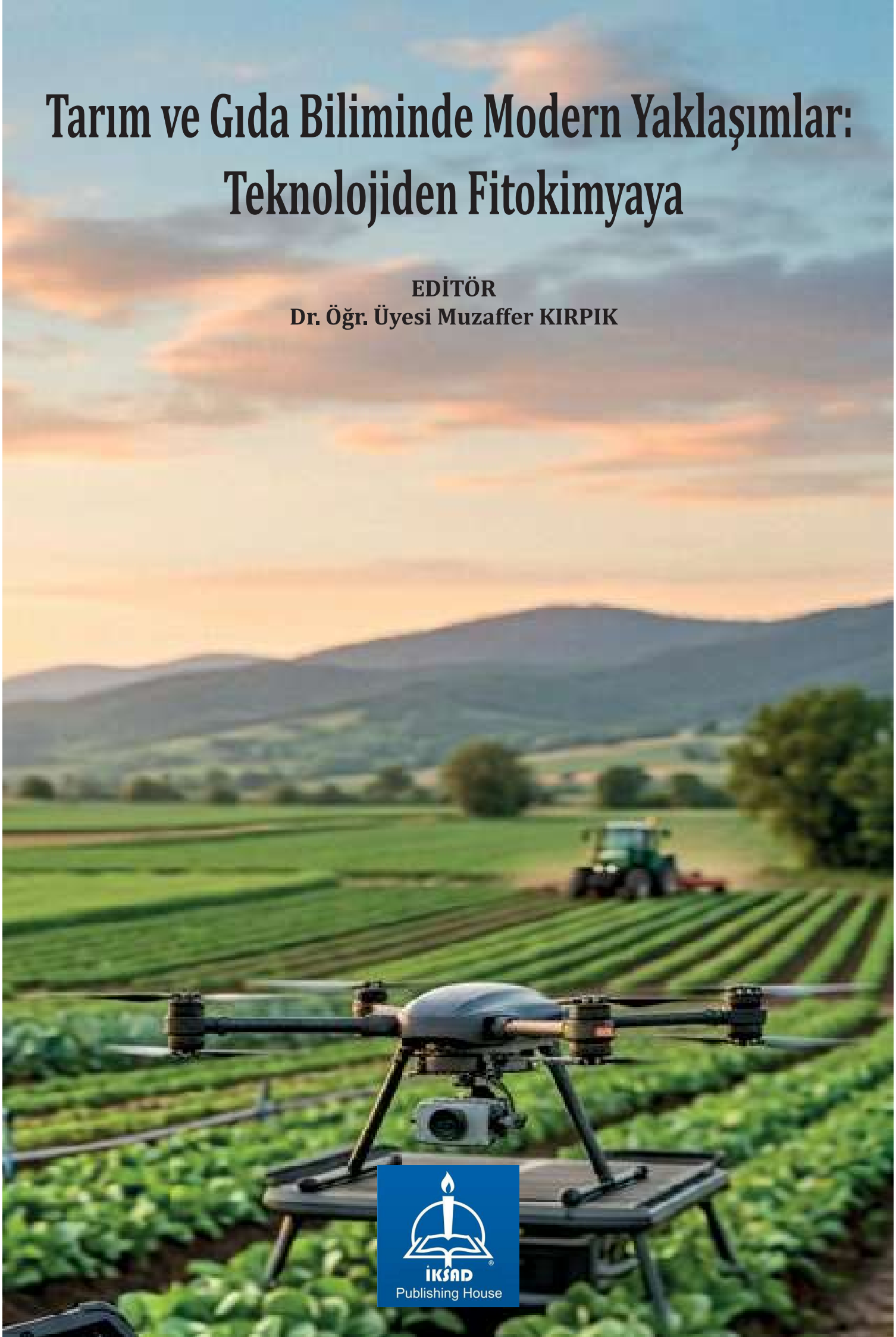
Tarım ve Gıda Biliminde Modern Yaklaşımlar: Teknolojiden Fitokimyaya

EDİTÖR
Dr. Öğr. Üyesi Muzaffer KIRPIK



İKSAD
Publishing House

Tarım ve Gıda Biliminde Modern Yaklaşımlar: Teknolojiden Fitokimyaya

EDİTÖR

Dr. Öğr. Üyesi Muzaffer KIRPIK

YAZARLAR

Prof. Dr. Ergin DURSUN

Prof. Dr. İlknur DURSUN

Prof. Dr. İsmail Alper SUSURLUK

Doç. Dr. Hasan AKAY

Dr. Öğr. Üyesi Muzaffer KIRPIK

Öğr. Gör. Mahir Serdar YILMAZ

Arş. Gör. Dr. Elif ÖZTÜRK AY

Arş. Gör. Alperen Kaan BÜTÜNER

Yük. Lis. Öğr. Aycan ÇELİK

İbrahim CANBEY

İKSAD Publishing House

Copyright © 2026 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)
TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75
USA: +1 631 685 0 853
E mail: iksadyayinevi@gmail.com
www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.
Iksad Publications – 2026©

ISBN: 978-625-378-631-1
Cover Design: İbrahim KAYA
April / 2026
Ankara / Türkiye
Size: 16x24cm

BÖLÜM I

BAZI ABİYOTİK FAKTÖRLERİN ENTOMOPATOJEN NEMATODLAR ÜZERİNE ETKİSİ

Prof. Dr. İsmail Alper SUSURLUK[1]
Arş. Gör. Alperen Kaan BÜTÜNER [2]

DOI: https://www.doi.org/10.5281/zenodo.19616780

[1] Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bursa, Türkiye. susurluk@uludag.edu.tr, orcid id: 0000-0002-0699-1752
[2] Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bursa, Türkiye. alperenbutuner@uludag.edu.tr, orcid id: 0000-0002-2121-3529

1. GİRİŞ

Uzun yıllar boyunca tarımsal üretim yapılan alanlarda bitki hastalık ve zararlıları ile mücadelede, yoğun bir şekilde pestisit kullanımı beraberinde kötü sonuçlar doğurmaktadır. (Hernández ve ark., 2013; Jayaraj ve ark., 2016). Pestisitlerin, insan, hayvan, balık ve arı gibi hedef dışı organizmalar üzerinde oluşturduğu toksik etkiler son yıllarda yapılan çalışmalar ile ortaya koyulmuştur (Hashimi ve ark., 2020; Bütüner ve Susurluk, 2025). Bunun yanında uzun yıllar boyunca aynı etken maddelerin bir üretim sezonu içerisinde rotasyon yapılmadan yoğun bir şekilde kullanımı özellikle üreme kapasitesi yüksek olan zararlılarda dayanıklılık meydana getirebilmektedir (Siegwart ve ark., 2015; Gul ve ark., 2023). Bu gibi olumsuz etkilerin son yıllarda yoğun bir şekilde ortaya çıkmasıyla, Avrupa Birliği (AB) tarafından alınan kararlar sonucunda kimyasal mücadele kapsamında tüketilen pestisitin kullanımına sınırlama getirilirken, hastalık ve zararlıların potansiyel mücadelesi amacıyla biyolojik ve biyoteknik mücadele gibi diğer çevre ile dost mücadele yöntemlerinin kullanımı ise teşvik edilmektedir (Marchand ve Robin, 2019; Dede ve ark., 2022; Yaraşır ve ark., 2024).

Entomopatojen nematodlar (EPN'ler) biyolojik mücadele kapsamında tarımsal üretim yapılan birçok alanda çoğu potansiyel zararlının mücadelesinde kullanılmaktadır. Taksonomik olarak EPN'ler, Rhabditida takımı içerisinde yer almakta olup başlıca Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarına üye türlerdir (Gaugler ve ark., 1997; Susurluk ve Ehlers, 2008a). EPN'ler konukçularını yalnızca simbiyotik halde yaşadıkları gram negatif bakteriler ile enfekte edebilmektedir. *Steinernema* türleri *Xenorhabdus* spp. ile, *Heterorhabditis* türleri ise *Photorhabdus* spp. ile mutualistik bir ilişki içermektedir (Ciche ve ark., 2006; Tarasco ve ark., 2023). EPN'ler yalnızca infektif juvenil (IJ) evresinde aktif bir şekilde konukçularını arayıp konukçularını enfekte edebilmektedirler ve bakteri salınımı yoluyla konukçunun kısa sürede septisemi (kan zehirlenmesi) geçirmesi ve ölümüne neden olmaktadırlar. Konukçunun ölümünü takiben, EPN'ler konukçu dokuları içerisinde gelişimlerini sürdürerek öldürdüğü böcek içinde 2-3 döl veririler (Ehlers, 1996). Besin kaynaklarının tükenmesiyle birlikte bu bireyler konukçuyu terk ederek toprakta yeni bir konukçu arayışına girmektedir. Bu döngü, EPN'lerin doğal popülasyonlarını sürdürebilmelerini ve biyolojik

mücadelede etkili olmalarını sağlayan temel mekanizmayı oluşturmaktadır (Gaugler ve ark., 1997; Serwe-Rodriguez ve ark., 2004; Lewis ve ark., 2006).

Ancak EPN'lerin konukçuları üzerinde etkinliğini doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen birçok abiyotik faktörler vardır, bunlar toprak sıcaklığı, toprak nemi, toprağın tekstürü, toprak pH'ı, ışık ve UV etkisi şeklinde sıralanabilmektedir.. Bu gibi abiyotik faktörler EPN'lerin konukçular üzerinde etkinliğini olumsuz yönde etkileyebildiği gibi aynı zamanda EPN'lerin hayatta kalmaları ve üremeleri gibi bir çok faktör üzerinde etkili olmaktadır (Kung ve ark., 1991; Jagdale ve Grewal, 2007; Ulu ve Susurluk, 2014; Bütüner ve Susurluk, 2023; Bütüner ve ark., 2023).

Bu bölümün amacı, EPN'ler üzerinde abiyotik faktörlerin oluşturduğu olumsuz etkilerin belirlenmesi ve biyolojik mücadele kapsamında kullanılmakta olan bu biyolojik ajanların daha etkin kullanımı aşamasında abiyotik faktörlerin ne denli EPN'ler üzerinde etkisi olduğu bilgisininpaylaşımının sağlanmasıdır.

Sıcaklık

Sıcaklık EPN'lerin fizyolojik aktiviteleri ve konukçu üzerinde potansiyel etkinlikleri açısından oldukça belirleyici bir abiyotik faktördür. Her EPN türünün belirli ortam koşulları ve çevresel koşullara adapte olduğu bilinmektedir. Bireylerin adapte oldukları çevre koşulları içerisinde metabolik aktiviteleri artmakta, optimum gelişim gösterip konukçu üzerinde etkinlikleri optimum seviyeye çıkmaktadır (Kung ve ark., 1991; Brown ve Gaugler, 1997; Susurluk ve Ehlers, 2008b; Koppenhöfer ve ark., 2013; Bütüner ve Susurluk, 2023). Uygun sıcaklıklar EPN'lerin hareket kabiliyetini arttırmakta ve daha hızlı konukçularına erişebilmelerini ve konukçularını enfekte edip daha hızlı üremelerini sağlamaktadır. Örneğin, *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) türü serin koşullarda da etkin bir şekilde konukçuları üzerinde etkinlik gösterirken *Heterorhabditis bacteriophora* (Rhabditida: Heterorhabditidae) türü ise genellikle *Steinernema* türlerine göre daha sıcak yerlerde daha etkin bir şekilde kullanıldığı bilinmektedir (Ehlers, 1996; Grewal ve ark., 1996; Aydin ve Susurluk, 2005; Bütüner ve Susurluk, 2023). Özellikle *H. bacteriophora* türüne ait bazı hibrit ırkların 42 °C' ye kadar yaşamsal faaliyetlerini ve konukçu üzerindeki etkinliklerini sürdürebildikleri yapılan çalışmalar ile kanıtlanmıştır (Susurluk ve ark., 2013; Ulu ve Susurluk, 2014).

Bazı *S. feltiae* izolatlarının ise 30-35°C' de gelişimlerinin durduğu ve öldükleri belirlenmiştir (Menti ve ark., 2000). Uygun olmayan sıcaklıklar ise EPN'lerin fizyolojik aktivitelerini yavaşlatmakta, konukçular üzerindeki etkinlerinde ise azalmalara neden olmaktadır. Uygun sıcaklıktaki ortamlarında yaşamayan bireylerin hareket kabiliyetleri azalmakta, konukçularını enfekte etmekte zorlanmakta ve üreme güçlerinde zayıflama, hayat çemberlerini geç tamamlama veya tamamlayamama gibi durumlarla karşılaşılmaktadır (Brown ve Gaugler, 1997; Aydin ve Susurluk, 2005; Bütüner ve Susurluk, 2023).

Toprak Nemi

Toprak nemi, EPN'lerin konukçularına ulaşabilmesi açısında oldukça hayatidir. EPN'ler, toprak gözeneklerinde bulunan boşluklarda adezyon-kohezyon çekim kuvvetiyle ve vücut hareketleri aracılığıyla hareket eden organizmalar olup, yeterli nem düzeyi olmaksızın aktif dispersiyon yeteneklerini sürdürememektedirler (Kung ve ark., 1990; Koppenhöfer ve ark., 1995; Brown ve Gaugler, 1997; Grant ve Villani, 2003; Bal ve ark., 2017). Düşük toprak nemi, EPN'lerin hareketini sınırlandırmakta, canlılıklarını tehdit etmekte, toprak neminin olmaması ise ortaya çıkacak olan aşırı toprak sıcaklıkları ile EPN'lerin yaşamsal faaliyetlerini tehdit etmektedir ve konukçuya ulaşma olasılığını azaltmaktadır. Yoğun nemin oluştuğu koşullarda ise oksijen düzeyinin düşmesine bağlı olarak nematodların fizyolojik stres yaşamasına neden olabilmektedir. Ayrıca, EPN'lerin hareket kabiliyetini kısıtlamakta ve dolayısıyla ölmelerine neden olmaktadır. Toprak neminin yaklaşık olarak %10-15 aralığında olduğu uygun toprak koşullarında bir çok EPN türünün konukçuları üzerinde optimum etkinlik elde ettiği bilinmektedir (Kung ve ark., 1991; Radová ve Trnková, 2010; Frankenstein ve ark., 2024; Susurluk ve Bütüner, 2024).

Toprak Yapısı ve Doku Özellikleri

Toprak yapısı ve doku özellikleri, EPN'lerin toprak içerisindeki dağılımı ve konukçu arama davranışları üzerinde doğrudan etkilidir. Kumlu-Tınlı topraklar, gözenek yapısının geniş olması nedeniyle EPN'lerin hareketine daha fazla olanak tanırken; killi ve ağır topraklar, fiziksel bariyer etkisi oluşturarak nematodların dispersiyonunu sınırlandırabilmektedir (Kung ve ark., 1990; Koppenhöfer ve ark., 1995; Brown ve Gaugler, 1997; Bal ve ark., 2017). Toprak agregat yapısı, porozite ve havalanma düzeyi gibi fiziksel parametreler,

EPN'lerin hem yaşam süresini hem de konukçuya ulaşma başarısını belirleyen çevresel unsurlar arasında yer almaktadır. Bunların eksikliğinde EPN'lerin potansiyel etkinliği oldukça sınırlanmaktadır (Kung ve ark., 1990; Koppenhöfer ve Fuzy, 2006).

Toprak pH'ı

Toprak pH'ı, EPN'lerin fizyolojik özellikleri üzerinde oldukça önemli etkilere neden olduğu bilinmektedir. Yoğun asidik veya alkali topraklar, EPN'lerin canlılığını ve konukçu üzerindeki etkinliğini sınırlandırabilmektedir. Yoğun asitli topraklar ise bütünüyle EPN'lerin canlılığını da tehdit ettiği bilinmektedir (Dzięgielewska ve Skwiercz, 2018; Matuska-Łyżwa ve ark, 2024). Yapılan çalışmalar özellikle *Heterorhabditis* türlerinin daha yüksek pH'lı topraklarda varlığı daha çok görülürken *Steinernema* türlerinin ise daha düşük pH'lı topraklarda daha yoğun bir şekilde görüldüğü belirtilmiştir (Rosa ve ark., 2000; Khathwayo ve ark., 2021).

Gün Işığı ve Ultraviyole

Güneş ışığı ve özellikle ultraviyole (UV) ışınım ile EPN'lerin doğrudan maruziyeti olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Özellikle EPN'lerin hücresel yapılarında hasara neden olarak canlılıklarını azaltmakta ve IJ'lerin çevresel etkenlere karşı dayanıklılıklarını ayrıca konukçular üzerinde oluşturdukları etkinlikleri düşürmektedir. Bu neden direkt maruziyetin yaşanacağı EPN'lerin toprak üstü yani yüzey uygulamalarındaki başarı toprak altına göre oldukça düşüktür (Gaugler ve ark., 1992; Jagdale ve Grewal, 2007; Fatimah ve ark., 2025). Ancak son yıllarda yapılan bazı çalışmalar sıvı nişasta ile hazırlanmış olan solüsyonun EPN'lerin UV ışınlara karşı dayanıklılığını arttırdığı belirlenmiştir (Wu ve ark., 2023).

Pestisit Kalıntıları

Toprakta bulunan pestisit kalıntıları, özellikle nematisit ve bazı toprak fumigantları EPN'lerin etkinliklerine olumsuz etki yapabilmekte ve fizyolojik olarak gelişimlerini, üremelerini baskılayabilecek sonuçlar doğurmaktadır. Bu noktada ise EPN uygulaması yapılan alanda daha öncesinde kullanılmış olan pestisit kalıntıları EPN'lerin başarılı bir şekilde kullanılmasını etkileyebilmektedir (Koppenhöfer ve ark., 2002; Ulu ve ark., 2016; Kwizera ve Susurluk, 2017; Özdemir ve ark., 2020). Ancak, özellikle *S. feltiae* türüne ait

bazı izolatların, Chlorantraniliprole, Spinosad ve Spinetoram gibi bazı insektisitlerle birlikte kullanıma uyumlu olduğu yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir (Özdemir ve ark., 2021). Başka bir çalışmada ise *S. feltiae* ve *H. bacteriophora* türlerine ait bazı izolatların azadirachtin ve pirimicarb bazı insektisitlerle uyumlu bir şekilde kullanılabileceği belirtilmiştir (Laznik ve Trdan, 2014).

SONUÇ

Abiyotik faktörler, EPN'lerin biyolojik mücadeledeki etkinliğini belirleyen en önemli unsurlardan biridir. Sıcaklık, toprak nemi, toprak yapısı, pH, gün ışığı - UV ve pestisit kalıntıları; EPN'lerin konukçu arama davranışı, konukçu üzerindeki entkinliği ve populasyon sürekliliği üzerinde bütüncül bir etki oluşturmaktadır. Bu faktörlerin birlikte değerlendirilmesi, EPN temelli biyolojik mücadele stratejilerinin planlanmasında kritik öneme sahiptir. EPN'lerin tarımsal zararlı yönetiminde etkin bir biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılabilmesi, yalnızca uygun tür seçimi ile değil, aynı zamanda çevresel koşulların EPN'lerin yaşam koşulları için uygunluğu ve optimum performansı için uygun olması ile mümkündür. Abiyotik faktörlerin etkilerinin ayrıntılı biçimde anlaşılması, sürdürülebilir tarım uygulamalarında EPN tabanlı biyolojik mücadele stratejilerinin başarısını artıracağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Aydin, H., & Susurluk, A. (2005). Competitive abilities of the entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora* in the same host at different temperatures. Turkish Journal of Biology, 29(1), 35-39.

Bal, H. K., Acosta, N., Cheng, Z., Grewal, P. S., & Hoy, C. W. (2017). Effect of habitat and soil management on dispersal and distribution patterns of entomopathogenic nematodes. Applied Soil Ecology, 121, 48-59.

Brown, I. M., & Gaugler, R. (1997). Temperature and humidity influence emergence and survival of entomopathogenic nematodes. Nematologica, 43(5), 363-376.

Bütüner, A. K., & Susurluk, A. (2023). Efficiency of temperature and storage duration on some morphological measurements and reproductive capacity of the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae)'s Turkish HBH hybrid strain. Turkish Journal of Entomology, 47(4), 469-476.

Bütüner, A. K., İlktan, M., & Susurluk, A. (2023). Effects of storage temperature on viability and virulence of entomopathogenic nematodes *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae), *Steinernema carpocapsae* Weiser, 1955 and *Steinernema feltiae* Filipjev, 1934 (Rhabditida: Steinernematidae). Turkish Journal of Entomology, 47(3), 247-257.

Bütüner, A. K., & Susurluk, İ. A. (2025). Effects of pesticides on *Apis mellifera* L.(Hymenoptera: Apidae) and their residues in honey. Journal of Agriculture Faculty of Ege University, 62(4), 555-566.

Ciche, T. A., Darby, C., Ehlers, R. U., Forst, S., & Goodrich-Blair, H. (2006). Dangerous liaisons: the symbiosis of entomopathogenic nematodes and bacteria. Biological Control, 38(1), 22-46.

Dede, E., Bütüner, A. K., & Susurluk, A. (2022). Biocontrol potential of *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae) HBH hybrid strain against the beet webworm, *Loxostege sticticalis* L., 1761 (Lepidoptera: Pyralidae). Turkish Journal of Entomology, 46(4), 399-405.

Dzięgielewska, M., & Skwiercz, A. (2018). The influence of selected abiotic factors on the occurrence of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae, Heterorhabditidae) in soil. Polish Journal of Soil Science, 51(1), 11.

Ehlers, R. U. (1996). Current and future use of nematodes in biocontrol: practice and commercial aspects with regard to regulatory policy issues. Biocontrol Science and technology, 6(3), 303-316.

Fatimah, N., Askary, T. H., & Abd-Elgawad, M. M. (2025). Factors influencing the performance of entomopathogenic nematodes: from laboratory to field conditions. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 35(1), 29.

Frankenstein, D., Luu, M. S., Luna-Ayala, J., Willett, D. S., & Filgueiras, C. S. (2024). Soil moisture conditions alter behavior of entomopathogenic nematodes. Journal of the Science of Food and Agriculture, 104(7), 4383-4390.

Gaugler, R., Bednarek, A., & Campbell, J. F. (1992). Ultraviolet inactivation of heterorhabditid and steinernematid nematodes. Journal of Invertebrate Pathology, 59(2), 155-160.

Gaugler, R., Lewis, E., & Stuart, R. J. (1997). Ecology in the service of biological control: the case of entomopathogenic nematodes. Oecologia, 109(4), 483-489.

Grant, J. A., & Villani, M. G. (2003). Soil moisture effects on entomopathogenic nematodes. Environmental entomology, 32(1), 80-87.

Grewal, P. S., Gaugler, R., & Wang, Y. I. (1996). Enhanced cold tolerance of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* through genetic selection. Annals of applied biology, 129(2), 335-341.

Gul, H., Gadratagi, B. G., Güncan, A., Tyagi, S., Ullah, F., Desneux, N., & Liu, X. (2023). Fitness costs of resistance to insecticides in insects. Frontiers in physiology, 14, 1238111.

Hashimi, M. H., Hashimi, R., & Ryan, Q. (2020). Toxic effects of pesticides on humans, plants, animals, pollinators and beneficial organisms. Asian Plant Research Journal, 5(4), 37-47.

Hernández, A. F., Parrón, T., Tsatsakis, A. M., Requena, M., Alarcón, R., & López-Guarnido, O. (2013). Toxic effects of pesticide mixtures at a molecular level: their relevance to human health. Toxicology, 307, 136-145.

Jagdale, G. B., & Grewal, P. S. (2007). Storage temperature influences desiccation and ultra violet radiation tolerance of entomopathogenic nematodes. Journal of Thermal Biology, 32(1), 20-27.

Jayaraj, R., Megha, P., & Sreedev, P. (2016). Organochlorine pesticides, their toxic effects on living organisms and their fate in the environment. Interdisciplinary toxicology, 9(3-4), 90.

Khathwayo, Z., Ramakuwela, T., Hatting, J., Shapiro-Ilan, D. I., & Cochrane, N. (2021). Quantification of pH tolerance levels among entomopathogenic nematodes. Journal of Nematology, 53, e2021-62.

Koppenhöfer, A. M., Kaya, H. K., & Taormino, S. P. (1995). Infectivity of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae) at different soil depths and moistures. Journal of Invertebrate Pathology, 65(2), 193-199.

Koppenhöfer, A. M., Cowles, R. S., Cowles, E. A., Fuzy, E. M., & Baumgartner, L. (2002). Comparison of neonicotinoid insecticides as synergists for entomopathogenic nematodes. Biological Control, 24(1), 90-97.

Koppenhöfer, A. M., & Fuzy, E. M. (2006). Effect of soil type on infectivity and persistence of the entomopathogenic nematodes *Steinernema scarabaei*, *Steinernema glaseri*, *Heterorhabditis zealandica*, and *Heterorhabditis bacteriophora*. Journal of invertebrate Pathology, 92(1), 11-22.

Koppenhöfer, A. M., Ebssa, L., & Fuzy, E. M. (2013). Storage temperature and duration affect *Steinernema scarabaei* dispersal and attraction, virulence, and infectivity to a white grub host. Journal of Invertebrate Pathology, 112(2), 129-137.

Kung, S. P., Gaugler, R., & Kaya, H. K. (1990). Soil type and entomopathogenic nematode persistence. Journal of Invertebrate Pathology, 55(3), 401-406.

Kung, S. P., Gaugler, R., & Kaya, H. K. (1991). Effects of soil temperature, moisture, and relative humidity on entomopathogenic nematode persistence. Journal of invertebrate pathology, 57(2), 242-249.

Kwizera, V., & Susurluk, I. A. (2017). Evaluation of the effects of some insecticides based on neonicotinoids on entomopathogenic nematodes, *Steinernema feltiae* and *S. carpocapsae*. Invertebrate Survival Journal, 14(1), 375-378.

Laznik, Ž., & Trdan, S. (2014). The influence of insecticides on the viability of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) under laboratory conditions. Pest management science, 70(5), 784-789.

Lewis, E. E., Campbell, J., Griffin, C., Kaya, H., & Peters, A. (2006). Behavioral ecology of entomopathogenic nematodes. Biological control, 38(1), 66-79.

Marchand, P. A., & Robin, D. (2019). Evolution of Directive (EC) No 128/2009 of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides. Journal of Regulatory Science,7 (2019), 1-7.

Matuska-Łyżwa, J., Duda, S., Nowak, D., & Kaca, W. (2024). Impact of abiotic and biotic environmental conditions on the development and infectivity of entomopathogenic nematodes in agricultural soils. Insects, 15(6), 421.

Menti, H., Wright, D., & Perry, R. (2000). Infectivity of populations of the entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis megidis* in relation to temperature, age and lipid content. Nematology, 2(5), 515-521.

Özdemir, E., İnak, E., Evlice, E., & Laznik, Z. (2020). Compatibility of entomopathogenic nematodes with pesticides registered in vegetable crops under laboratory conditions. Journal of plant diseases and protection, 127(4), 529-535.

Özdemir, E., İnak, E., Evlice, E., Yüksel, E., Delialioğlu, R. A., & Susurluk, I. A. (2021). Effects of insecticides and synergistic chemicals on the efficacy of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* (Rhabditida:

Steinernematidae) against *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). Crop Protection, 144, 105605.

Radová, S., & Trnková, Z. (2010). Effect of soil temperature and moisture on the pathogenicity of two species of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae). Journal of Agrobiology, 27(1), 1.

Rosa, J. S., Bonifassi, E., Amaral, J., Lacey, L. A., Simoes, N., & Laumond, C. (2000). Natural occurrence of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernema, Heterorhabditis) in the Azores. Journal of Nematology, 32(2), 215.

Serwe-Rodriguez, J., Sonnenberg, K., Appleman, B., & Bornstein-Forst, S. (2004). Effects of host desiccation on development, survival, and infectivity of entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae*. Journal of Invertebrate Pathology, 85(3), 175-181.

Siegwart, M., Graillot, B., Blachere Lopez, C., Besse, S., Bardin, M., Nicot, P. C., & Lopez-Ferber, M. (2015). Resistance to bio-insecticides or how to enhance their sustainability: a review. Frontiers in plant science, 6, 381.

Susurluk, A., & Ehlers, R. U. (2008a). Field persistence of the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis bacteriophora* in different crops. BioControl, 53(4), 627-641.

Susurluk, I. A., & Ehlers, R. U. (2008b). Comparison of some characterizations of recovered from soil and newly fermented entomopathogenic nematode, *Heterorhabditis bacteriophora* (Rhabditida: Heterorhabditidae). Journal of Biological and Environmental Sciences, 2(6), 65-71.

Susurluk, I. A., Ulu, T. C., & Kongu, Y. (2013). Tolerances of hybridized entomopathogenic nematode *Heterorhabditis bacteriophora* (Rhabditida: Heterorhabditidae) strains to heat and desiccation. Turkish Journal of Entomology, 37(2), 221-228.

Susurluk, A., & Bütüner, A. K. (2024). The role of drought in the efficacy of some entomopathogenic nematodes. Turkish Journal of Entomology, 48(1), 103-110.

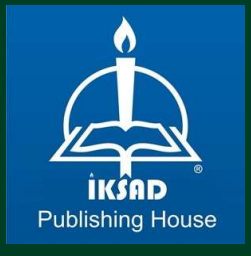
Tarasco, E., Fanelli, E., Salvemini, C., El-Khoury, Y., Troccoli, A., Vovlas, A., & De Luca, F. (2023). Entomopathogenic nematodes and their symbiotic bacteria: from genes to field uses. Frontiers in Insect Science, 3, 1195254.

Ulu, T. C., & Susurluk, I. A. (2014). Heat and desiccation tolerances of *Heterorhabditis bacteriophora* strains and relationships between their tolerances and some bioecological characteristics. Invertebrate Survival Journal, 11(1), 4-10.

Ulu, T. C., Sadic, B., & Susurluk, I. A. (2016). Effects of different pesticides on virulence and mortality of some entomopathogenic nematodes. Invertebrate Survival Journal, 13(1), 111-115.

Wu, S., Li, Y., Toews, M. D., Mbata, G., & Shapiro-Ilan, D. I. (2023). Novel formulations improve the environmental tolerance of entomopathogenic nematodes. Biological Control, 186, 105329.

Yaraşır, O. N., Bütüner, A. K., & Susurluk, H. (2024). Recent Advances on the Potential Control of *Rhyzopertha dominica* Fab.(Coleoptera: Bostrichidae). Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 38(2), 449-456.





ISBN: 978-625-378-631-1