı türlerdir. Bu predatör akar türlerin, yoğun pestisit uygulamalarının yapıldığı pamuk alanlarında, popülasyon oluşturabilmeleri de önemli bir sonuç olarak düşünülmektedir. Ayrıca çalışmalar sonucunda saptanan avcı akar *P. persimilis*, kırmızıörümceklere özelleşmiş bir avcı akardır ve tüm dünyada kırmızıörümceklerin en etkin avcısı olarak bilinmektedir. Bu avcı akarın, İzmir ili pamuk üretiminin en yoğun olarak yapıldığı Menemen ve Bergama ilçelerindeki alanlarda saptanması zararlı akarların biyolojik mücadelesi açısından oldukça önemlidir ve bu çalışmalara temel oluşturması açısından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Ancak ileride yapılacak kapsamlı çalışmalar ile zararlı ve yararlı türlerin popülasyon gelişmelerinin ve aralarındaki ilişkilerin ayrıntılı olarak belirlenmesi, zararlı akarlar ile yapılacak mücadele çalışmalarında önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.



Şekil 1. İzmir ili Menemen ve Bergama ilçelerinde 2019 ve 2020 yılları pamuk alanlarındaki Phytoseiid türlerinin popülasyon gelişimi (Aşağı yönlü oklar ilaçlama tarihlerini göstermektedir).

Figure 1. Population development of Phytoseiid species in cotton fields in Menemen and Bergama districts of Izmir province in 2019 and 2020 (Arrows indicate pestisid spraying dates).

## Kaynaklar

- Anonymous, 2020a. 2019 yılı pamuk raporu. T.C. Ticaret Bakanlığı Esnaf, Sanatkarlar ve Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü. (Web page: [http://www.upk.org.tr/User\\_Files/editor/file/2019%20Pamuk%20Raporu.pdf](http://www.upk.org.tr/User_Files/editor/file/2019%20Pamuk%20Raporu.pdf)) (Date accessed: October 2020) (in Turkish).
- Anonymous, 2020b. USDA FAS GAİN (Amerika tarım bakanlığı, dış tarım servisi, küresel tarım bilgi ağı). (Webpage: [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Cotton%20and%20Products%20Update\\_Ankara\\_Turkey\\_11-30-2019](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Cotton%20and%20Products%20Update_Ankara_Turkey_11-30-2019)) (Date accessed: October 2020).
- Başal H., 2016. Türkiyede pamuk tarımı. Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi 21: 6-11. (Web page: <https://www.turktob.org.tr/dergi/makaleler/dergi21/8-13.pdf>.) (Date accessed: October 2020).

- Faraji F., S. Çobanoğlu & İ. Çakmak 2011. A checklist and a key for the Phytoseiidae species of Turkey with two new species records (Acari: Mesostigmata). *International Journal of Acarology*, 37 (1): 221-243.
- Jeppson L.R., H.H. Keifer & E.W. Baker 1975. Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press, California, 614 p.
- Kara K.B., S. Çobanoğlu & S.Ö. Bayhan, 2023. Diyarbakır, Elazığ ve Muğ Glleri (Türkiye) Sebze Alanlarında Saptanan Predatör Akar (Acari: Phytoseiidae) Türleri. *K.S.Ü. Tarım ve Doğa Dergisi*, 26 (1): 38-46.
- Kasap İ. & S. Çobanoğlu, 2007. Mite (Acari) Fauna in Apple Orchards of Around The Lake Van Basin of Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 4(2): 89-98.
- Kasap İ., S. Çobanoğlu & S. Pehlivan, 2013. Çanakkale ve Balıkesir illeri yumuşak çekirdekli meyve ağaçları ve yabancı otlar üzerinde bulunan predatör akar türleri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 30: 109-124.
- Kumral A. & S. Çobanoğlu 2014. Patlıcanda Akar (Acari) Biyolojik Çeşitliliği ve Baskın Türlerin Popülasyon Dalgalanması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 22: 261-224.
- Mart C., 2017. Pamukta Entegre Üretim (III.Baskı). Ankamat Matbaacılık: Hatay, 2:48, 105s.
- Miroğlu M.S & E. Çıkman, 2022. Hevsel Bahçelerinin (Diyarbakır) faydalı akar faunası. *Bitki Koruma Bülteni*, 62(1): 1- 34.
- Ozman-Sullivan S.K., G.T. Sullivan, S. Cakir, H. Bas, D. Sağlam, İ. Döker & M. S. Tixier, 2024. Phytoseiid Mites: Trees, Ecology and Conservation. *Diversity*, (16): 542.
- Şekeroğlu E., 1984. Phytoseiid mites (Acarina: Mesostigmata) of Southern Anatolia, their biology and effectiveness as a biological agents on strawberry plant. *Doğa*, 8: 320-336.
- Sulek N. & I. Cakmak, 2022. Performance of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on six cotton varieties with varying degree of leaf pubescence. *Systematic and Applied Acarology* 27(3): 450–459 <https://doi.org/10.11158/saa.27.3.4>
- Sulek N., I. Doker, A. Saboori & I. Cakmak, 2023. Prey consumption capacity and functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) feeding on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on different cotton varieties. *Acarologia*, 63(3): 665-675. <https://doi.org/10.24349/o7gh-1c6y>
- TÜİK, 2020a. Bitkisel üretim istatistikleri. (Web page: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>).(Date accessed: October 2020).
- TÜİK, 2020b. Bitkisel üretim istatistikleri. (Web page: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>).(Date accessed: October 2020).
- TÜİK, 2020c. Bitkisel üretim istatistikleri. (Web page: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>).(Date accessed: October 2020).
- Yeşilyanar A. & S. Çobanoğlu, 2011. The distribution of predatory mite species (Acari : Phytoseiidae) on ornamental plants and parks of Istanbul, Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 1(3): 135-143.
- Yüksel F.Ç., Ü. Özyılmaz, S.M. Mahdavi, C. Kazak, R. Ay, B. Çevik, A. Saboori & I. Cakmak, 2024. Prevalence of *Tetranychus urticae* Koch and *T. turkestani* (Ugarov & Nikolskii) (Acari: Tetranychidae) and their endosymbiotic bacteria in cotton fields of Aydın, Türkiye. *Phytoparasitica* 52:60 <https://doi.org/10.1007/s12600-024-01179-x>

*Özgün makale (Original article)*

**Chlorantraniliprole ve flubendiamide'in *Asphondylia gennadii* (Marchal) (Diptera: Cecidomyiidae)'ye karşı biyolojik etkinliği ile *Orius laevigatus* ve *Amblyseius swirskii*'ye karşı yan etkilerinin belirlenmesi**

Musa KIRIŞIK<sup>4\*</sup>

**Determination of biological activity of chlorantraniliprole and flubendiamide against *Asphondylia gennadii* (Marchal) (Diptera: Cecidomyiidae) and side effects against *Orius laevigatus* and *Amblyseius swirskii***

**Abstract:** *Asphondylia gennadii* (Marchal) (Diptera: Cecidomyiidae) has recently emerged as a significant pest causing substantial economic losses in pepper cultivation in the Mediterranean region. This study evaluated the biological efficacy of chlorantraniliprole and flubendiamide against *A. gennadii* in greenhouses where the pest was prevalent and biological control methods were applied. Additionally, the side effects of these two insecticides on the beneficial predators *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae) and *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) were assessed. The trials were conducted at two locations in Antalya province (Kasaba/Kaş and Dirgenler/Kaş). Both insecticides demonstrated effectiveness in controlling the pest; however, flubendiamide exhibited higher mortality rates than chlorantraniliprole. At the recommended dosage, flubendiamide achieved 90.3% pest control in Dirgenler and 88.7% in Kasaba by the 14th day, while chlorantraniliprole provided 83.6% and 85.4% control, respectively. Regarding the side effects on beneficial organisms, flubendiamide was observed to have a more limited impact, whereas chlorantraniliprole resulted in a greater reduction of predator populations. Applications at half doses mitigated the decline in beneficial insect populations and were found to be more compatible with biological control efforts. These findings emphasize the importance of integrating chemical and biological control methods for sustainable pest management and highlight the role of selective insecticide use in Integrated Pest Management (IPM) strategies.

**Keywords:** *Asphondylia gennadii*, pepper gall midge, chlorantraniliprole, flubendiamide, *Orius laevigatus*, *Amblyseius swirskii*, Integrated Pest Management (IPM).

**Öz:** Akdeniz Bölgesi'nde son yıllarda biber tarımında önemli ekonomik kayıplara yol açan zararlılardan birisi biber gal sineği *Asphondylia gennadii* (Marchal) (Diptera: Cecidomyiidae)'dir. Bu çalışmada, zararlının yoğun olarak görüldüğü ve biyolojik mücadele uygulaması yapılan seralarda chlorantraniliprole ve flubendiamide'in zararlıya karşı biyolojik etkinliğini araştırılmıştır. Ayrıca bu iki aktif maddenin *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae) ve *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Swirski ve Amitai 1982) (Acari: Phytoseiidae)'ye olan yan etkileri de incelemiştir. Antalya ilinde iki farklı lokasyonda

<sup>4</sup>Tarım ve Orman Bakanlığı, Bati-Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author) musa.kirisik@tarimorman.gov.tr

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0001-6956-7337

Received (Alınış): 12 Eylül 2024

Accepted (Kabul ediliş): 17 Aralık 2024

(Kasaba/Kaş ve Dirgenler/Kaş) yürütülen denemelerde, her iki insektisit de zararlıyı kontrol etmekte etkili olduğu tespit edilmiştir. Flubendiamide, chlorantraniliprole'e kıyasla daha yüksek öldürme oranlarına ulaşmıştır. 14. gün sonunda flubendiamide'in tavsiye dozunda Dirgenler'de %90.3, Kasaba'da %88.7 oranında zararlı kontrolü sağladığı görülmüştür. Chlorantraniliprole ise aynı sürede Dirgenler'de %83.6, Kasaba'da %85.4 oranında zararlı kontrolü sağlamıştır. Faydalı böcekler üzerindeki yan etkiler incelendiğinde, flubendiamide uygulamasında daha az bir popülasyon düşüşünün olduğu, chlorantraniliprole uygulamasında ise daha fazla bir popülasyon düşüşü saptanmıştır. Yarı dozlarda insektisit uygulaması faydalı böcek popülasyonlarında daha az düşüşe yol açmış ve biyolojik mücadele ile daha uyumlu bir yöntem olarak önerilmiştir. Bu sonuçlar, Entegre Zararlı Yönetimi stratejileri için kimyasal ve biyolojik mücadele yöntemlerinin entegre edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** *Asphondylia gennadii*, biber gal sineği, chlorantraniliprole, flubendiamide, *Orius laevigatus*, *Amblyseius swirskii*, entegre zararlı yönetimi (IPM).

## Giriş

Biber (*Capsicum annuum*), dünya genelinde ve Türkiye'de önemli bir sebze türü olarak geniş alanlarda üretilmektedir. Türkiye, dünya biber üretiminde önemli bir konuma sahip olup, 2023 yılı verilerine göre dünya biber üretiminin yaklaşık %8'ini gerçekleştirmektedir (FAO 2023). Türkiye'nin biber üretimi özellikle Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yoğunlaşmış olup, yılda yaklaşık 3 milyon ton biber üretilmektedir (TÜİK 2022). Dünya genelinde ise yıllık biber üretimi yaklaşık 36 milyon ton seviyesindedir ve başlıca üretici ülkeler Çin, Meksika, Hindistan, İspanya ve Türkiye'dir (FAO 2023).

Biber tarımı, yüksek ekonomik değeri ve pazar talebi nedeniyle önemli bir yere sahip olsa da, zararlılar nedeniyle verimde büyük kayıplar yaşanabilmektedir. Biber bitkisi, birçok zararlının hedefi olmakta ve bu zararlılar arasında yaprakbitleri, kırmızıörümcek, beyazsinek, tripsler ve biber gal sineği gibi türler yer almaktadır. Bu zararlılar, biber bitkisine ciddi zarar vererek, hem ürün kalitesini düşürmekte hem de verim kaybına yol açmaktadır (Yaşarakıncı & Hıncal 1997; Anonymous 2008; Can & Ulusoy 2022).

*Asphondylia gennadii*, Akdeniz bölgesinde yaygın olarak görülen, biber tarımında ekonomik kayıplara neden olan bir zararlıdır. Özellikle çiçek dökümü, verimde azalma, tomurcuk ve meyvelerde oluşturduğu gal oluşumları ile kalite kayıplarına yol açmaktadır (Rangarajan & Mahadevan 1974; Anonymous 2008). Zararlının dişi bireyleri yumurtalarını biberlerin çiçek tomurcuklarına bırakmaktadır (Kıray 1965). Biber gal sineği dişilerinin yumurta bırakmasından yaklaşık bir hafta sonra larvanın büyümesiyle tomurcuk anormalliği görülür ve zararı fark edilir hale gelir (Orphanides 1975; Anonymous 2008). *A. gennadii*, ergin dönemi hariç diğer tüm dönemlerini biber meyvesi içinde geçirmektedir (Kıray 1965; Anonymous 2008).

*Asphondylia gennadii*'nin yayılışı, zarar oranı, biyolojisi, popülasyon değişimi ve mücadelesine yönelik araştırmalar zararlının kontrol altında tutulması açısından önem arz etmektedir. Yürütülen çalışmalarda, *A. gennadii*'nin popülasyon değişimi, yaşam döngüsü, konukçuları ve biyolojik mücadele etmenleri üzerine çok sayıda araştırmaya rastlanmıştır (Alkan 1958; Kıray 1965; Skuhrová et al. 2005; Sertkaya

et al. 2006; Karaöz 2023). Bunun yanı sıra, biber gal sineğine karşı arazi şartlarında bazı kimyasal insektisitlerin biyolojik etkinliğinin belirlenmiştir (Pathipati et al. 2016). Ayrıca, bazı botanik insektisitlerin de biber gal sineğine karşı etkinliğinin belirlendiği de görülmüştür (Ghatage et al. 2022).

Zararlıların etkin kontrolü için kimyasal mücadele yöntemleri sıkça kullanılsa da, bu uygulamaların faydalı böcekler üzerindeki etkileri ciddi bir endişe kaynağıdır. *Orius laevigatus* ve *Amblyseius swirskii* gibi biber alanlarında biyolojik mücadelede önemli rollere sahip faydalı böceklerin korunması, entegre zararlı yönetimi (IPM) açısından büyük önem taşır (Baloğlu 2015; Topakcı & Keçeci 2017). Biyolojik mücadele yapılan biber üretim alanlarda *O. laevigatus* thripslere karşı, *A. swirskii* ise thrips, kırmızıörümcek ve beyazsinek ile mücadelede etkili olmakta ve üreticiler tarafından kullanılmaktadır (Keçeci & Gürkan 2013; 2017; Topakcı & Keçeci 2017; Çevikol & Karaca 2021)

Pathipati et al. (2016) yapmış oldukları çalışmada Chlorantraniliprole ve Flubendiamide etkili maddeli bitki koruma ürünlerinin biber gal sineğini arazi koşullarında kontrol altına almada başarılı olduğunu belirtmişlerdir. Chlorantraniliprole ve Flubendiamide, böceklerde ryanodine alkaloidinin reseptörünün aktive edilmesine neden olmaktadır (Roditakis et al. 2013). Ryanodine reseptörler özellikle kas kontrolünde olmak üzere birçok hücre fonksiyonlarında görev alan kalsiyumun kontrollü olumsuz salınımını etkilemektedir. Bu kimyasallara maruz kalan böceklerde depolanmış kalsiyum salınımı kontrol edilemediğinden kaslarına hükmedemezler. Sonuç olarak beslenmeyi bırakma, uyuşukluk, felç ve ölüm gibi durumlar gözlenmektedir (Lahm et al. 2005). Ülkemizde aynı aktif maddelerle yapılan bir çalışmada ise, Buluş et al. (2021), yapmış oldukları çalışmada chlorantraniliprole ve flubendiamide etkili maddeli bitki koruma ürünlerinin farklı yaşlardaki *Bombus terrestris* işçi arıları için zehirsiz olduğu belirlemişlerdir.

Bu çalışmada, chlorantraniliprole ve flubendiamide'in iki farklı serada, biber gal sineği *A. gennadii*'ye karşı biyolojik etkinliği incelenmiş, ayrıca bu aktif maddelerin faydalı böcekler üzerindeki yan etkileri değerlendirilmiştir.

## Materyal ve Yöntem

### Deneme alanları ve koşullar

Denemeler Antalya Kaş İlçesinde Kasaba ve Dirgenler mahallerinde, biber üretimin yoğun yapıldığı ve zararlıının her yıl zarar yaptığı iki serada gerçekleştirilmiştir. Denemeler sonbahar yetiştirme döneminde ve TAGEM Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı tarafından hazırlanan "Biber Galsineği [*Asphondylia capsici* Barnes (Diptera: Cecidomyiidae)] Standart İlaç Deneme Metodu (2024)"e göre yürütülmüştür (Anonim 2024). Deneme yapılan seralarda *O. laevigatus* ve *A. swirskii* faydalı böceklerinin salımı ilaçlamadan önce yapılmıştır. Deneme alanlarına fide dikiminden bir hafta sonra, 2 adet böcek/m<sup>2</sup> dozunda *O. laevigatus*, 50 adet akar/m<sup>2</sup> dozunda *A. swirskii* salımı gerçekleştirilmiştir. Deneme yerlerine ilişkin bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.



Çizelge 1. Deneme yerlerine ilişkin bilgiler.

Table 1. Information about the experimental locations

<b>Deneme yerlerine ait bilgiler</b>		
	<b>Kasaba</b>	<b>Dirgenler</b>
Biber tipi	Kapya	Kapya
Dikim tarihi	25.06.2024	01.07.2024
Fenoloji	Çiçek-tomurcuk ve meyve dönemi	Çiçek-tomurcuk ve meyve dönemi
Deneme başında bitki boyu	80-90 cm	90-100 cm
Deneme yeri	Plastik sera	Plastik sera
Sulama	Damlama	Damlama
Toprak yapısı	Killi-tınlı	Killi-tınlı
Yeşil aksam ilaçlama tarihi	17.08.2024	17.09.2024

Deneme, 100 tomurcuk veya meyvenin 5-8'i bulaşık olduğunda bulunduğu açılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Parsellerin büyüklüğü her bir karakter için 20 m<sup>2</sup> olacak şekilde planlanmıştır. Parseller arasında 1-2 m genişliğinde emniyet şeridi bırakılmıştır. Denemeye ait karakterler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Denemeye ait karakterler.

Table 2. Characters belonging to the experiment.

<b>Aktif madde ve formülasyonu</b>	<b>Ticari adı ve firması</b>	<b>Uygulama dozu</b>	<b>IRAC etki mekanizma sınıfı, kimyasal grubu</b>
%35 Chlorantraniliprole	ALTACOR 35 WG, FMC TURKEY	12 g/100 L su	28- Ryanodine receptor modulators, Diamides
%35 Chlorantraniliprole	ALTACOR 35 WG, FMC TURKEY	6 g/100 L su	
222 g/l Flubendiamide	TUNGA, SUMİ AGRO TURKEY	30 ml/100 L su	
222 g/l Flubendiamide	TUNGA, SUMİ AGRO TURKEY	15 ml/100 L su	
Kontrol			

Sayımlar, her parselden köşegenler doğrultusunda ilerleyerek tesadüfen seçilen 10 bitkinin tomurcuk ve meyvelerindeki canlı larvaları saymak suretiyle yapılmıştır. Sayımlar ilaçlamadan 1, 3, 7 ve 14 gün sonra yapılmıştır (Anonim 2024). Sayım sonuçları canlı larvalar üzerinden, Abbott (1925) formülü yardımıyla değerlendirilmiştir.

### İlaçlamaların faydalılara yan etkisinin belirlenmesi

Pestisit uygulamaları yapıldıktan sonra 1, 3, 7, 14, 21 ve 28. günlerde avcı böceklerin sayımları gerçekleştirilmiştir. Biber galsineği için uygulama yapılan her parselde 10 bitkinin tamamında seralarda *O. laevigatus* ergin ve nimfler için ayrı ayrı kaydedilerek yapılmıştır. *A. swirskii* sayımı için her parselde 10 bitki incelenmiş bitkilerin alt, orta ve üst kısımlarından olmak üzere bitkilerden 20 adet yaprak örneği tesadüfen alınmıştır. Örnekler kese kağıdında laboratuvara getirilmiş ve binoküler ile canlı bireyler (larva, nimf ve ergin) toplu olarak sayılmıştır. Uygulama yapılan parsellerdeki farklılık bitkilerdeki ergin ve nimf sayılarına tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılarak belirlenmiştir (P=0.05). Ortalamalar arasındaki farklılık çoklu karşılaştırma testi (Tukey HSD) ile ortaya konmuştur. Tüm istatistik testler SPSS 22 (SPSS 2013) paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Pestisitlerin yan etkisi ise, bitkilerdeki canlı birey sayıları esas alınarak Henderson – Tilton (1955) formülü ile belirlenmiştir. Bu formül ile elde edilen ölüm oranları IOBC (International Organisation for Biological Control)'nin sınıf değerlerine göre zararsız veya az zararlı, orta derecede zararlı, zararlı olarak değerlendirilmiştir (Boller et al. 2006) (Çizelge 3).

Henderson–Tilton Formülü:

$$\text{Ölüm oranı (\%)} = \left(1 - \frac{\text{İlaçlıda uygulama sonrası canlı sayısı} \times \text{Kontrolde uygulama öncesi canlı sayısı}}{\text{İlaçlıda uygulama öncesi canlı sayısı} \times \text{Kontrolde uygulama sonrası canlı sayısı}}\right) \times 100$$

Çizelge 3. Pestisitlerin tarla koşullarında yan etki sınıf değerleri (Boller et al. 2006)

Table 3. Side effect toxicity category of pesticides under field conditions (Boller et al. 2006)

Sınıf Değeri	Etki (%)	Zararlılık Sınıfı
N	0-50	Zararsız veya az zararlı
M	51-75	Orta derecede zararlı
T	75+	Zararlı

### Bulgular

Çalışmanın bulgularına göre, hem flubendiamide hem de chlorantraniliprole, *A. gennadii* zararlısına karşı yüksek bir biyolojik etkinlik sergilemiştir. Özellikle flubendiamide, chlorantraniliprole'e kıyasla daha yüksek öldürme oranlarına ulaşmıştır. 14. gün sonunda flubendiamide'in tavsiye dozunda Dirgenler'de %90.3, Kasaba'da %88.7 oranında zararlı kontrolü sağladığı görülmüştür. Chlorantraniliprole ise aynı sürede Dirgenler'de %83.6, Kasaba'da %85.4 oranında zararlı kontrolü sağlamıştır. Yarı doz uygulamalarında her iki insektisitte de zararlı

kontrolü azalmakla birlikte, yine de etkili sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 4). Flubendiamide'in genel olarak daha yüksek etkinlik göstermesi, zararlılara karşı daha etkili bir çözüm sunabileceğini göstermektedir.

Çizelge 4. Pestisitlerin tarla koşullarında *Asphondylia gennadii* üzerine biyolojik etkinlikleri (Ölüm oranı, %)

Table 4. Biological activities of pesticides on *Asphondylia gennadii* under field conditions

İlaç-Doz	Lokasyon	1.gün	3.gün	7.gün	14.gün
%35 Chlorantraniliprole (12 g/100 L su)	Dirgenler	15.8±6.2 Ac*	25.4±7.3 Ac	53.6±5.3 Bb	83.6±7.3 Aa
	Kasaba	13.6±5.4 Ac	22.8±6.6 Ac	55.5±7.4 Bb	85.4±4.2 Aa
%35 Chlorantraniliprole (6 g/100 L su)	Dirgenler	10.4±3.1 Ac	15.6±4.5 Ac	44.8±8.1 Bb	72.4±5.4 Ba
	Kasaba	13.2±4.8 Ac	16.1±5.2 Ac	46.4±2.3 Bb	75.7±3.3 Aa
222 g/l Flubendiamide (30 ml/100 L su)	Dirgenler	22.1±5.3 Ac	33.4±8.0 Ac	72.8±2.4 Ab	90.3±4.0 Aa
	Kasaba	26.3±6.4 Ac	36.7±7.9 Ac	69.4±3.5 Ab	88.7±2.5 Aa
222 g/l Flubendiamide (15 ml/100 L su)	Dirgenler	18.5±5.5 Ac	24.9±5.4 Ac	51.4±4.4 Bb	78.6±1.8 Aa
	Kasaba	15.6±6.4 Ac	25.2±6.1 Ac	53.2±6.2 Bb	77.5±2.6 Aa

\*Büyük harfler sütunlardaki önemi, küçük harfler satırlardaki önemi gösterir (P < 0.05)

### Faydalı böcekler üzerindeki etkiler

Faydalı böcek popülasyonları üzerindeki etkiler açısından değerlendirildiğinde, flubendiamide'in faydalı türler olan *O. laevigatus* ve *A. swirskii* üzerindeki etkileri, chlorantraniliprole'e göre daha düşük bulunmuştur. Örneğin, *O. laevigatus* için flubendiamide'in tavsiye dozunda ölüm oranı %14.2 iken, chlorantraniliprole için bu oran %18.7'dir (Çizelge 5). Benzer şekilde, *A. swirskii* için chlorantraniliprole'de %13.5 ölüm oranı kaydedilirken, flubendiamide'de %11.7'ye düşmüştür. Bu sonuçlar, flubendiamide'in hem zararlıları etkili bir şekilde kontrol ederken hem de faydalı böcek popülasyonlarını koruma açısından daha tercih edilebilir olduğunu göstermektedir. (Çizelge 6). Yarı doz uygulamalarında bu etkiler belirgin bir şekilde azalmıştır. Bunun yanı sıra deneme alanında yapılan sayımlarda, *A. swirskii* popülasyonu deneme boyunca en düşük ortalama 22 birey/bitki, en yüksek ortalama 53 birey/bitki olurken, *O. laevigatus* popülasyonu ise deneme boyunca en düşük ortalama 0.8 birey/bitki, en yüksek ortalama 3 birey/bitki olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5. Pestisitlerin sera koşullarında *Orius laevigatus* üzerine yan etkinlikleri (ölüm oranı, %) ve IOBC sınıf değerleri  
Table 5. Biological activities (Mortality rate, %) and IOBC class values of pesticides on *Orius laevigatus* under greenhouse conditions

İlaç-Doz	Lokasyon	1.gün	3.gün	7.gün	14.gün	IOBC değeri
%35 Chlorantraniliprole (12 g/100 L su)	Dirgenler	2.1±0.3 Aa*	5.4±2.1 Ba	7.1±1.6 Ba	18.7±4.4 Bb	N
	Kasaba	1.4±0.1 Aa	2.5±1.3 Aa	6.8±3.2 Ba	11.3±3.5 Bb	N
%35 Chlorantraniliprole (6 g/100 L su)	Dirgenler	1.5±0.2 Aa	2.2±0.9 Aa	3.4±1.3 Aa	5.3±1.7 Aa	N
	Kasaba	0.6±0.1 Aa	1.3±0.4 Aa	4.2±2.4 Ab	6.4±2.1 Ab	N
222 g/l Flubendiamide (30 ml/100 L su)	Dirgenler	3.1±0.6 Aa	6.3±2.1 Ba	8.5±1.9 Ba	14.2±5.2 Bb	N
	Kasaba	2.8±0.3 Aa	4.8±2.4 Ba	6.9±2.0 Ba	10.5±3.3 Bb	N
222 g/l Flubendiamide (15 ml/100 L su)	Dirgenler	0.6±0.2 Aa	1.3±0.2 Aa	3.1±1.8 Aa	4.5±1.0 Aa	N
	Kasaba	0.8±0.1 Aa	2.1±0.4 Aa	2.9±0.6 Aa	3.8±1.4 Aa	N

\*Büyük harfler sütunlardaki önemi, küçük harfler satırlardaki önemi gösterir (P < 0.05)

## Tartışma

Bu çalışmada, *A. gennadii* zararlısına karşı kullanılan chlorantraniliprole ve flubendiamide aktif maddeli pestisitlerin biyolojik etkinliği ve faydalı böcek popülasyonları üzerindeki yan etkileri incelenmiştir. Sonuçlar, her iki pestisit de *A. gennadii* popülasyonlarını önemli ölçüde azalttığını, ancak flubendiamide'in chlorantraniliprole'e kıyasla daha yüksek bir öldürme oranına sahip olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, Pathipati et al. (2016) benzer sonuçlar elde ettiği çalışmayı destekler niteliktedir. Pathipati et al. (2016) araştırmasında da, flubendiamide'in lepidopter zararlılara karşı chlorantraniliprole'e kıyasla daha etkin olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 6. Pestisitlerin sera koşullarında *Amblyseius swirskii* üzerine biyolojik etkinlikleri (ölüm oranı, %) ve IOBC sınıf değerleri  
 Table 6. Biological activities (Mortality rate, %) and IOBC class values of pesticides on *Amblyseius swirskii* under greenhouse conditions

İlaç-Doz	Lokasyon	1.gün	3.gün	7.gün	14.gün	IOBC değeri
%35 Chlorantraniliprole (12 g/100 L su)	Dirgenler	0.8±0.1 Aa*	3.7±0.8 Aa	5.3±1.5 Ab	10.8±3.2 Ab	N
	Kasaba	1.2±0.2 Aa	2.3±0.3 Aa	6.5±1.6 Ab	13.5±2.4 Ab	N
%35 Chlorantraniliprole (6 g/100 L su)	Dirgenler	0.0±0.0 Aa	2.2±0.4 Aa	5.3±1.1 Ab	7.2±1.8 Ab	N
	Kasaba	0.5±0.1 Aa	1.3±0.1 Aa	4.8±1.2 Ab	6.3±1.0 Ab	N
222 g/l Flubendiamide (30 ml/100 L su)	Dirgenler	1.8±0.2 Aa	2.8±0.4 Aa	7.8±2.1 Ab	11.0 ±2.2 Ab	N
	Kasaba	1.6±0.3 Aa	3.1±0.5 Aa	8.1±2.4 Ab	11.7±3.1 Ab	N
222 g/l Flubendiamide (15 ml/100 L su)	Dirgenler	0.4±0.1 Aa	1.2±0.2 Aa	2.9±0.8 Aa	4.3±0.6 Aa	N
	Kasaba	0.9±0.1 Aa	1.5±0.1 Aa	2.6±0.1 Aa	5.8±1.6 Aa	N

\*Büyük harfler sütunlardaki önemi, küçük harfler satırlardaki önemi gösterir (P < 0.05)

Chlorantraniliprole ve flubendiamide'in etki mekanizmaları, böceklerin ryanodin reseptörlerini etkileyerek kas fonksiyonlarını bozmaya dayanır. Lahm et al. (2005) çalışmalarında bu kimyasalların, böceklerin kaslardaki kalsiyum salınımını engelleyerek felce ve ölüme yol açtığı gösterilmiştir. Ayrıca, Roditakis et al. (2013), pestisitlerin bu mekanizma aracılığıyla hedef zararlılarda yüksek etkinlik gösterdiğini, ancak direnç gelişiminin uzun vadede bir sorun olabileceğini vurgulamaktadır. Çalışmamızda, chlorantraniliprole ve flubendiamide'in tavsiye edilen dozda kullanıldığında *A. gennadii* popülasyonunu önemli ölçüde azalttığı görülmüştür. Özellikle flubendiamide'in Dirgenler ve Kasaba lokasyonlarında sırasıyla %90.3 ve %88.7 zararlı kontrol oranına ulaşması, bu aktif maddenin zararlılara karşı daha etkili bir çözüm sunduğunu göstermektedir.

Pestisitlerin faydalı böcekler üzerindeki yan etkileri, entegre zararlı yönetimi (IPM) stratejilerinin sürdürülebilirliği açısından kritik bir önem taşır (Eilenberg et al. 2001). Çalışmamızda, chlorantraniliprole ve flubendiamide'in faydalı böcekler üzerindeki yan etkilerinin sınırlı olduğu bulunmuştur. Örneğin, *O. laevigatus* üzerinde yapılan testlerde, flubendiamide'in %14.2, chlorantraniliprole'in ise %18.7 ölüm oranına yol açtığı görülmüştür. Bu bulgular, Desneux et al. (2007) kimyasal

pestisitlerin faydalı böcekler üzerindeki toksik etkilerini azaltmaya yönelik çalışmalarını desteklemektedir. Benzer şekilde, *A. swirskii* üzerindeki testlerde de flubendiamide'in yan etkilerinin chlorantraniliprole'e kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Faydalı böcekler, tarımsal ekosistemlerde doğal düşman işlevi görerek zararlı popülasyonlarını kontrol eder ve bu nedenle korunmaları önemlidir. Calvo et al. (2015), *A. swirskii* ve *O. laevigatus* gibi predatörlerin, biber yetiştiriciliğinde thrips ve beyaz sinekler gibi zararlılara karşı biyolojik mücadelede kritik rol oynadığını göstermiştir. Çalışmamızda chlorantraniliprole ve flubendiamide'in, bu faydalı böcekler üzerindeki yan etkilerinin düşük olması, kimyasal ve biyolojik mücadelenin IPM stratejileri çerçevesinde bir arada uygulanabileceğine işaret etmektedir. Bu bulgular, Cloyd & Bethke (2011)'nin entegre zararlı yönetimde pestisitlerin etkin dozajlarda kullanımının faydalı böcekler üzerindeki etkilerini en aza indirmeye yönelik araştırmalarını desteklemektedir.

Tozlayıcı böceklerin korunması, tarımsal üretimde verimlilik açısından büyük önem taşır. Buluş et al. (2021), chlorantraniliprole ve flubendiamide'in *Bombus terrestris* işçi arıları üzerindeki toksik etkilerini düşük bulmuş, bu da çalışmamızdaki bulgularla uyum göstermektedir. *Bombus terrestris*, birçok bitki türü için kritik bir tozlayıcıdır ve tozlayıcıların kimyasal pestisitlerden olumsuz etkilenmemesi, tarımsal sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Gill & Garg (2014), pestisitlerin arı popülasyonları üzerindeki etkilerini araştırmış ve düşük toksisiteye sahip pestisitlerin tercih edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Bu bağlamda, chlorantraniliprole ve flubendiamide'in düşük toksisitesi, zararlı kontrolü sağlamanın yanı sıra çevresel etkilerin azaltılmasına da katkıda bulunmaktadır. Döker et al. (2015), chlorantraniliprole ve flubendiamide'in *Iphiseius degenerans* (Acari: Phytoseiidae) predatör akarındaki yan etkileri üzerine araştırmaları sonucunda bu iki aktifin Entegre Zararlı Yönetimi programlarına dahil edilebileceğini belirtmişlerdir. Whalen et al. (2016), yürüttükleri çalışmanın sonuçları chlorantraniliprole ve flubendiamide uygulamasından 21 gün sonra toplam Hemipter predatörlerin popülasyonunda, kontrole kıyasla önemli bir fark olmadığını ortaya koymuşlardır. Literatür çalışmaları yürütülen bu çalışmayı desteklemektedir.

Çalışmamızda tam doz ve yarı doz uygulamaları karşılaştırıldığında, her iki pestisit de yarı dozda etkili sonuçlar verdiği, ancak tam doz uygulamalarının daha yüksek biyolojik etkinlik gösterdiği görülmüştür. Bu bulgu, pestisitlerin önerilen dozlarda kullanımının zararlılar üzerindeki hızlı ve etkili kontrolü sağladığını doğrulamaktadır (Roditakis et al. 2013). Bununla birlikte, direnç gelişimi olasılığı, pestisit yönetiminde dikkate alınması gereken önemli bir faktördür. Nauen & Bretschneider (2002), zararlıların chlorantraniliprole ve flubendiamide gibi kimyasallara karşı direnç geliştirme potansiyeline sahip olduğunu ve bu durumun uzun vadede zararlı yönetimini zorlaştırabileceğini belirtmektedir.

## Sonuçlar

Sonuç olarak, bu çalışma, chlorantraniliprole ve flubendiamide'in *A. gennadii* zararlısına karşı etkili olduğunu ve bu pestisitlerin faydalı böcekler üzerindeki yan etkilerinin sınırlı olduğunu ortaya koymuştur. Flubendiamide, özellikle zararlılara karşı daha yüksek etkinlik ve faydalı böcekler üzerinde daha düşük yan etkiler

sergilemiştir. Bu bulgular, entegre zararlı yönetimi stratejilerinde bu kimyasalların kullanımının faydalı olabileceğini ve tarımsal sürdürülebilirlik açısından önemli bir seçenek sunduğunu göstermektedir. Ancak, direnç gelişimi ve çevresel etkiler üzerine daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

## Kaynaklar

- Abbott W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
- Alkan B., 1958. Güney Anadolu biberlerinde zarar yapan yeni bir haşere (*Asphondylia capsici* Barnes. Diptera: Cecidomyiidae). *Tomurcuk*, 7(78): 8-9
- Anonim 2024. Sebze Zararlıları Standart İlaç Deneme Metotları. www.tagem.gov.tr. Erişim tarihi: 21 Eylül 2024
- Anonymous 2008. Zırai Mücadele Teknik Talimatları. Tarım ve Orman Bakanlığı, TAGEM., Cilt 3, Ankara, 181 s.
- Baloğlu G. H., 2015. Örtüaltı biber yetiştiriciliğinde batı çiçek tripsi, *Frankliniella occidentalis* (Pergande)(Thysanoptera: Thripidae)'e karşı predatör akar, *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot)(Acari: Phytoseiidae) ve predatör böcek, *Orius laevigatus* (Fieber)(Hemiptera: Anthocoridae)'un etkinliklerinin ayrı ayrı ve birlikte değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 53 s.
- Boller E. F., H. Vogt, P. Ternes & C. Malavolta, 2006. Working document on selectivity of pesticides 2005. Internal newsletter issued by the publication commission for the IOBC/WRPS council and executive committee issue No: 40. (Web page: [https://www.iobc-wprs.org/ip\\_ipm/archive/03021\\_IOBC\\_WorkingDocumentPesticides\\_Explanations.pdf](https://www.iobc-wprs.org/ip_ipm/archive/03021_IOBC_WorkingDocumentPesticides_Explanations.pdf)) Erişim tarihi: 21 Eylül 2024
- Buluş İ. Y., A. Uzun, O. Demirözer & A. Gösterit, 2021. Farklı yaşlardaki *Bombus terrestris* L. işçi arılarında Chlorantraniliprole ve Flubendiamide'nin akut toksisitesinin değerlendirilmesi. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 3(2): 57-61.
- Calvo F. J., M. Knapp, Y. M. van Houten, H. Hoogerbrugge & J. E. Belda, 2015. *Amblyseius swirskii*: what made this predatory mite such a successful biocontrol agent?. *Experimental and Applied Acarology*, 65(4), 419-433.
- Can E., & M. R. Ulusoy, 2022. Adana ili açık alan biber yetiştiriciliğinde sorun olan arthropoda şubesine bağlı zararlı ve yararlı türlerin saptanması. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 37(1): 79-87.
- Cloyd R. A. & J. A. Bethke, 2011. Impact of neonicotinoid insecticides on natural enemies in greenhouse and interiorscape environments. *Pest management science*, 67(1), 3-9.
- Çevikol E. A. & İ. Karaca, 2021. Örtü altı biber yetiştiriciliğinde *Frankliniella occidentalis*'e karşı *Orius laevigatus*, *Amblyseius swirskii* ve *Neoseiulus cucumeris*'in farklı kombinasyonlarının kullanım olanakları. 8. *Uluslararası Katılımlı Bitki Koruma Kongresi 24-28 Ağustos 2021*, s.85
- Desneux N., A. Decourtye & J. M. Delpuech, 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology*, 52(1): 81-106.
- Döker İ., M. L. Pappas, K. Samaras, A. Triantafyllou, C. Kazak & G. D. Broufas, 2015. Compatibility of reduced-risk insecticides with the non-target predatory mite *Iphiseius degenerans* (Acari: Phytoseiidae). *Pest Management Science*, 71(9): 1267-1273.
- Eilenberg J., A. Hajek & C. Lomer, 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*, 46: 387-400.
- FAO, 2023. World Production of *Capsicum annum* (peppers). FAO Statistical Database.

- Ghatage K., M. H. Tatagar, G. S. Nagesh & A. Dileepkumar, 2022. Evaluation of different botanicals against flower buds damage by Chilli gall midge (*Asphondylia capsici*). *The Pharma Innovation Journal* 11(7): 3568-3575
- Gill H. K. & H. Garg, 2014. Pesticide: environmental impacts and management strategies. *Pesticides-toxic aspects*, 8(187): 10-5772.
- Henderson C.F. & E. W. Tilton, 1955. Tests with acaricides against the brow wheat mite. *Journal of Applied Entomology*, 48:157-161.
- Karaöz B. 2023. Biber gal sineği *Asphondylia gennadii* (Marchal)(Diptera: Cecidomyiidae)'nin örtü altı yetiştiricilikteki popülasyon dalgalanması ve doğal düşmanlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 66 s.
- Keçeci M. & M. O. Gürkan, 2013. Biological control of Western flowerthrips, *Frankliniella occidentalis* with *Orius* species in eggplant greenhouses in Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 37 (4): 467-476.
- Keçeci M. & M.O. Gürkan, 2017. Comparison of *Orius niger* with *Orius laevigatus* biological control efficiency to western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) on sweet pepper in greenhouses. *Acta Horticulture*, 1164: 399-406 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1164.51>
- Kıray Y., 1965. Biber sineği (*Asphondylia capsici* Barnes) tanınması, zararı ve mücadelesi. T.C. Tarım Bakanlığı, Ziraî Mücadele Enstitüsü Yayınları, No: 23, Kemal Matbaası, Adana, 15 s
- Lahm G. P., T. P. Selby, J. H. Freudenberger, T. M. Stevenson, B. J. Myers, G. Seburyamo, B. K. Smith, L. Flexner, C. E. Clark & D. Cordova, (2005). Insecticidal anthranilic diamides: a new class of potent ryanodine receptor activators. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 15(22): 4898-4906. <https://www.doi.org/10.1016/j.bmcl.2005.08.034>.
- Nauen R., & T. Bretschneider, 2002. New modes of action of insecticides. *Pesticide Outlook*, 13(6), 241-245.
- Orphanides G.M., 1975. Biology of the carob midge complex, *Asphondylia* spp. (Diptera, Cecidomyiidae), in Cyprus. *Bulletin of Entomological Research*, 65: 381-390.
- Pathipati V. L., T. V. K. Singh, S. B. Vemuri, R. V. S. K. Reddy & N. B. Bharathi, 2016. Bioefficacy of certain insecticides against blossom midge, *Asphondylia capsici* Barnes on capsicum under field conditions. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, 22(1), 63-66.
- Rangarajan A. V. & N. R. Mahadevan, 1974. Incidence of gall midge *Asphondylia capsici* Barnes on chilli (*Capsicum annum* L.) in Tamil Nadu. *Indian Journal of Entomology*, 36(1): 66-67.
- Roditakis E., C. Skarmoutsou & M. Staurakaki, 2013. Toxicity of insecticides to populations of tomato borer *Tuta absoluta* (Meyrick) from Greece. *Pest Management Science*, 69(7): 834-840. <https://www.doi.org/10.1002/ps.3442>.
- Sertkaya E., S. Telli & A. Yiğit, 2006. Antakya ve çevresinde Biber galsineği, *Asphondylia capsici* Barnes (Diptera: Cecidomyiidae)'nin zarar durumu ve parazitöitleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 30(3): 223-234.
- Skuhravá M., Ş. Bayram, H. Çam, S. Tezcan & P. Can, 2005. Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 29(1): 17-34.
- SPSS, 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Versiyon 22.0. Armonk, NY:IBM Corp
- Topakcı M. & M. Keçeci, 2017. Türkiye'de örtüaltında zararlılara karşı biyolojik mücadele uygulamalarının gelişimi: Araştırmadan pratiğe Antalya örneği. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 8(2): 161-174
- TÜİK, 2022. *Türkiye Tarımsal Üretim İstatistikleri*. Türkiye İstatistik Kurumu.



- Whalen R. A., D. A. Herbert, S. Malone, T. P. Kuhar, C. C. Brewster & D. D. Reisig, 2016. Effects of diamide insecticides on predators in soybean. *Journal of Economic Entomology*, 109(5): 2014-2019.
- Yaşarakıncı N. & P. Hıncal, 1997. İzmir'de örtüaltında yetiştirilen domates, hıyar, biber ve marulda bulunan zararlı ve yararlı türler ile bunların popülasyon yoğunlukları üzerinde araştırmalar. *Plant Protection Bulletin*, 37(1): 79-89.

*Özgün makale (Original article)*

**Türkiye için yeni bir avcı tür: *Cybocephalus nipponicus* Endrödy-Younga (Coleoptera: Cybocephalidae)**

**Şükran OĞUZOĞLU<sup>5\*</sup>, Mustafa AVCI<sup>1</sup>, Gülser PATLAR<sup>1</sup>**

**A new predator species for Türkiye: *Cybocephalus nipponicus* Endrödy-Younga (Coleoptera: Cybocephalidae)**

**Abstract:** The predator species *Cybocephalus nipponicus* Endrödy-Younga naturally spreads in Southeast Asia and the South Pacific, was reported first time in Türkiye. Studies were conducted in the center of Burdur province and it was found the species fed on *Unaspis euonymi* (Comstock) (Hemiptera: Diaspididae) and *Marchalina hellenica* (Gennadius) (Hemiptera: Marchalinidae). It would be useful to conduct comprehensive research on the species in Türkiye, which has been evaluated for biological control purposes by some countries in recent years.

**Keywords:** Predator, biological control, scale insects, new record, Burdur

**Öz:** Doğal yayılışı Güneydoğu Asya ve Güney Pasifik olan avcı tür *Cybocephalus nipponicus* Endrödy-Younga'un Türkiye'de varlığı ilk kez tespit edilmiştir. Burdur ili merkezinde yapılan çalışmalarda türün *Unaspis euonymi* (Comstock) (Hemiptera: Diaspididae) ve *Marchalina hellenica* (Gennadius) (Hemiptera: Marchalinidae) ile beslendiği bulunmuştur. Bazı ülkeler tarafından son yıllarda biyolojik mücadele amacıyla değerlendirilen türün Türkiye'de kapsamlı araştırılması faydalı olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Avcı tür, biyolojik kontrol, kabuklu bit, yeni kayıt, Burdur

## Giriş

Cybocephalidae Jacquelin du Val familyası, dünya üzerinde 16 cinste 207 tür (soyu tükenmiş türler dahil) içeren Cucujoidea üst familyası içinde küçük bir gruptur (Smith 2021). Larva ve erginleri avcı olan türlerin büyüklükleri 0.5-2.5 mm arasında değişmektedir (Pintilioaie & Mate 2023). Türlerin çoğu, Diaspididae, Coccidae ve Pseudococcidae gibi böceklerle (Hemiptera: Coccoomorpha) beslenirken, bazıları da Aleyrodidae (Beyazsinekler) ve Tetranychidae (Kırmızıörümcekler) ile beslenir (Smith 2022). Familyanın filogenetik durumu konusunda tartışmalar sürmekte, bazı araştırmacılar ayrı bir familya olarak kabul ederken bazıları da Nitidulidae familyası içinde göstermektedirler (Lee et al. 2024).

*Cybocephalus* Erichson cinsi dünya genelinde 178 türü kapsamaktadır (Smith 2021). Avrupa'da ise 23 *Cybocephalus* türü bulunmuştur (Pintilioaie & Mate 2023). Bugüne kadar Türkiye'de iki alttürle birlikte dört tür kaydedilmiş olup bunlar; *Cybocephalus fodori* Endrödy-Younga, *Cybocephalus fodori fodori*, *Cybocephalus*

<sup>5</sup> Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Isparta, Türkiye

\* Sorumlu Yazar (Corresponding author) [sukranoguzoglu@isparta.edu.tr](mailto:sukranoguzoglu@isparta.edu.tr)

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0002-1816-8691; 0000-0001-6704-8947; 0000-0002-2356-5421

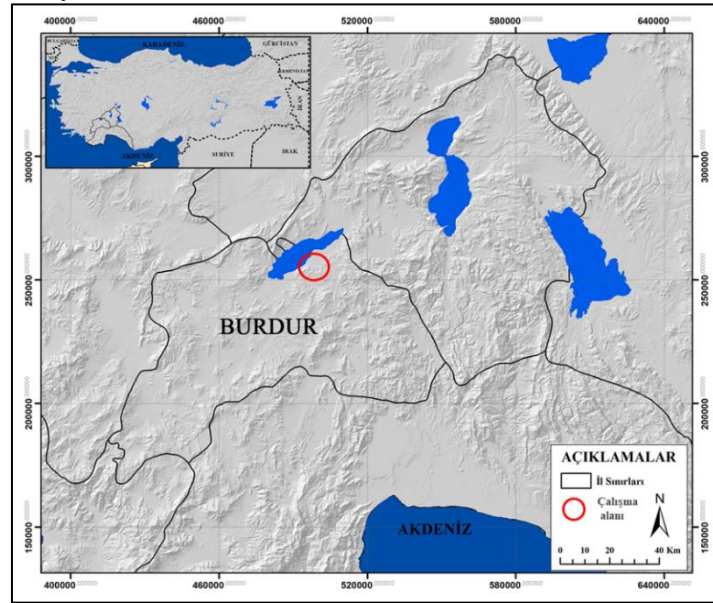
Received (Alınış): 15 Kasım 2024

Accepted (Kabul ediliş): 17 Aralık 2024

*fodori minor*, *Cybocephalus mediterraneus* Endrödy-Younga, *Cybocephalus politus* (Gyllenhal), *Cybocephalus rufifrons* Reitter'tur. Türün diğer cybocephalid türleri gibi önemli bir avcı tür olması sebebiyle bazı ülkelerde biyolojik mücadele programlarında yer aldığı bildirilmektedir (Pintilioaie & Mate 2023; Serri et al. 2024). Bu tür Asya ve Güney Pasifik'e özgü olmakla birlikte Amerika Birleşik Devletleri'ne götürülmüş ve başarıyla yerleşmiştir. ABD ve Batı Hint Adaları'ndan bildirilen konukçular arasında 18 Diaspididae ve bir Tetranychidae türü bulunmaktadır (Smith 2022). *Cybocephalus nipponicus*'un biyolojisi bazı araştırmacılar tarafından ayrıntılı olarak incelenmiştir. Dişilerinin ortalama 288 yumurta bıraktığı ve yumurtadan ergine kadar geçen sürenin yaklaşık yedi hafta sürdüğü, toplam yaşam süresinin 11-14 hafta arasında olduğu ve yılda üç nesil verebildiği belirlenmiştir (Alvarez & Van Driesche 1998a; 1998b; Smith & Cave 2006). Bu çalışmada biyolojik mücadele uygulamalarında değerlendirilebilecek türün Türkiye entomofaunası için ilk kaydı verilmektedir.

## Materyal ve Yöntem

Çalışma, Burdur ili kentsel yeşil alanları ve Kent Ormanında 2018 yılında yürütülmüştür (Şekil 1). Örnekler Burdur Orman İşletme Müdürlüğü bahçesi (Koordinat: 37°43'03''K-30°16'34''D, yükselti: 961 m), Burdur Öğretmenevi bahçesi (Koordinat: 37°43'00''K-30°16'39''D, yükselti: 959 m) ve ağaçlandırma yoluyla tesis edilmiş kızılçam ağaçlarından oluşan Burdur Kent Ormanından toplanmıştır (Koordinat: 37°41'40''K-30°12'02''D, yükselti: 890 m). Avcı türe ait örnekler mayıs-kasım döneminde farklı tarihlerde yapılan arazi çalışmalarında elde edilmiştir. Örneklerin preparasyonları yapılarak, erkek ve dişi ayrımları gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. *Cybocephalus nipponicus* örnekleme alanı  
Figure 1. *Cybocephalus nipponicus* sampling area

Tür Prof. Dr. Nedim UYGUN (Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Emekli Öğretim Üyesi) tarafından teşhis edilmiştir. Av türleri yazarlar tarafından teşhis edilmiştir. Tüm örnekler Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Entomolojisi ve Koruma Anabilim Dalı bünyesinde bulunan Entomoloji Müzesinde muhafaza altına alınmışlardır.

## Bulgular ve Tartışma

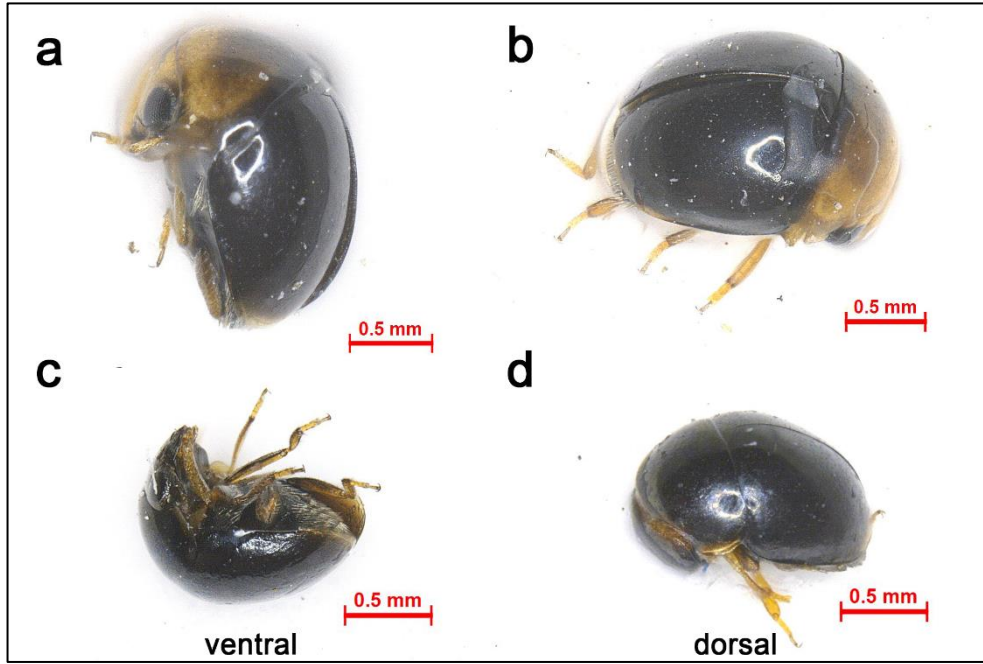
Çalışmada *Cybocephalus nipponicus*'un Burdur Orman İşletme Müdürlüğü ve Öğretmenevi bahçesinde *Euonymus japonica* Thunb. (Celastraceae) üzerinde *Unaspis euonymi* (Comstock) ve Burdur Kent Ormanında ise *Pinus brutia* Ten. (Pinaceae) üzerinde *Marchalina hellenica* (Gennadius) türlerinin avcısı olduğu belirlenmiştir.

### Türün sistematigi

Sınıf	: Insecta Linnaeus, 1758
Takım	: Coleoptera Linnaeus, 1758
Familiya	: Cybocephalidae Jaquelin Du Val, 1858
Cins	: <i>Cybocephalus</i> Erichson, 1844
Tür	: <i>Cybocephalus nipponicus</i> Endrödy-Younga, 1971

**İncelenen materyal:** Burdur Orman İşletme Müdürlüğü bahçesi, 37°43'03''K-30°16'34''D, 961 m, 18.V.2018, *Rosa* sp., 1♀; *Euonymus japonica*, 5♂♂ 24♀♀; Öğretmenevi bahçesi, 37°43'00''K-30°16'39''D, 959 m, 02.VII.2018, *Salix babylonica*, 1♂; 02.IX.2018, *Euonymus japonica*, 17♂♂ 9♀♀; 20.XI.2018, *Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*, 1♂ 1♀; *Euonymus japonica*, 1♂ 8♀♀; Burdur Kent Ormanı, 37°41'40''K-30°12'02''D, 890 m, *Pinus brutia*, 1♂ (Toplam 69 birey).

**Tanımı:** Türün erginlerinin uzunluğu 1,0-1,2 mm arasında değişmektedir. Erkeklerinin baş, pronotum, prosternum, mesosternum ve bacakları sarı renkte, diğer kısımları siyahtır. Dişileri ise siyah renkte olup sarı bacaklara sahiptir. Erginleri sarı renkli antenlere sahip olup anten topuzunun uç kısmı kesik yapılıdır (Smith 2022; Serri et al. 2024) (Şekil 2).



Şekil 2. *Cybocephalus nipponicus* a, b) erkek, c, d) dişi  
Figure 2. *Cybocephalus nipponicus* a, b) male, c, d) female

Türkiye’de Cybocephalidae familyasından *Cybocephalus* cinsine ait dört tür olmak üzere toplam 6 takson tespit edilmiştir. Ayrıca cins düzeyinde tespit edilen bir çalışma bulunmaktadır (Çizelge 1). En yaygın tür olan *C. fodori* Adana, Diyarbakır, Elâzığ, Malatya ve Muğla illerinde tespit edilmiştir. Bu tür Türkiye’de *Citrus deliciosa* (Tenora), *C. sinensis* (L.) (Rutaceae), *Olea* sp. (Oleaceae) ve *Prunus armeniaca* L. (Rosaceae)’da görülmüştür. Avlarını genellikle Hemiptera takımı Diaspididae familyasına ait türler oluşturmakta, Türkiye’de bu familyadan *Aonidiella aurantii* Maskell, *A. citrina* (Coquillet), *Chrysomphalus dictyospermi* (Morgan), Coccidae familyasından *Sphaerolecanium prunastri* (Boyer de Fonscolombe), Pseudococcidae familyasından *Plancooccus citri* Risso, Lepidoptera takımı Pyralidae familyasından *Prays oleae* (Bernard) türleri saptanmıştır (Soydanbay 1976; Yiğit & Uygun 1982; Bozbuğa & Elekçioğlu 2008; Yiğit 2013; Telli & Yiğit 2019; Gülmez et al. 2023).

*Cybocephalus fodori*’nin Türkiye’de görülen iki alt türünden biri olan *C. fodori minor* en yaygın olan taksondur. Bu taksonun görüldüğü konukçu bitki türleri; *Cedrus libani* A. Rich. (Pinaceae), *Citrus* sp. (Rutaceae), *Crataegus oxyacantha* L. (Rosaceae), *Diospyros virginiana* L. (Ebenaceae), *Olea* sp. (Oleaceae), *Pistacia* sp. (Anacardiaceae), *Prunus armeniaca* L., *Prunus* sp. (Rosaceae) ve *Syringa* sp. (Oleaceae)’dır. Türkiye’de tespit edilen avları ise *Aonidiella aurantii* Maskell, *Epidiaspis leperii* Signoret, *Lepidosaphes pistaciae* (Archangelskaya), *Parlatoria pergandii* (Comstock), *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni Tozzetti), *Torosaspis cedricola* (Balachowsky & Alkan) (Diaspididae), *Eulecanium ciliatum* (Douglas), *Sphaerolecanium prunastri* Fonscolombe (Coccidae), *Panonychus citri* (McGregor)

(Tetranychidae), *Planococcus citri* (Risso) (Pseudococcidae) ve *Euphyllura olivina* Costa (Liviidae) türleridir (Ülgentürk 1998; Ülgentürk & Toros 1999; Ülgentürk 2001; Ülgentürk et al. 2001; Ülgentürk et al. 2004; Elekçioğlu & Şenal 2007; Bozbuğa & Elekçioğlu 2008; Özgen & Bolu 2009; Güncan 2009; Dostbil 2012; Özgen et al. 2015; Dostbil & Ülgentürk 2016; Elekçioğlu & Ölçülü 2017; Elekçioğlu & Ölçülü 2018; Başar & Yaşar 2018). Diğer alt türü olan *Cybocephalus fodori fodori*'nin Jelínek & Audisio (2007) tarafından Türkiye'de bulunduğu belirtilmiştir. Ayrıca aynı çalışmada *C. politus* ve *C. rufifrons* türlerinin Türkiye'den kaydı bildirilmiştir.

*Cybocephalus mediterraneus* Endrödy-Younga, Mersin ve Muğla illerinde bulunmuştur. Bu türün, *Citrus sinensis* üzerinde *Aonidiella aurantii* türünün avcısı olduğu bildirilmiştir (Soydanbay 1976; Lason 2007). Cins düzeyinde tespitinin yapıldığı çalışmada *Morus alba* L. (Moraceae) üzerinde *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni-Tozzetti) (Diaspididae) türünün avcısı olarak belirtilmiştir (Mohammed 2017).

*Cybocephalus nipponicus*'un doğal yayılış alanı Güneydoğu Asya ve Güney Pasifik bölgeleridir. *Unaspis euonymi* (Diaspididae) ile mücadele amacıyla Kore'den Amerika Birleşik Devletleri'ne götürülmüş ve başarıyla yerleşmiştir (Smith & Cave 2006; Smith 2022). Ayrıca Tayland'dan Tayvan ve Güney Afrika'ya da götürülmüştür (Labuschagne et al. 1996; Smith & Bailey 2007; Song et al. 2012). Türün Avrupa'daki ilk kaydı İtalya'dan (Lupi 2002) bildirilmiş, ardından İspanya (Vela et al. 2015; Viñolas et al. 2017; del Pino et al. 2020), Fransa (Merkel et al. 2017; Le Monde des insects 2024), Macaristan (Merkel et al. 2017) ve Romanya (Pintilioaie & Mate 2023)'da tespit edilmiştir. Türün Asya ülkelerinden getirilen zararlı türlerle bulaşık süs bitkileri ile taşınmış olduğu düşünülmektedir (Pintilioaie & Mate 2023). 2024 yılında yapılan bir çalışmada ise Türkiye'ye komşu olan İran'dan kayıt bildirilmiştir (Serri et al. 2024).

*Cybocephalus nipponicus*, genellikle Diaspididae familyasından türlerle beslenmektedir. Türün Diaspididae familyasından 18 ve Tetranychidae familyasından bir tür ile beslendiği belirtilmiştir (Smith 2022). Türün; Diaspididae familyasından *Aonidiella aurantii* Maskell, *Aspidiotus destructor* Signoret, *Aulacaspis crawii* (Cockerell), *Aulacaspis tubercularis* Newstead, *Aulacaspis yasumatsui* Takagi, *Carulaspis visci* (Schrank), *Chrysomphalus bifasciculatus* Ferris, *Diaspidiotus macropranus*, *Diaspis echinocacti* (Bouché), *Fiorinia externa* Ferris, *Fiorinia phantasma* (Cockerell & Robinson), *Hemiberlesia lataniae* (Signoret), *Hemichonaspis* sp., *Lepidosaphes beckii* (New-man), *Pseudaulacaspis cockerelli* (Cooley), *Pseudaulacaspis pentagona*, *Quadraspidiotus perniciosus* (Comst), *Unaspis euonymi* ve *Unaspis yanonensis* Kuwana türleri ile Tetranychidae familyasından *Panonychus citri* (McGregor) türü ile beslendiği bildirilmiştir (Smith 2022; Serri et al. 2024). Türün tespit edildiği bitki türleri: *Citrus aurantium* L. (Rutaceae), *Cycas revoluta* Thunb. (Cycadaceae), *Euonymus japonicus*, *Morus alba*, *Opuntia ficus-indica* (L.) (Cactaceae), *Phoenix canariensis* (Arecaceae) ve *Pittosporum tobira* 'variegatum' (Pittosporaceae)'dur (Smith 2022; Serri et al. 2024).

Yapılan çalışmalarda geniş yapraklı türlerdeki avlarla beslendiği belirlenen *Cybocephalus nipponicus*, Türkiye'de iğne yapraklı ağaç türlerinden *Pinus brutia*

(Pinaceae) üzerinde tespit edilmiştir. Aynı cinse ait *C. fodori minor* türünün *Cedrus libani*'deki (Pinaceae) *Torosaspis cedricola* (Balachowsky & Alkan) (Diaspididae) ile beslendiği belirtilmektedir (Dostbil 2012; Dostbil & Ülgentürk 2016). *Cybocephalus nipponicus*'un *M. hellenica*'nın avcısı olduğu ilk kez kaydedilmiştir. Bu çalışmada *C. nipponicus* *Euonymus japonica*, *Salix babylonica* ve *Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* üzerinden toplanmış olup, *E. japonica*'da *Unaspis euonymi* türü ile beslendiği belirlenmiştir. *Salix babylonica* ve *A. nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* türlerinde herhangi bir av türü gözlenmemiştir.

*Cybocephalus nipponicus*'un Türkiye'ye Avrupa ülkelerinden ithal edilen süs bitkileriyle gelmiş olabileceği düşünülmektedir. Türkiye'de *C. nipponicus*'un biyo-ekolojisinin çalışılması ve besin rekabetindeki etkisinin araştırılması faydalı olacaktır. Biyolojik mücadele uygulamalarında kullanım olanaklarının araştırılması ve gelecekte entegre mücadele kapsamında değerlendirilebilme potansiyelinin belirlenmesi önerilmektedir.

Çizelge 1. Türkiye’de tespit edilen *Cybocephalus* türleri  
Table 1. *Cybocephalus* species found in Türkiye

Türler	Tarih	Lokasyon	Konukçu bitki	Avı	Kaynak
<i>Cybocephalus fodori fodori</i>	-	-	-	-	Jelínek & Audisio 2007
	17.06.1996	Ankara	<i>Crateagus oxyacantha</i>	<i>Eulecanium ciliatum</i>	Ülgentürk 1998; Ülgentürk & Toros 1999; Ülgentürk 2001
	21.06.2000	Isparta	<i>Prunus</i> sp.	<i>Sphaerolecanium prunastri</i>	Ülgentürk et al. 2004
	13.06.1999	Afyonkarahisar	<i>Prunus</i> sp.	<i>Epidiaspis leperii</i>	Ülgentürk et al. 2004
	16.06.1999	Ankara	<i>Syringa</i> sp.	<i>Pseudaulacaspis pentagona</i>	Ülgentürk et al. 2004
	-	Hatay-Dörtiyol	<i>Citrus</i> sp.	<i>Panonychus citri</i> , <i>Planococcus citri</i> , <i>Aonidiella aurantii</i>	Elekçioğlu & Şenal 2007
	-	Mersin-Erdemli	<i>Citrus</i> sp.	<i>A. aurantii</i>	Elekçioğlu & Şenal 2007
	-	-	<i>Olea</i> sp.	<i>Euphyllura olivina</i>	Bozbuğa & Elekçioğlu 2008
<i>Cybocephalus fodori minor</i>	-	Malatya	<i>Prunus armeniaca</i>	<i>S. prunastri</i>	Özgen & Bolu 2009
	-	Afyonkarahisar	-	<i>S. prunastri</i>	Ülgentürk et al. 2001
	-	Ankara	-	<i>S. prunastri</i>	Ülgentürk 2001
	-	İzmir	-	<i>P. pentagona</i>	Günçan 2009
	21.06.2008	Ankara	<i>Cedrus libani</i>	<i>Torosaspis cedricola</i>	Dostbil 2012; Dostbil & Ülgentürk 2016
	2003-2004	Siirt	<i>Pistacia</i>	<i>Lepidosaphes pistaciae</i>	Özgen et al. 2015
	2012-2013	Adana, Mersin, Hatay, Osmaniye	<i>Citrus</i> sp.	<i>Parlatoria pergandii</i>	Elekçioğlu & Ölçülü 2017
	-	-	<i>Diospyros virginiana</i>	-	Elekçioğlu & Ölçülü 2018
	-	Antalya	-	-	Başar & Yaşar 2018
	08.06.1965	Muğla-Bodrum	<i>Citrus deliciosa</i>	<i>Chrysomphalus dictyospermi</i>	Soydanbay 1976
	29.09.1966	Muğla-Fethiye	<i>Citrus sinensis</i>	<i>A. aurantii</i>	Soydanbay 1976
	-	Adana, İçel	-	-	Yiğit & Uygun 1982
	-	-	<i>Olea</i> sp.	<i>Prays oleae</i>	Bozbuğa & Elekçioğlu 2008
<i>Cybocephalus fodori</i>	-	-	-	<i>Aonidiella aurantii</i> , <i>A. citrina</i> , <i>Chrysomphalus dictyospermi</i>	Günçan 2009
	-	Malatya	<i>Prunus armeniaca</i>	<i>S. prunastri</i>	Yiğit 2013
	-	-	-	<i>Planococcus citri</i>	Telli & Yiğit 2019
	-	Diyarbakır, Elazığ	<i>Prunus armeniaca</i>	<i>S. prunastri</i>	Gülmez et al. 2023
<i>Cybocephalus mediterraneus</i>	29.09.1966	Muğla-Fethiye	<i>Citrus sinensis</i>	<i>A. aurantii</i>	Soydanbay 1976
	22.06.2004	Mersin-Silifke	-	-	Lason 2007
<i>Cybocephalus politus</i>	-	-	-	-	Jelínek & Audisio 2007
<i>Cybocephalus ruffrons</i>	-	-	-	-	Jelínek & Audisio 2007
<i>Cybocephalus</i> sp.	-	-	<i>Morus alba</i>	<i>P. pentagona</i>	Mohammed 2017



## Teşekkür

Türün teşhisini yapan Sayın Prof. Dr. Nedim UYGUN (Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Emekli Öğretim Üyesi, Adana)'a teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Alvarez J. M. & R. Van Driesche, 1998a. Biology of *Cybocephalus* sp. nr. *nipponicus* (Coleoptera: Cybocephalidae), a natural enemy of euonymus scale (Homoptera: Diaspididae). *Environmental Entomology*, 27: 130–136.
- Alvarez J. M. & R. Van Driesche, 1998b. Effect of prey, sex, density and age on oviposition of *Cybocephalus* sp. nr. *nipponicus* (Coleoptera: Cybocephalidae), a natural enemy of euonymus scales (Homoptera: Diaspididae). *Florida Entomologist*, 81: 429–436.
- Başar M. & B. Yaşar, 2018. Antalya ili zeytin bahçelerinde saptanan parazitoid ve predatörler. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 9(2): 82-101.
- Bozbuğa R. & Z. Elekçioğlu, 2008. Türkiye’de zeytin bahçelerinde belirlenen zararlılar ve doğal düşmanlar. *Türk Bilimsel Dergisi*, 1(1): 87-97.
- del Pino M., C. Bienvenido, J. R. Boyero & J. M. Vela, 2020. Biology, ecology and integrated pest management of the white mango scale, *Aulacaspis tubercularis* Newstead, a new pest in southern Spain - a review. *Crop Protection* 133(105160): 1–11.
- Dostbil Ö., 2012. Distribution and bio-ecological studies on Cedar scale *Torosaspis (Acanthomytilus) cedricola* (Balachowsky & Alkan) (Hemiptera: Diaspididae) in Ankara. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 175 s.
- Dostbil Ö. & S. Ülgentürk, 2016. Bio-ecology of cedar scale insect *Torosaspis cedricola* (Balachowsky & Alkan) (Hemiptera Diaspididae) in Ankara, Turkey. *Redia: Journal of Zoology/Giornale di Zoologia*, 99: 163-170.
- Elekçioğlu N. Z. & M. Ölçülü, 2017. Population dynamics of Chaff scale, *Parlatoria pergandii* (Comstock) (Hemiptera: Diaspididae) and its parasitoids on three citrus species in Hatay, Turkey. Integrated Protection of Citrus Crops, Meeting on Citrus Pests, Diseases and Weeds, 25-27 Eylül 2017, Valencia, 44 p.
- Elekçioğlu N. Z. & D. Şenal, 2007. Pest and natural enemy fauna in organic citrus production in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1: 29-34.
- Elekçioğlu N. Z. & M. Ölçülü, 2018. Determination of parasitoid and predator species of Chaff scale [*Parlatoria pergandii* Comstock (Hemiptera: Diaspididae)] in citrus orchards in eastern Mediterranean region of Turkey. *Bitki Koruma Bülteni*, 58(3): 131-139.
- Gülmez M., L. Gençer & M. R. Ulusoy, 2023. Parasitoid and predator species of Coccidae (Hemiptera: Coccoidea) species in fruit orchards of Diyarbakır and Elazığ Provinces, Türkiye. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 14(1): 30-42.
- Güncan A., 2009. İzmir ili şeftali ağaçlarında dut kabuklubiti, *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni-Tozzetti) (Hemiptera: Diaspididae)'nın zararı ve doğal düşmanları üzerinde araştırmalar. Doktora tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 178 s.
- Jelínek J. & P. Audisio, 2007. Family Nitidulidae. In: Löbl, I. & Smetana, A. (eds) Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Vol. 4: Elateroidea - Derodontoidea - Bostrichoidea - Lymexyloidea - Cleroidea - Cucujoidea. Apollo Books, Stenstrup, pp. 459–491.
- Labuschagne T. I., M. S. Daneel & M. de Beer, 1996. Establishment of *Aphytis* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Cybocephalus binotatus* Grouvelle (Coleoptera: Nitidulidae) in mango orchards in South Africa for control of the mango scale, *Aulacaspis*

- tubercularis* Newstead (Homoptera: Diaspididae). *Yearbook South African Mango Growers' Association*, 16: 20–22.
- Lasoń A., 2007. A contribution to the knowledge of the sap beetles of Turkey (Coleoptera: Nitidulidae and Kateretidae). *Annals of the Upper Silesian Museum (Entomology)*, 14(15): 195-221.
- Le Monde des insects, 2024. Le Monde des insectes. <https://www.insecte.org/forum/viewtopic.php?t=89159> &hilit=cybocephalus (Erişim tarihi: 13 Kasım 2024)
- Lee M. H., S. Lee, J. Seung & S. Lee, 2024. Taxonomic notes on Cybocephalidae (Coleoptera: Cucujoidea) in Korea, describing immature stages and a new species. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 27(4): 102303.
- Lupi D., 2002. *Cybocephalus nipponicus* Endrödy-Younga (Coleoptera, Cybocephalidae) on *Diaspis echinocacti* (Bouche) in Liguria. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*, 34(3): 463–466.
- Merkl O., B. Károlyi & D. Korányi, 2017. First record of *Cybocephalus nipponicus* in Hungary (Coleoptera: Cybocephalidae). *Folia Entomologica Hungarica*, 78: 71–76.
- Mohammed E. M. A. M., 2017. *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni-Tozzeti (Hemiptera: Diaspididae)'nın Ankara ilindeki yayılışı konukçuları ve dut üzerindeki biyo-ekolojisi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 152 s.
- Özgen İ. & H. Bolu, 2009. Malatya ili kayısı alanlarında zararlı *Sphaerolecanium prunastri* (Boyer de Fonscolombe, 1834) (Hemiptera: Coccidae) (Erik koşnili)'nin yayılış alanları, bulaşma oranları ve doğal düşmanlarının belirlenmesi. *Turkish Journal of Entomology*, 33(2): 83-91.
- Özgen İ., T. Ayaz & M. Kaplan, 2015. Antepfıstığı Ağaçlarında zararlı *Lepidosaphes pistaciae* (Archangelskaya) (Hemiptera: Diaspididae)'nin Siirt ili antepfıstığı bahçelerindeki populasyon değişimleri ve *Cybocephalus fodori minor* (Endrody-Younga) (Coleoptera: Cybocephalidae) ile ilişkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19(2): 75-80.
- Pintilioaie A. M. & J. Mate, 2023. First record of *Cybocephalus nipponicus* (Coleoptera, Cybocephalidae) in Romania. *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*, 66(1): 107–111.
- Serri S., B. Rafiei, M. G. Chitgar, S. Manzari, S. Farrokhi & P. Audisio, 2024. New record of a biological control agent, *Cybocephalus nipponicus* Endrödy-Younga, 1971 (Coleoptera: Cybocephalidae) from Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 10(3): 581-587.
- Smith T. R. & R. D. Cave, 2006. The Cybocephalidae (Coleoptera) of America North of Mexico. *Annals of the Entomological Society of America*, 99(5): 776–792.
- Smith T. R., 2021. A catalogue of the Cybocephalidae (Coleoptera: Cucujoidea) of the world. *Insecta Mundi*, 0858: 1–16.
- Smith T. R., 2022. Review of the Cybocephalidae (Coleoptera) of North America and the West Indies with descriptions of two new species of *Cybocephalus* Erichson. *Insecta Mundi*, 0950: 1–35.
- Smith T. R. & R. Bailey, 2007. A new species of *Cybocephalus* (Coleoptera: Cybocephalidae) from Taiwan and a new distribution record for distribution record for *Cybocephalus nipponicus*. *The Coleopterists Bulletin*, 61(4): 503–508.
- Song S. Y., C. W. Tan & S. Y. Hwang, 2012. Host range of *Cybocephalus flavocapitis* and *Cybocephalus nipponicus*, two potential biological control agents for the cycad aulacaspis scale, *Aulacaspis yasumatsui*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 15: 595–599.
- Soydanbay M., 1976. Türkiye'de bitki zararlısı bazı böceklerin doğal düşman listesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 16(1): 32-46.

- Telli S. & A. Yiğit, 2019. Türkiye’de meyve ağaçlarında ekonomik zarar meydana getiren Pseudococcid’ler (Hemiptera) ve doğal düşmanları. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 10(1): 41-59.
- Ülgentürk S. & S. Toros, 1999. Natural enemies of the oak scale insect, *Eulecanium ciliatum* (Douglas) (Hemiptera: Coccidae) in Türkiye. *Entomologica Bari*, 33: 219-224.
- Ülgentürk S., 1998. Ankara ili park ve süs bitkilerinde zararlı Coccidae (Homoptera: Coccoidea) türleri ve bunlardan *Eulecanium ciliatum* (Douglas)’ın biyo-ekolojisi üzerine araştırmalar. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 221s.
- Ülgentürk S., 2001. Parasitoids and predators of Coccidae (Homoptera: Coccoidea) species on ornamental plants in Ankara, Türkiye. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 36(3-4): 369-375.
- Ülgentürk S., J. Noyes, C. Zeki & M. B. Kaydan, 2004. Natural enemies of Coccoidea (Hemiptera) on orchard trees and the neighbouring areas plants in Afyon, Ankara, Burdur, Isparta provinces, Türkiye. Proceeding of the X. International Symposium on Scale Insect Studies. 19-23 April 2004, Adana, Türkiye, 361-372.
- Ülgentürk S., M. B. Kaydan, C. Zeki & S. Toros, 2001. *Sphaerolecanium prunastri* Boyer de Fonscolombe (Hemiptera: Coccidae): distribution, host plants and natural enemies in Turkish Lake District. *Bollettino di zoologia agraria e di bachicoltura Seri II*, 33(3): 357-363.
- Vela J. M., E. Calderón, C. López-Rodríguez, B. Campos & J. Boyero, 2015. Fenología y enemigos naturales de la cochinilla blanca del mango, *Aulacaspis tubercularis* (Hemiptera, Diaspididae) en la costa subtropical de Málaga y Granada: Datos preliminares. In IX. Congreso Nacional de Entomología Aplicada, 19-23 October, Valencia, Spain.
- Viñolas A., J. Muñoz-Batet & S. Trócoli, 2017. Noves aportacions al conèixement de la fauna coleopterològica de la península Ibèrica (Coleoptera). *Butlletí de la Institució Catalana d’Història Natural*, 81: 75–78.
- Yiğit A. & N. Uygun, 1982. Adana, İçel ve Kahramanmaraş illeri elma bahçelerinde zararlı ve yararlı faunanın saptanması üzerine çalışmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 22(4): 163-178.
- Yiğit T., 2013. Malatya ilinde kayısı ağaçlarında zarar yapan Coccidae ve Diaspididae (Hemiptera: Coccoidea) familyalarına ait türlerin saptanması, yaygınlık durumları ile parazitoid ve predatörlerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 79 s.

*Orijinal araştırma (Original article)*

**The impact of daily limited prey density levels on some biological characteristics of *Phytoseiulus persimilis* Athis-Henriot at various temperature and humidity conditions**

Cengiz KAZAK<sup>6</sup>

**Farklı sıcaklık ve nem koşullarında günlük sınırlı av yoğunluğu düzeylerinin *Phytoseiulus persimilis* Athis-Henriot'un bazı biyolojik özellikleri üzerine etkisi**

**Öz:** Bu çalışmada, günlük sınırlı av düzeylerinin 25, 30 ve 27-35°C değişken sıcaklıklarda, %75±5 ve %90±5 bağıl nem koşullarında avcı akar *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot'un bazı biyolojik özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada av olarak avcı akar gruplarından ilkinde her gün bir yumurta, bir larva ve bir *Tetranychus urticae* Koch (Kırmızı form) ergini (erkek); ikinci gruba iki yumurta, iki larva ve iki ergin erkek; üçüncü gruba üç yumurta, üç larva ve üç ergin erkek; dördüncü gruba ise dört yumurta, dört larva ve dört ergin erkek verilmiştir. Tüm *P. persimilis* larvaları 25 ve 30 °C'de (%75; %90 bağıl nem) beslenmeden protonimf dönemine ulaşmıştır. Ancak, her iki nem seviyesinde de 27-35 °C'lik değişken sıcaklık aralığında hiçbir yumurta açılmamıştır. En yüksek ortalama ömür, ergin öncesi protonimf döneminden itibaren toplam 10 gün ile 25 °C'de (%75 bağıl nem) ikinci av seviyesinde gözlenmiştir. En yüksek yumurta tüketimi, ortalama 27.4 adet ile dördüncü av seviyesinde 30 °C'de (%75 bağıl nem) gözlenmiştir. Buna karşılık, en yüksek larva ve ergin erkek tüketimleri, dördüncü av düzeyinde sırasıyla 26.80 larva ve 29 adet ergin erkek ortalamasıyla 25 °C'de (%90 bağıl nem) gerçekleşmiştir. İlk av düzeyinde, hiçbir sıcaklık ve nem düzeyinde üreme gerçekleşmemiştir. *P. persimilis*'in üreme gücü genel olarak 25 °C sıcaklıkta (%75 ve %90 bağıl nem) ikinci besin düzeyinden sonra av yoğunluğundaki artışa paralel olarak artmıştır. *P. persimilis*'in en yüksek üreme gücü 25 °C (%90 bağıl nem) ve dördüncü besin düzeyinde tüm ovipozisyon süresi için 1.9 adet yumurta olmuştur.

**Anahtar sözcükler:** *Phytoseiulus persimilis*, sıcaklık, nem, sınırlı av yoğunluğu

**Abstract:** This study aimed to determine the effects of daily limited prey levels on certain biological characteristics of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot at 25, 30, and 27-35 °C, with relative humidity conditions of 75±5% and 90±5%. In the study, four groups of predatory mites were established by providing varying densities of prey items daily.

<sup>6</sup> Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü-01330 Adana, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): ckazak@cu.edu.tr

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0002-2810-0244

Received (Alınış): 15 Kasım 2024

Accepted (Kabul ediliş): 16 Aralık 2024

The first group received one egg, one larva, and one adult male of *Tetranychus urticae* Koch (Red form) each day; the second group received two eggs, two larvae, and two adult males; the third group received three eggs, three larvae, and three adult males; and the fourth group received four eggs, four larvae, and four adult males daily. All *Phytoseiulus persimilis* larvae successfully progressed to the protonymph stage without feeding at 25 and 30 °C (75% and 90% RH). However, no egg hatching was observed within the variable temperature range of 27-35 °C under both humidity conditions. The longest mean longevity was recorded at the second prey density level at 25 °C (75% RH), with an average duration of 10 days starting from the protonymph stage. The highest mean egg consumption was observed at 30 °C (75% RH) at the fourth prey level, with a mean of 27.4 eggs. In contrast, the highest consumption of larvae and adult males occurred at 25 °C (90% RH), with means of 26.8 larvae and 29 adult males, respectively, at the fourth prey level. At the first prey level, no oviposition occurred under either temperature or humidity condition. Oviposition of *P. persimilis* generally increased in tandem with the prey density, with a noticeable rise after the second prey level at 25 °C (75% and 90% RH). The highest oviposition rate, with a total of 1.9 eggs over the entire oviposition period, was observed at 25 °C (90% RH) at the fourth prey level.

**Key words:** *Phytoseiulus persimilis*, temperature, humidity, limited prey density

## Introduction

Tetranychid mites reproduce rapidly and can attain significant population densities, particularly in unbalanced agricultural eco-systems (Van de Vrie et al. 1972). These mites disrupt chlorophyll synthesis by feeding on the foliage of host plants, which significantly impedes both plant growth and fruit development (Jeppson et al. 1975). While insecticides and acaricides may provide temporary mitigation of mite populations, their effectiveness is often compromised by challenges such as the development of resistance and the presence of undesirable pesticide residues (Burgess 1974). In light of concerns related to environmental health and consumer safety, as well as the necessity to maintain mite populations below economical thresholds, biological control has emerged as a promising strategy. This approach has achieved considerable success in recent years (Vacante & Firullo 1983; Brodgaard 1989; Tiftikçi et al. 2020; 2022; Yaşar et al. 2024).

Although numerous natural enemies of phytophagous mites have been documented, predatory mites from the family Phytoseiidae within the subclass Acari are recognized as some of the most efficacious (Oatman et al. 1977; McMurtry et al. 2015). A substantial body of research has focused on the utilization of predatory phytoseiid mites as biological control agents against tetranychid mites (Havelka & Kindlmann 1984; Rasmy & Ellaithy 1988). Notably, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) has emerged as one of the most effective species within this family. This species is currently commercially reared in Europe (Anonymous 1977), Canada, and the United States (Steiner & Elliot 1987), and it has been successfully implemented as a biological control agent against tetranychid mites, particularly in greenhouse environments (Perdiki et al. 2008).

A considerable amount of research has been devoted to investigating the biological characteristics of *P. persimilis* under controlled laboratory conditions

(Friese & Gilstrap 1982; Gillespie & Quiring 1994; Mutuku et al. 2024). In the majority of these studies, with the exception of those examining low prey densities (such as functional response experiments), prey availability was meticulously managed to circumvent any deleterious effects on the predator's consumption and reproductive capacity (Skirvin & Fenlon 2001). Consequently, these experiments have taken place in environments characterized by stable food availability. However, it is essential to acknowledge that the dynamics observed in laboratory settings may not accurately reflect those in natural environments (Havelka & Kindlmann 1984). Natural enemies typically thrive in habitats where prey or hosts are not consistently present at high densities, and these ecological interactions occur under variable temperature and humidity conditions (Nachman & Zemek 2002).

It is anticipated that a decrease in prey density will significantly adversely affect the biological characteristics of *P. persimilis*, akin to the effects observed in other predatory mite species (Park et al. 2021). Consequently, the population may show slower developmental rates, longer developmental periods, and reduced reproductive rates as prey density declines (Sentis et al. 2012; Nielsen et al. 2014). However, there is currently a paucity of information regarding the impact of restricted feeding conditions on the biological characteristics of predatory mites in general, and *P. persimilis* specifically. To address this knowledge gap, the present study aims to enhance understanding of the biological characteristics of *P. persimilis* under varying temperatures, different humidity levels, and conditions of limited prey availability.

## Materials and Methods

### Host plant and *Tetranychus urticae* rearings

Host plant rearing was conducted in an acclimatized climate room maintained at  $25\pm 1$  °C,  $60\pm 10\%$  relative humidity (16:8; L:D). *Phaseolus vulgaris* L. (common bean) served as the host plant for the rearing of *Tetranychus urticae* (red form) (Acari: Tetranychidae). For this purpose, bean seeds were germinated in plastic pots (10 x 15 cm sized), filled with a peat-sand mixture. Once the plants developed 3 to 4 true leaves, they were transferred to a separate climate room with identical conditions suitable for *T. urticae* rearing. Subsequently, these plants were inoculated with *T. urticae* using bean leaves previously infested with red spider mites.

### *Phytoseiulus persimilis* rearing

Predatory mite rearing was carried out in a separate acclimatized climate room ( $25\pm 1$  °C;  $70\pm 5\%$ ; 16:8; L:D) throughout the study. Every other day, five bean plants exhibiting sufficient density of *T. urticae* were transferred to the *P. persimilis* rearing room. The *P. persimilis* obtained from predatory mite rearing was subsequently introduced onto these plants to facilitate the rearing of the predatory mites.

### **Effects of daily limited prey density levels on *Phytoseiulus persimilis***

The effects of daily limited prey densities on *P. persimilis* under varying temperature and humidity conditions were determined using cells with a diameter of 3 cm and a height of 1 cm, affixed to plexiglass plates measuring 7 x 4 cm and 0.5 cm in thickness. Then, a certain number of *T. urticae* eggs, larvae, and adult males were placed in each cell as daily prey. Following the introduction of newly hatched predatory mite larvae into the same arena, the tops of the cells were encircled with a specialized adhesive to prevent the escape of individuals from the cells.

Cells containing prey and predators were subsequently placed in transparent plexiglass boxes measuring 27 x 30 x 10 cm, which were covered with glass. Ambient relative humidity was maintained using saturated salt solutions (Winston & Bates, 1960). Specifically, pre-prepared solutions were positioned at the bottom of the boxes to achieve the desired humidity levels at the specified temperatures. Sodium chloride (NaCl) and Barium chloride (BaCl<sub>2</sub>) were employed to maintain relative humidity levels of 75±5% and 90±5%, respectively. The experiments were conducted in climate cabinets set to a constant temperature of 25±1 and 30±1 °C, as well as a daily fluctuating temperature of 27 °C (16h) and 35 °C (8h) within a photoperiod of 16:8, L:D.

Four groups of predatory mites were established by providing varying numbers of prey items daily. The first group received one egg, one larva, and one adult male of *T. urticae* each day; the second group received two eggs, two larvae, and two adult males; the third group received three eggs, three larvae, and three adult males; and the fourth group received four eggs, four larvae, and four adult males daily. Male predatory mites were introduced into the cells for a period of time to allow adult female predatory mites to mate. Daily counts were conducted until the adult mites died, during the observations the number of prey consumed and the eggs laid by the females were counted and subsequently removed from the arena. No prey was given to control treatments in the experiments. All stages of the prey were transferred to the cells using a fine-tipped brush.

Experiments were conducted with 15 replicates for each daily prey density level across all the temperature and humidity combinations. Since the larvae passed to the protonymph stage without feeding, the impact of daily limited prey densities on the longevity of *P. persimilis* was evaluated as the sum of the protonymph, deutonymph and adult life spans of female individuals. A one-way analysis of variance was applied to the data and Duncan multiple comparison test was used to determine the difference between means ( $P < 0.05$ ). However, analysis of variance was not applied to the oviposition data due to the very low egg-laying capacity of the predator at both temperature and humidity levels.

## Result and Discussion

### Effects of daily limited prey density levels on total longevity

All *P. persimilis* larvae successfully developed to the protonymph stage without feeding at 25 and 30 °C (75% and 90% RH). However, no egg hatching occurred within the variable temperature range of 27-35 °C across both humidity conditions. In all treatments, the overall mean longevity of *P. persimilis* was significantly different from the control, with the exception of the first prey density level at 30 °C (90% RH) (Table 1).

The highest mean longevity was recorded at the second prey density level at 25 °C (75% RH), with an average duration of 10 days starting from the protonymph stage (Table 1). This mean was statistically different from the total mean longevity observed in the control and at the first prey density level at both 25 °C (75% and 90% RH) and at 30 °C (75% RH), as well as at all prey density levels (first, second, third, and fourth) at 30 °C (90% RH) (Table 1). In control, all predatory mites died of starvation before reaching the deutonymphal stage, resulting in no significant differences in total mean longevity among the individuals. In the control, the mean duration of the protonymph stage was 0.97, 1.17, 1.11, and 0.95 days at 25 and 30 °C (75% and 90% RH), respectively (Table 1).

Table 1. Total mean longevity of *Phytoseiulus persimilis* from the protonymph stage, based on daily limited prey density levels at two different temperature and humidity levels (day)\*

Temperature	25 °C		30 °C	
Humidity (%)	75±5	90±5	75±5	90±5
Control	0.97 f	1.17 f	1.11 f	0.93 f
Prey level 1	4.66 cde	6.22 bcd	3.31 e	2.02 f
Prey level 2	10.00 a	8.51 ab	7.28 abc	4.15 de
Prey level 3	9.24 ab	8.73 ab	7.68 abc	6.64 bcd
Prey level 4	9.20 ab	9.48 ab	9.06 ab	4.97 cde

\*Means with different letters are significantly different according to Duncan multiple comparison test (P < 0.05).

### Effects of daily limited prey density levels on prey consumption

The total mean numbers of eggs, larvae, and adults consumed by *P. persimilis* during its immature and adult stages at both temperature and humidity levels are shown in Table 2. The highest mean egg consumption was observed at 30 °C (75% RH) at prey density level four, with a mean of 27.4 eggs. In contrast, the highest mean consumption of larvae and adult males occurred at 25 °C (90% RH), with means of 26.80 larvae and 29 adults, respectively at fourth prey density level. Overall, for all three prey types, consumption at 25 °C (75% RH) for the first and second prey density levels, as well as the fourth prey density level at both 25 °C and



30 °C (90% RH), and fourth prey level at 30 °C (75% RH) were significantly different from consumption at other temperature, humidity and prey density levels (Table 2).

Table 2. Total mean number of *Tetranychus urticae* consumed by *Phytoseiulus persimilis* from the protonymph stage, based on daily limited prey density levels at two different temperature and humidity levels\*.

Temp.		RH.		Prey level	Egg	Larvae	Adult
25 °C	75%	1		3.80 fg	3.20 ef	3.06 fg	
		2		16.20 cd	15.40 bc	15.90 cd	
		3		19.20 abcd	19.10 ab	21.70 abcd	
		4		25.60 abc	24.60 a	23.80 ab	
25 °C	90%	1		5.26 f	5.06 fe	5.00 fg	
		2		13.80 de	10.80 cd	12.50 de	
		3		17.80 bcd	17.10 bc	17.50 bcd	
		4		25.80 abc	26.80 a	29.00 a	
30 °C	75%	1		2.53 g	1.93 f	2.66 g	
		2		12.50 de	11.00 bcd	12.20 de	
		3		16.20 cd	14.50 bc	16.90 cd	
		4		27.40 a	26.10 a	26.80 ab	
30 °C	90%	1		1.66 h	1.40 f	1.20 h	
		2		7.06 ef	5.06 de	6.40 ef	
		3		15.20 d	14.20 bc	13.80 de	
		4		13.20 de	11.80 bc	14.00 cd	

\*Means with different letters in the same column are significantly different according to Duncan multiple comparison test (P <0.05).

### Oviposition related to daily limited prey density levels

The total mean number of eggs laid by *P. persimilis* females during the oviposition period at the limited prey density levels is shown in Figure 1. No oviposition was observed at the first prey density level under both temperature and humidity conditions. Oviposition of the *P. persimilis* increased in parallel with the increase in prey density after the prey level two at 25 °C (75% and 90% RH). The highest oviposition of *P. persimilis* was 1.9 eggs for the whole oviposition period at 25 °C (90% RH) and prey level four. At 30 °C (90% RH), reproduction occurred only at the prey level four (Figure 1).

Beglarow (1967) and Böhm (1970) reported low survival rates of *P. persimilis* eggs at temperatures above 30 °C, while McClanahan (1968) found significant mortality of *P. persimilis* eggs even at 30 °C. Similarly, Pruszyński & Cone (1973) observed 100% mortality of *P. persimilis* eggs at 35°C, and Tanigoshi et al. (1975) noted 100% mortality of *Galendromus occidentalis* (Nesbitt) (Acari: Phytoseiidae)

eggs at 38.4 °C. In the present study, an 8-hour exposure to 35 °C resulted in 100% mortality of *P. persimilis* eggs under both humidity conditions, despite temperature variability. The egg stage of predatory mites is particularly sensitive to environmental conditions, especially humidity. Unlike the mobile life stages, which can meet their moisture requirements through feeding, the egg stage lacks this ability. Consequently, fluctuations in ambient and egg temperatures can lead to rapid moisture loss and significantly increased mortality within a short period of time (Ghazy et al. 2016).

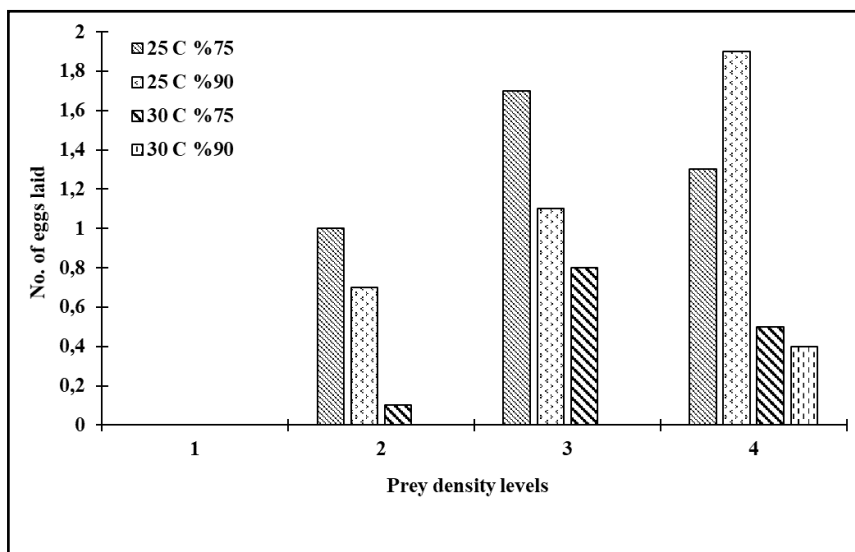


Figure 1. Total mean number of eggs laid by *Phytoseiulus persimilis* throughout its oviposition period, based on daily limited prey density levels

The total mean longevity of *P. persimilis*, including immature stages, was 10 days at 25 °C (75% RH) at prey density level two, while no difference was observed in the longevity of predators at prey density levels three and four at the same temperature and humidity, despite the increase in prey densities. It was found that the increase in prey density did not have a significant effect on the longevity of *P. persimilis* at 30 °C (90% RH). This result is thought to be due to increased reproduction associated with increased prey availability, with some of the energy gained directed toward reproductive activities. When *P. persimilis* was fed 1, 2, 4, and 20 *Tetranychus pacificus* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) protonymphs daily as prey, the total developmental time of the predatory mite was 8.7, 3.7, 3.2, and 3.2 days, respectively (Takafuji & Chant 1976). Although the total developmental time from the egg stage was not determined in this study, it was observed that this period varied between 3 and 5 days on average. Kazak (2008) reported that the developmental time of *P. persimilis* fed on *T. cinnabarinus* at 25 and 30 °C (75±10%) varied between 5.79 and 3.88 days.

Based on these reports, the adult longevity of *P. persimilis* at 25 °C varied between 4 and 5 days depending on increasing prey density under both humidity conditions. However, at 30 °C, this duration was shorter except at 75% RH and prey level four. These results suggest that elevated temperatures increase the energy requirements of the predatory mite, while the daily provision of four eggs, larvae and adults at the highest prey density is insufficient to meet these requirements. Furthermore, Zhang et al. (2014) reported that reactive oxygen accumulation in *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae) exposed to extreme temperatures caused antioxidant system deficiency and death.

Depending on the prey levels used in the study, the highest total consumption was 84.1 eggs, larvae and adults occurred at the prey density level four at 25 °C (90% RH) with a total mean longevity was 9.48 days. When *P. persimilis* was provided with one egg, larva and adult per day, no reproduction was observed at any temperature and humidity level. The lowest oviposition was recorded at 30 °C (75% RH) at the second prey density level, with a total mean of only 0.3 eggs per female. In contrast, the highest reproduction was observed at 25 °C (90% RH) at the fourth prey density level, where the total number of eggs per female reached two eggs over the lifetime.

These findings suggest that *P. persimilis* needs to consume more than one egg, one larva, and one adult prey daily to optimize its egg production. However, the lack of reproduction at certain food levels indicates that surrounding temperature and humidity significantly influence reproductive success at lower prey densities. Lababidi (1988) reported that at 25 °C (60% RH), *P. persimilis* must consume 7.8 *T. urticae* eggs to lay a single egg. Furthermore, it was observed that other predatory mites, such as *A. cucumeris* and *G. occidentalis*, require 8.4 and 8.8 *T. urticae* eggs, respectively, to lay one egg. Despite differences in reproductive capacity among predatory mites, egg laying across all assessed limited food levels was generally low.

## References

- Anonymous, 1977. Red spider mites on glashouse crops. Her Majesty's Stationery Official HMSO Press, Edinburg No:9, 9 p.
- Begljarov G.A., 1967. Ergebnisse der untersuchungen und der anwendung von *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (1957) als biologische bekämpfungsmittel gegen spinnmilben in der Sowjetunion. *Nachrichtenblatt des Pflanzenschutzdienstes*, 21: 197-200.
- Böhm H., 1970. Beobachtungen über den einfluss verschiedener temperaturen auf die entwicklungs- und vermehrungs-geschwindigkeit vom *Phytoseiulus riegeli* Dosse und *Encarsia formosa*. Proceedings of the Conference on Integrated Control in Glasshouses. Naaldwijk, Netherlands, 37-42 p.

- Brodgaard H.F., 1989. An update on biological control in Danish glasshouses. *North Carolina Flower Growers' Bulletin*, 34: 2-5.
- Burges H.D., 1974. Modern pest control in glasshouses. *Span*. 17: 32-34.
- Friese D.D. & F.E. Gilstrap, 1982. Influence of prey availability on reproduction and prey consumption of *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus* and *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). *International Journal of Acarology*, 8(2): 85-89.
- Ghazy N.A., M. Osakabe, M.W. Negm, P. Schausberger, T. Gotoh & H. Amano, 2016. Phytoseiid mites under environmental stress. *Biological Control*, 96: 120-134.
- Gillespie D.R. & D.J.M. Quiring, 1994. Reproduction and longevity of the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) and its prey, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on different host plants. *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, 91: 3-8.
- Havelka J., & P. Kindlmann, 1984. Optimal use of the "pest in first" method for controlling *Tetranychus urticae* Koch (Acarina, Tetranychidae) on glasshouse cucumbers through *Phytoseiulus persimilis* A.-H. (Acarina, Phytoseiidae). *Journal of Applied Entomology*, 98(3): 254-263.
- Jeppson L.R., E.W. Baker & H.H. Keifer, 1975. Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press, Berkeley, 614p.
- Kazak C., 2008. The development, predation, and reproduction of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) from Hatay fed *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (Acari: Tetranychidae) larvae and protonymphs at different temperatures. *Turkish Journal of Zoology*, 32(4): 407-413.
- Lababidi M.S., 1988. Biologische Bekaempfungsmöglichkeiten der Baumwollspinmilbe, *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae). Institut für Pflanzenkrankheiten der Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität Bonn. (Phd Thesis) 144 pp.
- McMurtry J.A., N.F. Sourassou & P.R. Demite, 2015. The Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) as biological control agents. In: Carrilo D., Moraes G.J.de, Pena J.E. (Eds). Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms. Cham (CH): Springer International Publishing: 133-149.
- Mutuku B., S.M. Mwendwa & E.M. Amwoka, 2024. Evaluation of selected crops for rearing predatory mite (*Phytoseiulus persimilis*), a predator of two-spotted red spider mites. *Heliyon*, 10: e38161.
- Nachman G. & R. Zemek, 2002. Interactions in a tritrophic acarine predator-prey metapopulation system III: Effects of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on host plant condition. *Experimental and Applied Acarology*, 25: 27-42.
- Nielsen M., M. Davidson & R. Butler, 2014. Predation rate of *Thrips tabaci* larvae by *Neoseiulus cucumeris* is influenced by prey density and presence of a host plant. *New Zealand Plant Protection*, 67: 197-203.
- Oatman E.R., J.A. McMurtry, F.E. Gilstrap & V. Voth, 1977. Effect of releases of *Amblyseius californicus* on the two-spotted spider mite on strawberry in southern California. *Journal of Economic Entomology*, 70: 45-47.
- Park Y.G., J.H. Lee & U.T. Lim, 2021. Functional response of *Amblyseius eharai* (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* (Tetranychidae). *PLoS ONE*, 16: e0260861.

- Perdiki D., E. Kapaxidi & G. Papadoulis, 2008. Biological control of insect and mites pests in greenhouse solanaceous crops. *European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 2: 125-144.
- Pruszyński S. & W.W. Cone, 1973. Biological observations of *Typhlodromus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae) on Hops. *Annals of the Entomological Society of America*, 66(1): 47-51.
- Rasmy A.H. & A.Y. Ellaithy, 1988. Introduction of *Phytoseiulus persimilis* for two-spotted spider mite control in greenhouses in Egypt. *Entomophaga*, 33: 435-438.
- Sentis A., J.L. Hemptinne & J. Brodeur, 2012. Using functional response modeling to investigate the effect of temperature on predator feeding rate and energetic efficiency. *Oecologia*, 169: 1117-1125.
- Skirvin D.J. & J.S. Fenlon, 2001. Plant species modifies the functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): Implications for biological control. *Bulletin of Entomological Research*, 91: 61-67.
- Steiner M.Y. & D.P. Elliot, 1987. Biological pest management for interior plantscapes. Ed. Vegreville AB. Alberta Environmental Center Pub. 32 p.
- Takafuji A. & D.A. Chant, 1976. Comparative studies of two species of predacious phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae), with special reference to their responses to the density of their prey. *Researches in Population Ecology*, 17: 255-310.
- Tanigoshi L.K., S.C. Hoyt, R.W. Browne & J.A. Logan, 1975. Influence of temperature on population increase of *Metaseiulus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 68(6): 979-986.
- Tiftikçi P., Ş. Kök & İ. Kasap, 2020. Biological control of twospotted spider mites (*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)) using *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) at different ratios of release on field-grown tomatoes. *Biological Control*, 151: 104404.
- Tiftikçi P., Ş. Kök & İ. Kasap, 2022. The effect of host plant on the biological control efficacy of the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot against two-spotted spidermites, *Tetranychus urticae* Koch on field-grown vegetables. *Crop Protection*, 158: 106012.
- Vacante V. & V. Firullo, 1983. Observations on the population dynamics of *Phytoseiulus persimilis* A.H. (Acari: Phytoseiidae) on roses in cold greenhouses in the Ragusa Province in Sicily. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent*, 48: 263-272.
- Winston P.W. & D.H. Bates, 1960. Saturated solutions for the control of humidity in biological research. *Ecology*, 41: 232-237.
- Van De Vrie, M., J.A. McMurtry & C.B. Huffaker, 1972. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: A review: III. Biology, ecology, and pest status, and host-plant relations of tetranychids. *Hilgardia*, 41: 343-432.
- Yaşar, İ., Ş. Kök & İ. Kasap, 2024. Investigation of the synergistic effect of two predatory mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae), in the biological control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology*, 50(3): 315-319.

Zhang, G., H. Liu, J. Wang & Z. Wang, 2014. Effects of thermal stress on lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities of the predatory mite, *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 64: 73-85.



## Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi Yazım Kuralları

---

1. Makale; Microsoft Word programında (MS Word 2000 veya üzeri versiyonu), Times New Roman karakterde, 11 punto, tek satır aralığında ve normal karakterde yazılmalıdır.
2. Eserler, standart A4 kağıdına ve sayfa yapısı; üst ve alt bilgiler dâhil üstten ve alttan 4.5 cm, sol ve sağ 4.0 cm boşluk bırakılarak sayfanın sağ kenarı hizalı biçimde yazılmalı ve şekil ve çizelgeler ile birlikte 16 sayfayı geçmemelidir.
3. Makalenin ilk sayfasında üst bilgi olarak sola dayalı, 10 punto, normal karakterde; Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi  
Turkish Journal of Biological Control  
ISSN 2146-0035 ifadeleri yazılmalı ve altında da 14 punto tek satır boşluk bırakılmalıdır.
4. Türkçe eserler; “Başlık, Yazar adı-soyadı, İngilizce başlık ve Abstract, Keywords, Öz, Anahtar kelimeler, Giriş, Materyal ve yöntem, Bulgular ve tartışma, Sonuç (istenirse), Teşekkür (istenirse), Kaynaklar”
5. İngilizce eserler; “Title, Author's name, Türkçe başlık, Öz, Anahtar kelimelerler, Abstract, Keywords, Introduction, Materials and methods, Results and discussion, Conclusion (optional), Acknowledgement (optional), References” ana başlıklarından oluşmalıdır.
6. Derleme eserlerde ise, “Abstract, Öz ve Giriş” bölümlerinden sonra uygun bölüm başlıkları verilebilir.
7. Eserin başlığı hangi dilde yazılıyorsa bold ve 14 karakterde, sola yaslı, tamamı küçük harf (sadece özel isimlerin baş harfleri büyük), tek satır aralığında yazılmalı, başlıkta verilen latince isimler italik yapılmalıdır.
8. Başlıktan sonra 11 punto bir satır boşluk bırakıldıktan sonra yazarların açık adları unvan belirtilmeden küçük harflerle (baş harfi büyük), soyadları ise büyük harflerle, sola yaslı, birden fazla yazar adı arasında virgül ve bir boşluk olacak şekilde 11 karakterde bold olarak yazılmalıdır. Eser ve yazar adlarına “Ekle → Başvuru → Dipnot” takip edilerek numara verilmeli ve ilk sayfanın sonunda bunlara ait bilgiler, sorumlu yazarın e-mail adresi ile alınış ve kabul edilmiş ifadeleri 9 karakterde yazılmalıdır.
9. Yazar adlarından sonra 11 punto bir satır boşluk bırakılarak eserin ikinci dildeki başlığı 11 karakterde, sola yaslı ve bold olarak yazılmalıdır.
10. Abstract ve Öz başlıkları 12 karakter, bold, paragraf girintisi yapılmadan iki nokta (:) konduktan sonra aynı satırdan başlayarak, metin kısmı 10 karakterde, tek satır aralığı ile yazılmalı ve 150 kelimeyi geçmemelidir.
11. “Keywords ve Anahtar kelimelerler (bold)” Abstract ve Öz metinlerinden sonra 6 nk boşluk bırakılarak sola yaslı ve 10 karakterde yazılmalıdır.
12. Eserin; 2, 4, 6, 8 gibi çift nolu sayfalarında üst bilgi olarak makale başlığını kısaca ifade eden bir cümle sağa yaslı; yine 3, 5, 7, 9 gibi tek nolu sayfalarında ise sol tarafta derginin Türkçe ve İngilizce açık adı ve sağ tarafta yazar adı (Öztürk & Karacaoğlu veya Uygun et al. gibi) ile derginin yıl, cilt ve sayı numarası 10 karakterde normal ve sonrasında 10 punto bir satır boşluk olacak şekilde yazılmalıdır.



## Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi Yazım Kuralları

13. Ana bölüm başlıkları; sola yaslı, bold, ilk harfleri büyük ve 13 karakterde yazılmalı, başlıklardan önce 11 punto tek satır, sonra 6 nk boşluk bırakılmalıdır. Alt başlık varsa 12 karakterde, sola yaslı, ilk harfi büyük diğerleri küçük, bold olarak yazılmalıdır.
14. Eserin tüm metin kısmı 11 karakterde, normal, iki yana yaslı, tek satır aralığında, ilk paragrafta girinti yok, ancak ara paragraflarda ise 0.5 cm girinti olmalı ve paragraflar arasında boşluk bırakılmamalıdır.
15. Fotoğraf ve grafikler “**Şekil**”, sayısal değerleri içeren tablo ve çizelgeler ise “**Çizelge**” olarak belirtilmeli ve **Şekil 1**, **Şekil 2** veya **Çizelge 1**, **Çizelge 2** gibi ardışık olarak numaralandırılmalıdır. Şekil başlıkları şeklin altında, öncesinde 6 nk boşluk ve çizelge başlıkları ise çizelgenin üstünde sonrasında 6 nk boşluk olmalı, normal, 10 karakterde olacak şekilde ve tek satır aralığında yazılmalıdır. Eğer varsa, çizelge dipnotları çizelge altında, normal, sola yaslı ve 8 karakterde kısa ve öz olarak verilmelidir.
16. Türkçe hazırlanan eserlerde, İngilizce "Figure" ve "Table" başlıkları ayrıca verilmelidir.
17. Her iki dilde de yazılan eserde kaynaklara ilişkin bildirimler metin içerisinde "yazar ve yıl" sırasına göre yapılmalı, metin içindeki açıklama ve yazar sayısına bağlı olarak bildirim "Uygur (2008), Ulusoy & Kazak (2009), Aysan et al. (2010)," örneğinde olduğu gibi veya bildirim sonunda tamamı parantez içinde olacak şekilde verilmelidir Örneğin; (Karut 2008; Ulusoy & Öztürk 2009; Elekçioğlu et al. 2010).
18. Eser metninde organizmaların bilimsel adları ilk geçtiği yerde "Author" adı ile birlikte açık, daha sonra cins adı kısaltılmış olarak yazılmalı ve gerek metin ve gerekse kaynaklar da "*italik*" olmalıdır. Ana ve alt başlıklar ile çizelge ve şekil başlıklarında ise, Author adı verilmeden açık yazılmalıdır.
19. Kaynaklar listesi ilk yazarın soyadına göre, numara verilmeden alfabetik olarak, 10 karakterde, tümü küçük harf (özel isimler hariç), 0.5 cm asılı ve tek satır aralığında yazılmalıdır. Tek veya daha fazla yazarlı eserlerin bildiriminde son yazardan önce "&" işareti kullanılmalıdır. (Örn.: Öztürk N. 2011., Karut K. & S. Satar 2009., Uygun N., S. Satar & M. Karacaoğlu 2010.). Dergilerin isimleri açık ve italik, diğer kaynaklar normal karakterde açık olarak yazılmalıdır. İnternette alınan kaynakların ise ayrıca web adresleri ile erişim tarihleri de belirtilmelidir (Örn.: Erişim tarihi: 10 Ocak 2010).

### Dergi:

Öztürk N. & M.R. Ulusoy 2003. Mersin ili kayısılarında saptanan zararlılar. *Alatarım Dergisi*, 2 (2): 21-26.

Pruszyński S. & W.W. Cone 1973. Biological observations of *Typhlodromus athiasae* Porath and Swirski (Acari: Phytoseiidae) on hops. *Annals of the Entomological Society of America*, 66: 47-51.

## Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi Yazım Kuralları

---

### **Kongre veya sempozyum:**

Karut K. & E. Şekeroğlu 1999. *Chrysoperla carnea* (Stephens) yumurtalarının laboratuvar koşullarında depolanma olanaklarının araştırılması. Türkiye 4. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, 26-29 Ocak 1999, Adana, 203-210.

Öztürk N. & M.R. Ulusoy 2009. Pests and natural enemies determined in pomegranate orchards in Turkey. I. International Symposium on Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits, 16-19 October 2006, Adana-Turkey, 350-355.

### **Tez:**

Şenal D. 2006. Avcı böcek *Chilocarus nigrinus* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae)'un bazı biyolojik ve ekolojik özellikleri ile doğaya adaptasyonu üzerinde araştırmalar. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balcalı-Adana, 127 s.

### **Kitap:**

Uygun N. 1981. Türkiye Coccinellidae (Coleoptera) Faunası Üzerinde Taksonomik Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 157, 111 s.

### **Kitaptan bir bölüm:**

Elekçioğlu İ.H. & U. Gözel 2001. Turunçgillerde zararlı nematodlar ve entegre mücadelesi (Editör: N. Uygun, Türkiye turunçgil bahçelerinde entegre mücadele, zararlılar-nematodlar-hastalıklar-yabancıotlar). TÜBİTAK-TARP Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları, Ankara, 61-69.

### **İnternet:**

Neden Biyolojik Mücadele? URL: <http://www.biyolojikmucadele.org.tr> (Erişim tarihi: 24 Nisan 2008).

### **Yazarı belli olmayan yayınlar:**

Anonymous 2008. Türkiye'de çilek üretimi. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No: 1577, Ankara.

20. Hazırlanan makale metninin word dosyası,e-mail: bimude@cu.edu.tr adresi ile dergiye gönderilmelidir.

21. Eser yayına kabul edildiğinde, telif hakları formu tüm yazarlar tarafından imzalanıp dergiye gönderildikten sonra basım aşamasına geçilir (Telif hakları formu, dernek web sayfasında mevcuttur).

**Not 1:** Sözlü görüşmeler ve yayımlanmamış eserlere (Yüksek lisans ve Doktora tezleri hariç) ait bildirimler kaynak olarak kullanılmamalı ve kaynak listesinde yer almamalıdır.

**Not 2:** Makaleler araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmalıdır.

**Turkish Journal of Biological Control  
Instructions for Authors**

1. Manuscripts should be prepared in Microsoft Word (MS Word 2000 or later) with Times New Roman font, size 11 pt, single line spacing and standard letters.
2. Manuscripts should be prepared on standard A4 pages, with 4.5 cm margins above and below the text and 4.0 cm margins on each side. Manuscripts should not be more than 16 pages, including figures and tables.
3. On the first page of the manuscript; include “Türk. biyo. mük. derg., ISSN 2146-0035”, in 10 pt standard letters as a header and leave a single line spacing in 14 pt.
4. The following sections are required:  
*For original research papers:* Title, Author name(s) and affiliation(s), Abstract (In English and Turkish), Keywords, Introduction, Materials and methods, Results, Discussion, Acknowledgements (if needed), and References.  
*For review papers:* Appropriate sub-titles can be used following the abstract and the introduction.
5. The title should be in the same language as the main text, bold type, 14pt font, left-justified and with single line spacing. The first letters of proper nouns should be capitalized (e.g. Ankara, Turkey, Germany). Italic characters should be used for the scientific name of the organism(s). The author(s) name(s) should be included. The name of the manuscript and the author’s should be numbered by "References → Insert Footnote" and the information about them at the end of the first page should be written in 9 characters with the e-mail address of the responsible author including date of acceptance.
6. Following the title, leave a single line spacing in 11 pt. Author’s name(s) in standard letters, except for the capitalized first letter, and without the author’s title or any academic qualifications; left-justified, bold type and 11 pt. A comma followed by a space should be used to separate authors’ names.
7. Following the authors’ name(s), leave a single line spacing in 11 pt, and the title in the other language (Turkish or English) should be provided 11 pt, left-justified and bold.
8. Abstracts in both languages in 12 pt, bold, without a paragraph space, and after a full colon (:), in 10 pt, single-spaced. The abstract should be less than 150 words.
9. Six “Key words (bold)” in 10pt, left-justified, following a 6nk space after the abstract.
10. A right-justified running title and left-justified author’s name/authors’ name(s), in 10pt, standard letters at the top of the page on odd and even numbered pages, respectively (e.g. on P. 1, 3, 5, 7... Öztürk & Karacaoğlu or Uygun et al.; and on P. 2, 4, 6, 8... Phytoseiidae in Turkey).

11. Titles for main sections should be left-justified, bold, 13 pt and with the first letter capitalized. Leave a single line spacing and 6 nk spaced lines, both in 11 pt, before and after the titles, respectively. If needed, sub-titles should be in 12 pt, left-justified, bold, and with the first letter capitalized.

12. The main text should be 11pt, standard letters, justified, single-spaced, without a paragraph space for the first, leave a 0.5 cm space for the second and following paragraphs.

13. Photos and graphs should be named "Figure", as Figure 1, Figure 2, etc.; tables which contain numerical data or any other text, such as comparison, information etc., should be named "Table", as Table 1, Table 2, etc. Figure captions should be given below the figures. Leave an 6nk space between the figures and their captions. All captions to be in 10 pt and standard letters.

14. Citations in the text in chronological order e.g. Uygur (2008), Ulusoy & Kazak (2009), Aysan et al. (2010), or at the end of sentence, e.g. (Karut 2008; Ulusoy & Öztürk 2009; Elekçioğlu et al. 2010).

15. Use author's name/authors' names and year after the scientific name for organisms at the first mention. If mentioned again, the genus name should be abbreviated, followed by species name and without the authors name/authors' names and year. All scientific names should be given in italic font, both in the text and in the reference list. In Figure and Table captions and main titles and sub-titles, use only the full name of the organism(s), without abbreviation, not including author's name/authors' names and publication year.

16. The reference list should have the surnames of the first authors in alphabetical order, without numbering, 10 pt, normal letters, except for proper nouns, with 0.5 cm hanging indent, and single line spacing. For papers authored by more than one person, the symbol "&" should be given before the last author's name (e.g. Öztürk N. 2011, Karut K. & S. Satar 2009, Uygun N., S. Satar & M. Karacaoğlu 2010). The full name of the journal should be provided without abbreviation and in italic type.

Include the accession date for the internet source e.g. Web Accessed: January 10, 2010.

Personal communications can be cited in the text as e.g. (C. Kazak pers. comm. June, 2017) but should not be included in the reference list.

**For Journal:**

Pruszyński S. & W.W. Cone 1973. Biological observations of *Typhlodromus athiasae* Porath and Swirski (Acari: Phytoseiidae) on hops. *Annals of the Entomological Society of America*, 66: 47-51.

**For Meetings and symposiums:**

Öztürk N. & M.R. Ulusoy 2009. Pests and natural enemies determined in pomegranate orchards in Turkey. I. International Symposium on Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits, 16-19 October 2006, Adana-Turkey, 350-355.

**For Thesis:**

Şenal D. 2006. Avcı böcek *Chilocarus nigritus* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae)'un bazı biyolojik ve ekolojik özellikleri ile doğaya adaptasyonu üzerinde araştırmalar. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balcalı-Adana, 127 s.

**For Books:**

Chant, D.A. & J.A. McMurtry 2007. Illustrated keys and diagnoses for the genera and subgenera of the Phytoseiidae of the world (Acari: Mesostigmata). Indira Publishing House, West Bloomfield, 219pp.

**For Book Chapters:**

Elekçioğlu İ.H. & U. Gözel 2001. Turunçgillerde zararlı nematodlar ve entegre mücadelesi (Editör: N. Uygun, Türkiye turunçgil bahçelerinde entegre mücadele, zararlılar-nematodlar-hastalıklar-yabancıotlar). TÜBİTAK-TARP Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları, Ankara, 61-69.

**For Internet Sources:**

Why Biological Control? URL: <http://www.biyolojikmucadele.org.tr> (Web Access: April 24, 2008).

**For Publications by Unknown Authors:**

Anonymous 2008. Strawberry production in Turkey. Turkish Statistical Institution, Pub. No: 1577, Ankara.

Prepared manuscripts should be submitted via the online manuscript submission system by clicking on “<http://dergipark.gov.tr/tbmd>” and following the prompts. All manuscripts will be directed to the related editor, and if the editor is satisfied with the contents of the paper, the manuscript will be subjected to the blind peer review process. You will ultimately be informed whether your manuscript is accepted for publication. If it is accepted, the corresponding author should submit the journal’s copyright form signed by all the authors; the form can be obtained from the web site of the Biological Control Society of Turkey by clicking on “<http://www.biyolojikmucadele.org.tr/default.asp>”.

**Thank you for submitting your manuscript to the Turkish Journal of Biological Control.**

### **Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi Yayın İlkeleri**

1. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, Türkiye Biyolojik Mücadele Derneği'nin yayın organıdır.
2. Dergi zararlılar, hastalıklar ve yabancı otların biyolojik mücadele etmenleri (böcekler, akarlar, nematodlar, bakteriler, funguslar, virüsler, antogonistler vb.) üzerinde yapılan faunistik, sistematik, biyolojik, ekolojik, av-avcı, konukçuparazitoit ilişkileri, antogonistlik, ilaçların yararlılar üzerindeki yan etkileri vb. temel ve uygulamalı orijinal çalışmaları yayımlar. Ayrıca entegre mücadele içinde biyolojik mücadele ve biyolojik mücadelenin başarısını artıracak biyoteknik mücadele çalışmaları da derginin ilgi alanı içindedir.
3. Dergide, yukarıda belirtilen konularda olmak üzere özgün bilimsel çalışma, bilimsel not ve yayın kurulu tarafından davet edilen derleme çalışmalar da yayımlanır.
4. Derginin yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir.
5. Çalışmanın daha önce herhangi bir yerde yayınlanmamış ve yayınlanması için değerlendirme aşamasında olmaması gerekir.
6. Yurtiçi - yurtdışı bilimsel toplantılarda sözlü veya poster olarak sunulmuş ve sadece özeti basılmış çalışmalar da sunum yeri belirtilmek koşuluyla yayımlanabilir.
7. Her çalışma için, başvuru sırasında "Dernek Yönetim Kurulu" nun o yıl için belirlediği basım ücreti alınır.
8. Elektronik ortamda gönderilen orijinal çalışmalar yayın kurulu tarafından belirlenen en az 2 hakem tarafından incelendikten sonra eserin yayımlanıp yayımlanmayacağına karar verilir.
9. Dergide yayınlanması için başvurusu yapılan eserlerle birlikte "Telif Hakkı Formu" da tüm yazarlar tarafından imzalanarak gönderilmelidir.
10. Basılan çalışmalar için yazarlarına telif ücreti ödenmez.
11. Dergide basılan makalelerde görülen bilimsel hataların sorumluluğu yazarlarına aittir.

#### **Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi**

Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, Türkiye Biyolojik Mücadele Derneği tarafından yılda iki kez (Temmuz-Aralık) yayımlanır. Dergide zararlılar, hastalıklar ve yabancı otların biyolojik mücadelesi ile ilgili Türkçe veya İngilizce yazılmış orijinal araştırmalar ile kısa notlar yayımlanır.

Yıllık abone bedeli: 100 TL

Tek sayı bedeli: 65 TL

CABI ve TÜBİTAK/ULAKBİM tarafından taranmaktadır. Indexed in CABI and TÜBİTAK/ULAKBİM.

#### **Yazışma adresi:**

Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi  
Çukurova Üniversitesi Kampüsü PTT Şubesi  
Posta Kutusu:33  
01330 Adana - Turkey

E-mail: bimude@cu.edu.tr

Web: <http://www.biyolojikmucadele.org.tr>

Bu dergide yayımlanan eserlerin tüm hakları Türkiye Biyolojik Mücadele Derneği'ne aittir. Yayımlanan eserlerin herhangi bir şekilde kısmen veya tamamen çoğaltılması için izin alınması zorunludur.