

# **BİTKİ KORUMADA SON GELİŞMELER**

**Editör  
Doç. Dr. Gülay KAÇAR**

Paradigma Akademi



# BİTKİ KORUMADA SON GELİŞMELER

Editör  
Doç. Dr. Gülay KAÇAR

ISBN: 978-625-8009-68-2

Sertifika No: 32427  
Çanakkale Kitaplığı  
Araştırma İnceleme Bilişim Yayın Matbaa  
TİC. LTD. ŞTİ.

Paradigma Akademi Basın Yayın Dağıtım  
Fetvane Sokak No: 29/A  
ÇANAKKALE  
e-mail: fahrigoker@gmail.com

Dizgi  
Himmet AKSOY  
Kapak Tasarımı  
Himmet AKSOY

Matbaa  
Vadi Grafik Tasarım ve Reklam LTD. ŞTİ.  
Sertifika No: 47479

Kitaptaki bilgilerin her türlü sorumluluğu yazarına aittir

Bu Kitap T.C. Kültür Bakanlığında alınan bandrol ve ISBN ile  
satılmaktadır. Bandrolsüz kitap almayınız.

Kasım 2021  
Paradigma Akademi



## **HAKEMLER**

**Prof. Dr. Levent SON**

Mersin Üniversitesi  
Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Y.Okulu  
Silifke-Mersin, Türkiye

**Prof. Dr. Meral FENT**

Trakya Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Edirne, Türkiye

**Prof. Dr. Mustafa İMREN**

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Bitki Koruma Bölümü, Gölköy, Bolu, Türkiye

**Prof. Dr. Sibel DERVİŞ**

Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Yüksel Okulu,  
Bitki ve Hayvan Koruma Bölümü,  
Mardin, Türkiye

**Doç. Dr. Fatih DAĞLI**

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Bitki Koruma Bölümü, Antalya, Türkiye

**Doç. Dr. Gülay KAÇAR**

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Bitki Koruma Bölümü, Gölköy, Bolu, Türkiye

**Dr. Öğr. Üyesi Gülay ZULKADİR**

Mersin Üniversitesi  
Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu  
Yeni Mahalle Kayraktepe Mevkii Silifke / Mersin, Türkiye

**Dr. Serap TOKER DEMİRAY**

Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü,  
Yüreğir, Adana, Türkiye

**Arş. Gör. A. Sami KOCA**  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi  
Bitki Koruma Bölümü  
PK: 14030, Gölköy Kampüsü, Bolu, Türkiye

## ÖNSÖZ

Bitkisel üretim, birçok canlı türünün temel besin kaynağıdır. İnsanların hayatını sürdürmesinde bitkisel gıdaların vazgeçilmez bir yeri bulunmaktadır. Dünyanın artan nüfusunun gıda ihtiyacını karşılamak, öncelikli olarak bitkisel üretimin artırılmasıyla mümkün olacaktır. Ürün miktarını arttırmak, doğru şekilde üretim yapılmasıyla sağlanabilecektir. Bu süreç uygun üretim tekniklerinin uygulanmasının yanı sıra hastalık etmenleri, zararlı böcekler ve yabancı otlarla mücadeleyle mümkün olabilecektir. Tarımsal ürünlerde meydana gelen kayıpların yaklaşık %13'ü böcekler, %12'si hastalıklar ve %10'unu yabancı otlar tarafından meydana getirilmektedir. Ülkemizde tarımsal alandaki bitkilerde zarara yol açan yaklaşık 700 zararlı organizma bulunmaktadır. Bitkisel üretimde bu zararlı etmenlerle mücadele yapılmadığı takdirde %75-100 oranında ekonomik kayıp meydana gelmektedir. Zararlı organizmaların tarımsal ürünlerde beslenmesi sonucu büyük ekonomik kayıpların yanı sıra ürünlerde böceklenme, küflenme, bozulma ve gıda noksanlığı ile sonuçlanmaktadır. Bu organizmalarla mücadelede yanlış tekniklerin uygulanması sonucu toksin oluşumu, tarımsal ilaç kalıntısı, su kaynaklarının kirlenmesi ve doğal faunanın bozulmasına yol açmaktadır. Sürdürülebilir tarımın yürütülmesinde bitki sağlığının temin edilmesi, bu zararlı etmenlerin tanınması ve doğru mücadele tekniklerinin uygulanmasıyla mümkün olabilecektir. Böylelikle insan ve çevre sağlığının temini ile bitkisel üretime katkı sağlanacaktır.

Kitapta farklı bitki sağlığı konusunda on bir yazı bulunmaktadır. Kitaba katkı sunan tüm yazarlarımıza ve hakemlerimize teşekkür ederim. Kitabın yayınlanmasını üstlenen Paradigma Akademi Yayınlarına da ayrıca teşekkür ederim.

Doç. Dr. Gülay KAÇAR  
Editör  
Kasım, 2021



# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ..... v

**AMERİKAN BEYAZ KELEBEĞİ *HYPHANTRIA CUNEA* (DRURY)  
(LEPIDOPTERA: EREBIDAE)'NİN YÖNETİMİNDE: BİYOLOJİK  
MÜCADELESİ VE YENİ TEKNİKLER..... 1**

*Mustafa Said BAYRAM, Gülay KAÇAR*

**ÇİLEK ALANLARINDAKİ BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLAR..... 21**

*Adem ÖZARSLANDAN*

**SURVEY ON DISEASE PROBLEMS OF CABBAGE (*BRASSICA  
OLERACEA* VAR. *CAPITATA*) IN NIĞDE, TURKEY ..... 45**

*Sibel DERVİŞ, Çiğdem ULUBAŞ SERÇE, İ. Adem BOZKURT*

**DOĞU AKDENİZ BÖLGESİ ERİK VE KAYISI AĞAÇLARINDA  
PAS HASTALIĞININ (*TRANZSCHELIA PRUNI-SPINOSAE* VAR.  
*DISCOLOR* (FUCKEL) DUNEGAN) YAYGINLIĞI VE ŞİDDETİNİN  
BELİRLENMESİ ..... 63**

*Serap TOKER DEMİRAY, Efkan AKÇALI*

***OSTRINIA NUBILALIS* HUBNER (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)  
VE *SESAMIA NONAGRIODES* LEFEBVRE (LEPIDOPTERA:  
NOCTUIDAE)'NİN BİYOLOJİK MÜCADELESİ..... 73**

*Abdurrahman Sami KOCA, Gülay KAÇAR*

**FISTIK (*PISTACIA VERA*) ALANLARINDAKİ BİTKİ PARAZİTİ  
NEMATODLAR..... 97**

*Adem ÖZARSLANDAN*

**FARKLI ETKİ MEKANİZMASINA SAHİP İNSEKTİSİTLERİN  
MİRİDAE FAMILYASINDAN ÖNEMLİ PREDATÖRLERE  
KARŞI TOKSİK ETKİLERİ.....113**

*Saliha Selma ŞAHİN, Mehmet KEÇECİ*

**DOĞU AKDENİZ BÖLGESİ TRABZON HURMASI ALANLARINDA  
FUNGAL HASTALIK ETMENLERİNİN VE TRABZON HURMASI  
YAPRAK LEKE HASTALIĞI (*MYCOSPHAERELLA NAWAE*)’NA  
KARŞI İLAÇLAMA PROGRAMININ BELİRLENMESİ.....129**

*Serap TOKER DEMİRAY, Efkan AKÇALI*

**TÜRKİYE’DE DAĞILIM GÖSTEREN YABANCI HETEROPTERA  
(INSECTA: HEMIPTERA) TÜRLERİ .....145**

*Ahmet DURSUN*



# AMERİKAN BEYAZ KELEBEĞİ *HYPHANTRIA CUNEA* (DRURY) (LEPIDOPTERA: EREBIDAE)'NİN YÖNETİMİNDE: BİYOLOJİK MÜCADELESİ VE YENİ TEKNİKLER

Mustafa Said BAYRAM<sup>1</sup>, Gülay KAÇAR<sup>2</sup>

## GİRİŞ

Fındık (*Corylus avellana* L.) sert kabuklu meyveler arasında bademden sonra en yaygın üretimi yapılan meyvedir. Dünyada fındık yetiştiriciliği yaklaşık 960.000 ha alanda yapılmakta olup, başlıca Türkiye, İtalya, İspanya, ABD, Çin, Şili, İran, Azerbaycan ve Fransa'da fındık yetiştirilmektedir. Türkiye, Dünya fındık üretim alanlarının yaklaşık %75'ine sahiptir. Fındık üretiminde Türkiye'yi sırasıyla İtalya, Gürcistan ve Azerbaycan izlemektedir (FAO, 2021). Ülkemizde fındık üretimi toplamda kırk sekiz ilde olmak üzere büyük bir bölümü Karadeniz kıyısı boyunca yapılmaktadır. Fındık, Türkiye ekonomisine sağladığı önemli döviz girdisiyle tarım ürünleri arasında önemli bir konuma sahiptir (Anonim, 2020). Fındık, Türkiye'de 2020 yılında ortalama 13 milyon TL civarında pazarlama değerine ulaşmıştır (TÜİK, 2021).

Fındık bitkisinde zarara neden olan birçok tür bulunmaktadır. Bunlar zararlı türler arasında önemli bir yere sahip olan Amerikan beyaz kelebeği *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Erebidae), başlıca fındık olmak üzere orman ağaçları, çalılar, süs bitkileri, tarla ve subtropikal bitkiler olmak üzere altı yüz'den fazla konukçusu olduğu bilinen önemli bir polifag zararlıdır (Warren ve Tadic, 1970; Masaki ve Umeya, 1977; Japoshvili ve ark., 2006;

---

<sup>1</sup> Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bolu, Türkiye, [saidbayram52@gmail.com](mailto:saidbayram52@gmail.com)

<sup>2</sup> Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bolu, Türkiye, [gulaysahan@yahoo.com](mailto:gulaysahan@yahoo.com)

Kaçar ve ark., 2019). Karantina zararlısı olan *H. cunea*, anavatanı Kuzey Amerika kıtası olup, 1940 yılından sonra ticari yollarla ilk olarak Avrupa’da görölmüş ve hızlı bir şekilde Asya ve Japonya’ya kadar çok sayıda ölkede yayılış göstermiştir (Warren ve Tadic, 1967; İren, 1977; Sharov ve Izhevskiy, 1987; Boriani, 1994; Nurieva, 2002; Rezaei ve ark., 2003; Japoshvili ve ark., 2006; Yarmand ve ark., 2009; Yang ve ark., 2008). Ölkemizde ilk defa 1975 yılında Edirne ve Tekirdağ’da belirlenen zararlı, fındık alanlarının yoğun olduğu Karadeniz Bölgesi’nde sürekli zarara neden olmaktadır (İren, 1977; Işık ve Yanılmaz, 1992; Tuncer, 1992; Anonim, 2011; Sullivan, 2011). Amerikan beyaz kelebeği’nin nisan ayı sonlarına doğru çıkış yapan erginleri çiftleştikten sonra yumurtalarını genellikle yaprak altlarına bıraktıkları belirlenmiştir. Amerikan beyaz kelebeği’nin larvaları bitkilerin yapraklarını önce yüzeysel olarak daha sonra ise sadece ana damarları kalacak şekilde tüketerek zarar yapmaktadırlar. Zararlı, epidemi yıllarında ağaçları tamamen yapraksız bırakmakta, ayrıca körp ve olgunlaşmaya yeni başlayan meyveleri de yiyerek ürünün azalmasına veya tamamen yok olmasına neden olmaktadır (Rezaei ve ark., 2006, Kaçar ve ark., 2019). Dünya’da Amerikan beyaz kelebeği genellikle yılda 2-3 döl vermektedir (Oliver 1964a; Rezaei ve ark., 2006). Türkiye’de ise yılda 2 döl verdiği belirlenmiştir (Anonim, 2011). Amerikan beyaz kelebeği’nin iki alt tür veya tipi bulunduğu bildirilmiştir. Bunları ayırt etmede sadece üçüncü dönemden sonraki larvaların kullanılarak kırmızı ve siyah başlı larvalar olarak ayrıldığı kaydedilmiştir (Oliver, 1964a; Xu ve ark., 2015). Ayrıca, benekli başlı larvaların da bulunduğu ve kırmızı başlı larvalardan farklılık gösterdiği, ancak tam olarak birbirinden ayrılamadığından dolayı tek tip olarak kabul edildiği bildirilmiştir (Oliver, 1964a, b; Loewy, 2013). Yapılan son çalışmalar genomik veriler ışığında, kırmızı ve siyah başlı tipler arasındaki genetik farklılaşmayı tanımlayarak, iki tipin aslında farklı türler olduğunu göstermektedir (Yang ve ark., 2017). Bu türler arasında aynı yapısal özellikler olduğu bilinirken, farklı yapısal özelliklere sahip bireylerde olduğu belirlenmiştir. Dişiler tarafından yumurtalar bırakıldıktan sonra, açık yeşil ve açılmaya yakın ise grimsi bir renk aldığı kaydedilmiştir. Kırmızı başlı larvaların, yumurtlama ve larva gelişme sürelerinin siyah başlı larvalara göre daha uzun sürdüğu ve yumurta açılma

sürelerinin yaklaşık olarak bir hafta olduğu belirlenmiştir (Takeda, 2005). Başka bir çalışmada ise kırmızı başlı larvaların siyah başlı olanlardan farklı olarak gece beslendiği, ancak siyah başlı larvaların beslenme zamanlarında bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Kırmızı başlı larvalardan meydana gelen pupaların, siyah başlı larvalardan meydana gelen pupalardan daha ağır olduğunu ve renk olarak bir fark olmadığını belirlemiştir (Vidal, 2018). Amerika, Azerbaycan, Çin, Gürcistan ve İran'da yapılan çalışmalarda Amerikan beyaz kelebeği'nin larva ve pupalarından ortaya çıkan birçok doğal düşman tespit edilmiştir (Nurieva, 2002; Rezaei ve ark., 2006; Sourakov ve Paris, 2014; Yang ve ark., 2014). Zararlıyla beslenen 70'e yakın parazitoit tür bulunmakla birlikte, bu türlerden yaklaşık 54 tachinid (Diptera) parazitoit olduğu kaydedilmiştir (Sullivan ve Ozman-Sullivan, 2012). Azerbaycan'da Amerikan beyaz kelebeğinin dört larva ve beş pupa parazitoiti belirlenmiştir (Nurieva, 2002). Amerika'da *H. cunea*'nın Diptera ve Hymenoptera'dan 34 parazitoit türü olduğu bildirilmiştir (Sourakov ve Paris, 2014). Çin'de *H. cunea*'nın mücadelesinde *Chouioia cunea* Yang (Hymenoptera: Eulophidae)'nın başarılı olduğu kaydedilmiştir (Yang ve ark., 2014). Türkiye'de yapılan çalışmalarda ise 3 adet predatör ve on'dan fazla parazitoit tür belirlenmiştir (Tuncer ve Ecevit, 1996; Tuncer et al., 2001; Sullivan ve Ozman-Sullivan, 2012; Kaçar ve Doğanlar, 2020).

Polifag bir tür olan Amerikan beyaz kelebeği meyve ağaçları, orman alanları ve süs bitkilerinde önemli zarara neden olmaktadır. Bu zararlı türün çok sayıda konukçuya sahip olması, üreme gücü ve korunaklı alanlarda saklanarak kışı geçirebilmesi mücadelesini güçleştirmektedir. Ayrıca zararlının halkın yaşam alanlarında bulunması Kimyasal Mücadele'sini de oldukça zorlaştırmaktadır. Zararlının mücadelesinde kimyasal uygulamaların en aza indirebileceği, doğa ve insanla dost alternatif mücadele yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Alternatif mücadelenin en önemli unsurlarından birini Biyolojik Mücadele oluşturmaktadır. Bu mücadele şekli doğal dengeyi koruması, insan ve çevre sağlığına olumsuz etkilerinin olmaması, sürdürülebilir ve ekonomik olması nedeniyle son yıllarda öncelikli olarak tercih edilmektedir. Bu derlemede, özellikle fındık alanlarında zarar meydana

getiren Amerikan beyaz kelebeği erginlerini izlemede kullanılan materyaller, Biyolojik Mücadele ile yeni alternatif yöntemler değerlendirilmiştir.

### ***HYPHANTRIA CUNEA* ERGİNLERİNİN İZLENMESİ**

Entegre zararlı mücadelesinin bir parçası olan ergin izleme, *H. cunea* ergin bireylerinin çıkış sonrası tespit edilmesi ve mücadeleye başlanması için önemli bir alternatif mücadele yöntemidir. Bu mücadele yönteminde, dişi bireylerden salgılanan çekici kokular taklit edilerek elde edilen sentetik feromonların uygulandığı tuzaklar, erkek bireyleri cezbederek yakalamakta ve ergin çıkış zamanının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (CABI, 2021). Ayrıca, zararlı türlerin erginleri izleme kolay olup, diğer mücadele yöntemlerine başlanmada oldukça önemlidir (Uchakina ve Kalyuzhnyi, 1985). *H. cunea*'nın dişi bireylerinden, 9Z,12Z)-9,12-oktadekadial, (9Z,12Z,15Z)-9,12,15-oktadekatrienal, cis-9,10-epoksi-(3Z,6Z)-3,6-henicosadiene ve andcis-9,10-epoxy-(3Z,6Z)-1,3,6-henicosatriene olmak üzere dört feromon bileşeni üretilmiştir (Einhorn ve ark., 1982; Hill ve ark., 1982; Tóth ve ark., 1989; Kiyota ve ark., 2011). İtalya'da yapılan bir çalışmada C18:3Ald, C21-2Epo ve C21-3Epo feromon bileşiklerinin aynı oranda karışımının kullanıldığı arazi denemelerinde *H. cunea* erkekleri için çekici olduğu belirlenmiştir (Trematerra ve ark., 1993). Çin'de yapılan bir çalışmada ise C18:2Ald, C18:3Ald, C21-2Epo ve C21-3Epo bileşenlerinin dördü karışımının, *H. cunea* popülasyonlarını izlemede oldukça etkili olduğu bildirilmiştir (Su ve ark., 2008). Karışımların sonucunda elde edilen bileşenlerin üzerinde yapılan araştırma sonucunda da sırasıyla C18:2Ald, C18:3Ald, C21-2Epo'nun 1.2:12.3:1.1 oranının *H. cunea* erkek bireyleri çekmede en uygun olduğu tespit edilmiştir (El-Sayed ve ark., 2005). Ayrıca hem erkek hem dişi bireylerin çıkış zamanlarının belirlenmesi amacıyla ışık tuzakları da kullanılmaktadır.

### ***HYPHANTRIA CUNEA* 'NİN BİYOLOJİK MÜCADELESİ**

Amerikan beyaz kelebeği'nin doğal düşmanlarının tespit edilmesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Zararlı'nın bugüne kadar tespit edilmiş 100'den fazla parazitoit ve yaklaşık 36 predatör, patojen ve parazit türü tespit edilmiştir (Swain ve ark., 1938; Kato, 1951, Arthur ve Wylie 1959; Oliver,

1963; Jaques, 1967; Warren ve ark., 1967; Ito ve Miyashita, 1968; Nordin ve ark., 1972; Boucias ve Nordin, 1977; Schaefer, 1977; Arnaud, 1978; Krombein ve ark., 1979; Mason, 1979; Shu ve Yu, 1985; Schaefer ve ark., 1989; Wagner, 2005; Yang ve Zhang, 2007).

Zararlının larva ve pupa parazitoitleri Hymenoptera takımında bulunan Ichneumonidae, Braconidae, Chalcididae, Encyrtidae, Eulophidae, Eurytomidae, Pteromatidae, Torymidae, Trichogrammatidae ve Vespidae familyalarına bağlı türler olarak belirlenmiştir (Szalay-Marzso, 1972; Yang ve Zhang, 2007; Sullivan ve ark., 2011; Sullivan ve Özman-Sullivan, 2012). *H. cunea*'nın elli beş chalcidoid tür parazitoit (Hymenoptera: Chalcidoidea) belirlenmiştir (Warren ve Tadic, 1967; Szalay-Marzso, 1972; Sharov ve Izhevskiy, 1987; Tuncer, 1992; Boriani, 1994; Nurieva, 2002; Rezaei ve ark., 2003; Japoshvili ve ark., 2006; Yang ve ark., 2008). Diptera takımının Tachinidae familyasından da elli dört parazitoit tür belirlenmiştir (Sullivan ve Özman-Sullivan, 2012). Azerbeycan'da *H. cunea*'nın 4 adet larva ve 5 adet pupa parazitoiti tespit edilmiş olup, bunlar arasından larva parazitoitlerinden *Exorista larvarum* (L.) (Tachinidae), pupa parazitoitlerinden *P. omnivorus* ve *Brachymeria intermedia* (Nees) (Chalcididae) türlerinin etkili parazitoitler oldukları ve Biyolojik Mücadele'de kullanılabileceği bildirilmiştir. Ayrıca, *H. cunea*'yı parazitleyen larva parazitoitleri olarak *Sinophorus validus* (Cresson) ve *Hyposoter pilosulus* Prov. (Ichneumonidae), *Meteorus hyphantriae* Riley ve *Apanteles hyphantriae* Riley (Braconidae) tespit edilmiştir (Nurieva, 2002). Amerika'da yapılan çalışmaya göre, *Elachertus hyphantriae* Crawford (Eulophidae) ve *Mericia ampelus* (Walker) (Tachinidae), siyah ve kırmızı başlı larvaları sırasıyla %34 ve %39 oranında parazitlediği tespit edilmiştir (Oliver, 1963; Nordin ve ark., 1972). Çin'de *H. cunea*'nin yirmi yedi yerli doğal düşman türü belirlenmiştir (Yang ve ark., 2006). Çin'de pupa parazitoitleri *C. cunea*, *Coccygomimus disparis* (Viereck) ve *Coccygomimus parnasae* (Viereck) (Ichneumonidae), *Dolichogenidea singularis* (Yang ve You) ve *Cotesia gregalis* (Yang ve Wei) (Braconidae) ve *Exorista japonica* Townes (Tabanidae) en etkili türler olarak bulunmuştur (Yang ve Wang, 2008). *H. cunea*'nın Tachinid parazitoitleri olarak ise *Exorista japonica* (Townsend), *Lespesia frenchii* (Williston), *Ceromasia auricaudata*

(Townsend), *E. fasciata* (Fallen), *Ctenophorocera pavid*a (Meigen), *Mericia ampelus* (Walker), *Nemoraea pellucida*, *Pales pavid*a (Maigen) ve *Zanillia libatrix* (Panz) olarak tespit edilmiştir (Shu ve Yu, 1985; Yang ve ark., 2008; O'Hara, 2009; Cerretti ve Tschorsnig, 2010; Sullivan ve ark., 2012). Türkiye'de ise *H. cunea* kışlayan pupalarında yapılan çalışmaya göre, *P. omnivorus*, *Conomorium amplum* (Walker) ve *Dibrachys boarmiae* (Walker) (Pteromalidae) ve *C. cunea* elde edilmiş, toplam parazitlenme *P. omnivorus*'un %78.9, *C. amplum*'un %2.8 ve *C. cunea*'nın %5.1-12.8 olduğu belirlenmiştir (Sullivan ve ark., 2011). Çin'de *H. cunea* kontrolünde, *C. cunea*'nın zararlıya karşı salım çalışmalarında yaklaşık %83 etki elde edilmiştir (Yang, 1989; 1990). *C. cunea*'nın salım yapılan alanlarda ortalama zararlıda %68 ve genellikle %80 üstünde parazitlenme oranına sahip olduğu belirlenmiştir (Yang ve ark., 2006). Başka bir çalışmada *C. cunea* salınan alanda pupalarda %88 (ortalama %67.7), kontrolde ise %4.7-12.9 parazitlenme elde edilmiştir (Yang ve ark., 2020). Ayrıca Çin'de yapılan bir çalışmada *C. cunea*, konukçunun kışlayan pupalarında ortalama %3.6 oranında bir parazitlemenin olduğunu bildirilmiş, ancak bazı alanlarda %12.2'ye ulaştığı kaydedilmiştir (Yang ve ark., 2008a). Yapılan bir diğer çalışmada, Amerikan beyaz kelebeği'nin pupalarını parazitleyen *C. cunea*'nın ortalama ilk dölünde %16 ve kışlayan pupalarında %26 parazitlenme olduğu tespit edilmiştir (Yang ve ark., 2014). Gürcistan'da *C. cunea*'nın, kışlayan *H. cunea* pupalarının %70-80'nin ölümünden sorumlu olduğu belirlenmiştir (Japoshvili ve ark., 2006). Amerika, Avrupa ve Orta Asya ülkelerinde *C. cunea*'nın, *H. cunea* popülasyonlarını azalttığı bildirilmiştir (Szalay-Marzso, 1972). *C. cunea*'nin kitle üretimini yapılmış ve Meşe ipek böceği *Antheraea pernyi* (Guerin-Meneville) (Lepidoptera: Saturniidae)'nin en iyi konukçusu olduğu, bir konukçudan maksimum 11.256 ve ortalama 8.552 adet birey elde edildiği kaydedilmiştir (Yang, 2000; Su ve ark., 2004). Çin'de yerli parazitoidlerin *Conomorium cuneae* Yang ve Baur (Pteromalidae), *Trichospilus albiflagellatus* (Yang ve Wang) (Eulophidae) (China), *Coccygomimus disparis* (Viereck), *C. parnasae* (Viereck) (Ichneumonidae) ve *Exorita japonica* Townes (Tachnidae)'nin toplam salım alanlarında ortalama %90'a ulaştığını, zararlının bu türlerin kitlesel üretilip salımı ile kontrol

edilebileceğini bildirmişlerdir (Yang ve ark., 2006). Biyolojik Mücadele etmeni olarak iyi bir potansiyele sahip olan *T. albiflagellatus*'un parazitlenme oranı %28.6 olarak kaydedilmiştir (Yang ve ark., 2015). Ayrıca, Türkiye'de *H. cunea*'yı parazitleyen yeni bir tür olan *Conomorium mehmetsahani* sp. nov. (Kaçar ve Doğanlar) ilk defa rapor edilmiştir (Kacar ve Doğanlar, 2020).

Zararlının predatörleri *Pselliopus cinctus* (Fab.), *Zelus bilobus* (Say) ve *Zelus cervicalis* (Stal.) (Reduviidae), *Himacerus apterus* (J. C. Fabricius) (Hemiptera: Nabidae) *Plochionus timidus* (Haldeman) (Hemiptera: Carabidae), *Coccinella septempunctata* (L.), *Harmonia axyridis* (Pallas), (Coleoptera: Coccinellidae), *Chrysoperla sinica* (Tjeder), *Chrysopa formosa* (Brauer), *Chrysopa septempunctata* (Wesmael) ve *Chrysopa oculata* (Say) (Neuroptera: Chrysopidae), *Mantis carolina* Johansson (Neuroptera: Mantidae) ve *Iridomyrmex humilis* (Mayr.) (Hymenoptera: Formicidae) tespit edilmiştir (Oliver, 1963; Shu ve Yu, 1985). Ayrıca, *Parana laesipennis* (Bates) ve *P. latecincta* (Bates) (Coleoptera: Carabidae) türlerinin dişileri hem yumurta evrelerinde hem de 1-3. dönem larvalarının predatörleri olarak tespit edilmiştir (Yang ve Wang, 2008). Ayrıca, *Arma custos* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) İran'da *H. cunea*'nın predatörü olarak tespit edilmiştir (Rezaei, 2006).

## **HYPHANTRIA CUNEA'NIN BİYOLOJİK MÜCADELESİNDE ENTOMOPATOJEN ORGANİZMALAR**

Entomopatojen bakteriler, virüsler, funguslar ve nematodlar, *H. cunea* popülasyonunu kontrol altına almak için kullanılan önemli organizmalardır. *Bacillus thuringiensis* (Berliner), belirli böcekler için toksik olan proteinler üreten bir bakteri türü olup, biyolojik mücadele etmenlerine karşı büyük bir seçiciliğe ve güvenilirliğe sahiptir. Bu patojenin yoğun ışıktaki etkisiz hale geldiği, bu nedenle bulutlu bir günde veya akşamüzeri uygulandığında başarılı sonuçlar alındığı olduğu rapor edilmiştir (Yang ve ark., 1999; Jialin ve ark., 2013). Nükleer polihedroz virüsü (HcNPV), zorlu ortamlara dayanma özelliğine ve yeteneğine sahip olup, hızla yayılabilme özelliğine sahip bir patojen olarak kaydedilmiştir. Bu patojen sadece yatay olarak yayılmakla birlikte dikey olarak yayılabilme özellikleri nedeniyle ve yeni gruplara

ulaşabilmek, böylece sürekli bir güç etkinliği sağlayabilmektedir. HcNPV, zararlının ikinci veya üçüncü larva dönemlerinde kullanılmış olup, etkinliğinin %94 ile %99 arasında olduğu tespit edilmiştir (Jialin ve ark., 2013). Amerika'da yapılan çalışmada, Amerikan beyaz kelebeği'nin patojenleri olarak üç microsporidia, *Nosema necatrix* Kramer, *Nosema sp.* ve *Pleistophora schubergi hyphantriae* Weiser bulunmuş ve nükleer polihedroz virüsü olarak *N. necatrix* en yaygın patojen olarak tespit edilmiştir (Nordin ve ark., 1972). Fungusların kuru preparasyonunu, böcekler üzerinde etkili bir uygulama yöntemi olarak önerilmiştir (Trematerra ve ark., 1993). Dünyada *H. cunea*'ya karşı bazı entomopatojen fungusların kullanımına ilişkin birkaç çalışma kaydedilmiştir (Sullivan ve ark., 2011; İskender ve ark., 2012; Ajmehassani, 2013; Zibae ve ark., 2013). *Beauveria bassiana*'nın üç izolatının *H. cunea* larvaları üzerine püskürtülmesi sonucu %90±5.77 ile %96.6±3.33 arasında ölüm olduğu tespit edilmiştir (İskender ve ark., 2012). Diğer bir entomopatojen fungus olan *Metarhizium anisopliae*, *H. cunea*'nın farklı larva dönemlerine karşı kullanılmış ve yirminci günde ilk larva döneminde %100 ölüm kaydedilmiştir. Zararlının birinci ve ikinci larva dönemleri, bu patojene diğer larva dönemlerine göre daha duyarlı bulunmuştur. *B. bassiana*'nın patojenitesi, *H. cunea* 4. larva dönemine karşı %80-90 ölüm belirlenmiştir (Aker ve Tuncer, 2016; Zhang ve ark., 2016). Entomopatojen fungus olan *Lecanicillium muscarium* ve *Simplicillium lamellicola* izolatlarının *H. cunea* larvalarına karşı sırasıyla %93.9 ve %78.8 larva ölümlerine neden olduğu bildirilmiştir (Saruhan ve ark., 2017).

Entomopatojen nematod olan *Steinernema feltiae*, Meksika'da *H. cunea*'nın üçüncü larva dönemine karşı hem laboratuvarında hem de arazide sırasıyla %100 ve %85 ölüm tespit edilmiştir (Yamanaka ve ark., 1986). Ayrıca, *S. feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*'nın, *H. cunea* larvaları üzerindeki ölüm oranları %93 ve %95 olarak belirlenmiştir (Chkhubianishvili ve ark., 2007). Sonuç olarak, entomopatojen nematodların Amerikan beyaz kelebeği üzerindeki etkinliklerinin belirlendiği çalışmalarda hem *Steinernema* hem de *Heterorhabditis* cinsine ait farklı türlerin, zararlının larvalarında ciddi ölümlere neden olduğu kaydedilmiştir (Gozel, 2019).



## RNAi

RNA interferans (RNAi), çift zincirli RNA'nın (dsRNA) hücreye girdiği andan itibaren mesajcı RNA'nın (mRNA) parçalanarak transkripsiyon sonrası gen susturma mekanizmasıdır (Atalay ve Kursu, 2007). Böceklerdeki önemli genlerin tanınması, zararlı böcekler de RNAi kullanılarak mücadelesinde oldukça yeni teknolojik bir yöntemdir. Bu teknolojinin kullanımı bitkiler üzerinde bulunan genlerin ayrıştırılıp, RNAi yönetimi zararlı böcekler karşı kullanılması yönünde olduğu belirtilmiştir (Baum ve ark., 2007; Luo ve ark., 2017). Çift sarmallı RNA (dsRNA) tarafından RNAi öncelikle *Caenorhabditis elegans*'ta (Nematoda: Rhabditida) belirlenmiş ve gen ekspresyonuna odaklanmayı azaltmak için etkili bir yöntem olarak kaydedilmiştir (Fire ve ark., 1998; Sharp, 1999). Son yıllarda RNAi, *Bombyx mori* (Linnaeus) (Bombycidae) (Quan ve ark., 2002), *Hyalophora cecropia* (Linnaeus) (Saturniidae) (Bettencourt ve ark., 2002), *Spodoptera litura* (Fabricius), *Spodoptera exigua* (Hüb.) (Chen ve ark., 2008), *Spodoptera frugiperda* (Meyering-Vos ve ark., 2006) (Noctuidae) ve *Manduca sexta* (L.) (Noctuidae) gibi birkaç lepidopter türünde ortaya çıkarılmıştır (Eleftherianos ve ark., 2006a, 2006b, 2007). Ek olarak hem dsRNA'lar hem de küçük enterferans yapan RNA'lar (siRNA'lar), endojenik ve eksojenik böcek genlerinin ekspresyonunu özel olarak önlemek amacıyla kullanılmıştır (Chen ve ark., 2008). Ayrıca, proteaz inhibitörü, fenol oksidaz veya Glutatyon S-transferaz, böceklerin gelişimi veya büyümesi için önemli, bağışıklık için belirgin ve böceklerin hayatta kalması için iyi bir hedef olduğu kaydedilmiştir. Genetiği değiştirilmiş bitkilerin kullanıldığı RNAi tabanlı zararlı kontrolü, beslenme yoluyla bağırsak yolunu etkileyeceğinden, bağırsağa bağlı genlerin kullanılması faydalı olacağı bildirilmiştir (Edosa ve ark., 2019).

## SONUÇ

Amerikan beyaz kelebeği polifag bir zararlı olduğundan dolayı birçok bitki türünde beslenebilmektedir. Zararlının ülkeler arası ticari faaliyetlerle taşınabilmesi, erginlerin uçuş mesafelerinin fazla olması nedeniyle yeni alanlara, iklim koşullarına uyum sağlayabilmeleri ve çok sayıda konukçuda beslenebilmesi nedeniyle geniş alanlara yayılım gösterebilmiştir (Vidal,

2018). Zararlının biyolojisi ve ekolojik özellikleri, mücadelesini zorlaştırmaktadır. Zararlıyı kontrolde tüm mücadele şekillerinin kullanıldığı Entegre Zararlı Yönetimi uygulamasını zorunlu hale getirmiştir. Entegre Zararlı Yönetimi'nin en önemli bölümü olan Biyolojik Mücadele'de özellikle yerli türlerin kullanılmasına, ekonomik ve ekolojik açıdan öncelik verilmelidir. Ayrıca bu türlerin doğada popülasyonlarını desteklemek amacıyla korunması ve yararlı böceklerin kitlesel üretilerek sayılarının arttırılmasıyla doğal denge kurularak, zararlının ekonomik zarar eşiğinin altında tutulması sağlanabilecektir. Yapılan çalışmalar da Amerikan beyaz kelebeği'nin özellikle pupa parazitoidlerinin etkili olduğu ve bunların kitlesel halde üretilerek salım çalışmaları sonucu zararlıyı kontrol altına alınabilmektedir. Ayrıca, yeni bir teknolojik gelişmelerden RNAi kullanımı ile Amerikan beyaz kelebeği'nin bağırsak sistemine bağlı genlerin bozularak etkin bir alternatif mücadele oluşturulmasında hedeflenmektedir.

## KAYNAKLAR

- Ajamhassani, M., Sendi, J. J., Zibae, A., Askary, H., & Farsi, M. J. (2013). Immunological Responses of *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae) to Entomopathogenic Fungi, *Beauveria bassiana* (Bals.-Cry) and *Isaria Farinosae* (Holmsk.) Fr. *Journal of Plant Protection Research*, 53(2), 110-118.
- Aker, O., & Tuncer, C. (2016). Pathogenicity of *Beauveria bassiana* on larvae of fall webworm, *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae) at different temperatures. *Environment*, 17(20), 22.
- Anonim. (2011). Fındık Entegre Mücadele Teknik Talimatı. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara.
- Anonim. (2020). Fındık, Tarım Ürünleri Piyasası. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/> (Erişim tarihi: 29.08.2021).
- Arnaud, P. H. Jr. (1978). A host-parasite catalog of North American Tachinidae (Diptera). United States Department of Agriculture. *Miscellaneous Publication 1319*, 1,860.

- Arthur, A. P., & Wylie, H. G. (1959). Effects of host size on sex ration, development time and size of *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Entomophaga*, 4(4), 297-301.
- Atalay, A., & Kursu, R. İ. (2007). *Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü Yaşam Bilimleri Kursları Serisi, Ankara*. s. 25.
- Baum, J. A., Bogaert, T., Clinton, W., Heck, G. R., Feldmann, P., Ilagan, O., ... & Roberts, J. (2007). Control of coleopteran insect pests through RNA interference. *Nature Biotechnology*, 25(11), 1322-1326.
- Bettencourt, R., Terenius, O., & Faye, I. (2002). Hemolin gene silencing by ds-RNA injected into *Cecropia* pupae is lethal to next generation embryos. *Insect Molecular Biology*, 11(3), 267-271.
- Boriani, M. (1994). New records of parasitoids from *Hyphantria cunea* (Drury, 1773) (Lepidoptera, Arctiidae) in Italy. *Entomofauna*, 15(37), 425-432.
- Boucias, D. G., & Nordin, G. L. (1977). Interinstar susceptibility of the fall webworm, *Hyphantria cunea*, to its nucleopolyhedrosis and granulosis viruses. *Journal of Invertebrate Pathology*, 30(1), 68-75.
- CABI. (2021). *Hyphantria cunea*. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/28302>. (Erişim tarihi: 30.08.2021).
- Cerretti, P. I. E. R. F. I. L. I. P. P. O., & Tschorsnig, H. P. (2010). Annotated host catalogue for the Tachinidae (Diptera) of Italy. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde A, Neue Serie*, 3, 305-340.
- Chen, P. Y., Weinmann, L., Gaidatzis, D., Pei, Y., Zavolan, M., Tuschl, T., & Meister, G. (2008). Strand-specific 5'-O-methylation of siRNA duplexes controls guide strand selection and targeting specificity. *RNA*, 14(2), 263-274.
- Chkhubianishvili, T., Mikaia, N., Malania, I., & Kakhadze, M. (2007). Susceptibility of entomopathogenic nematodes to the fall webworm *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera: Arctiidae). *Bull. Georg. Natl. Acad. Sci.*, 175(2).
- Edosa, T. T., Jo, Y. H., Keshavarz, M., Anh, Y. S., Noh, M. Y., & Han, Y. S. (2019). Current status of the management of fall webworm, *Hyphantria cunea*: Towards the integrated pest management development. *Journal of Applied Entomology*, 143(1-2), 1-10.

- Einhorn, J., Lallemand, J. Y., Zagatti, P., Gallois, M., Virelizier, H., Riom, J., & Menassieu, P. (1982). Isolation and identification of the sex pheromone blend of *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera, Arctiidae) [fall webworm; biological organic chemistry]. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Academie des Sciences. Serie 2. Mecanique, Physique, Chimie. Sciences de l'Univers. Sciences de la Terre (France)*.
- Eleftherianos, I., Gökçen, F., Felföldi, G., Millichap, P. J., Trenczek, T. E., Ffrench-Constant, R. H., & Reynolds, S. E. (2007). The immunoglobulin family protein Hemolin mediates cellular immune responses to bacteria in the insect *Manduca sexta*. *Cellular microbiology*, 9(5), 1137-1147.
- Eleftherianos, I., Marokhazi, J., Millichap, P. J., Hodgkinson, A. J., Sriboonlert, A., & Reynolds, S. E. (2006a). Prior infection of *Manduca sexta* with non-pathogenic *Escherichia coli* elicits immunity to pathogenic *Photographus luminescens*: roles of immune-related proteins shown by RNA interference. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 36(6), 517-525.
- Eleftherianos, I., Millichap, P. J., & Reynolds, S. E. (2006b). RNAi suppression of recognition protein mediated immune responses in the tobacco hornworm *Manduca sexta* causes increased susceptibility to the insect pathogen *Photographus*. *Developmental & Comparative Immunology*, 30(12), 1099-1107.
- El-Sayed, A. M., Gibb, A. R., & Suckling, D. M. (2005). Chemistry of the sex pheromone gland of the fall webworm, *Hyphantria cunea* Drury, discovered in New Zealand. *New Zealand Plant Protection*, 58, 31-36.
- FAO. (2021). Bitkisel üretim istatistikleri. <http://www.fao.org/common-pages/search/en/?q=HAZELNUT> (Erişim tarihi: 31.08.2021).
- Fire, A., Xu, S., Montgomery, M. K., Kostas, S. A., Driver, S. E., & Mello, C. C. (1998). Potent and specific genetic interference by double-stranded RNA in *Caenorhabditis elegans*. *Nature*, 391(6669), 806-811.
- Gözel, Ç. (2019). Yerel entomopatojen nematodların Amerikan beyaz kelebeği *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae) üzerindeki etkinliği. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 10(1), 17-28.

- Hasegawa, H. (1966) Some problems in the introduction and outbreak of the fall webworm, *Hyphantria cunea* Drury. Proc. Kanto-Tosan *Plant Prot. Soc.* 13, 5–16 (in Japanese).
- Hill, A. S., Kovalev, B. G., Nikolaeva, L. N., & Roelofs, W. L. (1982). Sex pheromone of the fall webworm moth, *Hyphantria cunea*. *Journal of Chemical Ecology*, 8(2), 383-396.
- Isik, M., & Yanilmaz, A. F. (1987). Studies on natural enemies and control measures of the fall webworm (*Hyphantria cunea* Drury. Lep.: Arctiidae) in hazelnut plantation in Samsun. *Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı*, 22-23.
- İren, Z. (1977). Önemli meyve zararlıları, tanınmaları, zararları, yaşayışları ve mücadele metotları. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Ankara.
- İskender, N. A., Örtücü, S., & Aksu, Y. (2012). Pathogenicity of three isolates of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* to control *Hyphantria cunea* Drury Lepidoptera: Arctiidae larvae. *Manas Journal of Natural Sciences*, 2(13), 15-21.
- Japoshvili, G., Nikolaishvili, A., Dzeladze, N., & Gogvadze, L. (2006). The fall webworm (*Hyphantria cunea*) in western Georgia. *Proceedings of the Georgian Academy of Science, Biological Series B*, 4(4), 122-126.
- Jaques, R. P. (1967). Mortality of five apple insects induced by the nematode DD136. *Journal of Economic Entomology*, 60(3), 741-743.
- Jialin, L., Jingyun, C., & Ping, C. (2013). Research progress of occurrence and comprehensive control of fall webworm [*Hyphantria cunea* (Drury)]. *Plant Diseases & Pests*, 4(4).
- Kaçar, G., & Doğanlar, M. (2020). Two new species of *Conomorium* Masi, 1924 (Hymenoptera: Pteromalidae) and additions of some new records of the Turkish species. *Munis Entomology & Zoology*, 15 (2), 711-719.
- Kaçar, G., Koca, A. S., Şahin, B., & Yıldız, F. (2019). Bolu ve Düzce ili findık bahçelerinde Amerikan Beyaz kelebeği *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera: Arctiidae)'nin yayılış alanı, zararı ve bazı biyo-ekolojik özellikleri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5(2), 266-272.

- Kato, S., Hatai, N., Iijima, N., Inoue, T., & Kawasaki, R. (1951). Report on the natural enemies of the fall webworm of Japan in 1950. *Boeki Jiho* 22, 7-14.
- Kim, C. W. (1968). Study on the natural enemies proper in Korea attacking fall webworm, *Hyphantria cunea* Drury. *Entomol. Res. Bull. (Seoul)*, 4, 37-55.
- Kiyota, R., Arakawa, M., Yamakawa, R., Yasmin, A., & Ando, T. (2011). Biosynthetic pathways of the sex pheromone components and substrate selectivity of the oxidation enzymes working in pheromone glands of the fall webworm, *Hyphantria cunea*. *Insect biochemistry and molecular biology*, 41(6), 362-369.
- Krombein, K. V., Hurd, P. D. JR., Smith D. R., & Burks, B. D. (1979). Catalog of Hymenoptera in America north of Mexico. Vol. 1. Symphyta and Apocrita (Parasitica). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Li, X. Y., Cowles, R. S., Cowles, E. A., Gaugler, R., & Cox-Foster, D. L. (2007). Relationship between the successful infection by entomopathogenic nematodes and the host immune response. *International Journal for Parasitology*, 37(3-4), 365-374.
- Loewy, K. J., Flansburg, A. L., Grenis, K., Kjeldgaard, M. K., Mccarty, J., Montesano, L., ... & Murphy, S. M. (2013). Life history traits and rearing techniques for fall webworms (*Hyphantria cunea* Drury) in Colorado. *The Journal of the Lepidopterists' Society*, 67(3), 196-205.
- Luo, Y., Chen, Q., Luan, J., Chung, S. H., Van Eck, J., Turgeon, R., & Douglas, A. E. (2017). Towards an understanding of the molecular basis of effective RNAi against a global insect pest, the whitefly *Bemisia tabaci*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 88, 21-29.
- Masaki, S., & Umeya, K. (1977). Larval life. In: Hidaka T., (Ed.), *Adaptation and Speciation in the Fall Webworm*, Kadansha Ltd. Tokyo, Chapter 2.
- Mason, W. R. M. (1979). A new Rogas (Hymenoptera: Braconidae) parasite of tent caterpillars (*Malacosoma* spp., Lepidoptera: Lasiocampidae) in Canada. *Canadian Entomology*, 111, 783-786.
- Meyering-Vos, M., & Müller, A. (2007). RNA interference suggests sulfakinins as satiety effectors in the cricket *Gryllus bimaculatus*. *Journal of Insect Physiology*, 53(8), 840-848.

- Nordin, G. L., Rennels, R. G. & Maddox, J. V. (1972). Parasite and pathogen of the Fall Webworm in Illinois. *Environmental Entomology*, 1(3), 351, 354.
- Nurieva, I. (2002). Bioecological Abilities of Parasitoids Parasitising *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera: Arctiidae) in Azerbaijan. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, Erzurum, 161-166.
- O'Hara, J. E. (2009). Taxonomic and host catalogue of the Tachinidae of America north of Mexico. *Memoirs on Entomology, International*, 18.
- Oliver, A. D. (1963) An ecological study of the fall webworm, *Hyphantria cunea* (DRURY), in Louisiana. Ph. D. Thesis, Entomol. Res. Dept., Louisiana State Univ., Baton Rouge.
- Oliver, A. D. (1964a). Studies on the biological control of the fall webworm, *Hyphantria cunea*, in Louisiana. *Journal of Economic Entomology*, 57, 314-318.
- Oliver, A. D. (1964b). A behavioral study of two races of the fall webworm, *Hyphantria cunea*, (Lepidoptera: Arctiidae) in Louisiana. *Annals of the Entomological Society of America*, 57, 192-194.
- Quan, G. X., Kanda, T., & Tamura, T. (2002). Induction of the white egg 3 mutant phenotype by injection of the double-stranded RNA of the silkworm white gene. *Insect Molecular Biology*, 11(3), 217-222.
- Rezaei, V., Moharramipour, S., & Talebi, A. A. (2003). The first report of *Psychophagus omnivorus* (Walker) and *Chouioia cunea* (Yang) parasitoid wasps of American white webworm *Hyphantria cunea* Drury (Lep.: Arctiidae) from Iran. *Applied Entomology and Phytopathology*, 70(2), 137-138.
- Rezaei, V., Moharramipour, S., Fathipour, Y. & Talebi, A. (2006). Some Biological Characteristics of American white webworm, *Hyphantria cunea* (Lep.: Arctiidae) in the Guilan Province. *Journal of Entomological Society of Iran*, 26(1), 33-43
- Saruhan, İ., Toksöz, Ş., & Erper, İ. (2017). Evaluation of some entomopathogenic fungi against the fall webworm (*Hyphantria cunea* Drury, Lepidoptera: Arctidae). *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 31(2), 76-81.

- Schaefer, P. W. (1977). Attacking wasps, *Polistes* and *Therion*, penetrate silk nests of fall webworm. *Environmental Entomology*, 6(4), 591-591.
- Schaefer, P. W., Fuester, R. W., Chianese, R. J., Rhoads, L. D., & Tichenor JR, R. B. (1989). Introduction and North American establishment of *Coccygomimus disparis* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a polyphagous pupal parasite of Lepidoptera, including gypsy moth. *Environmental Entomology*, 18(6), 1117-1125.
- Sharov, A. A., & Izhevskiy, S. S. (1987). The parasitoid complex of the American white butterfly *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae) in the south of the European part of the USSR. *Entomologicheskoye Obozreniye*, 66(2), 290-298.
- Sharp, P.A. (1999). RNAi and double-stranded RNA. *Genes Develop*, 12, 139-141.
- Shu, C. R., & Yu, C. Y. (1985). An investigation on the natural enemies of *Hyphantria cunea*. *Natural Enemies of Insects (Kunchong Tiandi)*, 7(2), 91-99.
- Sourakov, A. & Paris, T. (2014). Fall Webworm, *Hyphantria cunea* (Drury) (Insecta: Lepidoptera: Arctiidae: Arctiinae)1. University of florida. Ifas extension. Press. No. EENY-486 (IN878), Entomology and Nematology Department, UF/IFAS Extension. Original publication date December 2010. Revised April 2014.
- Su, M., Fang, Y., Tao, W., Yan, G., Ma, W., & Zhang, Z. (2008). Identification and field evaluation of the sex pheromone of an invasive pest, the fall webworm *Hyphantria cunea* in China. *Chinese Science Bulletin*, 53(4), 555-560.
- Su, Z., Yang, Z.Q., Wei, J. R. & Wang, X. Y. (2004). Studies on alternate hosts of the parasitoid *Chouioia cunea* (Hymenoptera: Eulophidae). *Scientia Silvae Sincae*, 40(4), 106-116.
- Sullivan, G. T., & Ozman-Sullivan, S. K. (2012). Tachinid (Diptera) parasitoids of *Hyphantria cunea* (Lepidoptera: Arctiidae) in its native North America and in Europe and Asia- a literature review. *Entomol. Fennica*, 23, 181-192.
- Sullivan, G. T. (2011). *Hyphantria cunea*'nın kışlık pupalarının biyolojik mücadele etmenlerinin belirlenmesi ve elde edilen entomopatogen



fungusların etkinliklerinin ortaya konulması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

- Sullivan, G. T., Karaca, I., Ozman-Sullivan, S. K., & Yang, Z. Q. (2011). Chalcidoid parasitoids of overwintered pupae of *Hyphantria cunea* (Lepidoptera: Arctiidae) in hazelnut plantations of Turkey's central Black Sea region. *The Canadian Entomologist*, 143(4), 411-414.
- Swain, R. B., Green, W., & Portman, R. (1938). Notes on oviposition and sex ratio in *Hyposoter pilosulus* Prov. (Hym.: Ichneumonidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 11 7-9.
- Szalay-Marzso, L. (1972). Biology and control of the fall webworm (*Hyphantria cunea* Drury) in the Middle- and East European countries. *Bulletin OEPP. EPPO Bulletin*, 1, 23-35.
- Takeda, M. (2005). Differentiation in life cycle of sympatric populations of two forms of *Hyphantria* moth in central Missouri. *Entomological Science*, 8(2), 211-218.
- Tóth, M., Buser, H. R., Pena, A., Arn, H., Mori, K., Takeuchi, T., ... & Kovalev, B. G. (1989). Identification of (3Z, 6Z)-1, 3, 6-9, 10-epoxyheneicosatriene and (3Z, 6Z)-1, 3, 6-9, 10-epoxyeicosatriene in the sex pheromone of *Hyphantria cunea*. *Tetrahedron Letters*, 30(26), 3405-3408.
- Trematerra, P., Ferrario, P., & Binda, M. (1993). Studies on trapping of fall webworm moth, *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepid., Arctiidae). *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 66(3), 51-56.
- Tuncer, C., & Ecevit, O. (1996). Amerikan beyaz kelebeğinin Samsun ili fındık üretim alanlarındaki kısa biyolojisi ve doğal düşmanları. Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu, Samsun, 134-145.
- Tuncer, C. (1992). Amerikan Beyaz Kelebeği (*Hyphantria cunea* Drury, Lep.: Arctiidae)'nin Samsun ve Çevresindeki Biyolojisi ve Özellikle Konukçu Bitkilerin Değişik Açıllardan Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Basılmamış Doktora Tezi, 149p.
- Tuncer, C. (1994). Amerikan beyaz kelebeği (*Hyphantria cunea* Drury Lep.: Arctiidae)'nin Samsun ilindeki biyolojisi üzerinde araştırmalar. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), 42-56.

- TÜİK. (2021). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 31.08.2021).
- Uchakina, V. A., & Kalyuzhnyĭ, V. G. (1985). The American white butterfly in the Rostov region. *Zashchita Rastenĭ*, (7).
- Vidal, M. C. (2018). Diet Breadth Evolution and Diversification of a Generalist Insect Herbivore (Doctoral dissertation, University of Denver).
- Wagner D. L. (2005). Caterpillars of Eastern North America. Princeton University Press, Princeton, USA.
- Warren, L. O. & Tadic M. (1967). The fall webworm, *Hyphantria cunea*, its distribution and natural enemies: a world list (Lepidoptera: Arctiidae). *J. Kans. Entomol. Soc.*, 40 ,194–202.
- Warren, L. O., Peck, W. B., & Tadić, M. (1967). Spiders associated with the fall webworm, *Hyphantria cunea* (Lepidoptera: Arctiidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 382-395.
- Warren, L. O. (1970). The fall webworm, *Hyphantria cunea* (Drury). *Ark. Agric. Expt. Sta. Bull.*, 759, 1-106.
- Xu, X. R., Zhu, M. M., Li, L. L., Zhang, G. C., Zheng, Y., Li, T., & Sun, S. H. (2015). Cold hardiness characteristic of the overwintering pupae of fall webworm *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae) in the northeast of China. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 18(1), 39-45.
- Yamanaka, S., Seta, K., & Yasuda, M. (1986). Evaluation of the use of entomogenous nematode, *Steinernema feltiae* (Str. Mexican) for the biological control of the fall webworm, *Hyphantria cunea*, (Lepidoptera: Arctiidae). *Japanese Journal of Nematology*, 16, 26-31.
- Yang Z.Q., Wang X. Y. & Zhang Y. N. (2014) Recent advances in biological control of important native and invasive forest pests in China. *Biological control*, 68, 117–128.
- Yang, F., Sendi, J. J., Johns, R. C., & Takeda, M. (2017). Haplotype diversity of mt COI in the fall webworm *Hyphantria cunea* (Lepidoptera: Arctiidae) in introduced regions in China, Iran, Japan, Korea, and its homeland, the United States. *Applied Entomology and Zoology*, 52(3), 401-406.

- Yang, H., Dong, J., Sun, Y., Hu, Z., Lv, Q., & Li, D. (2020). Antennal transcriptome analysis and expression profiles of putative chemosensory soluble proteins in *Histia rhodope* Cramer (Lepidoptera: Zygaenidae). *Comparative Biochemistry and Physiology Part D: Genomics and Proteomics*, 33, 100654.
- Yang, Z. Q., & Wei, J. R. (2003). Two new species of howardi-species group in the genus *Tetrastichus* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing fall webworm from China. *Scientia Silvae Sincae*, 39(5), 67–73.
- Yang, Z. Q. (1989). A new genus and species of *Eulophidae* (Hymenoptera: Chalcidoidea) parasitizing *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctidae) in China. *Entomotaxonomia*, 11(1–2), 117-130
- Yang, Z. Q. (1995). Anatomy of internal reproductive system of *Chouioia cunea* (Hymenoptera, Chalcidoidea: Eulophidae). *Scientia Silvae Sincae*, 31(1), 23–26.
- Yang, Z. Q., (2000). A study on effective accumulated temperature and threshold temperature for development of *Chouioia cunea* Yang (Hymenoptera: Eulophidae). *Scientia Silvae Sincae*, 36(6), 119–122.
- Yang, Z. Q., Cao, L. M., Wang, C. Z., Wang, X. Y., & Song, L. W. (2015). *Trichospilus albiflagellatus* (Hymenoptera: Eulophidae), a new species parasitizing pupa of *Hyphantria cunea* (Lepidoptera: Arctiidae) in China. *Annals of the Entomological Society of America*, 108(4), 641-647.
- Yang, Z. Q., Hannes, B. (2004). A new species of *Conomorium* Masi (Hymenoptera: Pteromalidae), parasitizing the fall webworm *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae) in China. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 77(3-4), 213-221.
- Yang, Z. Q., Qiao, X. R. & Han, Y. S., (2003). A new species of the genus *Tetrastichus* (Hymenoptera, Eulophidae) parasitizing fall webworm in Qinghuangdao, Hebei Province, China. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 28(4), 733-736.
- Yang, Z. Q., Wang, B. H. & Wei, J. R., (2001). A new species of Eulophidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) parasitizing fall webworm in China and Korea. *Acta Entomologica Sinica*, 44(1), 98-102.

- Yang, Z. Q., Wang, C. Z. & Liu, Y. M. (2003). A new species in the genus *Aprostocetus* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing pupa of fall webworm from Yantai, Shandong Province, China. *Scientia Silvae Sincae*, 39(6), 87-90.
- Yang, Z. Q., Wang, X. Y., Wei, J. R., Qu H. R. & Qiao X. R. (2008). Survey of the Native Insect Natural Enemies of *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae) in China. *Bulletin of Entomological Research*, 98, 293–302.
- Yang, Z. Q., Wei, J. R. & You, L. S., (2002). Two new braconid species parasitizing larva of fall webworm from China (Hymenoptera, Braconidae). *Acta Zootaxonomica Sinica*, 27(3), 608–615.
- Yang, Z. Q., Wei, J. R., & Wang, X. Y. (2006). Mass rearing and augmentative releases of the native parasitoid *Chouioia cunea* for biological control of the introduced fall webworm *Hyphantria cunea* in China. *Biocontrol*, 51(4), 401-418.
- Yang, Z., & Zhang, Y. (2007). Researches on techniques for biocontrol of the fall webworm, *Hyphantria cunea*, a severe invasive insect pest to China. *Chinese Bulletin of Entomology*, 44(4), 465-471.
- Yang, Z., Wang, X., & Zhang, Y. (2014). Recent Advances in Biological Control of Important Native and Invasive Forest Pests in China. *Biological Control*, 68, 117–128.
- Yarmand, H., Sadeghi, S., Mohammadi, M., Mehrabi, A., Zamani, S. M., Ajamhasani, M., ... & Angeli, S. (2009). The fall webworm, *Hyphantria cunea* (Lepidoptera: Arctiidae): a new emerging pest insect for forests and agricultural crops of Iran. *Review of forests, wood products and wood biotechnology of Iran and Germany, Gottingen University, Germany*, 120-134.
- Zhang, L. W., Kang, K., Jiang, S. C., Zhang, Y. N., Wang, T. T., Zhang, J., ... & Ding, D. G. (2016). Analysis of the antennal transcriptome and insights into olfactory genes in *Hyphantria cunea* (Drury). *PLoS One*, 11(10), e0164729.
- Zibae, I., Bandani, A. R., & Sendi, J. J. (2013). Pathogenicity of *Beauveria bassiana* to fall webworm (*Hyphantria cunea*) (Lepidoptera: Arctiidae) on different host plants. *Plant Protection Science*, 49(4), 169-176.

# ÇİLEK ALANLARINDAKİ BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLAR

Adem ÖZARSLANDAN<sup>1</sup>

## GİRİŞ

Çilek (*Fragaria ananassa* Duch.) Dünya çapında önemli bir üründür ve ağırlıklı olarak Çin, ABD, Meksika, Mısır, Türkiye ve İspanya'da üretilmektedir (FAOSTAT). Çilek üretimi Türkiye'nin hemen hemen tüm bölgelerine yayılmıştır. Toplam yıllık üretim 728.133 ton üretim yapılmıştır (TUİK, 2020). Çileklerin erken üretimi Kasım-Aralık aylarında başlamaktadır. Ürün Akdeniz kıyı bölgelerinde üretilmekte ve ardından mart ayında Ege kıyı bölgelerinde daha sonraki bir üretim gelmektedir. Ülkemizin her bölgesi ve ilinde çilek üreticiliği yapılmaktadır. Karadeniz'in doğu kıyı bölgelerindeki yetiştiriciler, Nisan ve Mayıs aylarında çilek üretmektedir. Başlıca üretim alanları, Türkiye'nin toplam üretiminin neredeyse yarısını üreten Mersin ili başta olmak üzere, Akdeniz kıyı bölgesidir (Kaska, 2002). Çilekte son derece arzu edilen tat, aroma, askorbik asit, potasyum, lif ve diğer ikincil metabolitlerin mükemmel diyet kaynakları ve ayrıca basit şeker enerji kaynakları ile benzersizdir (Wang ve Galletta, 2002)

Çilek yetiştiriciliğinde karşılaşılan bitki koruma sorunlarından nematodlar ana zararlı konumundadır. Çilek yetiştiriciliğinde çilek veriminde %30-%60'a varan bir verim kaybına neden olduğu bilinen bitki paraziti nematodları tarafından zarar verebildiği bilinmektedir (Mahdy ve Midan, 2011; LaMondia, 1999a). Çileklerde parazitlediği bilinen iki bitki paraziti nematod cinsi *Pratylenchus* spp. ve *Meloidogyne* spp. nematodlardır.

---

<sup>1</sup>Mersin Üniversitesi, Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, 33940, Silifke, Mersin, Türkiye, aozarslandan@mersin.edu.tr

*Pratylenchus penetrans* (Cobb) Filipjev (kök lezyon nematodu), kuzeydoğu Kuzey Amerika'da ilek alanlarında en yaygın bitki paraziti nematod olduğu bilinmektedir (Townshend ve ark., 1966; Kimpinski, 1985; Belair ve Khanizadeh, 1994; LaMondia, 2002). Bitkinin verimini önemli ölçüde azaltabildiği bildirilmiştir (LaMondia, 1999a). Aynı zamanda geniş bir konukçu yelpazesine sahiptir ve birçok farklı ürün ve yabancıotu parazitleyip geliştiği bilinmektedir (Belair ve ark., 2007). *M. hapla* Chitwood (kuzey Kökür nematodu) ilek alanlarında zarar veren başka bir bitki paraziti nematodudur. *P. penetrans* kadar geniş bir konukçu yelpazesine sahip olmamasına rağmen, yine de birçok farklı bitki türünü parazitleyip ürediği bilinmektedir.

ilek eşitlerinde *Pratylenchus penetrans* ve *M. hapla*'nın ekonomik zarar verdiği bilinmektedir (Szczygiel, 1981a, b; Dale ve Potter, 1998; Pinkerton ve Finn, 2005). Dale ve Potter (1998) tarafından yapılan bir çalışmada, ilek eşitlerinin *P. penetrans* karşı dayanıklılığında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada birkaç dayanıklı çeşit tanımlanmasına rağmen (Dale ve Potter, 1998), o zamandan beri birçok yeni çeşit geliştirilmiştir. Bu eşitler, *P. penetrans* parazitizmine direnme yetenekleri açısından test edilmemiştir. Ontario'da yetiştirilen birçok çeşit de *M. hapla*'ya karşı duyarlılıklarını açısından test edilmemiştir. ilek eşitlerinde nematodların farklı üreme oranları bitki genetiklerinin farklılığından kaynaklanmaktadır.

ilek bitkilerine saldıran ve verimin hem miktarını hem de kalitesini düşüren çeşitli zararlılar ve hastalıklar vardır. Başlıca böcek zararlıları yanında hastalıklar arasında Antraknoz, *Verticillium* solgunluğu, Kırmızı stel ve Siyah kök çürüklüğü olduğu bildirilmiştir (Dale ve ark., 2000). Kara kök çürüklüğü hastalığı, *Rhizoctonia fragariae* Husain ve McKeen, *Pythium* spp. ve Kök lezyon nematodu *Pratylenchus* spp. *Filipjev* dahil olmak üzere birçok farklı organizmanın birlikte bitkiye daha fazla zarar vermektedirler (Partica ve Hancock, 2005). *Pratylenchus* spp. gibi bitki paraziti nematodlar, bitkiyi yerüstü semptomlarının az olduğu bir şekilde etkiler, ancak çileklerde bitki büyümesinde ve veriminde önemli bir azalmaya neden olduğu bilinmektedir (LaMondia, 1999a).

Birkaç bitki paraziti nematod türünün çileklere zarar verdiği rapor edilmiştir ve kuzey kök-ur nematodu (*M. hapla*) ve kök lezyonu nematodu (*Pratylenchus penetrans*), dünyadaki en önemli nematod zararlılarıdır (Brown ve ark., 1993; Nyoike ve ark., 2012). *Aphelenchoides fragariae*, *Aphelenchoides ritzemabosi*, *Aphelenchoides besseyi* ve *Ditylenchus dipsaci* gibi yaprak nematodlarının ABD, Avrupa, Avustralya ve eski SSCB'de çilek zararlıları olduğu belirtilmiştir (Brown ve ark., 1993). *Longidorus* ve *Xiphinema* cinsleri nematodlar doğrudan zararlıları yanında virüsleri taşıması nedeniyle çileklerde azalma ve verim kayıplara neden olduğu bilinmektedir (Brown ve ark., 1993). *Belonolaimus longicaudatus*, Florida'da ticari çilek üretimi üzerinde büyük bir kısıtlayıcı etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Noling, 211). Bodur bitkiler ve düşük verimler sıklıkla *M. hapla*, *P. penetrans*, *D. dipsaci* ve *Hemicycliophora* spp. İspanya'da çilek üretiminde önemli zararlar verdiği bildirilmiştir (Vega ve ark., 2002; Bascón ve ark., 2012). Herhangi bir nematod-bitki kombinasyonunda, bitki büyümesi ve verim kayıpları öncelikle ekim sırasındaki topraktaki başlangıç nematod yoğunluğu (Pi) ve aynı zamanda konukçu bitki üzerinde üreme nematod potansiyeline bağlıdır (Seinhorst, 1965; Greco ve Di Vito, 2009). Nematodların sürdürülebilir bir şekilde yönetilebilmesi için, verim kayıplarına neden olan nematod popülasyon yoğunlukları hakkında doğru bilgilerin elde edilmesi ve bunların bitki zararı ve nematod üreme fonksiyonları açısından sayısallaştırılması büyük önem taşımaktadır. Bitki zarar fonksiyonu modelleri, (i) nematod Pi olarak tanımlanan ve ölçülebilir bir verim kaybının meydana gelmediği tolerans limitinin (T); (ii) minimum verim (m), yüksek Pi değerlerinde olduğunda, artan sayıda nematod mahsul verimi üzerinde daha fazla etkiye sahip olmayabilir. Nematod üreme fonksiyonu modelleri maksimum çoğalma oranını (a) veya Pf/Pi üreme oranı için elde edilen maksimum değeri tahmin eder; Pf, hasat dönemindeki nematod yoğunluklarıdır (Schomaker ve Been, 2006). Bu kritik değerlerin tahmin edilmesi, herhangi bir kontrol önlemini uygulamaya değip değmeyeceğini belirleyeceğinden, Entegre yönetim programları tasarlamak için esastır. Çilekte *M. hapla* bitki zararı ve üreme fonksiyonu modelleri bugüne kadar tahmin edilmemiştir. Geleneksel olarak yoğun mahsullerde, nematod

kontrolü, daha önce metil-bromür ile kimyasallarla toprak fümigasyonu yoluyla nematodun başlangıç popülasyonunun azaltılmasına dayanıyordu (López-Aranda ve ark., 2009).

Bodur ve ölü çilek bitkileri sıklıkla bitki paraziti nematodlarla ilişkilendirilir, ancak nematod zararı bugüne kadar ülkede tanımlanmamıştır. Üreticiler ile yüz yüze görüşülerek nematodların çilek üretimi üzerindeki etkisinin algılanması üzerine bir çalışma yapılmıştır. Ayrıca, çilek bitkilerinde bitki paraziti nematodların yaygınlığını ve yoğunluğunu belirlemek için 2017 ve 2018 yıllarında yetiştirme sezonunun sonunda nematolojik saha araştırmaları yapılmıştır. On yedi çilek çeşidinin *M. hapla*'ya konukçu uygunluğu ve giderek daha yüksek başlangıç popülasyon yoğunluklarında (Pi) *M. hapla*'ya tolerans limiti, bir büyüme odasındaki saksı denemelerinde değerlendirilmiştir. Nematod popülasyonlarının (*M. hapla* ve *Pratylenchus penetrans*) mücadelesinde çeşitli toprak ilaçlama yöntemlerinin nispi etkinliklerinin karşılaştırılması art arda on iki yıl boyunca deneysel saha denemelerinde gerçekleştirildi. *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus penetrans* ve *Hemicycliophora* spp. ana bitki paraziti nematodlardır. Güney İspanya'daki çilek tarlaları. Tarlaların %90'ında kök-ur nematodlarına rastlanmış ve *M. hapla* en yaygın tür olduğu tespit edilmiştir (tarlaların %71'i). Çilek için toprak gramı başına 0.2 *M. hapla* yavruları tolerans sınırı tahmin edildi ve şu anda kırılmış çilek çeşitleri *M. hapla*'ya dayanıklılık göstermedi. Nematod popülasyon yoğunlukları, 1,3-dikloropropen, dazomet, dimetil-disülfid ve metil iyodür ile toprak fümigasyonu ile %70'den fazla azaltılmıştır. Nematod popülasyonlarını azaltmada metam-sodyumun etkinliği yaklaşık %50 ve kloropikrin, furfural ve sodyum-azidin etkinliği %40'tan azdır. Solarizasyonun organik gübrelere (biyosolarizasyon) kombinasyonu, toprak nematod popülasyonlarını %68-73 oranında azaltmıştır (Talavera ve ark., 2019).

Birkaç bitki paraziti nematod türünün çileklere zarar verdiği rapor edilmiştir ve kuzey kök-ur nematodu *M. hapla* ve Kök lezyonu nematodu *P. penetrans*, dünyadaki en önemli nematod zararlılarıdır (Samaliev ve ark., 2011; Nyoike ve ark., 2012). *Aphelenchoides fragariae*, *A. ritzemabosi*, *A. besseyi* ve *Ditylenchus dipsaci* gibi yaprak nematodlarının ABD, Avrupa,



Avustralya ve eski SSCB'de çilek zararlıları olduğu bilinmektedir (Brown ve ark., 1993). *Longidorus* ve *Xiphinema* cinsleri nematodları, virüslerin bulaşması ve çileklerde azalma ile ilişkilendirilmiştir (Brown ve ark., 1993). *Belonolaimus longicaudatus*, Florida'da ticari çilek üretimi üzerinde büyük bir kısıtlayıcı etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Noling ve ark., 2011). Bodur bitkiler ve düşük verimler sıklıkla *M. hapla*, *P. penetrans*, *D. dipsaci* ve *Hemicycliophora* spp. İspanya'da çilek alanlarında zarar yaptığı bilinmektedir (Vega ve ark., 2002; Bascón ve ark., 2012).

Lezyon nematodları (*Pratylenchus* spp.) hemen hemen her kültür bitkisi türünden beslenen geniş bir konukçu yelpazesine sahiptir. Birçok yabancıot bu nematodun konukçusu olup nematod giriş yapıp üreyebilmektedir. Çok sayıda *Pratylenchus* türünün Mısır topraklarında ekinler, otlar ve yabancı otlarla ilişkili olduğu bilinmektedir. Sonuç olarak İbrahim ve ark. (2010) aşağıdaki türlerden bir veya daha fazlasını tespit etmiştir: *P. coffeae*, *P. brachyurus*, *P. crenatus*, *P. goodeyi*, *P. minyus*, *P. musicola*, *P. ihmalus*, *P. penetrans*, *P. pratensis*, *P. scribneri*, *P. thornei*, *P. vulnus* ve *P. zaeae*. Mısır'da, belirli bir nematod türünün neden olduğu çilek verimi kaybı hakkında bilginin yetersiz olduğunu bildirmiştir. Yine de patojen olarak rollerine ek olarak, bazı *Pratylenchus* türleri doğrudan zararlıları yanı sıra bitkilere *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia* ve *Verticillium* gibi bazı toprak kökenli hastalıkların girişini kolaylaştırarak birlikte daha şiddetli zarar verdikleri bilinmektedir (Warner 2018). Örneğin, lezyon nematodları, esas olarak *P. penetrans*, ABD'de çileğin kök çürüklüğü hastalık kompleksinde rol oynadığı, lezyon nematodları ve *Rhizoctonia fragariae*'nin birden fazla etkileşime girdiği gösterilmiştir. Kontrollü koşullar altında yapılan çalışmada *P. penetrans* varlığında çilek kök çürüklüğünün gelişimini iki katına çıkardığı, *P. penetrans* *R. fragariae*'nin neden olduğu kök çürüklüğü hastalığı çilek kökü zararının etkileşimi sera çalışmalarında belirlenmiştir. Sonunda, lezyon nematodu (*P. penetrans*) *R. fragariae* enfeksiyonunu ve kök çürüklüğünün şiddetini artırdığını bilinmektedir (LaMondia ve Cowles, 2005a).

*Pratylenchus penetrans* tarafından verilen zarar, 50 nematod/100 g toprak zarar eşiğinin rapor edildiği hafif topraklarda en fazla olduğu bildirilmiştir (LaMondia, 1999). *R. fragariae* mevcutsa, *P. penetrans*'ın

ekonomik zarar eşiği muhtemelen 10 nematod/100 cm<sup>3</sup> toprak kadar düşük olduğu bildirilmiştir. *P. penetrans* tek başına veya kök çürüklüğü patojeni *R. fragariae* ile kombinasyon halinde zamanla mikro parsellerde azaltılmış çilek üretiminde doğrudan zararı ve hastalıkla birlikte daha şiddetli zarar verdiği bildirilmiştir (LaMondia, 1999). Lezyon nematod popülasyonları ile çilek verimi arasındaki regresyon, ikinci yıldan dördüncü yıla kadar meyve verimi kayıplarını tahminini belirlediklerini bildirmişlerdir (LaMondia, 1999). Çilek meyve ağırlığı en iyi nematod yoğunlukları ile hasattan 1 yıl önce ilişkilendirilmiştir. Elde edilen kârdaki azalma yüzdesi, girdi olarak meyve verimi olan bir ekonomik model belirlemişlerdir (DeMarree ve Rieckenberg,, 1998). Bitki başına 50 nematod/g kökün başlangıç yoğunluğu, dört meyve verme yılı boyunca verimi %10.3 ve karı %32.4 azalttığı bildirilmiştir. Bitki başına 100, 150 ve 200/g kök başlangıç lezyon nematod yoğunlukları, verimi sırasıyla %20.5, %30.8 ve %4.0 oranında azalttığı, ancak birikmiş karı %63.7, %95.3 ve %100 oranında azalttığı bildirilmiştir. Bu denemelerde yaşanan verim düşüşü ve bunun sonucunda ortaya çıkan ekonomik kayıplar, muhtemelen mahsulün erken kaldırılması ve yeniden dikilmesiyle sonuçlandığı bildirilmiştir (LaMondia 1999). Genel olarak, Lezyon nematodlarının mücadelesinin zor olduğu ve bu nedenle Entegre zararlı yönetimi yaklaşımında çeşitli yönetim önlemleri kullanılmalıdır.

Her yıl 100 milyondan fazla çilek fidelerinin nakli, kış çileği üretim alanlarına ekilmek üzere ağırlıklı olarak Kaliforniya, Kuzey Karolina ve Kanada'dan Florida'ya gönderiliyor. Florida'ya eyalet dışı çilek fideliklerinden gelen çilek nakli, genellikle nematodlar dahil birçok patojeni barındırdığını bilinmektedir (Noling ve Whidden, 2010; Nyoike ve ark., 2012; Oliveira ve ark., 2017; Forcelini ve Peres, 2018). Sevk edilen çilek fideleri nakli ile ilişkili nematodlar Yaprak nematodu (*A. besseyi* Christie, 1942), Kök-ur nematodu (*M. hapla* Chitwood, 1949) ve Kök lezyonu nematodu (*P. penetrans*) olduğu bildirilmiştir. Çilek naklinde hareketsiz olarak gelen bu nematodlar tipik olarak herhangi bir belirgin zarar belirtisi oluşturmamaktadırlar. Ancak nematod zararı, nematod üremesi için çevresel koşulların uygun olduğu ürün yetiştirme mevsiminde daha sonra meydana gelir. 2016 yılında Florida'daki bazı çilek çiftliklerinde Yaprak nematodu salgını meydana geldiği ve önemli

ürün kayıplarına neden olduğu bildirilmiştir (Desaeger ve Noling, 2017). Ilıman nematodlar *M. hapla* ve *P. penetrans* da artık Florida çilek çiftliklerinde giderek daha fazla bulunmaktadır. Her iki nematod da Florida'da yaygın değildir ve muhtemelen eyalete kuzeyden istila edilmiş üretim materyali ile geldiği bilinmektedir. Çilek üretimi için şu anda mevcut olan nematod yönetim yöntemleri çoğunlukla toprak fumigantlarının ve daha yakın zamanda bazı yeni kayıtlı fumigant olmayan nematodların kullanımı ile sınırlıdır (Watson ve Desaeger, 2019). Florida çilek tarlalarındaki yüksek nematod etkisi, özellikle de *Belonolaimus longicaudatus* nedeniyle, çilek üretimi büyük ölçüde kimyasal nematodların kullanımına bağlıdır. Nematodlara karşı konukçu bitki direnci çilekte mevcut değildir ve diğer yönetim seçenekleri biyolojik olarak, ürün rotasyonu ve örtü kırma her zaman yeterli veya pratik olmayabilir. Kuşkusuz, toprak fumigasyonu ile ilgili birçok sağlık, çevre ve ekonomik kaygı vardır ve uygulama giderek daha fazla incelenmektedir. Ayrıca, toprak fumigasyonu, *B. longicaudatus* nematodları gibi yerleşik nematod popülasyonlarının iyi kontrolünü sağlayabilirken, nematodlar ve transbitkiler, tanımlanan diğer patojenler için durum böyle olmayabilir. Toprak fumigasyonu tarafından oluşturulan biyolojik vakum, aslında bu tür nematodların çoğalması için mükemmel bir yaşam alanı sağlayabilir. Bu nedenle etkili ve sürdürülebilir bir nematod yönetim programı, nematod içermeyen dikim materyalinin kullanılmasıyla başlamalıdır. Dikimden önce uygulanabilecek çilek nakli nematodlarının yönetimi için kimyasal olmayan ve çevre dostu bir alternatif termoterapidir. Geleneksel olarak, termoterapi sıcak su kullanılarak gerçekleştirilir. Bu sıcak su banyo termoterapi, 1930'ların ortalarından beri ilişkili hastalıkların tedavisi için uygulanmaktadır. Dikim malzemeleriyle, özellikle viral hastalıklarla kullanılmıştır (Kunkel, 1935). Bu yaklaşım, çeşitli meyve ürünlerinde virüsler, bakteriler, mantarlar veya nematodların neden olduğu hastalıkları yönetmek için hala kullanılmaktadır (Turecek ve Peres, 2009). Sıcak su arıtma patojenleri yönetmek için yaygın olarak kullanılmasına rağmen, bazı sınırlamaları vardır. Sıcak su arıtımı genellikle ürünün agronomik performansı üzerinde olumsuz bir etki ile ilişkilendirilir (Buchner, 1991). Ek olarak, sıcak su arıtımı sırasında hastalıklı bitkilerden sağlıklı bitkilere patojenlerin veya

böceklerin çapraz bulaşma riski yüksektir. Sıcak su yerine gazlı sıcak buhar kullanan gelişmiş bir termoterapi yöntemi, sıcak su arıtımı ile ilgili dezavantajların üstesinden gelme potansiyeli olduğu bildirilmiştir (Ghatrehsamani ve ark., 2019; Wang ve ark., 2019).

Hildebrand ve West (1941) *Pratylenchus* spp. kök çürüklüğü belirtileri gösteren çilek bitkilerinde Kuzeydoğu Amerika Birleşik Devletleri'ndeki araştırmalar, *Pratylenchus* ve *Meloidogyne* cinslerinin çilek bitkilerini parazitlestiren en yaygın nematodlar olduğunu bulmuştur (LaMondia, 2002). PEI (Kimpinski, 1985), Quebec (Belair ve Khanizadeh, 1994), Ontario (Townshend ve ark., 1966) ve Fraser Valley of British Columbia'daki (McElroy, 1977) Kanada araştırmaları, *P. penetrans* ve *Meloidogyne hapla* çilek tarla toprağı ile ilişkili en yaygın bitki patojeni nematodu olduğu tespit edilmiştir (Belair ve Khanizadeh, 1994; McElroy, 1977).

*Pratylenchus*, *Filipjev* cinsi veya Kök lezyon nematodu, dünyanın ekonomik olarak en zararlı üçüncü bitki paraziti nematodu olduğu bildirilmiştir (Castillo ve Vovlas, 2007). *Pratylenchus* cinsi içindeki nematodlar, bitki köklerinin kortikal parankima hücreleriyle beslenen kök içerisinde hareketli endo-parazitik nematodlar olduğu bildirilmiştir (Castillo ve Vovlas, 2007). Şu anda bu cinse ait 68 tür (Castillo ve Vovlas, 2007), aralarında *P. penetrans* kuzeydoğu ABD'de çilek alanlarında en yaygın nematod olduğu bildirilmiştir (LaMondia, 2002), PEI (Belair ve Khanizadeh, 1994), Quebec (Kimpinski, 1985) ve Ontario (Townshend ve ark., 1966). Kanada'da 11 farklı *Pratylenchus* türünün Ontario'da 10 tanesi kayıt altına alındığı saptanmıştır (Yu, 2008). Bunlardan *P. crenatus*, *P. abuse*, *P. penetrans* ve *P. pratensis*'in çilek alanlarında zararlı olduğu bilinmektedir (Yu, 2008).

*Pratylenchus* spp. belirli morfolojik özelliklerle cinse tanımlanabilir. 14-19 µm uzunluğa kadar değişebilen çok güçlü fakat kısa bir stiletleri vardır (Mai ve Mullin, 1996). Başları düzdür ve dudakları şişe kapağı gibi görünecek şekilde çıkıntı yapar. Ayrıca açık renkli yemek borusu, koyu renkli bağırsakları ventral olarak örtüşür. *P. penetrans* tek başına çileklerde önemli verim kaybına neden olabileceği bildirilmiştir (LaMondia, 1999a), ancak kök

çürüklüğü, *Rhizoctonia fragariae* (LaMondia, 1999a) ve *Pythium* spp. (Nemec ve Sanders, 1970). *R. fragariae* ve *P. penetrans* adlı iki organizmanın, çilek bitkilerinin tane verimini büyük ölçüde azaltmak için sinerjik olarak etki ettiği saptanmıştır (LaMondia, 1999a). Bu nematodun en zorlu yönü, çeşitli bitki türlerinde geliştiği, *P. penetrans*'ın ağaç meyveleri, patatesler, havuçlar, bezelyeler, tahıllar ve üzümler de dahil olmak üzere çeşitli ürünlerde üreyip çoğaldığı bulunmuştur (Yu, 2008). Ontario'nun Niagara yarımadasında yüksek *P. penetrans* popülasyonları içeren çilek tarlalarında yapılan bir araştırma, 55 yabancıot türünün köklerinde *P. penetrans* popülasyonları içerdiği ve 25 türün gram kök başına 1000'den fazla nematod içerdiği tespit edilmiştir (Townshend ve Davidson, 1960). *P. penetrans* inokulasyonu ile saksılarda 24 farklı yabancıot türü yetiştirildiğinde, dokuzunun ilk inokulasyonu seviyelerinden artan nematod popülasyonları içerdiği bulunmuştur (Belair ve ark., 2007). Çalışmada *P. penetrans*'a konukçuluk yapan yabancıot türlerinin çeşitli bitki familyaları ve cinslerinin bir parçası olduğunu, ancak %63'ünün Asteraceae ve Brassicaceae familyalarından geldiği tespit edilmiştir (Townshend ve Davidson, 1960). *Pratylenchus* spp.'den etkilenen duyarlı bitkilerin yüksek çeşitliliği nedeniyle, parazitlik, ürün rotasyonları bu nematodun popülasyonlarını azaltmada oldukça zordur. Bir rotasyon dayanaklı bir ürünle yapılırsa bile, bir tarladaki duyarlı konukçu sayısını azaltmak için uygun yabancıot mücadelesi ile nematod popülasyonu düşürülmelidir. Birçok yabancıot bu nematoda konukçuluk ettiği için mutlaka yabancıot mücadelesi yapılarak nematodunun üremesi engellenmelidir.

*Meloidogyne* spp. dünya çapında çeşitli mahsullerde ekonomik kayıplara neden olur ve çok geniş bir konukçu yelpazesine sahiptir. Cinsin üyeleri endo-parazitlerdir, ancak *Pratylenchus*'tan farklı olarak, tamamen geliştiğinde dişi sabit olarak yerleşir. Kök ur nematodu kök boyunca hareket etmez (Perry ve Moens, 2006). Bu nematodun en karakteristik semptomu, çok sayıda olgun dişinin bulunduğu bitkilerin köklerinde zedelenmedir (Perry ve Moens, 2006). Bu nematod, 1892'de Goeldi tarafından *Meloidogyne* cinsi verilene ve daha sonra 1949'da Chitwood tarafından eski durumuna getirilene kadar birçok isim ve sınıflandırma yapılmıştır (Lamberti ve Taylor, 1979). *Meloidogyne* cinsine ait yaklaşık 89 ila 106 tür vardır ancak en belirgin türler

*M. arenaria*, *M. incognita* ve *M. javanica*'dır (Perry ve Moens, 2006). Bu nematod türlerinin habitatları tropik ve yarı tropikal bölgelerle sınırlıdır (Perry ve Moens, 2006). *M. hapla* dünya çapında daha az yaygındır ve dünyanın birçok ılıman bölgesinde ve ayrıca tropikal enlemlerde yüksek rakımlı alanlarda bulunduğu tespit edilmiştir (Perry ve Moens, 2006). *M. hapla*, Quebec (Kimpinski, 1985), kuzeydoğu ABD (LaMondia, 2002) ve Ontario'da (Townshend ve ark., 1966) çilekte bulunan birincil kök-ur nematodu türüdür. Bu nematod türü geniş bir konukçu yelpazesine sahip olmasına rağmen, monokotilen bitkilerde nadiren ürediği bildirilmiştir (Perry ve Moens, 2006).

Meloidogyne cinsindeki nematodların benzersiz bir yaşam döngüsü ve beslenme düzeni vardır. *M. hapla* yumurtaları genellikle dişi tarafından konukçu bitkinin kökün dışında jelatinimsi bir matris içinde biriktirilir ve günde yaklaşık 30-80 yumurta bırakabildiği bilinmektedir (Perry ve Moens, 2006). Jelatinli matris, yumurtaları kurumadan korur ve birçok kimyasal pestisit ve diğer nematod kontrol biçimlerinin penetrasyonunu azalttığı bildirilmiştir (Giannakou ve ark., 2005). Yumurta içindeki nematod gelişimi öncelikle sıcaklığa bağlıdır ve larva, yumurta içinde gömlek değiştirme birinci aşamasını gerçekleştirir. Sıcaklık ve diğer uyaranlara tepki vererek yumurtalar çatlar ve ardından ikinci larva yumurtadan ortaya çıkar (Perry ve Moens, 2006). Yumurtadan yeni çıkmış larvanın, duyarlı bir konukçu bitkinin kökünü bulması ve yemek borusundaki besin rezervleri tükenmeden önce beslenmeye başlaması gerekir. Bu genellikle yaşam döngüsündeki en hassas zamandır. Nematod genellikle kök ucunun uzama bölgesinden girmektedir (Perry ve Moens, 2006). Larva stilet ile kök epidermisine nüfuz eder ve farklılaşma bölgesinde kök korteksinde uygun bir beslenme alanına girer (Perry ve Moens, 2006). Yer uygun bulunursa, larva karmaşık bir yöntemle beslenmeye devam edecektir. Bu bağlamda, stilet, floem veya parankim hücrelerindeki çekirdeklerin sitokenesis olmadan replike olmasına neden olan çeşitli proteinleri salgılayacaktır. Bu, kökte dev hücre adı verilen büyük bir hücrenin gelişmesine yol açar. Nematod, hücre zarını delmeden beslenir ve yeterli besin alındığında ikinci, üçüncü ve dördüncü gömlek değiştirmeden sonra ergin ve olgun dişi evresine geçmektedir (Perry ve Moens, 2006). Gömlek değiştirme sırasında dişi önceki deri ile kaplandığı ve önceki stiletini erittiği için

beslenemez. Bir yetişkin olduğunda, dişi nematod işlevsel bir stilete sahip olup, beslenmeye devam edecek ve 12'ye kadar dev hücrenin gelişmesine neden olacaktır (Perry ve Moens, 2006). Dişinin vücudu şişer ve vücudu yumurta üretimi için dönüştürüldüğü için hareket edemez. Karşılaştırıldığında erkekler solucan şeklindedir ve toprakta veya kökte serbestçe yaşayabilir. Erkekler dişilerden daha az yiyecek tükettikleri ve hareketli kaldıkları için, yavrular besin arzına yanıt olarak dördüncü gömlek değiştirmeye kadar cinsiyetlerini değiştirebilirler (Perry ve Moens, 2006). Kuluçkadan yumurtlamaya kadar tüm yaşam döngüsü sıcaklığa bağlıdır ve sırasıyla 27 °C 25 günde, 16 °C'de ise 87 günde gelişmesini tamamladığı bildirilmiştir(Lamberti ve Taylor, 1979).

Konukçu dayanıklılığı ve toleransı çilek bitkisi *M. hapla* ve *Pratylenchus* spp.'ye konukçuluk yapmaktadır. Ancak bu ilişki çilek çeşidine bağlı olarak değişebilir. Dayanıklı ve tolerans, konukçu bitki ile nematod paraziti arasındaki ilişkiyi tanımlamak için kullanılacak iki tanımdır. Dayanıklı, bitkinin nematodun üremesini ve gelişmesini azaltma yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Boerma ve Hussey, 1992). Tolerans, bitkinin parazitik organizma tarafından enfekte olmaya devam ederken semptom şiddetini (örneğin verimde veya bitki büyümesinde azalma) azaltma yeteneği olarak tanımlanır (Boerma ve Hussey, 1992). Daha önce belirtildiği gibi, *P. penetrans* kuzeydoğu kuzey Amerika'da bulunan çileklerde en yaygın bitki paraziti nematod zararlısıdır (Kimpinski, 1985; Belair ve Khanizadeh, 1994; LaMondia, 2002). Çileklerde *P. penetrans*'a karşı bir miktar dayanıklılık mevcuttur, ancak dayanıklılık seviyesi spesifik çeşide bağlı olduğu bildirilmiştir (Szczygiel, 1981a, Potter ve Dale, 1994). Dale ve Potter (1998) tarafından Ontario eyaletinden yapılan en yeni çalışmalardan biri, çilek çeşitlerinin *P. penetrans*'a karşı dayanıklılık ve toleranslarını değerlendirdikleri çalışmadır. Bu çalışma, *P. penetrans* popülasyonları içeren işlenmemiş toprak veya Telone IIB (220 L ha-1 oranında 1,3-dikloropropen) tarafından fumigasyon uygulanmış toprak olan mikro parsellere dikilen 19 çeşidi değerlendirmişlerdir. Topraktaki ve kök dokusundaki nematod yoğunluğu, *P. penetrans* popülasyon düzeylerinin bir ölçümü olarak kullanılmıştır (Dale ve Potter, 1998). Bu çalışma, bitkinin toprak üstü kuru

ağırlıklarının çeşitler arasında önemli ölçüde farklılık göstermediğini ancak nematod yoğunluğunun önemli ölçüde farklı olduğu bildirilmiştir (Dale ve Potter, 1998). *M. hapla*, kuzey-doğu kuzey Amerika'da en yaygın bitki paraziti nematod olmadığı, ancak kök büyümesini ve bitkilerin verimini azaltarak çok zararlı olabildiği bildirilmiştir (Pinkerton ve Flinn, 2005). *P. penetrans* ile yapılan çalışmalara benzer şekilde, eşitler *M. hapla*'ya dayanma veya tolere etme yeteneklerinde farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Szczygiel, 1981b). Szczygiel (1981b) tarafından yapılan bir çalışmada, 'Senga Sengana' ve 'Glima' ilek çeşitlerinin köklerinde diğer çeşitlere kıyasla önemli ölçüde daha düşük semptomlarına sahip olduğu ve bu çeşitlerle yetiştirilen parsellerin toprakta önemli ölçüde daha az *M. hapla* bireyi içerdiği bulunmuştur (Szczygiel, 1981b). Pinkerton ve Finn (2005) kök gal oranları ve yumurta popülasyonları açısından çeşitler arasında önemli farklılıklar bulmuşlardır ve her iki değer de birbiriyle bağlantılıdır. Ayrıca, 'Chandler', 'Allstar' ve 'Honeoye' gibi önemli ölçüde daha düşük *M. hapla* popülasyonları içeren çeşitlerin köklerde ve deneme sonunda ıkarılan *M. hapla* popülasyonlarında çok az veya hiç zedelenme belirtisi göstermediğini bildirmişlerdir. 'Totem' eşidinin, köklerde önemli çürüme semptomları ve aşılanmiş popülasyonun 25 katı nihai *M. hapla* popülasyonu ile en duyarlı olduğu bulunmuştur (Pinkerton ve Finn, 2005). 'Mücevher' orta derecede semptomlarla ortadaydı ve son popülasyonu ilk popülasyondan üç kat daha popülasyon elde edildiği saptanmiştir (Pinkerton ve Finn, 2005).

ilek tarlalarında bitki paraziti nematod araştırmaları British Columbia, Quebec ve PEI eyaletlerinde yapılmıştır (McElroy, 1977; Kimpinski, 1985; Belair ve Khanizadeh, 1994). Britanya Kolumbiyası'nın Fraser Vadisi'nde, ilek tarlalarından üç yıllık bir süre içinde 610 toprak rneği alınmıştır. *Pratylenchus*'un en yaygın bitki paraziti nematod olduğu, örneklenen ilek tarlalarının %89'unda saptanmıştır. Örneklenen alanların %22'sinde *Tylenchus* ve %21'inde *Aphelenchus* bulunduğu bildirilmiştir (McElroy, 1977). PEI'deki 33 ilek tarlasında 1976'da yapılan bir çalışmada, *Pratylenchus*, örneklenen toprak ve ilek köklerinin %97'sinde tespit edilmiştir (Kimpinski 1985). *Pratylenchus* spp. 1980 yılında bir Quebec araştırmasında örneklenen 185 ilek tarlasının %56'sında bulunmuştur (Belair



ve Khanizadeh, 1994). *M. hapla*, Quebec'te örneklenen çilek tarlalarının %12'sinde saptandığı bildirilmiştir (Belair ve Khanizadeh, 1994).

*Pratylenchus* spp.'nin varlığı ve *M. hapla* ticari çilek üretiminin verimini olumsuz etkilediği bildirilmiştir (LaMondia, 1999a; Mahdy ve Midan, 2011). Nematod parazitizmine dayanıklı ekim çeşitleri, PPN'nin yönetiminde etkili bir araç olabilir. Direnç, bir bitkinin bir parazitin çoğalmasını ve gelişimini azaltma yeteneğidir (Boerma ve Hussey, 1992). Tolerans, bir bitkinin bir parazit tarafından enfekte olduğunda bile iyi verim ve bitki büyümesini sürdürme yeteneğidir (Boerma ve Hussey, 1992). *P. penetrans* (Szczygiel, 1981a; Dale ve Potter, 1998; Pinkerton ve Finn, 2005) ve *M. hapla*'ya karşı hem dayanıklı hem de tolerans farklı çilek çeşitlerinde mevcut olduğu saptanmıştır (Szczygiel, 1981b; Pinkerton ve Finn, 2005).

Bazı çilek çeşitlerinin *M. hapla*'ya karşı bir miktar direnç ve/veya toleransa sahip olduğu bulunmuştur. Szczygiel (1981b), test edilen 27 çilek çeşidi arasında nematod üremesinde önemli farklılıklar bulmuştur. En dayanıklı çeşit olan 'Senga Senganna', duyarlı çeşit 'Redgauntlet' ile karşılaştırıldığında köklerde yaklaşık %1.5 ikinci aşama *M. hapla* larvaları tespit edildi (Szczygiel, 1981b). Tolerans, bu çalışmada *M. hapla* ile inokulasyonu yapılan saksılarda yetiştirilen çilek bitkilerinin taze ağırlığı ile inokulasyon yapılmamış kontrol olarak yetiştirilen bitkilerin taze ağırlığının yüzde olarak karşılaştırılmasıyla ölçülmüştür (Szczygiel, 1981b). Çeşitler arasında bitki ağırlığında tolerans gösteren farklılıklar vardı, ancak bitki ağırlığı kök çürümesi ve topraktan ve kökten ekstrakte edilen nematod sayısı ile korele değildi (Szczygiel, 1981b). 'Senga Tigaiga' çeşidi, 'Senga Sengana'dan önemli ölçüde daha fazla nematod içermesine rağmen bitki taze ağırlığında hiçbir azalma göstermedi (Szczygiel, 1981b). Pinkerton ve Finn (2005), çilek çeşitlerinin ve diğer genotipik melezlerin *M. hapla*'ya dayanıklılık ve toleranslarında farklılık gösterdiği konusunda benzer eğilimler bulmuşlardır. *M. hapla* parazitizmine karşı dayanıklı olan bazı çilek genotipleri, *M. hapla* ile aşılammış saksılarda yetiştirilen bitkilerde, aşılammamış saksılarda yetiştirilen bitkilere kıyasla hala önemli ölçüde daha düşük yüzde kuru kök ağırlığına sahip olduğu tespit edilmiştir (Pinkerton ve Finn, 2005). Her iki çalışmanın sonuçları, çilek bitkisinin toleransının ve bitki

paraziti nematodlara karşı dayanıklılığı birbirinden bağımsız olabileceğini düşündürmektedir (Szczygiel, 1981b; Pinkerton ve Finn, 2005).

Çalışmalar *Pratylenchus* spp.'ye karşı direnç ve toleransın olduğunu göstermiştir. *P. penetrans* da dahil olmak üzere ticari çilek çeşitlerinde de mevcuttur (Szczygiel, 1981a; Dale ve Potter, 1998). Szczygiel (1981a), bazı çilek çeşitlerinin *P. penetrans* parazitizmine hem tolerans hem de dayanıklılık açısından önemli ölçüde farklılık gösterdiğini bulmuştur. Dayanıklılık hem topraktan hem de kökten ekstrakte edilen *P. penetrans* bireylerinin sayısı ile ölçülürken, tolerans, nematod inokulasyonu yapılan saksılarda ve inokulasyon yapılmayan saksılarda yetiştirilen bitkilerin taze ağırlık yüzdesi ile ölçülmüştür. *M. hapla*'da görüldüğü gibi, *P. penetrans* parazitizmine karşı dayanıklılık ölçümleri, tolerans ölçümleriyle korele değildi (Szczygiel, 1981a). Dale ve Potter (1998), farklı çilek çeşitlerinin köklerinde ve toprağında *P. penetrans* nematod popülasyonlarında önemli farklılıklar bulmuşlar, ancak tolerans ölçümlerinde fümige edilmiş veya edilmemiş çilek bitkilerinin toprak üstü ağırlığını karşılaştırarak önemli farklılıklar bulunmamıştır.

Çilekte *A. fragariae*, yaprakların bükülmesi ve büzülmesi, sert ve pürüzlü yüzeyli renksiz alanlar, cılız kenarlı cılız yapraklar, yaprak saplarının kızarması, kısa ara boğumlar, tek veya iki çiçek ve taç tomurcuğunun ölümü belirtileri oluşturmaktadır (CABI, 2018). Kıvrılmış taç ve yolluk tomurcuklarında ektoparazit beslenme, genellikle orta damara yakın genişlemiş yapraklarda görülebilen küçük kuru, kahverengi beslenme alanlarına neden olur; bazen, nematodlar çilek meyve özünde bulunur (Tacconi, 1972). Yaprak dokusu içinde endoparazitik beslenme, tipik yaprak lekesi semptomları üretir. Çilek hastalığı tamamen veya kısmen *A. fragariae*'ye bağlı olabilir. Bazen bu semptomlar diğer nematodlardan (*A. ritzemabosi* veya *Ditylenchus dipsaci*) veya bakteri veya dondan kaynaklanabilir (CABI, 2018). Bu nematodlar ayrıca çilek yapraklarının bozulmasına da neden olurlar (Özarslandan, 2019; 2020). Bu nematodların zararı en çok yeni oluşan yapraklarda hemen sonra fark edilir; büyüme ilkbaharda başlar (ilkbahar cücesi). Bununla birlikte, semptomlar sonbaharda da belirgin hale gelebilir. Damarlar genellikle yaprak nematod hareketine

engel teşkil eder, bu nedenle semptomlar genellikle damarlar arasında kahverengiye d6nüşebilen grimsi lekeler olarak görünür. Yapraklar genellikle bozuktur. Sonuç olarak, yaprak nematodları çileğın potansiyel olarak yıkıcı patojenleridir. Almanya'daki denemelerde *Aphelenchoides* sp. verimi %65'e kadar azaltabildiğı saptanmıştır (Warner, 2018). *Aphelenchoides* spp. mücadelesi enfekte çilek yapraklarının çıkarılmasını ve yok edilmesini içerir. Bu nematod bitkide ve bitkiler arasında hareket etmek için neme bağılı olduğundan, nispeten uzun bitki ıslaklık sürelerinden kaçınılmalıdır. Bu düşünce tarzını takiben, tepegöz sprey sulamaya göre damla sulama tercih edilir. Bu nematodlar yüksek sıcaklıklara karşı savunmasızdır; Çilek fideleri veya çoğaltılması amaçlanan kesimler gibi uyku halindeki bitki materyallerinin 5 dakika boyunca 46 ° C sıcaklıkta sıcak su arıtması kullanılabilir ve bitki materyaline musallat olabilecek çoğı nematodu ortadan kaldırmada etkilidir (Qiu ve ark., 1994). Ekipmanın sanitasyonu da nematodu kontrol etmek için önemlidir. Tencere, toprak ve aletler 82–94 °C'de 30 dakika boyunca fırınlanarak veya buharlaştırılarak temizlenmelidir (Anonim, 2018b). İstilacı nematodları yok etmek için gereken sıcaklıkların bitki materyaline geri dönölmez şekilde zarar vermemesine özen gösterilmelidir (Jenkins ve Taylor, 1967).

Ülkemizde çilek alanlarında nematodlar konusunda yeterli çalışma bulunmamaktadır. Çilek bitki köklerinde lezyon nematod zararı hastalık simptomu olarak düşünölmektedir. Kök ur nematodu çilek köklerinde küçük yumurta kümeleri oluşturmakta (Özarslandan ve ark., 2021) ve üreticiler nematod zararını bilmemektedirler. Bundan dolayı üreticilerden nematod konusunda sorun gelmemektedir Yücel ve Günaçtı (2019) Yaptıkları çalışmada çilekte sorun olan kök çürüklüğü (*M. phaseolina*, *Fusarium* spp., *R. solani*, *Alternaria* spp.) hastalığına karşı yapılan yarı doz fumigant ile solarizasyon kombinasyonunun dikimden önce toprağı uygulanan fumigantların önerilen dozlarının (dimethyl disulfide 1000g/l, 60 l/da, metam potassium, 690 g/l ve metam sodium, 500 g/l 100 l/da), solarizasyon ile birlikte uygulanan yarı dozlarına göre daha yüksek etkiye sahip olduğunu saptamışlardır. Fakat verim 5ton/ da ile solarizasyon+ yarı doz fumigant uygulanan parsellerde yalnız fumigant uygulanan parsellerden elde edilen verime (4.5 ton/da) yakın, tüm uygulamalarda kontrole (3.2 ton/da) göre verim

artışı sağlanmıştır. İspanya'da biyosolarizasyon üzerine çok sayıda çalışma, çilek patojenleri *M. phaseolina* ve *F. oxysporum* karşı farklı biyosolarizasyon tedavilerinin kapasitesini belgelemiştir. Tüm biyosolarizasyon tedavileri, *M. phaseolina* ve *F. oxysporum* hastalık çıkışı ve inokulum yoğunluğunu azalttı, verimini arttırdığı, toprak patojenleri ve Kök ur nematodu (*M. hapla*) na karşı etkili olduğunu bilinmektedir (Domínguez ve ark., 2016). Toprak solarizasyonu ile fumigant kimyasalların yabancıot, patojen ve nematodlara karşı etkili olduğu bilinmektedir. Solarizasyon, toprak sıcaklıklarını artırarak patojenler, zararlılar ve yabancıotlar için öldürücü seviyelere çıkarmak için sulanan toprağın üzerine şeffaf, ince (25-50 $\mu$ m), düşük yoğunluklu polietilen plastikler yerleştirmeyi içerir. Solarizasyon plastiği, uygulama sırasında oluşan toprak sıcaklıklarına bağlı olarak 4 ila 8 hafta toprakta bırakılır. Kısa dalga güneş radyasyonu ( $W/m^2$ ), toprak ısı transfer özellikleri, solarizasyon plastiği, toprak tipi ve hava arasındaki uzun dalga radyasyon değişimi ve ortamın hava sıcaklığı solarizasyonun etkinliğini belirleyen başlıca faktörlerdir (Marshall ve ark., 2013). Solarizasyon, güneşli ve sıcak iklimlerde güneş radyasyonunun yüksek olduğu yaz aylarında uygulandığında en etkilidir.



Şekil 1. Anamur'da Tünelde çilek yetiştiriciliği

Ülkemizde her bölgede ilek yetiştiriciliği sera, tünel ve açık alan olarak yapılmaktadır (şekil 1). Sonuç olarak, dikim materyalinin toprak patojeni ve nematodlardan ari olduğuna dikkat etmemiz gerekir. Akdeniz bölgesi gibi solarizasyonun uygun olduğu iklimlerde ilek yetiştiriciliği yapılacak alanlarda yaz aylarında solarizasyon ile fumigant ilaçlar kullanarak toprak dezenfeksiyonu yapılmalıdır. 1970’li yılların ortalarında tarımsal alanlarda toprak kökenli patojenlere karşı pratiğe aktarılmış olan solarizasyon uygulaması metil bromid fumigantının yasaklanmış olmasından dolayı ekolojinin uygun olduğu yerlerde toprak kökenli patojenlere ve Kök-ur nematodlarına karşı mücadelede de kullanılan yöntemlerden biri olmuştur. Ancak solarizasyon tek başına kullanıldığında özellikle nematodlara ve bazı toprak kökenli hastalıklara karşı yeterli düzeyde etkili olamamaktadır. Bu nedenle mücadelede etkinliğin artırılması ve çevrenin korunması için sistemin bütün olarak düşünülmesi ve mücadelede kombine uygulamalara yer verilmesi gereklidir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, toprak kökenli patojenlerden olan *Fusarium* spp. ve Kök-ur nematod’larının yoğun olarak bulunduğu alanlarda 4-6 hafta süreli solarizasyon ile fumigant uygulamasının, hastalık çıkışını ve ırlanma oranını azaltmada etkili olarak kullanılabileceği kanısına varılmıştır. Sadece nematod sorunu olan seralarda ise yapılan bütün uygulamalar yeterli etkiyi sağlayabilmektedir. *Fusarium* spp.’nin yoğun olmadığı seralarda ise nematodda olduğu gibi yapılan tüm uygulamalar hastalık çıkışını azaltmada yeterli etkiyi sağlamıştır. ilek alanlarında ise solarizasyon ile fumigant uygulamalarının, 40 cm yükseklikte olan dikim sırtlarının hazırlanmasından sonra yapılması önerilmelidir. Bazı uygulamaların etkinliği üretici hatalarından kaynaklanmaktadır. Çok uzun süre sulamanın hemen arkasına yapılan ilaç uygulamalarında ilaçlar su yolu ile kaybolup gidebilmekte ve uygulama etkisiz olmaktadır. Bundan dolayı toprak solarizasyon plastiği ile kapatıldıktan sonra 4-6 saat sulama yapılarak hiç kuru alan kalmayan kadar sulama yapılır. Suyun dağılmadığı kumlu arazilerde arada bir sulama kapatılır geri açılarak suyun dağılması sağlanır. İlk sulamadan 4-6 gün sonra tekrar sulama yapılır. Sulamanın yapıldığı ertesini günü 5 dk su verilir, arkasına 10 dk ilaçlama yapılır tekrar 5 dk temiz su verilerek ilaçlama tamamlanır. Yani üreticilerimize gübre verdikleri gibi

ilaçlama yapmalarını öneririz. İlk sulamadan 4-6 gün içerisinde nematod yumurtaları açılır, hastalık ve yabancıot tohumları hassas duruma gelir. Bundan dolayı ilk sulama ile ilaçlama önerilmez. Hem seralarda hem de açık alanda uygulanan toprak dezenfeksiyonu süreci sonunda toprağın yüzeysel işlenmesi (10-15 cm) gerektiği dikkate alınmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Bascón, J. C., Arcos, S., Páez, J. I., Avilés, M., Robertson, L., Vega, J. M., & Navas, A. (2012). Hemicycliophora spp. ¿Un nuevo problema en el cultivo de la fresa en Huelva? In Proceedings of the Resúmenes del XVI Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología, Málaga, Spain, 17–21 September, p. 336.
- Belair, G. & Khanizadeh, S. (1994). Distribution of plant-parasitic nematodes in strawberry and raspberry fields in Quebec. *Phytoprotection*, 75:101-107.
- Belair, G., N. Dauphinais, D. L. Benoit & Fournier, Y. (2007). Reproduction of *Pratylenchus penetrans* on 24 common weeds in potato fields in Quebec. *Journal of Nematology*, 39: 321-326.
- Boerma, H. R., & Hussey, R. S. (1992). Breeding plants for resistance to nematodes. *Journal of Nematology* 24: 242-252.
- Brown, D.J.F., Dalmasso, A., & Trudgill, D. L. (1993). Nematode pests of soft fruits and vines. In Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture; Evans, K., Trudgill, D. L., Webster, J.M., Eds.; CAB International: Wallingford, UK, pp. 427–462. ISBN 978-0851988085.
- Buchner, R. P. (1991). “Hot water preplant dip for strawberry disease control”, In Dale, A. and Luby, J. L. (Eds), The Strawberry into the 21st Century. Portland, OR: Timber Press, pp. 217–8.
- CABI (2018) Invasive Species Compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/6381>. Accessed 7 Dec 2018
- Castillo, P., & Vovlas, N. (2007). *Pratylenchus* (Nematoda: *Pratylenchidae*): Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management. Koninklijke Brill NV, Leiden, The Netherlands.
- Dale, A., & Potter J. W. (1998). Strawberry cultivars vary in their resistance to northern lesion nematode. *Journal of Nematology* 30: 577-580.

- DeMarree A. M., & Rieckenberg, R. (1998). Strawberry profit spreadsheet template. In: Pritts M, Handley D (eds) Strawberry production guide. NE Reg Agr Eng Serv. NRAES, Ithaca, p. 88.
- Desaeger, J., & Noling, J. (2017). Foliar or bud nematodes in Florida strawberries. UF IFAS extension, available at: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN118400.pdf>.
- Domínguez, P., Miranda, L., Medina, J. J., de los Santos, B., Talavera, M., Daugovish, O., Soria, C., Chamorro, M., & López-Aranda, J. M. (2016). Evaluation of non-fumigant alternative soil treatments for strawberry production in Huelva (Spain). *Int. J. Fruit Sci.* 16, 28–36.
- FAOSTAT. (2002). Available online: <http://www.fao.org/faostat> (accessed on 16 January 2019). Vega, J.M.; Páez, J.; López-Aranda, J.M.; Medina, J.J.; Miranda, L.; Montes, F. Nematodes on strawberries in Southern Spain. Effects on yield and control of *Meloidogyne hapla*. *Nematology*, 4, 309.
- Forcelini, B. B., & Peres, N. A. (2018). Widespread resistance of QoI fungicides to *Colletotrichum acutatum* from strawberry nurseries and production fields. *Plant Health Progress*, 19, 338–41.
- Ghatrehsamani, S., Abdulridha, J., Balafoutis, A., Zhang, X., Ehsani, R. & Ampatzidis, Y. (2019). Development and evaluation of a mobile thermotherapy technology for in-field treatment of Huanglongbing (HLB) affected trees. *Biosystems Engineering*, 182, 1–15.
- Giannakou, I. O., Karpouzas, D. G., Anastasiades, I., Tsiropoulos, N. G. & Georgiadou, A. (2005). Factors affecting the efficacy of non fumigant nematicides for controlling root-knot nematodes. *Pest Management Science* 61, 961-972.
- Greco, N., & Di Vito, M. (2009). Population dynamics and damage levels. In *Root Knot Nematodes*; Perry, R. N., Moens, M., Starr, J.L., Eds.; CAB International: Wallingford, UK; pp. 246–274. ISBN 978-1845934927.
- Hildebrand, A. A. & West, P. M. (1941). The microbiological balance of strawberry root rot as related to the rhizosphere and decomposition effects of certain cover crops. *Canadian Journal of Research*, 1, 199-210.

- Ibrahim I. K. A., Mokbel A. A., & Handoo Z. A. (2010). Current status of phytoparasitic nematodes and their host plants in Egypt. *Nematropica* 40:239–262
- Jenkins W. R., & Taylor, D. P. (1967). Plant nematology. Reinhold Publishing Corp, New York
- Kaska, N. (2002). Present and future projection of strawberry production in Turkey. *Acta Horticulturae*, 567, 539–541.
- Kimpinski, J. (1985). Nematodes in strawberries on Prince Edward Island, Canada. *Plant Disease* 69: 105-107.
- Kunkel, L. O. (1935). Heat treatment for the cure of yellows and rosette of peach. *Phytopathology* 25:24.
- Lamberti, F., & Taylor, C. E. (1979). Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* Species: Systematics, biology and control). Galliard (Printers) Ltd., Great Britain.
- LaMondia, J. A. (1999a). Effects of *Pratylenchus penetrans* and *Rhizoctonia fragariae* on vigor and yield of strawberry. *Journal of Nematology* 31: 418-423.
- LaMondia, J. A. (1999b). Influence of rotation crops on the strawberry pathogens *Pratylenchus penetrans*, *Meloidogyne hapla*, and *Rhizoctonia fragariae*. *Journal of Nematology* 31: 650-655.
- LaMondia, J. A. (2002). Seasonal populations of *Pratylenchus penetrans* and *Meloidogyne hapla* in strawberry roots. *Journal of Nematology* 34: 409-413.
- LaMondia, J. A. (2004). Field performance of twenty-one strawberry cultivars in a black root rot-infested site. *Journal of the American Pomological Society* 58: 226-232.
- LaMondia, J. A., & Cowles, RS. (2005a) Comparison of *Pratylenchus penetrans* infection and *Maladera castanea* feeding on strawberry root rot. *J Nematol* 37(2):131– 135
- López-Aranda, J.M. (2016). Evaluation of non-fumigant alternative soil treatments for strawberry production in Huelva (Spain). *Int. J. Fruit Sci.* 16, 28–36.



- López-Aranda, J.M., Miranda, L., Medina, J.J., Soria, C., de los Santos, B., Romero, F., Pérez-Jiménez, R., Talavera, M., Fennimore, S.A., & Santos, B.M. (2009). Methyl bromide alternatives for high tunnel strawberry production in southern Spain. *HortTechnology*, 19, 187–192.
- Lopez-Perez, J. A., Edwards, S., & Ploeg, A. (2011). Control of root-knot nematodes on tomato in stone wool substrate with biological nematicides. *Journal of Nematology*, 43, 110-117.
- Mahdy, M. E. & Midan, S. A. (2011). Physiological response of strawberry grown in root-knot nematode infested soil under different safety control applications. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 19, 217-231.
- Marshall, M. N., T. R. Rumsey, Stapleton, J. J., & VanderGheynst, J. S. (2013). A predictive model for soil temperature during solarization and its validation at two California field sites. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers* 56, 117-133.
- McElroy, F. D. (1977). Distribution of stylet-bearing nematodes associated with raspberries and strawberries in British Columbia. *Canadian Plant Disease Survey*, 57, 3-8.
- Noling, J. W., & Whidden, A. (2010). “International issues and growing concerns for new nematode problems in the Florida strawberry industry.” *Berry/VegetableTimes*, June 2010, UF/IFAS Extension, University of Florida, Gainesville, FL.
- Noling, J. W. (2011). Estimating strawberry yield and sting nematode impacts using counts of plant sizes and fruit stems. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 124, 197–201.
- Nyoike, T. W., Mekete, T., McSorley, R., WeibelzahlKarigi, E., & Liburd, O. E. (2012). Identification of the root-knot nematode, *Meloidogyne hapla*, on strawberry in Florida using morphological and molecular methods. *Nematropica*, 42, 253–259.
- Oliveira, M. S., Amiri, A., Zuniga, A. I., & Peres, N. A. (2017). Sources of primary inoculum of *Botrytis cinerea* and their impact on fungicide resistance development in commercial strawberry fields. *Plant Disease*, 101, 1761–1768.

- Özarslandan, A. (2019). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Sera Alanında Çilek Yaprak Nematodu (*Aphelenchoides fragariae*) (Nemata: Aphelenchida)'nın Tespiti. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22, 52-56.
- Özarslandan, A. (2020). Strawberry Production Problems and Management. *Modern Concepts Developments In Agronomy*, 5, 587-588.
- Özarslandan, A., Dinçer, D., & Yavuz, Ş. (2021). First report of northern root-knot nematode, *Meloidogyne hapla* (Chitwood, 1949) on strawberry in Turkey. *Journal of Nematology*, 53, 1-4.
- Particka, C. A., & Hancock, J. F. (2005). Field evaluation of strawberry genotypes for tolerance to black root rot on fumigated and nonfumigated soil. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 130, 688-693.
- Perry, R. N., & Moens, M. (2006). Plant Nematology. Biddles Ltd., UK.
- Pinkerton, J., & Finn, C. E. (2005). Responses of strawberry species and cultivars to the root-lesion and northern root-knot nematodes. *Hortscience* 40, 33-38.
- Potter, J. W., & Dale, A. (1994). Wild and cultivated strawberries can tolerate or resist root-lesion nematode. *HortScience*, 29, 1074-1077.
- Qiu, J., Westerdahl, B. B., Buchner, R. P., & Anderson, C. A. (1994). Refinement of hot water treatment for management of *Aphelenchoides fragariae* in strawberry. *Suppl J Nematol*, 25, 795-799.
- Schomaker, C. H., & Been, T. H. (2006). Plant growth and population dynamics. In Plant Nematology; Perry, R. N., Moens, M., Eds.; CAB International: Wallingford, UK, pp. 275-301. ISBN 978-1845930561.
- Seinhorst, J. W. (1965). The relation between nematode density and damage to plants. *Nematologica*, 11, 137-154.
- Szczygiel, A. (1981a). Trials on susceptibility of strawberry cultivars to the root lesion nematode *Pratylenchus penetrans*. *Fruit Science Reports*, 8, 121-125.
- Szczygiel, A. (1981b). Trials on susceptibility of strawberry cultivars to the northern root-knot nematode, *Meloidogyne hapla*. *Fruit Science Reports*, 8, 115-119.

- Talavera, M., Miranda, L., Gómez-Mora, J. A., Vela, M. D., & Verdejo-Lucas, S. (2019). Nematode management in the strawberry fields of southern Spain. *Agronomy*, 9, 252.
- Townshend, J. L., & Davidson, T. R. (1960). Some weed hosts of *Pratylenchus penetrans* in Premier strawberry plantations. *Canadian Journal of Botany*, 38, 267-273.
- Townshend, J. L. (1963a). A modification and evaluation of the apparatus for the Oostenbrink direct cottonwool filter extraction method. *Nematologica*, 9, 106-110.
- Townshend, J. L. (1963b). The pathogenicity of *Pratylenchus penetrans* to strawberry. *Canadian Journal of Plant Science*, 43, 75-78.
- Townshend, J. L., Olthof, T. H. A., & Staples, J. E. (1966). Plant-parasitic nematode genera associated with crops in Ontario. *Canadian Plant Disease Survey*, 46, 144-145.
- Turechek, W. W., & Peres, N. A. (2009). Heat treatment effects on strawberry plant survival and angular leaf spot, caused by *Xanthomonas fragariae*, in nursery production. *Plant Disease*, 93, 299
- Vega, J.M., Páez, J., López-Aranda, J.M., Medina, J.J., Miranda, L., & Montes, F. (2002). Nematodes on strawberries in Southern Spain. Effects on yield and control of *Meloidogyne hapla*. *Nematology*, 4, 309-308.
- Wang, N.-Y., Turechek, W. W., & Peres, N. (2019). Thermotherapy via aerated steam: a safe practice to strawberry with benefits in disease control. *Phytopathology*, 109, S2.71.
- Wang, S. Y., & Galletta, G. J. (2002). Compositional change in *Colletotrichum* (Anthracnose) infected strawberry fruit. *Acta Horticulturae*, 567, 815–819.
- Warner, F. (2018). Nematode Problems on Strawberries. <https://pestid.msu.edu/nematodes-problems-on-strawberries/>. Accessed 7 Dec 2018
- Watson, T. T., & Desaegeer, J. A. (2019). Evaluation of non-fumigant chemical and biological nematicides for strawberry production in Florida. *Crop Protection*, 117, 100–107.

- Yücel, S., & Günaçtı, H. (2019). Toprak Solarizasyonu ve Fumigant Uygulamalarının Domates ve Çilek Seralarında Fungal Kök Hastalıklarına Etkisi, *Toprak Su*, vol. 8, no. 2, pp. 107–113.
- Yu, Q. (2008). Species of *Pratylenchus* (Nematoda: *Pratylenchidae*) in Canada: description, distribution, and identification. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 30, 477-485.

## **SURVEY ON DISEASE PROBLEMS OF CABBAGE (*BRASSICA OLERACEA* VAR. *CAPITATA*) IN NIĞDE, TURKEY**

**Sibel DERVİŞ<sup>1</sup>, Çiğdem ULUBAŞ SERÇE<sup>2</sup>, İ. Adem BOZKURT<sup>3</sup>**

### **INTRODUCTION**

Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*), a member of Brassicaceae (brassicacae, crucifers or cole crops), valued for the capacity to store nutrients and medical properties, is an economically important and widely cultivated vegetable crop grown commercially for consumption of its heads worldwide (Rimmer et al., 2007) and in Niğde, Turkey. It is thought to have originated in the Mediterranean region (Rimmer et al., 2007). Major constraints for cabbage cultivation are traditional and emerging oomycetes, fungal, viral, and bacterial diseases along with abiotic stress factors (Rimmer et al., 2007). Studies on etiology and epidemiology are very important for the cultivation of cabbage. As far as we know, the prevalence of disease problems was not surveyed on cabbage in Turkey. This lack of information about the potential threat of cabbage diseases in Niğde province, a major producer of Turkey, provided the impetus for this study. In this chapter, we describe major diseases or disorders of cabbage monitored in 300 fields at more than 30 sites across Niğde in 2017-2018.

---

<sup>1</sup> Mardin Artuklu Mardin Artuklu University, Vocational School of Kızıltepe, Department of Plant and Animal Production, 47000 Mardin, Turkey, sibeldervis@gmail.com

<sup>2</sup> Niğde Ömer Halisdemir University, Ayhan Şahenk Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Department of Plant Production and Technologies, 51240 Niğde, Turkey, culubas@gmail.com

<sup>3</sup> Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 31100 Antakya/Hatay, Turkey, iabozkurt@mku.edu.tr

## **MATERIALS AND METHODS**

### **Observation of Symptoms**

The field surveys were conducted in *Brassica oleracea* var. *capitata* subvar *alba* grown districts of Kaynarca, Sazlıca, Kemerhisar, Bor and Ulukışla in the province of Nigde, Turkey during the growing season of year 2017-2018. A total 300 fields were monitored. In every field, disease and pest problems were recorded on leaves and stems of heads and roots.

### **Sampling and Isolation**

Cabbage plant parts showing various symptomatic tissues, bordering lesions and rots, and signs of pathogens were collected separately from each field. Symptom appearance and development noted and photographed for each disease observed.

For bacterial isolations, vascular tissues of cabbage plants were used. Small fragments (5-10mm) from each infected tissue were aseptically cut with a sterile scalpel and placed in a sterile eppendorf tube containing saline (0.85%) and macerated with sterile sticks. One hundred  $\mu$ l of homogenate was spread on plates containing yeast dextrose chalk medium (YDC). After two days of incubation at 28°C a single, yellow, convex and mucoid bacterial colonies were selected and purified by re-streaking on YDC (10g yeast extract, 20g glucose, 20g CaCO<sub>3</sub> and 15g agar in 1L of distilled water) medium. The bacterial strains were preserved at -80°C in 15% glycerol for further studies.

Bacterial isolates were streaked onto trypticase soy broth agar (TSBA) and incubated for 24 h 28°C for fatty acid methyl ester (FAME) analysis. Cellular fatty acids were extracted and derivatized to their fatty acid methyl esters (FAMES) as described by Janse (1991). FAMES were separated by the Microbial Identification System (MIDI Microbial ID, Inc., Newark, NJ) utilizing an Agilent Technologies 6890N GC with a G2614A autosampler and a 7683 injector. FAME peaks were analyzed using MIDI, Sherlock software ver. RTSBA 6.0.

For fungal isolations, affected plant parts and pathogen signs from cabbage were surface-sterilized with 1% NaOCl for 2 min, rinsed with

sterilized water, dried, placed on potato dextrose agar (PDA) and V8 agar amended with streptomycin, and incubated at 22-25°C under continuous cool-white fluorescent light for 7 days. Hyphal tips of the growing colonies were transferred to a new PDA plate for purification. In some cases, single-spore cultures from lesions were directly produced by growing scraped conidia on water agar (WA) and incubated at 22-25°C with a 12-h photoperiod. Sometimes, affected plant parts were incubated in moist chambers for 48 h observed and spore structures and mycelia were observed and measured under a light microscope at 40X. Most fungal and oomycete species were either identified on the basis of their morphological and pathogenicity characteristics and/or symptom appearances.

Other biotic stresses such as viruses, a bacterium and other disorders were estimated based on their symptom appearance on cabbage plants.

### **Pathogenicity Tests**

Pathogenicity tests were only carried for some bacterial, fungal and oomycete species. For each fungal and oomycete species, a different pathogenicity procedure was conducted.

Pathogenicity tests of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* were performed on 2-month-old plants of cabbage (*B. oleracea* var. *capitata* L.) cv. Niğde white head cabbage. Bacterial isolates were grown on YDC agar for 48 h at 28 °C, harvested and adjusted to 10<sup>8</sup> cfu/ml in 0.85 % (w/v) saline solution (Massomo et al., 2003). Cabbage leaves were inoculated by spraying a bacterial suspension. Three plants inoculated for each bacterial isolates. Distilled water inoculated plants were used as control. All plants were incubated in polyethylene humid chambers for 24 h in growth rooms maintained at 28°C. Typical symptoms were recorded at 14 days after inoculation.

For *Alternaria* species, pathogenicity tests were performed on 3-month-old plants of white head cabbage (*B. oleracea* var. *capitata* subvar *alba* L.). Leaves of five plants were inoculated by spraying a conidial suspension of one representative isolate of each species (10 ml/plant, 10<sup>5</sup> conidia/ml water) prepared from cultures from cultures grown at 20 to 25 °C for 10 to 14 days

on V8 agar using manual pressure sprayer. Two plants per isolate sprayed only with distilled water served as controls. Inoculated and control plants were enclosed in plastic bags and incubated at 25 °C for 72 h.

For *Leptosphaeria maculans*, cotyledons of 10-day-old 15 local white head cabbage plants grown in potting mix in pots were wound inoculated (punctured in the center with a sterilized needle) with 10 µl of a pycnidiospore suspension ( $1 \times 10^7$  conidia/ml) of an isolate and incubated at 22 °C for 15 days. The control cotyledons (15) were inoculated with 10 µl sterilized water.

For *Hyaloperonospora parasitica*, pathogenicity tests were conducted by pressing abaxial surfaces of excised infected leaves with abundant sporulation onto cotyledons of 10-day-old 15 white head cabbage plants grown in pots in potting mix. Ten noninoculated plants maintained under the same conditions served as the control. Inoculated and control plants were placed in plastic bags, previously sprayed with water, for 48 h and maintained in the greenhouse thereafter.

For *Sclerotinia sclerotiorum*, fully expanded leaves of a 2-month-old local white head cabbage were used in a detached leaf assay by placing a 1-cm mycelial plug taken from a 4-day-old culture to the upper side of each leaf. Control leaves were inoculated with sterile agar plugs. Leaves were placed in a moist chamber and incubated at 22 °C for 2 weeks.

To conduct pathogenicity tests of *Rhizoctonia solani*, 10 cabbage heads were inoculated with 5-mm<sup>2</sup>-diameter plugs from the margin of a culture of the fungus on PDA and placed in plastic boxes held at 25°C. Two isolates of *R. solani* cultured from different heads were included in the assays. Control heads received plugs of sterile PDA. A moist paper towel was included in each box to maintain humidity.



## RESULTS AND DISCUSSION

### Isolation and morphological characterization of isolates

A total of 50 bacterial isolates were isolated from black rot infected tissues. As a result of FAME analysis all isolates were identified as *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* causing black rot of cabbage. The disease was characterized by V-shaped, chlorotic to necrotic lesions at the margin of leaves and blackened vascular tissues (Vicente et al. 2001) (Figure 1 a-d). Complete breakdown occurred at the end of the disease (Figure 1a).



Figure 1. Symptoms of black rot of cabbage caused by the aerobic, gram-negative bacterium *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*; Severe black rot in a cabbage field (a) A cross section of the plant showing necrosis and rot in the vascular system (b) Close-up of V-shaped lesions along with yellow leaf veins are typical of black rot (c) Lesions on the margins of leaves occur when the black rot bacterium infect the leaves (d)

A total of 57 *Alternaria* spp. isolates from symptomatic cabbage leaves revealing leaf spot symptoms were collected from 20 fields in different locations. All leaves showed similar symptoms, including initially tiny grey to black-brown necrotic lesions, and as the disease progressed, they were progressively covered with concentric zones that were 5 to 15 mm in diameter

encircled with dark borders or chlorotic halos on the adaxial surfaces (Figure 2a-e). The disease incidence approached 20 to 40%. Leaf tissues bordering lesions were treated with NaOCl (1%) for 2 min, rinsed in sterile water, blotted dry, and placed on potato dextrose agar amended with 0.5 g streptomycin sulfate per liter. Plates were incubated in the dark at 25°C for 2 to 3 days, followed by incubation under NUV light and a 12-h light/dark photoperiod for 6 to 8 days. *Alternaria* colonies were consistently isolated from affected leaves. *Alternaria* species (Ascomycetes, Pleosporales) identifications for 57 representative isolates were done based on morphological characteristics of the colony and sporulation. Three species viz. *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc. 1880 (Blagojevic et al., 2015), *A. brassicicola* (Schwein.) Wiltshire 1947 (Gao et al., 2014), *A. japonica* Yoshii 1941 (syn: *A. raphani*) (Bassimba et al., 2013; Tidwell et al., 2014) were identified. *A. brassicicola* was the most common species (59.6%) identified. The frequency of co-occurrence of both *A. brassicicola* and *A. brassicae* was a common phenomenon in the inspected fields. The concomitant infection with *A. brassicicola*, *A. brassicae* and *A. japonica* was very low.



Figure 2. Various types of *Alternaria* leaf blight or spot symptoms causing necrotic lesions on the leaves of cabbage (a-e)

15 isolates produced colonies which were initially white, turning brown within 5 to 7 days and black within 10 to 14 days from plating on PDA with dark concentric rings and intensive sporulation. Conidia were light brown, elongate and obclavate, produced singly or in short chains, with 8 to 13 transverse septa and 0 to 4 longitudinal or oblique septa. Mature conidia were 15 to 36 µm wide and 90 to 190 µm long with a beak cell 50 to 110 µm long. Based on morphological characteristics, these isolates were identified as *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc (Simmons, 2007).

34 isolates produced colonies which were dark olive-green to black in color and velvety. The numerous olivaceous, cylindrical or obclavate conidia occurred on branched and long chains of 8 to 11 conidia, ranged in size from 20 to 63 µm in length, were 7 to 19 µm wide, contained from 1 to 6 transverse septa with rare longitudinal septa. An apical beak was absent. On potato dextrose agar (PDA) the colony was dark olive-green to black in color and velvety. Based on these morphological characteristics, these isolates were identified as *Alternaria brassicicola* (Schwein) Wiltshire (Simmons, 2007).

Eight isolates produced colonies which were white at first and gradually turned olivaceous-grey. These isolates grew slower than other two *Alternaria* species. No conidia developed on PDA. However, conidia were produced on V8 agar after three weeks of incubation. Conidia produced were ovoid to ellipsoid, light brown, beakless with 3 to 7 constricted transverse septa and 1 to 2 longitudinal septa, 30.0 to 69.0 × 12.5 to 20.0 µm and were borne singly or in short chains of 2 to 3 conidia. In addition, aggregated hyphal chains of dark, thick-walled ornamented micro-chlamydospores were produced by the hyphae. The fungus was identified morphologically as *Alternaria japonica* Yoshii (Simmons, 2007).

Blackleg-infested cabbage stems and leaves showing 10- to 15-mm gray lesions with numerous pycnidia were collected from symptomatic plants in three surveyed locations (Kaynarca, Bor, and Sazlıca) (Figure 3 a-e; 4 a-c). Disease incidence ranged from 15 to 67% in ten surveyed fields. A total of 15 isolates produced black-brown, globose pycnidia containing cylindrical hyaline conidia (4 to 5 × 2 µm) on PDA. These characteristics matched the

description for *Leptosphaeria maculans* (Desmaz) Ces. & de Not (anamorph = *Phoma lingam*) (Vincenot et al., 2008). The presence of characteristic pink pycnidia in concentric rings formed on V8 agar confirmed the isolates as being *L. maculans*.



Figure 3. Leaf symptoms of black leg disease (a-e) caused by *Leptosphaeria maculans* (anamorph *Phoma lingam*) on cabbage plants. The tiny fungal fruiting bodies (pycnidia) present on the lesions.



Figure 4. Below-ground symptoms of cabbage plants with black leg stem symptoms caused by *Leptosphaeria maculans*; This fungus travels from the lesions in the leaf down to the lower stem and roots, causing a canker (b), which can weaken the stem or kill the plants and can affect the water-conducting vessels causing internal discoloration (c) and leading to wilting and/or death of the plant

Downy mildew infested older leaves of 10 plants in two fields of Kemerhisar and Ulukışla had light green-yellow enlarging into irregular tan necrotic lesions on the upper sides (Figure 5 a), grayish white moldy growths on the abaxial surfaces (Figure 5 b). Cabbage heads developed sunken black spots. Microscopic observations revealed dichotomously branched sporangiophores with slender curved tips. Sporangiophores ended with sterigmata bearing single sporangia. Sporangia were ovoid and measured  $18.8$  to  $25.1 \times 15$  to  $19.2 \mu\text{m}$  (average  $21 \times 17 \mu\text{m}$ ). The pathogen was identified as *Hyaloperonospora parasitica* (Pers.: Fr.) Constant. 2002 (Oomycetes, Peronosporales) based on its morphological characteristics (Spencer, 1981).

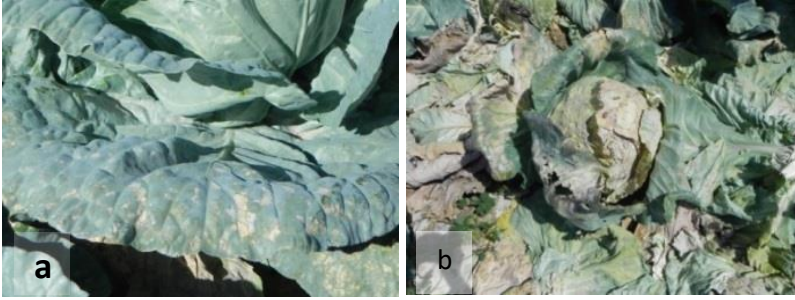


Figure 5. Symptoms of downy mildew caused by *Hyaloperonospora parasitica* on cabbage leaves. Irregular shaped brown to yellow lesions on the leaves (a) and spore-bearing structures of the pathogen on the abaxial surfaces of leaves (b)

White or head rot symptoms on mature cabbage heads (20 plants) were observed in 5 commercial fields of Kaynarca and Sazlıca in Niğde (Figure 6 a). Leaves on mature cabbage heads exhibited necrotic, water-soaked lesions with whitish and cottony mycelia and black irregular sclerotia (Figure 6 b, c). Disease incidence varied from 2 to 5% in the affected fields. Sclerotia collected from 20 symptomatic heads from 11 fields produced irregular shaped and  $2 \times 10$  mm in size sclerotia at the periphery of the petri dish after 7 days of incubation. Based on morphological characteristics of mycelia and sclerotia, all isolates were identified as *Sclerotinia sclerotiorum* (Kohn, 1979).



Figure 6. Symptoms of white or head rot caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. Severe head rot in a cabbage field (a) The fungus progresses up the main stem and invades more leaves through the petioles and forms large and black sclerotia (b) A blackish decay starting at the base of the leaves is evident in the head rot phase of this disease (c)

*Rhizoctonia* head rot affected cabbages (15 plants) in two fields of Bor and Sazlıca had midrib lesions (Figure 7 a) on the leaves and water-soaked spots or decay covering the major portions of the outer leaves of cabbage heads (Figure 7 b). The outer leaves later collapsed, and the rot gradually extended to the inner leaves. Based on morphological traits, including mycelium branched at right angles with a septum near the branch and a slight constriction at the branch base. Hyphal cells were determined to be multinucleate when stained with 4,6-diamino-2-phenyl indole (DAPI). Colonies initially were white, turned brown after 2 to 3 days, and eventually developed dark brown sclerotia. The characteristics of colony morphology, hyphal branching pattern, and nuclear conditions indicated that the isolates belonged to *Rhizoctonia solani* (Sneh and Ogoshi, 1998).



Figure 7. Symptoms of *Rhizoctonia* head rot caused by *Rhizoctonia solani*. Midrib lesions on a cabbage leaf displaying firm, small, brown sclerotia (a) Collapsed cabbage with *Rhizoctonia* head rot (b)

### Pathogenicity Tests

14 days after leaf inoculation, all *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* isolates showed typical leaf symptoms of disease.

Each *Alternaria* species produced lesions similar to those on the naturally infected plants developed on leaves 7 days after inoculation with the spore suspension, whereas control plants remained symptomless. Re-isolated fungi showed the same colony morphology of their respective isolates. No fungus was isolated from control plants. Based on these results, the disease was identified as *Alternaria* leaf spot of cabbage caused by *A. brassicicola*, *A. brassicae*, and *A. japonica*.

*Leptosphaeria maculans* produced necrotic lesions or tissue collapse on wound inoculated cotyledons after 15 days. The control cotyledons were healthy. Fungi re-isolated from the lesions were similar to the original *L. maculans* isolates in colony morphology both on PDA and V8 agar. No fungi were isolated from the control cotyledons.

Typical symptoms of downy mildew developed on the inoculated plants and the same oomycete was observed on the leaves 10 days after inoculation. Noninoculated plants did not show symptoms.

*Sclerotinia sclerotiorum* produced necrotic lesions with fluffy mycelia and black sclerotia after 2 and 10 days of incubation, respectively. *S. sclerotiorum* was recovered from all inoculated symptomatic leaves, but not from control leaves, which remained symptomless.

*Rhizoctonia solani* inoculation resulted in the development of symptoms similar to those observed on the original plants developed on the inoculated cabbages but control heads remained healthy. *R. solani* was reisolated from brown to black lesions on these heads, completing Koch's postulates. Rhizoctonia head rot or foliar blight of cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) has previously been reported in China (Yang et al. 2007) and USA (Abawi and Martin, 1985).

### **Other Biotic Diseases Visually Observed**

Symptoms of bacterial soft rot caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (Figure 8), white or blister rust caused by *Albugo candida* (Figure 9), anthracnose caused by *Colletotrichum higginsianum* (Figure 10), Fusarium yellows caused by the soil-inhabiting fungus *Fusarium oxysporum* (Figure 11), and light leaf spot caused by *Pyrenopeziza brassicae* (Figure 12) were only occasionally observed in some fields and not serious problems on cabbages in Niğde.



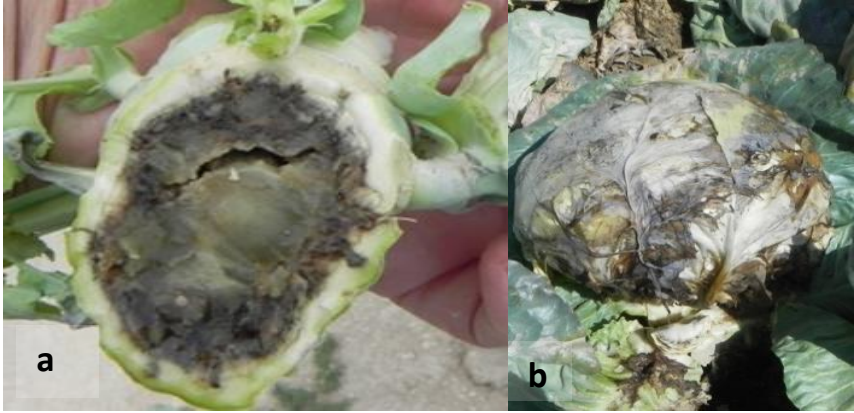


Figure 8. Bacterial soft rot in cabbage caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (a, b)

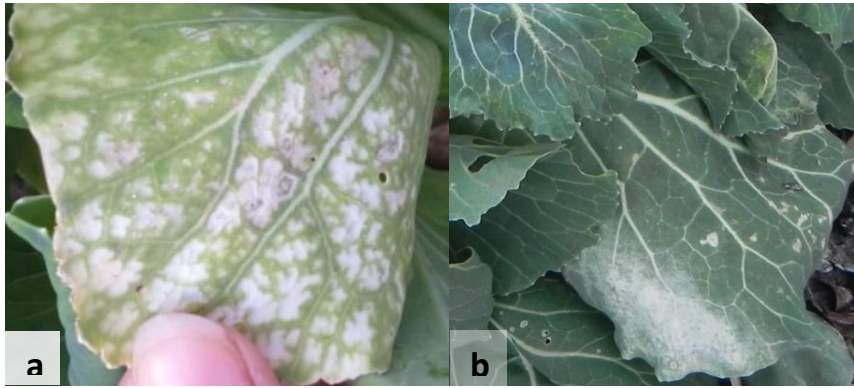


Figure 9. Cabbage white rust (a, b) caused by *Albugo candida* (Oomycetes, Peronosporales)

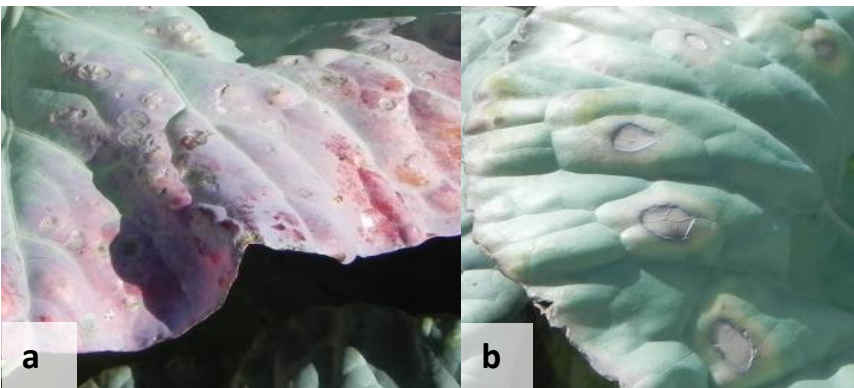


Figure 10. Symptoms of anthracnose caused by *Colletotrichum higginsianum*. Lesions on upper leaf surfaces of cabbage (a, b)



Figure 11. Fusarium yellows caused by *Fusarium oxysporum*. Because the fungus is attacking the vascular system, the leaves do not obtain adequate moisture and nutrients, so they begin to collapse and appear stunted (a, b)



Figure 12. Cabbage head heavily infected by light leaf spot (chlorotic leaf spot) (*Pyrenopeziza brassicae*, anamorph, *Cylindrosporium concentricum*) (Ascomycetes, Helotiales) groups of small black spore droplets on lower (a, b, c) and upper leaf surfaces (d)

Viruses including turnip mosaic virus (Figure 13 a-c, e-f), also called black ringspot, seem like frequently affected cabbages in Niğde. Viral diseases are known to be transmitted by aphids including *Brevicoryne brassicae* (Figure 14 a-d), which prevalently damaged plants (Figure 13 d) in surveyed fields strongly supporting this knowledge (Figure 14). In a few surveyed fields, irregularly formed blotches probably caused by manganese toxicity (Figure 15) and enation symptoms for which the cause is not known (Figure 16) were observed on a small number of plants.



Figure 13. Various symptoms of virus infections on cabbages. Necrotic spotting on cabbage caused by turnip mosaic virus on the abaxial leaf surfaces of cabbage (a, b) Symptoms of vein clearing caused by turnip mosaic virus (c) Aphid damage on cabbage plants (d) Big vein symptoms on cabbage leaves caused by turnip mosaic virus (e, f)

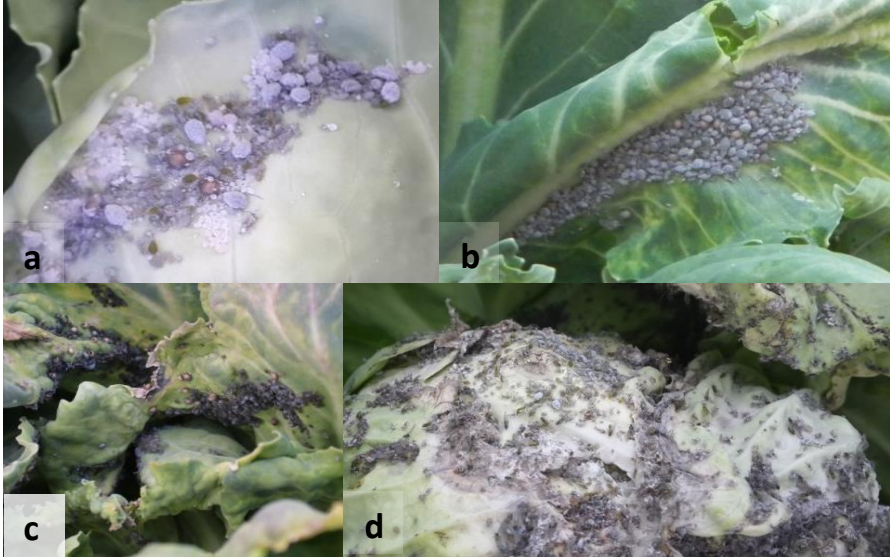


Figure 14. Virus transmitting cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) nymphs and adults (a, b, c) Alates (winged individuals with dark head and thorax; all alates are adult, but not all adults have wings. Not all aphid species produce winged adults, and many do so in response to crowding, nutritional or environmental cues) on cabbage leaves (d)



Figure 15. Cabbage leaves with yellow, irregularly formed blotches, probably caused by manganese toxicity



Figure 16. Ennation symptoms of cabbage leaves. Small leaflets appear on the main leaf lamina. Unusual symptom for which the cause is not known.

## CONCLUSION

Fungal and bacterial diseases are the major constraint on cabbage production in Turkey and worldwide. According to the results obtained, black rot disease caused by *X. campestris* pv. *campestris* was the most common and important bacterial disease in the cabbage production areas of Niğde province. Blackleg was the predominant fungal disease limiting production but, with increased intensification of production, head rots and other sporadic or minor diseases monitored in 300 fields at more than 30 sites across Niğde from 2017 to 2018 may cause quantitative and qualitative losses and reduce the shelf life of cabbage. Microscopic examination of fungal cultures obtained from collected samples and pathogenicity tests confirmed *Alternaria brassicae* (15 isolates), *A. brassicicola* (34 isolates), and *A. japonica* (8 isolates) as causal agents for Alternaria leaf spot, *Leptosphaeria maculans* (36 isolates) for blackleg, *Hyaloperonospora parasitica* for downy mildew (10 isolate), *Sclerotinia sclerotiorum* (20 isolates) for white or head rot, and *Rhizoctonia solani* (15 isolates) for Rhizoctonia head rot or foliar blight disease. Control strategies to minimize major diseases (black rot and black leg) are urgently required. Lastly, varietal differences were observed for some diseases suggesting that resistance to these pathogens is already present in some local varieties.

## REFERENCES

- Abawi G. S., & Martin S. B. (1985). Rhizoctonia foliar blight of cabbage in New York State. *Plant Disease*, 69, 158–161.
- Bassimba, D. D. M., Mira, J. L., & Vicent, A. (2013). First Report of *Alternaria japonica* Causing Black Spot of Turnip in Spain. *Plant Disease*, 97, 1505.
- Blagojevic, J., Dolovac, N., Ivanovic, Z., Oro, V., Popovic, T., Ignjatov, M., & Vukojevic, J. (2015). First report of horseradish leaf spot caused by *Alternaria brassicae* in Serbia. *Plant Disease*, 99, 730.
- Gao, J., Liu, Y. N., Nan, N., Lu, B. H., Xia, W. Y., & Wu, X. Y. (2014). *Alternaria brassicicola* causes a leaf spot on *Isatis indigotica* in China. *Plant Disease*, 98(10), 1431.

- Kohn, L. M. (1979). *Phytopathology*, 69, 881.
- Massomo, S. M. S, Nielsen, H. Mabagala, R. B. Mansfeld-Giese K., Hockenhull, J., & Mortensen, C. N. (2003). Identification and characterisation of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* strains from Tanzania by pathogenicity tests, Biolog, rep-PCR and fatty acid methyl ester analysis. *European Journal of Plant Pathology*, 109, 775–789.
- Rimmer, S. R., Shattuck, V. I., & Buchwaldt, L. (2007). Compendium of Brassica Diseases. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- Simmons, E. G. (2007). *Alternaria: An Identification Manual*. CBS Fungal Biodiversity Centre Ser. 6, 1–775, Utrecht, The Netherlands.
- Sneh, B., & Ogoshi, A. (1998). Identification of *Rhizoctonia* Species, 3rd edn. St Paul, MN, USA: American Phytopathological Society Press.
- Spencer, D. M. 1981. The Downy Mildews. Academic Press. New York.
- Tidwell, T. E., Blomquist, C. L., Rooney-Latham, S., & Scheck, H. J. (2014). Leaf spot of arugula, caused by *Alternaria japonica*, in California. *Plant Disease*, 98(9): 1272.
- Vicente, J. G., Conway, J., Roberts, S. J., & Taylor, J. D. (2001). Identification and origin of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* races and related pathovars. *Journal of Phytopathology*, 91, 492–499.
- Yang, G. H., Chen, J. Y., & Pu W. Q. (2007). First report of head rot of cabbage and web blight of snap bean caused by *Rhizoctonia solani* AG-4 HGI. *Plant Pathology*, 56(2), 351–351.

**DOĞU AKDENİZ BÖLGESİ ERİK VE KAYISI AĞAÇLARINDA  
PAS HASTALIĞININ (*TRANZSCHELIA PRUNI-SPINOSAE* VAR.  
*DISCOLOR* (FUCKEL) DUNEGAN) YAYGINLIĞI VE ŞİDDETİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Serap TOKER DEMİRAY<sup>1</sup> Efkan AKÇALI<sup>2</sup>**

**GİRİŞ**

Sert çekirdekli meyveler grubunda yer alan erik ve kayısının, ülkemizin çeşitli yörelerinde, iklim ve toprak isteklerine göre yetiştiriciliği yapılmaktadır. Erik ve kayısı çeşitleri olgunluk zamanlarına göre erkenci, orta mevsim ve geçci; olarak ayrılmaktadır. Erik ve kayısı meyveleri ise sofralık, kurutmalık ve sanayide kullanılmak üzere tüketilmekte ve değerdendirilmektedir (Anonim, 2011; Anonim, 2019). Dünyada Türkiye, Eski Sovyet Birliği, Romanya, Çin, Eski Yugoslavya, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya ve Fransa önemli erik ve kayısı üretimi yapan ülkelerdir (Southwick ve Ogawa, 1995). Türkiye’de meyve veren erik ve kayısı ağaç sayısı 8.589.387 ve 17.265.792’dir. Erik ve kayısı meyve üretimi ise sırasıyla 317.946 ve 4846.606 tondur. Doğu Akdeniz Bölgesi’nde, meyve veren erik ağacı sayısı 1.876.235 ve yıllık meyve üretimi 89.575 ton ile toplam erik üretiminin %28’sini sağlamaktadır Meyve veren kayısı ağacı sayısı 3.216.703 ve yıllık kayısı üretimi ise 243.911 ton ile toplam kayısı üretiminin yaklaşık %29’udur (Tuik, 2019). Özellikle Mut, Silifke (Mersin) ve Samandağ (Hatay) ilçeleri, Asya – Avrupa grubunda yer alan ve erkenci sofralık özellikleri ile

---

<sup>1</sup>Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye,  
[serap.tokerdemiray@tarimorman.gov.tr](mailto:serap.tokerdemiray@tarimorman.gov.tr)

<sup>2</sup>Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye,  
[efkan.akcali@tarimorman.gov.tr](mailto:efkan.akcali@tarimorman.gov.tr)

yöre halkı için önemli bir ekonomik değer oluşturan Can eriği (*Prunus cerasifera*) grubunda bulunan Papaz ve Can eriği yetiştiriciliği yönünden öne çıkan üretim alanlarına sahiptir. Sofralık kayısı yetiştiriciliğinde büyük önem taşıyan Thrinthe kayısı çeşidi ile erkenci yetiştiricilikte başta Mersin olmak üzere bölge illeri önemli birer üretim alanıdır. Mut ve Silifke ilçelerinde kurulmuş olan tarım satış kooperatifleri ve birlikler sayesinde, yörede, hasat sezonunda erik ve kayısı borsaları oluşturulmakta ve iç pazara önemli bir tedarikçi olmaktadır. Erkenci kayısı ve erik yetiştiriciliğinin ciddi bitki koruma sorunları da bulunmaktadır. Bu sorunlar genel olarak sert çekirdekli için ortak olup, *Armillaria* kök çürüklüğü (*Armillaria mellea*), *Phytophthora* kök ve kökboğazı çürüklüğü (*Phytophthora* spp.), Çiçek ve meyve monilyası (*Monilinia* spp.), Yaprak delen (*Wilsonomyces carpophilus*), *Leucostoma* kanseri (*Leucostoma* spp.), *Eutypa* geriye ölüm (*Eutypa lata*) ve Pas (*Tranzschelia pruni-spinosae* var. *discolor*) bölgemizde görülen önemli fungal hastalıklardır. Sert çekirdeklilerde pas hastalığına *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzschel & Litv. ve *T. pruni-spinosae* (Pers.:Pers) Dietel türleri neden olmaktadır. *T. discolor*, konukçusuna özelleşmiş çeşitli f. sp' e sahiptir. Erikte zarar oluşturan *T. discolor* f. sp. *domesticae*'dir (Adaskaveg, 2002; Bertrant, 1995). Ancak Türkiye'de yapılan bir çalışmada erik'te pas hastalığı *T. pruni-spinosa* var. *discolor* olarak tanımlanmış ve ilk kayıt olarak bildirilmiştir (Soylu, ve ark., 2004).

Pas (*T. pruni-spinosae* var. *discolor*) hastalığı önemli bir fungal hastalıktır. Pas hastalığı, özellikle erik olmak üzere, sert çekirdekli meyve ağaçlarının bir yaprak hastalığı olup, yoğun hastalık koşullarında erken yaprak dökümü ile meyve verim ve kalitesine önemli zararlar vermektedir. Hastalığın görüldüğü ağaçlarda, ağaç tacında çalılışma ve strese bağlı direnç düşüklüğüne neden olmaktadır. Pas hastalığının yaprak belirtileri tüm sert çekirdeklielerde benzerdir. İlk belirtiler yaprağın her iki yüzeyinde soluk sarımsı yeşil lekeler şeklinde başlar ve lekeler parlak sarıya döner. Yaprığın alt yüzeyindeki lekelerden oluşan püstüllerde tipik turuncu-kahverengi üredinosporlar gelişir. Sonbahara doğru teliosporlar oluşur. Hastalık kışı yere dökülmüş yapraklarda ya da sürgünlerde miselyum olarak geçirir. Yağmur, yağmurlama sulama üredinospor salınımını teşvik eder ve rüzgâr yardımıyla



hava kökenli üredinospor yayılır. İlk belirtiler genç fidanların yapraklarında görülür, daha sonra tüm yapraklar enfekte olur ve erken yaprak dökümlerine neden olur (Bertrant, 1995; Soylu ve ark., 2004). Bu çalışma ile Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yer alan Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye illerinde yetiştiriciliği yapılan erik ve kayısı ağaçlarında pas hastalığının yaygınlığı ve şiddetinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yürütülmüştür. Çalışmada, erik ve kayısı bahçeleri, pas hastalığı etmeni *T. pruni-spinosa* var. *discolor* ile arazi ve laboratuvar malzemeleri kullanılmıştır. Pas hastalığının erik ve kayısı ağaçlarındaki yaygınlığı ve şiddetini belirlemek amacıyla Adana, Mersin, Osmaniye, Hatay ve Kahramanmaraş illerinde, 2009 yılında 29 Nisan, 2010 yılında ise 30 Nisan tarihinden itibaren periyodik olmayan arazi çıkışları yapılmıştır. Çalışmalar sırasında 10 dekara kadar olan üretim alanlarından 10 ağaç, 20 dekara kadar olanlardan 20 ağaç, 50 dekara kadar olanlardan 30 ağaç ve 50 dekardan büyük alanlardan 50 ağaç örneklenmiştir (Erkılıç ve ark., 1999). Bahçede bitkiler hasta sağlam olarak kontrol edilmiş ve kontrol edilen bahçenin hastalıkla bulaşıklık oranı, hasta bitki sayısının toplam bitki sayısına oranlanmasıyla bulunmuştur.

Bulaşıklık Oranı (%) = [(Hastalıklı Bitki SayısıX100)/Toplam Bitki Sayısı]

Her bahçe için hastalıklı ağaç yüzdeleri bulunduktan sonra tartılı ortalama ile o bölgeye ait yaygınlık oranı bulunmuştur (Bora ve Karaca, 1970).

Yaygınlık Oranı = [Σ(Bahçedeki hastalık oranı (%) x Bahçe alanı(dekar) / Toplam alan (dekar)]

Tesadüfen seçilen ağaçların dört farklı yönünden ve ağaç tacında boy hizasındaki sürgünlerde 25'er adet yaprakta sayımı yapılmıştır (Reuveni, 2000). Hastalık şiddetini belirlemek için, Çizelge 1'de verilen modifiye edilmiş elma memeli pası hastalığı değerlendirme skalası kullanılmıştır

(Anonim, 2009). İndeks formülüne göre skala değerleri kullanılarak hastalık şiddeti bulunmuştur (Karman, 1971).

$$\text{Hastalık şiddeti (\%)} = [S(n.V)/Z.N]$$

(S: toplam, n: skalada farklı hastalık derecelerine isabet eden örnek adedi, V: skala değeri, Z: en yüksek skala değeri, N: gözlem yapılan toplam örnek adedi)

Çizelge 1. Erik pası hastalığının şiddetinin belirlenmesinde kullanılan skala

Skala değeri	Hastalık tanımı
0	Hiç leke yok
1	Yaprakta 1-3 leke var
2	Yaprakta 4-10 kadar leke var
3	Yaprakta 11-15 kadar leke var
4	Yaprakta 16-25 kadar leke var
5	Yaprakta 26 ve daha fazla leke var

## BULGULAR VE TARTIşMA

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde bulunan Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye illerindeki erik ve kayısı ağaçlarındaki pas hastalığının yaygınlığı ve şiddetini belirlemek için 2009 ve 2010 yıllarında inceleme yapılmıştır. Gidilen yerler Çizelge 2 ve 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. Doğu Akdeniz Bölgesi il ve ilçelerinde 2009 ve 2010 yıllarında incelenen erik bahçe sayısı

Örnekleme Yapılan Yer		İncelenen Bahçe Sayısı (adet)	
İl	İlçe	2009	2010
Adana	Seyhan	10	7
	Ceyhan	3	2
	Yüreğir	7	4
	Kozan	3	3
	İmamoğlu	2	2
Hatay	Belen	13	12
	İskenderun	8	6
	Samandağ	13	14
Kahramanmaraş	Andırın	2	1

Bitki Korumada Son Gelişmeler

Mersin	Mut	35	25
	Silifke	16	18
	Tarsus	7	8
Osmaniye	Kadirli	2	2
	Merkez	1	1
<b>Toplam</b>		<b>122</b>	<b>105</b>

Çizelge 2 incelendiğinde, erik ağaçlarında pas hastalığının yaygınlığı ve şiddetini belirlemek amacıyla 2009 yılında Adana'da 25, Hatay'da 31, Kahramanmaraş'ta 2, Mersin'de 58 ve Osmaniye'de 3 bahçede örnekleme yapılmıştır. 2010 yılında Adana'da 18, Hatay'da 32, Kahramanmaraş'ta 1, Mersin'de 51 ve Osmaniye'de ise 3 bahçede örnekleme yapılmıştır. Sonuç olarak Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye illerinde 2009 yılında 122 ve 2010 yılında 105 bahçe olmak üzere toplam 227 erik bahçesine gidilmiştir. Erik bahçesinde pas hastalığının ilk enfeksiyonu yapraklarda 2009 yılında 13 Mayıs ve 2010 yılında 11 Mayıs tarihinde Hamam Köyü (Mut-Mersin)'nde, tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Doğu Akdeniz Bölgesi il ve ilçelere ait 2009 ve 2010 yıllarında incelenen kayısı bahçe sayıları

Örnekleme Yapılan Yer		İncelenen Bahçe Sayısı (adet)	
İl	İlçe	2009	2010
Adana	Seyhan	21	14
	Ceyhan	8	5
	Yüreğir	11	12
	Kozan	21	3
	İmamoğlu	8	1
Hatay	Belen	7	5
	İskenderun	4	3
	Samandağ	6	4
Kahramanmaraş	Andırın	5	3
Mersin	Mut	13	10
	Silifke	12	15
	Tarsus	15	10
Osmaniye	Kadirli	5	3
	Merkez	5	1
<b>Toplam</b>		<b>116</b>	<b>89</b>
<b>Genel Toplam</b>			<b>205</b>

Çizelge 3 incelendiğinde, Kayısı ağaçlarında pas hastalığının yaygınlığı ve şiddetini belirlemek amacıyla 2009 yılında Adana'da 48, Hatay'da 17, Kahramanmaraş'ta 5, Mersin'de 40 ve Osmaniye'de 6 bahçede örnekleme

yapılmıştır. 2010 yılında pas hastalığının yaygınlığı ve şiddetini belirlemek amacıyla Adana'da 35, Hatay'da 12, Kahramanmaraş'ta 3, Mersin'de 35 ve Osmaniye'de 4 bahçede örnekleme yapılmıştır. Sonuç olarak Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye illerinde 2009 yılında 116 ve 2010 yılında 89 bahçe olmak üzere toplam 205 kayısı bahçesine gidilmiştir. Kayısı ağaçlarında pas hastalığının ilk enfeksiyonu yapraklarda 2009 yılında 14 Mayıs tarihinde Çerçikayası Köyü (Samandağ-Hatay)'nde, 2010 yılında 18 Mayıs tarihinde Koyuncu Köyü (Seyhan-Adana)'nde tespit edilmiştir. Sonuç olarak, 2009 ve 2010 yılında Doğu Akdeniz Bölgesi (Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye) bulunan illerdeki erik ve kayısı ağaçlarındaki pas hastalığının yaygınlık oranı (%) ve şiddetini belirlemek amacıyla erik ağaçlarında 227 bahçe, kayısı ağaçlarında 205 bahçe olmak üzere toplam 432 bahçede örnekleme yapılmıştır. Doğu Akdeniz Bölgesi il ve ilçelerinde örnekleme yapılan bahçelere ait 2009 ve 2010 yıllarında erik ağaçlarındaki pas hastalığının yaygınlık oranı (%) ve hastalık şiddeti Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Örneklemenin yapıldığı il ve ilçelerde erik ağaçlarında 2009 ve 2010 yıllarında pas hastalığının yaygınlık oranı (%) ve şiddeti

Örnekleme Yapılan Yer		Erik			
İl	İlçe	2009		2010	
		Yaygınlık Oranı (%)	Hastalık Şiddeti (%)	Yaygınlık Oranı (%)	Hastalık Şiddeti (%)
Adana	Seyhan	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ceyhan	0.0	0.0	0.0	0.0
	Yüreğir	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kozan	0.0	0.0	0.0	0.0
	İmamoğlu	0.0	0.0	0.0	0.0
Hatay	Belen	0.0	0.0	0.0	0.0
	İskenderun	0.0	0.0	0.0	0.0
Kahramanmaraş	Samandağ	60.0	3.4	60.0	3.0
	Andırın	0.0	0.0	0.0	0.0
Mersin	Mut	100.0	4.2	100.0	4.4
	Silifke	100.0	4.1	100.0	4.1
	Tarsus	0.0	0.0	0.0	0.0
Osmaniye	Kadirli	0.0	0.0	0.0	0.0
	Merkez	0.0	0.0	0.0	0.0

Çizelge 4 incelendiğinde, erik ağaçlarındaki pas hastalığının 2009 ve 2010 yıllarında Adana, Kahramanmaraş ve Osmaniye illerinde tespit edilemediği görülmektedir. Hatay ilinde sadece Samandağ ilçesinde hastalık görülmüş 2009 yılında yaygınlık oranı %60.0 ve hastalık şiddeti 3.4 olurken 2010 yılında yaygınlık oranı %60.0 ve hastalık şiddeti 3 olmuştur. Mersin ilinde hastalık Mut ve Silifke ilçesinde tespit edilirken Tarsus ilçesinde ise tespit edilmemiştir. 2009 yılında Mersin ili Mut ve Silifke ilçelerinde hastalığın yaygınlık oranı %100 ve hastalık şiddeti Mut ilçesinde 4.2, Silifke ilçesinde 4.1 olmuştur. 2010 yılında da bu ildeki hastalığın yaygınlık oranı Mut ve Silifke ilçelerinde %100 olurken ve hastalık şiddeti Mut ilçesinde 4.4 ve Silifke ilçesinde 4.2 olmuştur. Mersin ilinin Mut ve Silifke ilçeleri her iki yılda da erik ağaçlarının hastalıkla %100 bulaşık olduğu bulunmuştur. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde bulunan il ve ilçelere ait örnekleme yapılan bahçelerde 2009 ve 2010 yıllarında kayısı ağaçlarındaki pas hastalığının yaygınlık oranı (%) ve hastalık şiddeti Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Örneklemenin yapıldığı il ve ilçelerde kayısı ağaçlarında 2009 ve 2010 yıllarında pas hastalığının yaygınlık oranı (%) ve şiddeti

İl	Örnekleme Yapılan Yer İlçe	Kayısı			
		2009		2010	
		Yaygınlık Oranı (%)	Hastalık Şiddeti (%)	Yaygınlık Oranı (%)	Hastalık Şiddeti (%)
Adana	Seyhan	0.0	0.0	5.0	1.3
	Ceyhan	30.0	2.8	25.0	2.1
	Yüreğir	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kozan	0.0	0.0	0.0	0.0
	İmamoğlu	0.0	0.0	0.0	0.0
Hatay	Belen	0.0	0.0	0.0	0.0
	İskenderun	0.0	0.0	0.0	0.0
	Samandağ	20.0	2.1	15.0	2.1
Kahramanmaraş	Andırın	0.0	0.0	0.0	0.0
	Mut	20.0	1.3	15.0	1.3
Mersin	Silifke	20.0	1.1	20.0	1.1
	Tarsus	0.0	0.0	8.0	1.4
	Kadirli	0.0	0.0	0.0	0.0
Osmaniye	Merkez	0.0	0.0	0.0	0.0

Çizelge 5 incelendiğinde, kayısı ağaçlarında pas hastalığının 2009 ve 2010 yıllarında Kahramanmaraş ve Osmaniye illerinde tespit edilemediği görülmektedir. Adana ilinde 2009 yılında yaygınlık oranı ve hastalık şiddeti

Ceyhan ilçesinde %30 ve 2.8 bulunmuştur. 2010 yılında ise Ceyhan ve Seyhan ilçelerinde yaygınlık oranı %25 ve %5.0 olurken, hastalık şiddeti 2.1 ve 1.3 olmuştur. Hatay ilinde sadece Samandağ ilçesinde hastalık görölmüş 2009 yılında yaygınlık oranı %20, 2010 yılında ise yaygınlık oranı %15 olmuştur. Her iki yılda hastalık şiddeti 2.1 olmuştur. Mersin ilinde 2009 ve 2010 yıllarında Mut ve Silifke ilçesinde hastalık tespit edilirken Tarsus ilçesinde ise sadece 2010 yılında hastalık tespit edilmiştir. Bu ildeki 2009 yılında hastalığın yaygınlık oranı Mut ve Silifke ilçelerinde %20 ve hastalık şiddeti Mut ilçesinde 1.3, Silifke ilçesinde 1.1 olmuştur. 2010 yılında bu ildeki hastalığın yaygınlık oranı Mut ilçesinde %15, Silifke ilçesinde %20 ve Tarsus ilçesinde %8.0 olurken hastalık şiddeti Mut ilçesinde 1.3, Silifke ilçesinde 1.1 ve Tarsus ilçesinde 1.4 olmuştur. Kayısı ağaçlarında pas hastalığı 2009 ve 2010 yıllarında en çok Adana ilinin Ceyhan ilçesinde yetiştirilen *Thrinthe* çeşidinde görölmüştür.

## SONUÇ

Doğu Akdeniz Bölgesi (Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Mersin, Osmaniye)'nde 2009 ve 2010 yıllarında erik ve kayısı ağaçlarındaki pas hastalığının yaygınlık oranı (%) ve şiddetini belirlemek amacıyla erik ağaçlarında 227 bahçe, kayısı ağaçlarında 205 bahçe olmak üzere toplam 432 bahçede örnekleme yapılmıştır. Pas hastalığının yoğun olarak bulunduğu Mut, Silifke (Mersin) ve Samandağ (Hatay) ilçelerinde erkenci Papaz ve Can eriği (*Prunus cerasifera*) çeşitleri yetiştirilmektedir. Çalışmaların yürütöldüğu diğer illerde ise daha geççi, Japon eriği (*Prunus salinica*) grubu çeşitleri yetiştirilmektedir. Her iki yılda da örnekleme yapılan bahçelerde, hastalığın ilerleyen sezon boyunca da Japon eriği (*P. salinica*) grubunda görölmemesi, Mut ve Silifke ilçelerinde ise hastalığın devam etmesi iklimsel farklılıklardan kaynaklanan bir etkinin olmadığını göstermiştir. Doğu Akdeniz Bölgesinde, 2009-2010 yıllarında pas hastalığının erik ağaçlarında %100 yaygınlık oranı ve 4.2 ve 4.4 hastalık şiddeti ile Mut (Mersin) ilçesinde Papaz ve Can eriklerinde tespit edilmiştir. 2003 yılında Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesinde yetiştirilen eriklerde erik pası ile ilgili ilk rapor edilen çalışmada da erik ağaçlarındaki yaygın yaprak lekesi ve yoğun yaprak dökümlerinin görölmesi ile örtüşmektedir (Soylu ve ark., 2004). Kayısı ağaçlarında ise

2009 yılında %30 yaygınlık ve 2.8 hastalık şiddeti ile Ceyhan (Adana) ilçesinde Thrinthe çeşidinde tespit edilmiştir. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yer alan Mersin (Mut, Silifke) ve Hatay (Samandağ) illerinde 2009-2010 yıllarında yürütülen çalışmalarda, her iki yılda da erik ağaçlarında hastalığın yaygınlığı paralellik göstermiştir. Pas hastalığının erik ve kayısı ağaçlarında çeşit tercihi nedeniyle, Papaz ve Can eriği çeşitleri ve Thrinthe kayısı çeşidinde hastalığın şiddetli enfeksiyonlar oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Adaskaveg, J. E., (2002). Rust in Part II. (Almond Diseases). Compendium of Nut Crop Diseases in Temperate Zones (ed.: B.L. Teviotdale, T.J. Michailides, J.W. Pscheidt). The American Phytopathological Society, USA. 89.
- Anonim. (2009). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Zirai Mücadele Standart İlaç Deneme Metotları, Bitki Hastalıkları, Ankara.
- Anonim. (2011). Bahçecilik. Erik Yetiştiriciliği 621EEH025. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. Ankara. 42.
- Anonim. (2021). Kayısı. Kayısı Anaçları. [https://dspace.ankara.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12575/41532/\\_Cekirdekli\\_Meyve\\_Turleri\\_Ders\\_Notu%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.ankara.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12575/41532/_Cekirdekli_Meyve_Turleri_Ders_Notu%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Bertrant, P. F. (1995). Rust Disease in Compendium of Stone Fruit Diseases (ed.: J.M. Ogawa, E.I. Zehr, G.W. Bird, D.F. Ritchie, K. Uriu, J.K. Uyemoto). The American Phytopathological Society, USA. 98.
- Bora, T., & Karaca, İ. (1970). Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı, Yayın No: 167*, 43.
- Erkılıç, A., Camhoş, Y., Biçici, M., Pala, H., & Canhoş, E. (1999). Çukurova'da Mineola Tangelolarda Alternaria Kahverengi Leke (*Alternaria alternata f.sp. citri*) Hastalığının Şiddetinin Belirlenmesi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23 (1999) Ek Sayı 3, 643-647.

- Karman, M. (1971). Denemelerin Kuruluşu ve değerlendirme Esasları. Tarım bakanlığı Zirai M¼cadele ve Zirai Karantina Genel M¼d¼rl¼ę¼ Yayınları, Mesleki Kitaplar Serisi, Ankara. 269.
- Reuveni, M. (2000). Efficacy of trifloxystrobin (Flint), a new strobilurin fungicide, in controlling powdery mildews on apple, mango and nectarine, and rust on prune trees. *Crop Protection* 19, 335-341.
- Southwick, S. M. & Ogawa, J. M. (1995). Plum and Prune in Compendium of Stone Fruit Diseases (ed.: J.M. Ogawa, E.I. Zehr, G.W. Bird, D.F. Ritchie, K. Uriu, J.K. Uyemoto). The American Phytopathological Society, USA. 98.
- Soylu, S., Soylu E.M., & Kurt, ř. (2004). First report of leaf rust on plum (*Prunus cerasifera*) by *Tranzschelia pruni-spinosa* var. *Discolor* in the eastern Mediterranean region of Turkey. *Plant Pathology*, 53. 257. <https://doi.org/10.1111/j.0032-0862.2004.00976.x>.
- Reuveni, M. (2000). Efficacy of trifloxystrobin (Flint), a new strobilurin fungicide, in controlling powdery mildews on apple, mango and nectarine, and rust on prune trees. *Crop Protection* 19, 335-341.
- Tuik. (2019). T¼rkiye İstatistik Kurumu. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr). (Erişim tarihi: 20.08.2021).



***OSTRINIA NUBILALIS* HUBNER (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)  
VE *SESAMIA NONAGRIOIDES* LEFEBVRE (LEPIDOPTERA:  
NOCTUIDAE)'NİN BİYOLOJİK MÜCADELESİ**

**Abdurrahman Sami KOCA<sup>1</sup>, Gülay KAÇAR<sup>2</sup>**

## **GİRİŞ**

Anavatanı Orta Amerika olan mısır bitkisi (*Zea mays* L.) (Gramineae=Poaceae), Dünya’da tarımı yapılan en önemli ürünler arasında yer almaktadır. Dünya genelinde yıllık dane mısır üretimi 1 milyar ton olup, Amerika Birleşik Devletleri yıllık yaklaşık 350 milyon ton ile en çok mısır üreten ülke konumundadır (FAO, 2021). Türkiye’de mısır, buğday ve arpadan sonra en fazla üretilen tahıl konumundadır (TUIK, 2021). Mısır, sahip olduğu zengin besin maddeleri nedeniyle, insan ve hayvan beslenmesi bakımından önemli bir bitkidir. Mısır veya mısırdan elde edilen ürünler, doğrudan insan beslenmesinde kullanıldığı gibi yem, unlu mamuller, bitkisel yağ, çerez üretimi, nişasta ve nişasta bazlı şeker üretimi, patlayıcı ve tekstil sanayi gibi birçok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Dünya mısır üretiminin yaklaşık %60’ı hayvan yemi olarak tüketilmekle birlikte, %40’ı gıda ve diğer sanayi kollarında kullanılmaktadır (Özcan, 2009).

Mısır bitkisi, bazı böcek türleri tarafından ekonomik olarak zarara uğratılmaktadır. Ülkemizde yedi takıma bağlı 83 adet böcek türü mısır bitkisinde zarara neden olmaktadır. Bunlar arasından üç adet lepidopter türü primer ve altı adet lepidopter türü de potansiyel zararlı olarak bildirilmiştir

---

<sup>1</sup> Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bolu, Türkiye, a.samikoca@yahoo.com.tr

<sup>2</sup> Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bolu, Türkiye, gulaysahan@yahoo.com

(Lodos, 1981). Mısırın ana zararlısı olarak Mısır kurdu, *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera: Crambidae) en önemli türdür. Ayrıca, *Sesamia* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae) cinsine (Lepidoptera: Noctuidae) bağlı türler de Akdeniz ülkelerinde oldukça önemli zararlılar olup, Afrika ve Asya'da da yaygın görülen türler olduğu bildirilmiştir (Anglade, 1972; Melamed-Madjar ve Tam, 1980; Hilal, 1981; Onukogu, 1984; Dicke ve Guthrie, 1988). *O. nubilalis* ve Mısır koçankurdu *Sesamia nonagrioides* (Lefebvre) ülkemizde Akdeniz, Karadeniz, Ege ve İç Anadolu bölgelerinde mısırın en önemli zararlıları olarak kaydedilmiştir (Özdemir, 1981; Derin, 1992; Öztemiz ve ark., 2008). Akdeniz ülkelerinde mısırın ana zararlısı olarak gösterilen *S. nonagrioides* ve *O. nubilalis*, mısır bitkisi 40-50 cm boya ulaştığında, sap ve koçanlarında zarara neden olduğu bildirilmiştir (Kornoşor ve ark., 1995a; Bayram ve Kornoşor, 1999; Malvar ve ark., 2002). Bu zararlılara karşı mücadelenin yapılmadığı tarlalarda ürün kaybı birinci ürün mısırdaki yaklaşık %10, ikinci üründe ise %100'e ulaştığı kaydedilmiştir (Öztemiz ve ark., 2008; Özcan, 2009). Bu türlerin mısırın yanı sıra, süpürge darısı, kamış, su kamışı, çeltik, buğday, arpa, yulaf ve bazı süs bitkilerinde beslendiği kaydedilmiştir (Tsitsipis ve ark., 1984).

Günümüzde, tarımsal alanlarda hastalık, zararlı ve yabancı ot nedeniyle oluşan ürün kayıplarını en aza indirebilmek amacıyla birçok mücadele yöntemi geliştirilmiştir. Bu mücadele yöntemleri içerisinde kimyasal mücadele, etkisinin kısa sürede görülmesi, hızlı bir şekilde sonuca ulaşılması ve uygulamanın kolay olması, diğer mücadele yöntemlerine oranla daha fazla tercih edilmektedir. Ancak kimyasal mücadelenin uygulanmasında görülen kolaylıkların yanı sıra hedef olmayan organizmalar üzerinde olumsuz etkileri sonucu, potansiyel zararlı türlerin ana zararlı konumuna geçmesi, doğal düşmanları yok etmesi, hedef organizmalarda dayanıklılık problemi, çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilerinin olması ve süreklilik sağlanamaması gibi birçok problem nedeniyle alternatif mücadele yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlar arasında tüm mücadele yöntem ve tekniklerinin bir arada uyum içerisinde kullanılarak mevcut zararlı popülasyonunu ekonomik zarar eşliğinin (EZE) altında tutabilen 'Entegre Mücadele' çalışmaları oluşturulmuştur (Smith ve Reynolds, 1966). Entegre mücadelede önemli bir

yere sahip olan ‘Biyolojik Mücadele’ uygulamaları ön plana çıkmaktadır. Biyolojik mücadele doğal dengeyi koruması, dayanıklılık sorununu ortadan kaldırması, insan ve çevre sağlığına olumsuz etkilerinin olmaması, sürdürülebilir ve uzun vadede ekonomik olması nedenlerinden dolayı öncelikle tercih edilmesi gereken bir yöntem haline gelmiştir (Uygun ve ark., 2010). Biyolojik mücadele; predatörler, parazitoitler ve patojenler kullanılarak zararlı popülasyonlarının baskı altına alındığı etkili bir yöntemdir (Dreistadt, 2007).

Bu derlemede mısırın önemli zararlılarından olan *O. nubilalis* ve *S. nonagrioides* türlerinin biyolojik mücadeledeki durumları incelenmiştir.

### ***Ostrinia nubilalis*'in Biyolojik Mücadelesi**

*Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) cinsine ait yumurta parazitoitleri, *O. nubilalis*'in biyolojik mücadele programlarında yaygın olarak öne çıkmaktadır (Wajnberg ve Hassan, 1994). *Trichogramma* türleri yüzyılı aşkın bir süredir biyolojik mücadele etmeni olarak kullanılmaktadır. Polifag olan bu türler; Diptera, Lepidoptera, Hemiptera, Coleoptera, Neuroptera ve Hymenoptera gibi takımların aralarında bulunduğu 10 böcek takımından birçok türü parazitlemektedir (Smith, 1996). Günümüze kadar 180 adet *Trichogramma* türü belirlenmiş olup, bunlar arasından yedi türün agro-ekosistemlerdeki böcek zararlılarını kontrol etmek için kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu cinse bağlı türlerin özellikle lepidopter zararlılarına karşı oldukça etkili olduğu bildirilmiştir (Li, 1994). Söz konusu yumurta parazitoitleri, zararlıyı henüz bitkiye zarar vermeden yumurta döneminde öldürmeleri ve laboratuvar üretimlerinin kolay olması gibi üstünlükleri nedeniyle zararlı ile mücadelede özel bir öneme sahip olduğu kaydedilmiştir (Hassan, 1993). Ticari olarak temin edilebilen çeşitli *Trichogramma* türlerinin çoğaltılarak salınmasıyla, *O. nubilalis*'in biyolojik mücadelesi Avrupa'da başarılı bir şekilde uygulanmıştır (Bigler ve Brunetti, 1986; Ravensberg ve Berger, 1988; Pavlik, 1993; Hassan, 1993). Bu türler içerisinde *T. ostriniae* (Pang ve Chen, 1974) ve *T. evanescens* Westwood; Çin, Fransa, Almanya, Moldova ve Türkiye'de *O. nubilalis*'i kontrol etmek için en etkili türler olarak bulunmuştur (Özpinar ve ark., 1999).

*Ostrinia nubilalis*'in mücadelesinde *Trichogramma* türlerinin kullanımı ile ilgili birçok çalışma yürütülmüştür. Voegele ve ark. (1975), Fransa'da *Trichogramma* türleri tarafından *O. nubilalis*'in yumurta paketleri üzerindeki parazitlenme oranlarının %86 ile %96 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Kuzey İsviçre'de *O. nubilalis*'e karşı salınan *T. evanescens*'in parazitlenme oranının %100'e kadar ulaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca zararlı ile bulaşık bitkilerin oranının parazitoit salınan alanlarda %4.0-5.6, kontrol parsellerinde ise %68.3-95.2 arasında olduğu bildirilmiştir (Suter ve Babler, 1976). Ülkemizin Karadeniz Bölgesi'nde yer alan mısır tarlalarında ise *T. evanescens*'in, *O. nubilalis* yumurtaları üzerindeki parazitlenme oranının %96'lara kadar ulaştığı tespit edilmiş (Özdemir, 1981), Batı Karadeniz Bölgesi'nde *O. nubilalis* yumurtalarının doğal parazitlenme oranları yaklaşık %87 ile %98 oranında olduğu belirlenmiştir (Melan ve ark., 1996). Çukurova Bölgesi'nde *O. nubilalis* için *T. evanescens*'in doğal parazitlenme oranları üç yıl üst üste %2.36, %27.17 ve %51.06 olarak tespit edilmiş, zararlının üçüncü dölüne karşı 5.000 adet parazitoit/2.5 da salındığında bu oranın %75'lere kadar ulaştığı ve parazitlenme etkisinin dördüncü dölün sonuna kadar devam ettiği bildirilmiştir (Kayapınar, 1991). Başka bir çalışmada, *O. nubilalis*'in üçüncü dölüne karşı 2.000 adet parazitoit/da salımının, yaklaşık %75'lik bir parazitlenme sağladığı belirlenmiştir (Özpinar ve Kornoşor, 1997). *T. evanescens*'in ikinci ürün mısır ekimlerinde 75.000 adet parazitoit/da salımı, *O. nubilalis* yumurtalarında %80.93 oranında parazitlenme sağladığı ve bulaşık bitkilerin sayısını ise yaklaşık %57 oranında azalttığı tespit edilmiştir (Coşkuntuncel ve Kornoşor, 1996). Diğer bir çalışmada ise *T. evanescens* salımının, *O. nubilalis* larvaları tarafından zarar gören bitkilerin sayısını %96 oranında azalttığı bildirilmiştir (Öztemiz, 2009). *T. maidis* (Pintureau ve Voegele)'in boğma (inundative) salımın, mısır tarlasındaki larva zararının yaklaşık %70'ini azalttığı belirlenmiştir (Bigler ve Brunetti, 1986). Bulgaristan'da yapılan bir çalışmada ise *O. nubilalis*'e karşı 200.000 adet *T. maidis* salındığında parazitlenme oranının %87'lere kadar ulaştığı tespit edilmiştir (Karadjov, 1989). *T. ostriniae* ile ilgili yapılan bir çalışmada ise salım yapılan parsellerdeki parazitlenme oranının ortalama %48 olduğu ve kontrol parsellerinden (%1.9) önemli ölçüde daha yüksek olduğu

belirlenmiştir. Ayrıca salım yapılan parsellerdeki parazitlenmenin kontrol parsellerine göre %86.2 oranında arttığı bildirilmiştir (Kuhar ve ark., 2004). Bu çalışmalar incelendiğinde *Trichogramma* cinsine ait yumurta parazitoitlerinin, *O. nubilalis*'in mücadelesinde oldukça etkili olduğu anlaşılmaktadır. *Trichogramma* türlerinin kolay ve hızlı üretilmelerinin yanı sıra zararlıların yumurtalarını yüksek oranlarda parazitleyebildiklerinden dolayı zararın önlenmesi açısından da oldukça önemli olduğu kaydedilmiştir (Smith, 1996; Mansour, 2010; Mills, 2010). Bu nedenle, dünyada birçok ülkede *Trichogramma* türleri ticari olarak üretilerek zararlıların kontrolünde önemli doğal düşmanlar olarak kullanılmaktadır (Smith, 1996; Pinto, 1999; Consoli, 2010). Sonuç olarak, bu türler dünyada *O. nubilalis*'e karşı etkili biyolojik mücadele etmenleri olarak ön plana çıkmaktadır.

*Trichogramma* türlerinin yanısıra, *O. nubilalis*'in tespit edilen birçok parazitoit ve predatör tür bulunmaktadır. Parazitoit türler olarak *Habrobracon* (=Bracon) *hebetor* Say., *H. brevicornis* Wesmael, *Cotesia ruficrus* Haliday, *Iphiaulax importor* Scopoli, *Schizoprymnus obscurus* Nees ve *Chelonus annulipes* Wesmael (Hym.: Braconidae), *Eriborus* (=Diadegma) *terebrans* Grav., *Diadegma crassicornis* Grav., *Pimpla spuria* Grav., *Phaeogenes nigridens* Wesm., *Sinophorus turionum* Ratzeburg ve *Eristicus clericus* Gravenhorst (Hym.: Ichneumonidae), *Sympiesis virudula* Thomsoni (Hym.: Eulophidae), *Pseudoperichaeta insidiosa* R.D., *Lydella thompsoni* Hert., *Actia pilipennis* Fallen ve *Peribaea tibialis* Robineau-Desvoidy (Dip.: Tachinidae) tespit edilmiştir (Pavuk ve Hughes, 1998; Folcher ve ark., 2011; Camerini ve ark., 2016; Camerini ve ark., 2018). Predatör türler olarak ise *Coleomegilla maculata* DeGeer, *Coccinella septempunctata* L. (Col.: Coccinellidae), *Stenus flavicornis* Erichson (Col.: Staphylinidae) *Orius insidiosus* Say ve *Orius* sp. (Hem.: Anthocoridae), *Chrysopa vulgaris* Schneider, *C. oculata* Say ve *C. plorabunda* Fitch (Neu.: Chrysopidae), *Trombidium fuliginosum* Koch ve *Allothrombium fuliginosum* Hermann (Actinedida: Trombidiidae), *Hippodamia convergens* Guerin, *H. tredecimpunctata* L. (Col.: Coccinellidae) ve *Melanoplus* spp. (Orth.: Acrididae) tespit edilmiştir (Zwolfer, 1928; Baker ve ark., 1949; Froeschner, 1950; Conrad, 1959; Andow ve Risch, 1985).

### ***Sesamia nonagrioides*'in Biyolojik Mücadelesi**

*Sesamia nonagrioides*'in en etkili biyolojik mücadele etmenlerinden biri olan *Telenomus (Platytenomus) busseolae* Gahan (Hym.: Scelionidae), birçok lepidopter türünün de soliter yumurta parazitoiti olarak bilinmektedir (Alexandri ve Tsitsipis, 1990; Sétamou ve Schulthess, 1995). Bu parazitoit ilk olarak Gahan (1922) tarafından Güney Afrika'da *Busseola fusca* Hampson (Lep.: Noctuidae) üzerinde *T. busseolae* olarak tanımlanmıştır. Daha sonra *S. cretica* (Lederer) yumurtalarından elde edilmiş ve *Platytenomus hylas* Nixon (Hym.: Scelionidae) olarak yeniden tanımlanmıştır (Nixon, 1935). Son olarak Fergusson (1983), bu iki türün aynı olduğunu belirterek "*Telenomus (Platytenomus) busseolae* (Gahan)" adının geçerliliğini ilan edilmiştir (Fergusson, 1983). Bu parazitoit tür Afrika'nın tamamı, Orta Doğu, Hindistan, İran, Irak, İsrail, Yunanistan ve Türkiye'yi kapsayan geniş bir coğrafyaya yayılmıştır (Fergusson, 1983; Kayapınar ve Kornoşor, 1990; Polaszek ve ark., 1993).

Yumurta parazitoiti *T. busseolae*'nin mısırdaki zararlı sap kurtları üzerindeki etkinliği birçok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur. Sudan'da sorgum ve mısırdaki *S. cretica* yumurtalarında *P. hylas*'ın parazitlenme oranı %99 olarak kaydedilmiştir (Bedford, 1935). Afrika'nın Mauritius Adası'nda, mısır bitkisindeki *S. vutera* Stoll yumurtalarında, *P. hylas*'ın ortalama parazitlenme oranı yaklaşık %7 olarak tespit edilmiştir (Moutia ve Courtois, 1952). Mısır'da, *P. hylas*'ın *S. cretica* yumurtalarındaki parazitlenme oranı yaklaşık %75 olarak bulunmuştur (Hafez ve ark., 1979). Yine Mısır'da, iki farklı şeker kamışında tespit edilen *S. cretica* yumurtalarındaki *Telenomus* sp.'nin parazitlenme oranlarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Temerak ve Negm, 1979). *Telenomus* sp., Mısır'da şeker kamışı, sorgum ve mısır bitkisinin her birinde *S. cretica* yumurta kümelerinde yaklaşık %65'ten fazla parazitlenme oranıyla en baskın parazitoit olarak tespit edilmiş, ancak bu ürünler arasında parazitlenme oranlarında önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir (Temerak, 1981). Gana'da yapılan bir çalışmada ise *P. busseolae*'nin, şeker kamışındaki *Sesamia* sp. yumurtaları üzerinde %60 ile %80 arasında bir parazitlenme oranına sahip olduğu belirlenmiştir (Scheibelreiter, 1980). Bu çalışmaya benzer şekilde Türkiye ve Yunanistan'da

da *T. busseolae*'nın, *S. nonagrioides* yumurtalarını yaklaşık aynı oranlarda parazitlediği bildirilmiştir (Alexandri ve Tsitsipis, 1990; Kornoşor ve ark., 1995b). İran'da yapılan çalışmalarda ise, *S. nonagrioides* ve *S. cretica*'nın şeker kamışı üzerindeki yumurtaları *Telenomus* sp. tarafından %85 oranında parazitlendiği tespit edilmiştir (Baniabbassi, 1981). Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, yumurta parazitoiti *P. busseolae*'nin oldukça etkili bir parazitoit olduğu, *Sesamia* cinsine ait türlerin popülasyonlarının azaltılmasında önemli ölçüde katkı sağladığı kaydedilmiştir.

*Sesamia nonagrioides*'in tespit edilen diğer birçok parazitoiti olduğu bildirilmiştir. Bu türler; *T. evanescens*, *H. hebetor*, *Cotesia ruficrus* ve *Apanteles* spp. (Hym.: Braconidae), *Ichneumon sarcitorius* L., *Coccygomimus* (= *Pimpla*) *turionella* Bogenschütz, *Pimpla spuria*, *Syspasis rufinus* Grav. ve *Barichneumon* sp. (Hym.: Ichneumonidae), *Conomorium patulum* (Walk.) (Hym.: Pteromalidae) ve *Sarcophila latifrons* (Fallen) (Dip.: Sarcophagidae) olarak bildirilmiştir (Sertkaya ve Kornoşor, 2000; Monetti ve ark., 2003; Gözüaçık ve ark., 2007; Gözüaçık ve ark., 2009).

## ***Ostrinia nubilalis*'in ve *Sesamia* Türlerinin Biyolojik Mücadelesinde Entomopatojen Organizmalar**

### **Entomopatojen Nematodlar**

Entomopatojenik nematodlar (EPN), son yıllarda ticari olarak üretilen ve dünyanın büyük bir bölümünde toprakta yaşayan böceklerin biyolojik mücadele etmeni olarak bitki koruma alanında dikkat çekmiştir (Gaugler, 1981; Klein, 1990; Smart, 1995; Canhilal ve ark., 2017). Bugüne kadar, 19 böcek takımından yaklaşık 3.000 adet kadar böcek-nematod ilişkisi kaydedilmiştir. EPN'ler, Nematoda şubesinde olup, iki sınıfa ait 14 familyada yer aldığı bildirilmiştir (Kaşkavalcı, 1999). Heterorhabditidae ve Steinernematidae (Rhabditida) familyalarında yer alan EPN türler, etkili biyolojik mücadele etmenleri olarak ön plana çıktığı kaydedilmiştir (Gaugler, 1981; Kaya ve Gaugler, 1993). EPN'ler genellikle tek bir konukçu böceği enfekte etmektedirler. EPN juvenilleri; böceklerin anüs, ağız, solunum sistemi, genital açıklıklar gibi doğal vücut açıklıkları yoluyla veya böcek kütikulasından böceklerin vücut boşluğuna nüfuz ederek etki ettiği

bildirilmiştir. Bunlardan *Steinernema* (Rhabditida: Steinernematidae) cinsine bağlı türler *Xenorhabdus* spp. bakterileri ile *Heterorhabditis* (Rhabditida: Heterorhabditidae) cinsine bağlı türler ise *Photorhabdus* spp. bakterileriyle mutualistik olarak yaşamakta olup, böceğin vücut boşluğuna yerleşen bu bakteriler böcek vücudunda hızla çoğalarak, 24-48 saat içinde böceğin ölmesine neden olarak etki ettiği kaydedilmiştir (Kaya ve Gaugler, 1993; Kaya ve Koppenhöfer, 1999; Berry, 2007).

Entomopatojen nematodların, mısırdaki söz konusu zararlı türler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla birçok çalışma yürütülmüştür. *Steinernema glaseri* veya *S. feltiae*'nin laboratuvar ve sera koşullarında mısır bitkisinde *O. nubilalis*'in popülasyonlarını azaltmada etkili olduğu bildirilmiştir (Riga ve ark., 2001). Benzer şekilde sera koşullarında *S. carpocapsae*'nin *O. nubilalis* larvalarında yüksek ölüm oranlarına neden olarak önemli ölçüde popülasyonlarını azalttığı belirlenmiştir (Ben-Yakir ve ark., 1998). Gözel ve Güneş (2013) *Heterorhabditis bacteriophora*, *S. feltiae* ve *S. carpocapsae*'nin *Sesamia cretica* üzerindeki virülensliğini belirlemek için yaptıkları çalışmada, *S. carpocapsae* ve *S. feltiae*'nin 15, 20, 25 ve 30 °C sıcaklıklarda benzer sonuçlara sahip olduğunu ancak *H. bacteriophora*'nın düşük sıcaklıklarda düşük ölüm oranına sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Halawa ve ark. (2007), *S. carpocapsae*'nin EPN'lerin inokulasyon yoğunluğuna bağlı olarak *S. cretica*'nın %60-73 arasında ölüm oranına neden olduğunu belirtmiştir. Diğer bir çalışmada ise mısır tarlalarında *S. cretica*, *Chilo agamemnon* Bleszynski (Lep.: Crambidae) ve *O. nubilalis* gibi sap kurtlarının mücadelesinde *H. bacteriophora* ve *S. carpocapsae* türleri kullanılmış, sonuç olarak *S. cretica* larvalarında sırasıyla %97 ve %100 ölümlere neden olduğu tespit edilmiştir (El-Wakeil ve Hussein, 2009). *O. nubilalis*'in biyolojik mücadele etmeni olarak *H. bacteriophora* ve *S. carpocapsae* türlerinin potansiyeli laboratuvar, sera ve tarla koşullarında değerlendirilmiş ve söz konusu EPN'lerin *O. nubilalis*'in mücadelesinde başarıyla kullanılabildiği bildirilmiştir (Ben-Yakir ve ark., 1998).



## Entomopatojen Funguslar

Entomopatojen funguslar, birçok zararlı böcek popülasyonunun doğal denge içerisinde ekonomik zarar eşiğinin altında kalmasına destek olan önemli organizmalardır. Birçok entomopatojen fungus türü ticari olarak üretilmekte ve dünyanın farklı bölgelerinde biyolojik mücadele etmeni olarak birçok zararlı böcek türüne karşı kullanılmaktadır (Sevim ve ark., 2015; Altınok ve ark., 2019). Entomopatojen funguslar doğrudan böcek kutikulasından giriş yapmaktadırlar ve bu süreç kısmen fiziksel ve enzimatik olarak gerçekleşmektedir. Entomopatojen funguslar, ilk olarak fungus sporları böcek kutikulasına yerleştikten sonra sporlar çimlenerek apressorium oluşturur ve böylelikle kutikula içerisine girdikten sonra hipodermiste gelişen hifler böceğin vücudunda ve kan hücrelerinde çoğalmaya devam ederek böceğin ölümüne neden olmaktadır. Bu ölü bireylerde ise saprofitik gelişim ile yayılabilen aseksüel sporlar ile kalıcı seksüel ve aseksüel dönemler meydana getirdiği bildirilmiştir (Glare ve Milner, 1991; Erkilic ve Uygun, 1993; Clarkson ve Chamley, 1996).

Entomopatojen fungusların etkinliği ile ilgili birçok çalışma yürütülmüştür. Entomopatojen bir fungus olan *Beauveria bassiana*'nın, İran'da *O. nubilalis* popülasyonlarını baskı altına aldığı (Safavi ve ark., 2010) ve aynı türün, mısır saplarında *S. calamistis* ve *O. nubilalis* tarafından oluşturulan tünellerin ortalama uzunluğunu azalttığı tespit edilmiştir (Bing ve Lewis, 1992; Cherry ve ark., 2004). Wagner ve Lewis (2000) ise *B. bassiana* sporlarını mısır yapraklarının üzerine sprey ile püskürterek fungusun mısır bitkisini kolonize etmesini sağlamış ve fungusun mısırı kolonize ettikten sonra *O. nubilalis*'e karşı virülensliğini kaybetmediği tespit edilmiştir. Benzer şekilde diğer bir çalışmada da *B. bassiana*'nın, *O. nubilalis*'e karşı biyolojik mücadele etmeni olarak iyi bir aday olduğu bildirilmiştir (Demir ve ark., 2012). Başka bir çalışmada ise tarla koşullarında *S. cretica*, *O. nubilalis* ve *C. agamemnon*'a karşı *B. bassiana* ve *Paecilomyces fumosoroseus*'un etkileri değerlendirilmiş ve entomopatojen fungusların uygulandığı edilen parsellerde Mısır sap kurtları'nın zararının önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir (Sabbour ve ark., 2011). *B. bassiana*, *Metarhizium robertsii* ve *Isaria fumosorosea* türlerinin *S. nonagrioides* larvalarına karşı etkisinin doğal

koşullarda sorgum bitkisi üzerinde araştırılmış; larvaların saplara girmesinin %50-70 oranında önlendiği ve tarlada entomopatojenlerin inokulasyonu sonrası *S. nonagrioides*'in dördüncü dönem larva ölümlerinin %70-100 oranında olduğu bildirilmiştir (Mantzoukas ve ark., 2015). Sonuç olarak, bir entomopatojen fungus ile bitki arasındaki bu endofitik ilişkinin, biyolojik mücadele için kullanılabilirliğinin mümkün olduğu kaydedilmiştir (Wagner ve Lewis, 2000).

### **Entomopatojen Bakteriler**

Biyolojik mücadele etmeni olarak entomopatojen bakteriler bitki koruma alanında giderek daha fazla dikkat çekmektedir. En çok kullanılan entomopatojen bakteriler, fakültatif bakterilerin kristal oluşturan formlarıdır (Gill ve ark., 1992). Böcek vücudunun orta bağırsağından giren bakteriler, temel karakteristik olarak spesifik insektisidal endotoksinlerden (Cry proteinleri) oluşan kristaller üretmektedirler (Ruiu ve ark., 2013). Cry toksinleri, aktivite spektrumlarına göre sınıflandırılmakta olup, mısır zararlıları için primer Cry proteinleri, lepidopter türleri için Cry1 ve Cry2 ve coleopter türleri için ise Cry3 proteinleri olarak kaydedilmiştir (Schnepf ve ark., 1998). Bu bakteri, böcek tarafından mideye alınmasının ardından böcek bağırsağının epitelyumu için zararlı gözenek oluşturarak etki yaptığı tespit edilmiştir (Pigott ve Ellar, 2007).

*Bacillus thuringiensis* Berliner (Bt), belirli böcekler için toksik olan proteinler üreten bir bakteri türü olup, gram pozitif, aerobik, spor oluşturan 20'den fazla bakteri türünü içeren *Bacillus* cinsinin bir üyesidir. Bu bakteri ilk olarak 1901 yılında Japonya'da "sotto hastalığı" olarak ipek böceği (*Bombyx mori* L., Lep.: Bombycidae) larvalarında tespit edilerek izole edilmiştir (Ishiwata, 1901). Angus (1954) ise, Bt'in insektisidal etkisinin sporülasyon sırasında oluşan Cry proteinlerinden kaynaklandığını tespit etmiştir. Bt, ilk olarak 1938 yılında Fransa'da ticari bir insektisit olarak kullanılmış, mısır tarlalarında *O. nubilalis*'in zararının önlenmesi amacıyla sprey şeklinde uygulanmıştır (Aronson ve ark., 1986). *O. nubilalis* ve *S. nonagrioides*'in *B. thuringiensis*'e karşı duyarlılığını belirlemek için *B. thuringiensis*'ten saf olarak elde Cry1Ab delta-endotoksini kullanılmış ve laboratuvar çalışmaları

sonucunda *S. nonagrioides*'in bu toksine en az *O. nubilalis* kadar duyarlı olduğu belirlenmiştir (González-Núñez ve ark., 2000). Diğer bir çalışmada ise *B. thuringiensis* ve *B. safensis*'in, *S. nonagrioides* larvaları için sırasıyla %93 ve %80 oranında ölüme neden olduğu tespit edilmiştir (Eski ve ark., 2015). Federici (2002), *Bt* organizmalarının zararlı lepidopter larvalarını kontrol etmek için 50 yılı aşkın bir süredir güvenilir bir mikrobiyal insektisit olarak kullanıldığını bildirmiştir.

Ayrıca, mısır bitkisi bu spesifik Cry toksinlerini üretmek için genetik olarak dizayn edilebilmektedir. Bu yönüyle *Bt* mısır teknolojisinin, yaygın olarak kullanılan kimyasal insektisitlere bir alternatif olduğu kaydedilmiştir (Schnepf ve ark., 1998; Tyutyunov ve ark., 2007; Sanchis ve Bourguet, 2008). *Bt* mısırın bu özellikleri, *O. nubilalis*'in neden olduğu yüksek düzeyde zararı azaltabilen ve doğal olarak oluşan bir hidroksamik asit olan DIMBOA (2,4-dihidroksi-7-metoksi-1,4-benzoksazin-3-on) gibi konukçu bitkilerin direnç özelliklerine benzerlik gösterebildiği bildirilmiştir (Klun ve ark., 1967).

Bilimsel çalışmalar ve bu alanda çalışmalar yürüten işletmelerin çoğu, entomopatojen bakteriler arasında *B. thuringiensis*'e odaklanmıştır. Söz konusu organizmalar; kullanımının kolay olması, etkinlikleri, üretim maliyetlerinin ucuzluğu, bu toksinlerin çeşitliliğinin fazla olması, hedef olmayan organizmalar ve insanlar için toksik olmaması gibi nedenlerden dolayı ön plana çıkmaktadır (Sanchis ve Bourguet, 2008).

## SONUÇ

Mısır bitkisinin ana zararlısı konumunda olan ve yoğun bulaşmalarda ciddi ekonomik kayıplara neden olan *O. nubilalis* ve *Sesamia* türlerinin mücadelesinde kimyasal mücadele uygulamaları ön plana çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, bu zararlılarla mücadelede yumurtadan çıkan larvaların mısırın sap ve koçan kısımlarına girmeden önce yalnızca birkaç günlük süre içerisinde kimyasal uygulamalarının başarılı olduğu bilinmektedir. Ayrıca uygulama zamanının tam olarak ayarlanamadığı durumlarda tekrar eden kimyasal uygulamalar sonucunda, kimyasalların tarım ürünlerinde kalıntı oluşturması, hedef olmayan organizmaları yok etmesi, çevre ve insan sağlığı açısından oluşan riskler nedeniyle oldukça sakıncalı sonuçlar oluşturmaktadır. Bu

nedenle bu zararlılarla mücadelede alternatif yöntemlere gereksinim duyulmaktadır. Bu amaçla tüm mücadele yöntem ve tekniklerinin bir arada uyum içerisinde kullanıldığı mevcut zararlı popülasyonunu ekonomik zarar eşiğinin altında tutabilen ‘Entegre Mücadele’ çalışmaları ortaya çıkmıştır. Entegre mücadelede de önemli bir yere sahip olan ‘Biyolojik Mücadele’ uygulamaları ön plana çıkmaktadır. Biyolojik mücadele doğal dengeyi koruması, dayanıklılık sorununu ortadan kaldırması, insan ve çevre sağlığına olumsuz etkilerinin olmaması ve sürdürülebilir bir tarım sağlaması nedeniyle öncelikle tercih edilmesi gereken bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Alexandri, M. P., & Tsitsipis, J. A. (1990). Influence of the egg parasitoid *Platytelenomus busseolae* [Hym.: Scelionidae] on the population of *Sesamia nonagrioides* [Lep.: Noctuidae] in central Greece. *Entomophaga*, 35(1), 61-70.
- Altınok, H. H., Altınok, M. A., & Koca, A. S. (2019). Modes of action of entomopathogenic fungi. *Current Trends in Natural Sciences*, 8(16), 117-124.
- Andow, D. A., & Risch, S. J. (1985). Predation in diversified agroecosystems: relations between a coccinellid predator *Coleomegilla maculata* and its food. *Journal of Applied Ecology*, 357-372.
- Anglade, P. (1972). Les *Sesamia*. In: A.S. Balchowsky (Ed.), *Entomologie appliqué á l’agriculture*. Vol II, Lépidoptères, II. Masson et Cie, Paris, France, pp 1389-1400.
- Angus, T. A. (1954). A bacterial toxin paralyzing silkworm larvae. *Nature*, 173(4403), 545-546.
- Aronson, A. I., Beckman, W., & Dunn, P. (1986). *Bacillus thuringiensis* and related insect pathogens. *Microbiological Reviews*, 50(1), 1-24.
- Baker, W. A., Bradley, W. G., & Clark, C. A. (1949) Biological control of the European corn borer in the United States. USDA Technical Bulletin 983 p.
- Baniabbassi, N. (1981). News, entomology newsletter. *International Society of Sugar Cane Technologists*, 10, 2.

- Bayram, A., & Kornoşor, S. (1999). Biological Parameters of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on the Eggs of *Sesamia nonagrioides* Lefebvre (Lepidoptera, Noctuidae). *Proceedings of the XX Conference of the International Working Group on Ostrinia and Other Maize Pests. 4-10 September*, Adana, Türkiye, 165-170.
- Bedford HW (1935) Report of work carried out by the staff of the section during the season 1934-1935. Rep Agric Res Serv Sudan 63-96.
- Ben-Yakir, D., Efron, D., Chen, M., & Glazer, I. (1998). Evaluation of entomopathogenic nematodes for biocontrol of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, on sweet corn in Israel. *Phytoparasitica*, 26(2), 101-108.
- Berry, R. (2007). Application and evaluation of entomopathogens for control of pest insects in Mint. In: L. A. Lacey, H. K. Kaya (Ed), field manual of techniques in invertebrate pathology: application and evaluation of pathogens for control of insects and other invertebrate pests, 2nd edn. Dordrecht, The Netherlands: Springer, pp 599-608.
- Bigler, F., & Brunetti, R. (1986). Biological control of *Ostrinia nubilalis* Hbn. by *Trichogramma maidis* Pint. et Voeg. on corn for seed production in southern Switzerland. *Journal of Applied Entomology*, 102(1-5), 303-308.
- Bing, L. A., & Lewis, L. C. (1992). Endophytic *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin in corn: the influence of the plant growth stage and *Ostrinia nubilalis* (Hübner). *Biocontrol Science and Technology*, 2(1), 39-47.
- Camerini, G., Groppali, R., Tschorsnig, H. P., & Maini, S. (2016). Influence of *Ostrinia nubilalis* larval density and location in the maize plant on the tachinid fly *Lydella thompsoni*. *Bulletin of Insectology*, 69(2), 301-306.
- Camerini, G., Maini, S., & Riedel, M. (2018). *Ostrinia nubilalis* parasitoids in Northern Italy: Past and present. *Biological Control*, 122, 76-83.
- Canhilal, R., Waeyenberge, L., Yüksel, E., Koca, A. S., Deniz, Y., & Imren, M. (2017). Assessment of the natural presence of entomopathogenic

- nematodes in Kayseri soils, Turkey. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 27(2).
- Cherry, A. J., Banito, A., Djegui, D., & Lomer, C. (2004). Suppression of the stem-borer *Sesamia calamistis* (Lepidoptera; Noctuidae) in maize following seed dressing, topical application and stem injection with African isolates of *Beauveria bassiana*. *International Journal of Pest Management*, 50(1), 67-73.
- Clarkson, J. M., & Charnley, A. K. (1996). New insights into the mechanisms of fungal pathogenesis in insects. *Trends in Microbiology*, 4(5), 197-203.
- Conrad, M. S. (1959). The spotted lady beetle, *Coleomegilla maculata* (De Geer), as a predator of European corn borer eggs. *Journal of Economic Entomology*, 52(5), 843-847.
- Consoli, F. L., Parra, J. R., & Zucchi, R. A. (Eds.). (2010). *Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma* (Vol. 9). Springer Science & Business Media.
- Coşkuntuncel, S., & Kornoşor, S. (1996). Çukurova'da Mısır kurdu (*Ostrinia nubilalis* Hübner Lepidoptera: Pyralidae)'nun biyolojik mücadelesinde yumurta parazitoidi (*Trichogramma evanescens* Westwood Hymenoptera: Trichogrammatidae)'nin kitle salim etkinliği ile doğal parazitlenme oranının saptanması. *Türkiye III. Entomoloji Kongresi*, 24-28 September, Ankara, Turkey.
- Demir, i., Seçil, E., Demirbağ, Z., & Sevim, A. (2012). Molecular characterization and virulence of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* from *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 2(1), 23-30.
- Derin, A. (1992). Investigation on hosts, distribution, damage, biology and natural enemies of the European corn borer (ECB), *Ostrinia nubilalis* in Izmir Province. (Ph.D. Dissertation) Ege University, Faculty of Agriculture, Bornova-Izmir, Turkey.
- Dicke, F. F., & Guthrie, W. D. (1988). The most important corn insects. *Corn and Corn Improvement*, 18, 767-867.

- Dreistadt, S. H. (2007). Biological control and natural enemies. UC Statewide IPM Program, Davis. Produced by UC Statewide IPM Program, University of California, Davis.
- El-Wakeil, N. E., & Hussein, M. A. (2009). Field performance of entomopathogenic nematodes and an egg parasitoid for suppression of corn borers in Egypt. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 42(3), 228-237.
- Erkılıç, L., & Uygun, N. (1993). Entomopatojen fungusların biyolojik mücadelede kullanılma olanakları. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 17(2), 117-128.
- Eski, A., Çakıcı, F. Ö., Güllü, M., Muratoğlu, H., Demirbağ, Z., & Demir, I. (2015). Identification and pathogenicity of bacteria in the Mediterranean corn borer *Sesamia nonagrioides* Lefebvre (Lepidoptera: Noctuidae). *Turkish Journal of Biology*, 39(1), 31-48.
- FAO. (2021). Bitkisel üretim istatistikleri. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 04.02.2021).
- Federici, B. A. (2002). Case study: Bt crops: A novel mode of insect control. In *Genetically Modified Crops* (pp. 174-210). CRC Press.
- Fergusson, N. D. M. (1983). A review of the genus *Platytelenomus* Dodd (Hym.: Proctotrupoidea). *Entomologist's Monthly Magazine*, 119(1432/1435), 199-206.
- Folcher, L., Bourguet, D., Thiéry, D., Pélozuelo, L., Phalip, M., Weissenberger, A., ... & Delos, M. (2011). Changes in parasitoid communities over time and space: a historical case study of the maize pest *Ostrinia nubilalis*. *PLoS One*, 6(9), e25374.
- Froeschner, R. C. (1950). Observations of predators of European corn borer eggs. *Journal of the Iowa Academy of Science*, 57, 445-448.
- Gahan, A. B. (1922). Descriptions of miscellaneous new reared parasitic Hymenoptera. *Proc US National Mus*, 61, 1-24.
- Gaugler, R. (1981) Biological control potential of neoaplectanid nematodes. *Journal of Nematology*, 13, 241-249.

- Gill, S. S., Cowles, E. A., & Pietrantonio, P. V. (1992). The mode of action of *Bacillus thuringiensis* endotoxins. *Annual Review of Entomology*, 37(1), 615-634.
- Glare, T. R., & Milner, R. J. (1991) Ecology of entomopathogenic fungi. In D. K. Arora, L. Ajello, K. G. Mukerji (Eds) Handbook of applied mycology, Vol. 2: Humans, animals, and insects, New York, Marcel Dekker, 547-612.
- González-Núñez, M., Ortego, F., & Castañera, P. (2000). Susceptibility of Spanish populations of the corn borers *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) to a *Bacillus thuringiensis* endotoxin. *Journal of Economic Entomology*, 93(2), 459-463.
- Gözel, U., & Güneş, Ç. (2013). Effect of entomopathogenic nematode species on the corn stalk borer (*Sesamia cretica* Led. Lepidoptera: Noctuidae) at different temperatures. *Turkish Journal of Entomology*, 37(1), 65-72.
- Gözüaçık, C., Mart, C., & Kara, K. (2007). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde mısırdada zararlı Lepidoptera türlerinin doğal düşmanları ve doğal parazitlenme oranları. *Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi*, 27-29 Ağustos, Isparta, Türkiye.
- Gözüaçık, C., Mart, C., & Kara, K. (2009). Parasitoids of several lepidopterous pests in maize plantations in the Southeast Anatolian Region of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 33(4), 475-477.
- Hafez, M., Fayad, Y. H., & El-Kifl, A. H. (1978). Impact of the egg parasite *Platytenomus hylas* Nixon on the population of the sugar cane borer, *Sesamia cretica* Led., in Egypt. *Bulletin of the Entomological Society of Egypt (Economic)*, 11, 49-55.
- Halawa, S. M., El-Kholy, M. Y., & El-Zaher, T. R. A. (2007). Evaluation of entomopathogenic nematodes, a commercial bacterial bio-insecticide and the peppermint oil for the control the pink stem borer, *Sesamia cretica* Led. (Lepidoptera: Noctuidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 17(1/2), 1-11.
- Hassan, S. A. (1993). The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: achievements and outlook. *Pesticide Science*, 37(4), 387-391.



- Hilal, A. (1981). Etude du développement de *Sesamia nonagrioides* et établissement de modèles pour la prévision de ses populations dans la nature. *EPPO Bulletin*, 11(2), 107-112.
- Ishiwata, S. (1901). On a kind of severe flacherie (sotto disease). *Dainihon Sanshi Kaiho*, 114, 1-5.
- Karadjov, S. (1989). The use of *Trichogramma* species against the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in Bulgaria. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 27(1-2), 125-128.
- Kaşkavalci, G. (1999) The role of nematodes in biological control against insects. *Turkish Journal of Entomology*, 23(4), 305-314.
- Kaya, H. K., & Gaugler, R. (1993). Entomopathogenic nematodes. *Annual Review of Entomology*, 38(1), 181-206.
- Kaya, H. K., & Koppenhöfer, A. M. (1999). Biology and ecology of insecticidal nematodes. In *Optimal use of insecticidal nematodes in pest management. Proceedings of workshop, New Brunswick, New Jersey, USA, 28-30 August, 1999* (pp. 1-8). Ohio State University.
- Kayapınar, A., & Kornoşor, S. (1990). Mısır kurtlarının doğal düşmanları ve biyolojik savaşta kullanılma olanakları. *Çevre Biyolojisi Sempozyumu, 17-19 Ekim*, Ankara, Türkiye.
- Kayapınar, A. (1991). Determination of the natural enemies of *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera; Pyralidae) in the Çukurova region of Turkey, and investigation of the relationships between the egg parasitoid, *Trichogramma evanescens*. Dissertation, Adana, Turkey.
- Klein, M. G. (1990). Efficacy against soil-inhabiting insect pests. *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*, 195-214.
- Klun, J. A., Tipton, C. L., & Brindley, T. A. (1967). 2, 4-Dihydroxy-7-methoxy-1, 4-benzoxazin-3-one (DIMBOA), an active agent in the resistance of maize to the European corn borer. *Journal of Economic Entomology*, 60(6), 1529-1533.
- Kornoşor, S., Coşkuntuncel, S., & Sertkaya, E. (1995a). Population development of egg parasitoids *Trichogramma evanescens* Westwood and *Platytenomus busseolae* (Gahan) on the eggs of *Ostrinia nubilalis* Hübner and *Sesamia nonagrioides* Lef. in the Southeast Mediterranean region of Turkey, 91-96. *Proceedings of the XVIIIth Conference of the*

*International Working Group on the European Corn Borer and Other Maize Pests. 11-16 September 1995, Turda, Romania, 133 pp.*

- Kornosor, S., Sertkaya, E., & Ozpinar, A. (1995b). Distribution of the egg parasitoid *Platytenomus busseolae* (Gahan) (Hym.: Scelionidae) and its effect on the population of *Sesamia nonagrioides* Lef. (Lep.: Noctuidae) in the Mediterranean region of Turkey, In E. Wajnberg (Ed.), *Trichogramma and Other Egg Parasitoids. 4th International Symposium. Les Colloques de INRA, Paris No 73*, pp 193-199.
- Kuhar, T. P., Barlow, V. M., Hoffmann, M. P., Fleischer, S. J., Groden, E., Gardner, J., ... & Westgate, P. (2004). Potential of *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for biological control of European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) in solanaceous crops. *Journal of Economic Entomology*, 97(4), 1209-1216.
- Li, Y. (1994). Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: A survey. In E. Wajnberg, S. A. Hassan (Eds), *Biological control with eggs parasitoids*. Center for Agriculture and Biosciences International. Wallingford, Great Britain pp 37-54.
- Lodos, N. (1981). Maize Pests and their Importance in Turkey. *EPPO Bulletin*, 11(2), 87-89.
- Malvar, R. A., Revilla, P., Velasco, P., Cartea, M. E., & Ordás, A. (2002). Insect damage to sweet corn hybrids in the south Atlantic European coast. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(4), 693-696.
- Mansour, M. (2010). Effects of gamma radiation on the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*, eggs and acceptability of irradiated eggs by *Trichogramma cacoeciae* females. *Journal of pest science*, 83(3), 243-249.
- Mantzoukas, S., Chondrogiannis, C., & Grammatikopoulos, G. (2015). Effects of three endophytic entomopathogens on sweet sorghum and on the larvae of the stalk borer *Sesamia nonagrioides*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 154(1), 78-87.
- Melamed-Madjar, V., & Tam, S. (1980). A field survey of changes in the composition of corn borer populations in Israel. *Phytoparasitica*, 8(3), 201-204.

- Melan, K., Kedici, R., & Ünal, G. (1996). Bolu ilinde mısırkurdu (*Ostrinia nubilalis* Hbn., Lepidoptera: Pyralidae)'nun yumurta parazitoidi *Trichogramma evanescens* Westwood'un doğal etkinliğinin belirlenmesi. *Türkiye III. Entomoloji Kongresi*, Ankara, 305-310.
- Mills, N. (2010). Egg parasitoids in biological control and integrated pest management. In F. L. Consoli, J. R. P. Parra, R. A. Zucchi (Eds), *Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma* Springer, Dordrecht, 479 pp.
- Monetti, L., Malvar, R. A., Ordas, A., & Cordero-Rivera, A. (2003). Parasitoids incidence and diversity on maize stem borers *Sesamia nonagrioides* Lefevre and *Ostrinia nubilalis* Hubner in NW Spain. *Maydica*, 48(2), 133-140.
- Moutia, L. A., & Courtois, C. M. (1952). Parasites of the moth-borers of sugar-cane in Mauritius. *Bulletin of Entomological Research*, 43(2), 325-359.
- Nixon, G. E. J. (1935). A revision of the African Telenominae. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 83(1), 73-103.
- Onukogu, F. A. (1984). Oviposition behaviour, biology, and host plants resistance studies of the West African maize borer, *Sesamia calamistis* Hmps, *Maydica*, 24, 121-132.
- Oztemiz, S. (2009). Natural parasitism and release efficiency of *Trichogramma evanescens* Westwood in *Ostrinia nubilalis* Hübner attacking maize in Turkey. *Journal of Entomological Science*, 44(2), 132-140.
- Özcan, S. (2009). Modern dünyanın vazgeçilmez bitkisi mısır: genetiği değiştirilmiş (transgenik) mısırın tarımsal üretime katkısı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 2(2), 01-34.
- Özdemir, N. (1981). Investigation on bio-ecology of the European corn borer (ECB), *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lepidoptera: Pyralidae) in Black Sea Region of Turkey (M.Sc. Thesis), Plant Protection Institute, Samsun, Turkey.
- Özpinar, A., & Kornoşor, S. (1997). The studies *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera, Pyralidae) and *Sesamia nonagrioides* Lef. (Lep., Noctuidae) in Turkey. *XIX. IWGO Conference*, Porteuagal, 103-112.

- Özpinar, A., Uzun, S., & Hassan, S. A. (1999). A research on selection of the most effective species or strains of 7 *Trichogramma* for biological control against *Ostrinia nubilalis* Hübner. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(1), 83-86.
- Öztemiz, S., Güllü, M., Özdemir, F., Fidan, H., & Bülbül, F. (2008). Investigation on corn IPM in Mediterranean Region. *KSU Journal of Engineering Science*, 11(2), 81-91.
- Pavlik, J. (1993). Variability in the host acceptance of European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lep., Pyralidae) in strains of the egg parasitoid *Trichogramma* spp. (Hym., Trichogrammatidae). *Journal of Applied Entomology*, 115(1-5), 77-84.
- Pavuk, D. M., & Hughes, L. L. (1998). The parasitoid complex of first generation *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae in northwest Ohio. *The Great Lakes Entomologist*, 31(3-4), 4.
- Pigott, C. R., & Ellar, D. J. (2007). Role of receptors in *Bacillus thuringiensis* crystal toxin activity. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 71(2), 255-281.
- Pinto, J. D. (1999). Systematics of the North American species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Mem. Entomol. Soc. Wash.*, 22, 1-287.
- Polaszek, A., Ubeku, J. A., & Bosque-Perez, N. A. (1993). Taxonomy of the *Telenomus busseolae* species-complex (Hymenoptera: Scelionidae) egg parasitoids of cereal stem borers (Lepidoptera: Noctuidae, Pyralidae). *Bulletin of Entomological Research*, 83(2), 221-226.
- Ravensberg, W. J., & Berger, H. K. (1988). Biological control of the european corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn, Pyralidae) with *Trichogramma maidis* Pintureau and Voegelé in Austria in 1980-1985. *Les Colloques de l'INRA*, (43), 557-564.
- Riga, E., Whistlecraft, J., & Potter, J. (2001). Potential of controlling insect pests of corn using entomopathogenic nematodes. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(4), 783-787.
- Ruiu, L., Satta, A., & Floris, I. (2013). Emerging entomopathogenic bacteria for insect pest management. *Bulletin of Insectology*, 66(2), 181-186.

- Sabbour, M. M., Ragei, M., & Abd-El Rahman, A. (2011). Effect of some ecological factors on the growth of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* against Corn Borers. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(11), 228-235.
- Safavi, S. A., Kharrazi, A., Rasouljan, G. R., & Bandani, A. R. (2010). Virulence of some isolates of entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* on *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12(1), 13-21.
- Sanchis, V., & Bourguet, D. (2008). *Bacillus thuringiensis*: applications in agriculture and insect resistance management. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 28(1), 11-20.
- Scheibelreiter, V. G. (1980). Sugarcane stem borers (Lep.: Noctuidae and Pyralidae) in Ghana. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 89(1-5), 87-99.
- Schnepf, E., Crickmore, N. V., Van Rie, J., Lereclus, D., Baum, J., Feitelson, J., ... & Dean, D. (1998). *Bacillus thuringiensis* and its pesticidal crystal proteins. *Microbiology and molecular Biology Reviews*, 62(3), 775-806.
- Sertkaya, E., & Kornoşor, S. (2000). Çukurova’da mısır koçankurdu, *Sesamia nonagrioides* Lef. (Lepidoptera: Noctuidae)’in doğal düşmanlari, *Türkiye 4. Entomoloji Kongresi*, Aydın, Turkey, pp 339-348.
- Sétamou, M., & Schulthess, F. (1995). The influence of egg parasitoids belonging to the *Telenomus busseolae* (Hymenoptera: Scelionidae) species complex on *Sesamia calamistis* (Lepidoptera: Noctuidae) populations in maize fields in southern Benin. *Biocontrol Science and Technology*, 5(1), 69-82.
- Sevim, A., Sevim, E., & Demirbağ, Z. (2015). General biology of entomopathogenic fungi and their potential to control pest species in Turkey. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 115-147.
- Smart Jr, G. C. (1995). Entomopathogenic nematodes for the biological control of insects. *Journal of Nematology*, 27(4S), 529.

- Smith, R. F., & Reynolds, H. T. (1966). Principles, definition and scope of integrated pest control. *Proceedings of the FAO Symposium on Integrated Pest Control, Part 1*, 11-18.
- Smith, S. M. (1996). Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. *Annual Review of Entomology*, 41(1), 375-406.
- Suter H., & Babler, M. (1976) Möglichkeit einer biologischen Bekämpfung des maiszünslers mit *Trichogramma*-eiparasitoiden. *Mitt Schweiz Landw*, 2, 41–51
- Temerak, S. A. (1981). Qualitative and quantitative survey on the oophagous wasps attacking the pink borer, *Sesamia cretica* Led. (Lepidoptera, Noctuidae) on 3 gramineous crops in Upper Egypt. *Zeitschrift für angewandte Entomologie. Journal of Applied Entomology*.
- Temerak, S. A., & Negm, A. A. (1979). Impact and differential effect of certain biomortality factors on the eggs and newly-hatched larvae of the Pink Borer, *Sesamia cretica* Led. (Lep., Noctuidae) on two sugarcane varieties. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 88(1-5), 313-318.
- Tsitsipis, J. A., Gliatis, A., & Mazomenos, B. E. (1984). Seasonal appearance of the corn stalk borer, *Sesamia nonagrioides*, in central Greece. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent*, 49(3a), 667-674.
- TUIK, (2021). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 30.03.2021).
- Tyutyunov, Y. V., Zhadanovskaya, E. A., Arditi, R., Medvinsky, A. B. (2007). A spatial model of the development of pest resistance to a transgenic insecticidal crop: European corn borer on Bt maize. *Biophysics*, 52(1), 95-113.
- Uygun, N., Ulusoy, M. R., & Satar, S. (2010). Biyolojik mücadele, *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1(1), 1-14.
- Voegelé, J., Stengel, M., Schubert, G., Daumal, J., & Pizzol, J., 1975. *Trichogramma*. V (a). - First results of the introduction in Alsace in the form of seasonal releases of the Moldavian ecotype of *Trichogramma evanescens* Westw. against *Ostrinia nubilalis* Hubn. *Annales de Zoologie, Ecologie Animale*, 7, 535-551.

- Wagner, B. L., & Lewis, L. C. (2000). Colonization of corn, *Zea mays*, by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(8), 3468-3473.
- Wajnberg, E., & Hassan, S. A. (1994). Biological control with egg parasitoids. Centre for Agricultural Bioscience International Publishing, Wallingford, United Kingdom.
- Zwölfer, W. (1928). Corn borer controlling factors and measurers in Southern Germany. *International corn borer investigations, scientific reports 1927-28, 1. International LiveStock Exposition, Chicago* pp. 135-142.





# FISTIK (*PISTACIA VERA*) ALANLARINDAKİ BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLAR

Adem ÖZARSLANDAN<sup>1</sup>

## GİRİŞ

Fıstık (*Pistacia vera*), Anacardiaceae familyasının bir üyesidir. Anacardiaceae familyası 10-20 tür içerir (Khanazarov ve ark., 2009). Fıstık, Orta Doğu'da, Asya'nın orta ve batı bölgelerinde, Akdeniz ülkelerinde ve ABD'de yetiştirilmektedir (Kashaninejad ve ark., 2006). Fıstık çok besleyici bir meyvedir ve yüksek potasyum, karbonhidrat ve mineraller içerir. Enerji içeriği bademlere benzerdir (Bellomo ve Fallico, 2007). Yaklaşık %10 şeker, %20 protein ve %50 yağ içerir (Barghchi ve Alderson, 1985). Türkiye, ABD ve İran'dan sonra dünyanın en büyük üçüncü üreticisidir. (FAOstat, 2017). Türkiye'de 56 ilde fıstık üretimi yapılırsa da bu illerin birçoğu çok sınırlı alanlarda çok az miktarda fıstık üretmektedir. Ana ekim alanı, Türkiye fıstık üretiminin %90-95'ini kapsayan Güneydoğu'dur (Kafkas ve ark., 2002). Bu çalışmanın amacı ülkemizde fıstık alanlarında nematod konusunda yeterli çalışma olmadığı için farkındalık oluşturmaktır.

Fıstık (*Pistacia* spp.), ABD'de önemli bir mahsuldür. Kaliforniya'da yetiştiriciler genellikle dişi çeşidi Kerman ve tozlaşan erkek Peters'i kullanır. Kaliforniya'da fıstık endüstrisinin başlangıcında, bu kalemler *Pistacia atlantica* ve *P. terebinthus* anaçlarına aşılama yapılmıştır. *Verticillium* solgunluk hastalığı, Kök ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) ve kök lezyon nematodu (*Pratylenchus vulnus*)'na duyarlı olduğu bildirilmiştir (McKenry ve

---

<sup>1</sup> Mersin Üniversitesi, Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, 33940, Silifke, Mersin, Türkiye, aozarslandan@mersin.edu.tr

Kretsch, 1984). *P. atlantica* x *P. integerrima*'nın bir melezi olan UCB 1, *Verticillium* ile artan zorluklarla m¼cadele etmek i¼in geliştirilmiştir. Genel olarak, fıştıktaki nematod sorunlarının asgari d¼zeyde olduğu kabul edilir. ¼¼nk¼ California araştırmasında, bitki paraziti nematodların yalnızca d¼ř¼k pop¼lasyon yoğunlukları bulunmuştur (McKenry ve Kretsch, 1984). *Meloidogyne* spp'ye duyarlılık genellikle d¼ř¼k olarak bildirilmektedir (Westerdahl, 2015). *Xiphinema index*'in *Pistacia vera* ve *P. mutica*'yı enfekte ettiği bulunmuştur (Weiner ve Raski, 1966). UCB1 klonlarının ¼n taramalarında, bu melezin tanımlanmış klonları arasında b¼y¼k farklılıklar belirlenmiştir. Son ¼alıřmalarda, fışık ana¼larının k¼k lezyon nematodları ve *Mesocriconema xenoplax* ile etkileşimi, bir UCB1 klonunun duyarlı konuk¼u olduğunu bildirmişlerdir (Westphal ve ark., 2016). ¼nceki kurulan bah¼eler muhtemelen nematod i¼ermeyen topraklara dikiliyordu. Ancak bug¼n¼n dikimleri genellikle pamuk veya ¼z¼m bağlarının s¼k¼l¼p yerine bah¼e tesisi yapılmaktadır. Her ikisi de sıklıkla bitki paraziti nematodlarının g¼zle g¼r¼l¼r pop¼lasyonlar oluşturduğu g¼r¼lmektedir. Benzer şekilde, fışık bitkileri de genellikle K¼k lezyon nematodu (*Pratylenchus vulnus*) ile enfekte olduğu ve bu nematodunun ¼redięi tespit edilmiştir. California'da, fışık bah¼elerinden *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus abuse*, *Xiphinema americanum* ve *Paratylenchus hamatus* tespit edildiği bildirilmiştir (McKenry ve Kretsch, 1984; Kodira ve Westerdahl, 1995). California'ya fışıklarının ilk yıllarında kendi k¼kenli *P. vera* cv Kerman, nematodlara ve *Phytophthora*'ya karşı duyarlı olarak kabul edilmiştir. *Pistacia atlantica* ve *P. terebinthus* kısa s¼rede tercih edilen ana¼lar haline geldi. Ancak bu iki ana¼ *Verticillium* solgunluğuna dayanıklı olmadığı bildirildi. şu anda, *P. integerrima* PG 1, *Verticillium*'a tolerans sağlayan *P. atlantica* x *P. integerrima*'nın bir melezi olan UCB 1, *Verticillium* solgunluk hastalığı, soğuk zararı ve tuzluluğa karşı artan dayanıklılık, daha erken ¼retim ve tolerans sağladığı bildirilmiştir. Birka¼ istisna dışında, bu geliştirilmiş ana¼ların yanı sıra *P. atlantica* ve *P. terebinthus* ana¼ları 1950'lerden itibaren g¼n¼m¼ze bunların her biri şu veya bu zamanda California fışık end¼strisinin tercih edilen ana¼ları haline gelmiştir. Ancak yetiştiriciler, nematod direncinin her bir ¼eřidin t¼m ¼eřitlerinde mevcut olmayabileceğinden ř¼phelenmelidir. İşpanya'da, bir

lezyon nematodu *Pratylenchus vulnus* popülasyonu, *Pistacia* anaçlarında *P. terebinthus*, *P. vera* ve *P. atlantica*'da sırasıyla 8.3, 6.3 ve 5.6 üreme oranı (Pf/Pi) ile yüksek popülasyon oluşturdukları bildirilmiştir. Nematod beslemesinin neden olduğu zarar veya verim düşüklüğü hakkında herhangi bir yorum yapmadan, *P. terebinthus*'un 4 -103 nematod gr kökte üreme oranının 1'den fazla olduğunu bildirmişlerdir (Pinochet ve ark., 1992). Ayrıca, fıstık alanlarında yeni bir longidorid türü olan *Paralongidorus litoralis*, *P. lentiscus* tanımlanmıştır (Palomares-Rius ve ark., 2008).

İran'da bugüne kadar fıstıktan yirmi üç bitki paraziti nematod türü tanımlanmıştır (Barooti ve Alavi, 2002). Fıstık üzerinde kök-ur nematodlarının ilk raporu 1987 yılında İran'ın Rafsanjan şehrinden yapılmıştır (Farivar Mihan, 1987). Neshat ve ark. (2011) İran'ın Sirjan şehrinde fıstık nematod faunası üzerine bir araştırma yapmışlar ve 6 cinse ait 23 tür bildirilmiştir. *Rotylenchus whiteheadi*, Kerman ilinden fıstık üzerinde İran nematod faunası için yeni bir kayıt olarak rapor edilmiştir (Barooti & Neshat, 2010). *Longidorus africanus* ilk kez 1984 yılında Khairi ve Barooti tarafından fıstık bahçesinde rapor edilmiştir. *Xiphinema index* İran'da fıstık bahçelerinde rapor edilmiştir (Mojtahedi ve ark., 1980). Nematodların durumları ve ekonomik önemleri tam olarak değerlendirilmemiş olsa da çoğu araştırmada ağaç sararması, yetersiz beslenme ve verim düşüklüğü belirtileri kök ur nematodlarına bağlanmıştır. *M. javanica* ve *M. incognita*, Kerman'ın ve ayrıca Yazd, Esfahan ve Semnan'ın en büyük üretim bölgesinden sıklıkla rastlanıldığı bildirilmiştir (Farivar Mehin, 1984; Madani ve ark., 1995a; Barooti ve Hoseininejad, 2004; Askarian ve ark., 2006). Kirman eyaletinin ana fıstık üreticisi şehri Rafsanjan'da *M. javanica* yılda 5'ten fazla nesil verdiği, yaklaşık 18 gal 50 dişi gr kök başına tespit edildiği bildirilmiştir (Banihashemi ve Kheiri, 1995; Farivar Mehin, 1986a). Fıstık, stratejik ve değerli bir ihracat ürünü olan ve İran'ın petrol dışı ihracatında ilk sırada yer alan İran bahçeciliğinde önemli bir tarım ürünüdür. Horasan Razavi ilindeki fıstık bahçelerinde bitki paraziti nematodlarının biyoçeşitliliği ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmadığından, nematodların en önemli toprak patojeni ajanlarından biri olduğu ve yüksek popülasyonlarda fıstığa ciddi zarar verebileceği düşünüldüğünde fıstık alanlarında bitki paraziti nematodlarının

tanımlanması önemli olduğu bildirilmiştir. İran'ın kuzeydoğusundaki Horasan Razavi eyaletinin fıstık tarlalarında bitki paraziti nematodlarını belirlemek için, 2016 ve 2017 yıllarında fıstık kökü rizosferinden (derinlik 30-50 cm) 70 kök ve toprak örneği toplanmıştır. Bu çalışmada, 8 cinse ait 19 tür *Ditylenchus medicaginis*, *Pratylenchus abuse*, *Pratylenchus coffeae*, *Pratylenchus wescolagricus*, *Psilenchus iranicus*, *Psilenchus hilarus*, *Psilenchus aestuarius*, *Psilenchus aestuarius*, *Psilenchus bahsilinencursius*, *Psilencum bilinecuresis*, *Psilencum bilinecuresis*, *Psilencum bilinecuresis*, *Psilencum bilinecureus*, *Psilenchus blancecureaeae*, *Psilenchus wescolagricus*, *Merlinius gatevi*, *Nagelus leptus*, *Geocenamus tessellatus*, *Geocenamus rugosus*, *Geocenamus koreanus*, *Meloidogyne javanica* ve *Helichotelenchus exallus* türleri belirlenmiştir. Bu türler arasında *Geocenamus koreanus* ve *Merlinius gatevi* İran'dan ilk kez tanımlanmış nematod faunası ve İran'da ilk kez beş tür rapor edilmiştir. Bu çalışmada kök lezyon nematodlarının diğer türler arasında yaygın ve yoğunluğuna sahip tür olduğu için önem arz ettiği bildirilmiştir (Hadadfar ve ark., 2020). Kök ur Nematodları (RKN), fıstık ağaçlarını etkileyen başlıca zararlılardır. İran'ın hemen hemen tüm fıstık üreten bölgelerinde verim azalmasına neden olurlar (Fatemy, 2009). Çoğu anacın kök ur nematoduna duyarlılığı, nematisitlerin kullanımındaki sınırlamalar, geniş konukçu yelpazesi ve zayıf kontrol önlemleri, fıstık endüstrisindeki ekonomik kayıpları artırmıştır.

Fıstık bitkisi, bitki paraziti nematodları da dahil olmak üzere, zararlıların sayısının doğrudan veya dolaylı olarak neden olduğu çeşitli hastalıklara maruz kalmıştır (Neshat ve ark., 2011). Dünya genelinde fıstık tarlalarında yaklaşık 50 nematod türü tanımlandığı bildirilmiştir (Fatemy, 2009). California fıstık bahçelerinden *Pratylenchus* spp., *Meloidogyne* spp. ve *Xiphinema americanum* bildirilmiştir (Kodira ve Westerdahl, 1995). Yıldız ve ark. (2007) Türkiye fıstık bahçeleri ile ilişkili nematodları incelemiş *Rotylenchulus macrosomus*, *Criconema* spp., *Paratylenchus* spp., *Geocenamus* spp., *Trophurus* spp., *Trichodorus* spp. *Tylenchorhynchus* spp. ve *Pratylenchoides* spp. nematodlarını tespit etmiştir. Başka bir çalışmada *Paralongidorus litoralis* İspanya'daki fıstık bahçelerinde tanımlanmıştır (Palomares-Rius ve ark., 2008). İtalya'daki bir çalışmada, *P. lentiscus* ve *P.*

*vera* fıstık çeşitlerinin *Heterodera mediterranea*'ya çok duyarlı olduğunu ve ayrıca *Rotylenchulus macrodoratus* ile yüksek oranda enfekte olduğunu bildirilmiştir (Vovlas ve Inserra, 1983). Ayrıca *Heterodera marioni*, *Meloidogyne javanica*, *Pratylenchus abuse* ve *Xiphinema* spp. İtalya, Sicilya'nın fıstık bahçelerinden tespit edildiği bildirilmiştir (Greco ve Nucifora, 1999).

Pakistan'da *Scutylenechus quettensis*, *Helicotylenchus digonicus* ve *Pratylenchus penetrans*, popülasyonların toprak sıcaklığındaki değişikliklerle dalgalandığı Belucistan bölgesinde fıstıkta yüksek popülasyon oluşturdıkları bildirilmiştir (Qasim ve Hashim, 1988). İran'da, farklı yabancı türlerin ve ticari fıstık çeşitlerinin kök ur nematodlarına tepkisini incelemek için çeşitli deneyler yapılmıştır. *P. vera* Akbari, Kaleh Ghoochi, Owhadi, Ahmadaghahi, Shahpasand, Aliabadi, Abbasali ve Khanjari'nin tüm ticari çeşitlerinde *M. javanica*'nın tespit edildiği bildirilmiştir (Mohammadi Moghadam ve ark., 2006). Ayrıca Farivar Mehin'in (1984) çalışması, *P. palaestina* ve *P. atlantica*'nın *M. incognita*'ya konukçuluk yaptığını ve *P. vera*'nın *M. javanica*, *M. arenaria* ve *M. incognita*'ya duyarlı bir konukçu olduğunu bildirmiştir. Farklı denemelerden elde edilen sonuçların tümü, *P. vera*'nın kök ur nematodlarına en duyarlı ve *P. mutica*'nın en dayanıklı tür olduğu konusunda hemfikirdir ve *P. palaestina*, *P. atlantica* ve *P. khinjuk*, test edilen farklı nematod popülasyonlarına orta derecede dayanıklı olduğu bildirilmiştir (Farivar Mehin, 1986b; Madani ve ark, 1995b). Her iki çeşitte de *M. incognita*'nın çoğalma faktörlerinin azalmasıyla ilgili ana faktörlerden biri olarak bakteri suşlarının POX, PAL, PPO ve TPC'yi indükleme kabiliyetini dikkate almaya değer. POX, PAL ve PPO, bitkilerin patojenlere karşı sistemik direnci ile ilgili olan önemli savunma enzimleridir (Choudhary ve ark., 2007). Sideroforlar, proteazlar ve uçucu metabolitler gibi ikincil metabolitlerin üretimi, bu bakteri suşları için daha önce belgelenmiştir (Khatamidoost ve ark., 2015). Önceki çalışmalar, konukçu bitkilerde farklı savunma mekanizmalarını indükleyebilen rizobakteriyel suşların, hastalıkları kontrol etmek için değişken yeteneklere sahip olduğunu bildirmişlerdir (Liu ve ark, 1995). *Bacillus cereus* suşu S2 nematisidal maddeler üretebildiğinden, *M. incognita*'nın ciddi şekilde inhibisyonuna neden olan savunma ile ilgili

enzimlerin aktivitesini de artırabildiği bildirilmiştir (Gao ve ark., 2016). *Meloidogyne* türleri, İran'ın güneyindeki ağaçlarda yılda en az beş nesil verdiği saptanmıştır (Fatemy, 2009). Nematod popülasyonları arasında genetik varyasyon olabilir ve rizobakteriyel suşlar, fıstık çeşitlerinde virülans popülasyonlarının hastalık şiddetini hafifletebilir. Mevcut araştırmada incelenen bakteri suşları, fıstık bitkilerinde *M. incognita*'yı yönetmek için Entegre bir yaklaşımda bileşenler olarak kullanılabilceği bildirilmiştir.

Ebadi ve ark. (2018) dört *Pochonia chlamydosporia*'nın kök-ur nematodu üzerinde chlamydosporia izolatları, *Meloidogyne javanica* bir sera çalışmasında fıstık bitkileri üzerinde araştırılmıştır. İzolatlar, gram toprak başına 10.000, 5.000 ve 1.000 klamidospore; son iki yoğunluk sadece Pcc60 suşu için kullanılmış ve sırasıyla PccB ve PccA olarak belirlenmiştir. Bitkiler *M. javanica*'nın 3000 yumurta içeren bir süspansiyon ile inokulasyon yapılmıştır. Nematod üremesi 4 ay sonra Pcc20 ile %57'ye ve Pcc10 ve Pcc60C ile %36'ya düşürülmüştür. Nematodların nihai yumurta popülasyonu Pcc10 ve Pcc60C tarafından sırasıyla yaklaşık %61 ve %36 oranında azaldığı için Pcc20 en umut verici izolattır. Tüm izolatlar arasında Pcc20, yumurtaların %37'sini enfekte ederek etkili kolonizatör olurken, Pcc10 ve Pcc60C ikinci en iyi kolonizör olarak ortalama %17.5 enfeksiyon oranına neden oldu. Mantarları topraktan ve rizosferden yeniden izole etmek için yarı seçici ortam kullanıldı ancak yumurtaların %3'ünün parazitlenmesine rağmen 1000 cfu/g toprakta Pcc60A'yı tespit edilmemiştir. Farklı izolatların nematod üreme parametrelerini kontrol etmedeki etkinlikleri ve bunların hayatta kalma ve bolluk açısından ilişkileri daha fazla tartışılmaktadır.

Mehdinejad ve ark. (2021) fıstık, ülkenin en önemli ihracat ürünlerinden biridir. Kök ur nematodu, üretimini tehdit eden unsurlardan biridir. Fıstık bahçelerinde en yaygın türler *M. javanica* ve *M. incognita* olduğu bildirilmiştir. Bitkiler, çeşitli patojen ve zararlıların istilasına karşı etkili olan çok çeşitli savunma mekanizmalarına sahiptir. Bu mekanizmalar, önceden var olan fiziksel engelleri, kimyasal engelleri ve uyarılmış savunma tepkilerini içerir. *Trichoderma* spp. gibi faydalı toprak mikroorganizmaları ve arbusküler mikorizal mantarlar (AMF), toksinlerin, enzimlerin ve diğer metabolitlerin üretimi gibi doğrudan mekanizmalarla veya sistemik direnci indükleyerek

bitkileri enfeksiyondan koruyabilir. Peroksidaz ve polifenol oksidaz gibi farklı antagonistik bileşiklerin artan birikimini takiben kök ur nematoduna karşı direnç indüklenen korumadan sorumlu olan farklı bitkilerde bu enzimlerin artan seviyeleri gözlemlenmiştir.

Madani ve ark. (2012) Kök-ur nematodları *Meloidogyne* türleri, İran'da fıstık yetiştiriciliğini kısıtlayan en önemli patojenler arasındadır. Bu çalışmanın amacı, yerli fıstık anaçlarının *M. incognita* izolatlarına karşı dirençlerini değerlendirmektir. Sera denemesi, *P. vera*'nın on bir çeşidi ile altı yabancı fıstık *P. mutica*, *P. khinjuk*, *P. terebintus* ve *P. atlantica*, *P. atlantica sub sp mutica*, *P. atlantica sub sp'nin* reaksiyonunu belirlemek için yapılmıştır. Morfolojik karakterlere ve esteraz izozim fenotipine göre *M. incognita* ve *M. javanica* tanımlanmıştır. Dayanıklılık kök gal, yumurta küme sayıları ve nematod üremesine dayalı olarak karakterize edilmiştir. Fıstık çeşitlerinde ve yabancı anaçlarda *M. incognita*'ya karşı direnç tespit edilmiştir. Ancak, nematod popülasyonları ile konukçu genotipleri arasında önemli bir etkileşim olması *M. incognita* izolatları arasında virü lent patotiplerin varlığını düşündürür. Bu veriler, kök ur nematodlarının neden olduğu fıstığa verilen zararı önlemenin bir yolu olarak dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinin mümkün olacağını göstermektedir.

Abadi ve ark. (2016) fıstık ağacı (*Pistacia vera* L.), İran'da önemli üretim olarak kaydedilen 11 tür ile Anacardiaceae familyasına aittir. Bitki paraziti nematodları bu bitki için önemli hastalıklardan biri olarak belirtilebilir. Yaygın olarak kök-ur nematodları olarak bilinen *Meloidogyne* cinsinin türleri, dünya çapında geniş çapta dağılmış bir grup bitki-parazitik nematod grubuna aittir. *M. javanica*, bitkiye zarar veren en önemli bitki paraziti nematodlarından biridir ve üretim ve kaliteyi etkileyen Antep fıstığı da dahil olmak üzere geniş bir konukçu yelpazesine sahiptir. Şu anda, biyo-kontrol, kök ur nematodlarının kontrolü için en uygun ve pratik olarak talepkar yaklaşım gibi görünmektedir. Bu yöntem, toprak yapısını ve verimliliğini iyileştirme kabiliyetine rağmen, düşük maliyetli ve kullanım kolaylığına sahiptir. Bitki paraziti nematodların bastırılmasında çok sayıda bitki özünün etkili olduğu bildirilmiştir. Bitki paraziti nematodları üzerindeki etkilerine dair çok az rapor vardır. Analiz, toksik olmayan metabolitlerin yeteneğinin

nematodları kontrol etmek için en iyi alternatif strateji olduğunu gösterdi, ancak mücadele yöntemleri sırasında bitkilerin bileşiklerinin ve ikincil metabolitlerinin kullanımı sınırlıdır. Bu çalışmada, antepfıstığı kökünde kök ur nematodunun (*M. javanica*) kontrolü için üç bitki rezene, çörek otu ve kadife çiçeği (%40), bitkisel tozlar (%5) ve enfekteli fidelerin çevresinde 10 bitki malç kullanılmış ve test edilmiştir. İran'ın Razavi Horasan eyaletine bağlı Sabzevar şehrine ait fıstık tarlalarından nematod popülasyonları toplanmıştır. Her bir muamele için dört tekerrür kullanılmış ve toprakla kirlenmiş saksı bitkilerinin gramı başına 2 adet *M. javanica* yumurtası ve larvası daha sonra saksılara uygulanmıştır. Uygulamadan 3 ay sonra, farklı uygulamalarda 100 gram toprakta ve kökte ikinci dönem larva, yumurta sayısı ve kök gramı başına gal sayısı ölçülmüştür. Tüm uygulamalarda, köklerde üreme faktörü ve ur sayısı önemli ölçüde farklılaşma göstermiştir, ayrıca sonuçlar nematod popülasyonunun kontrolü için en iyi tedavinin, bir gram kökte 1.2 üreme faktörü nematod ve 16.8 gal ile rezene bitki özü olduğunu göstermiştir. Bir gram kökte üreme faktörü 2.3 ve 52.5 gal olan kadife çiçeği bitki tozu, popülasyon azalması üzerinde en az etkiye sahipti ve nematod popülasyonunu azaltmak için bitki özleri, bitki tozu ve bitki malçından daha iyi performans gösterdiği saptanmıştır.

Zeynadini-Riseh ve ark. (2018) Kök-ur nematodları, fıstıkta ekonomik açıdan en önemli bitki patojenleridir. *Pseudomonas fluorescens* suşları VUPF5, VUPF52, *Bacillus cereus* suşu PRC95 ve *Bacillus subtilis* suşu PRC96'nın yetenekleri, fıstık çeşitleri Sarakhs ve Badami üzerinde *Meloidogyne incognita* için biyokontrol ajanları olarak test edilmiştir. Bu bakteri suşlarının antep fıstığında savunma ile ilgili enzim aktivitesi üzerindeki etkisi de araştırılmıştır. Her iki çeşidin antepfıstığı fideleri bakteri suşları ile muamele edilmiş ve daha sonra iki gün sonra 2000 ikinci dönem larva inokulasyonu yapılmıştır. Peroksidaz (POX), Polifenoloksidaz (PPO), Fenilalanin Amonyak liyaz (PAL) ve Nematod Aşılmasından (DAI) 2, 4, 7 ve 10 Gün Sonra belirlenen Toplam Fenolik içerik (TPC) değişiklikleri için değerlendirmeler yapılmıştır. Sonuçlar, her iki çeşitte de POX, PAL ve PPO'nun gelişmiş aktivitesini göstermiştir. Tedavi edilen fidelerde POX aktivitesi için en önemli sonuç, Sarakhs için 7. gün ve Badami için 10.günde



*Pseudomonas* suşu VUPF5'e aittir. Bununla birlikte, bu suş, sırasıyla Badami ve Sarakhs'ta 2 ve 4.günde PAL aktivitesinde bir artış sergiledi. 10 günde *Pseudomonas* suşu VUPF52 tarafından tedavi edilen fideler, çeşitler arasında en yüksek PPO aktivitesine sahipti. VUPF5 ile tedavi edilen Sarakhs fidelerinde TPC konsantrasyonu 4.günde %8.4 oranında biraz daha yüksekti, ancak kontrol ile karşılaştırıldığında Badami çeşidinde önemli bir artış görülmemiştir. Başka bir deneyde, her iki çeşidin bakteri suşları ile muamele edilen fidelerinde nematod aşılmasından 4 ay sonra, gal sayısı, yumurta kütlesi ve ikinci dönem larvalar, muamele edilmemiş nematodlu kontrol fidelerine göre azalmıştır.

Khatamidoost ve ark. (2019) Rizobakterileri (PGPR) destekleyen bitki büyümesi kök ur nematodunun kontrolünde potansiyel bir role sahiptir. Bu çalışmanın amacına ulaşmak için, Fıstık ağaçlarında bu sorunu azaltmak için kimyasalların yerine rizobakteriler kullanılmıştır. Önceki çalışmalara dayanarak, kök ur nematodunun şiddetini azaltmak için yüksek yeteneğe sahip bazı suşlar seçilmiştir. Adı geçen malzemelerin farklı taşıyıcıları kullanılarak üç farklı formülasyon hazırlanmıştır; buğday kepeği, kuru elma ve talk pudrası. Altı ayrı *P. fluorescens* suşu ve iki suşun bir kombinasyonunu kullanılmıştır (Vupf506+Vupf52). Bu formülasyonlar, sera koşullarında Antepfıstığı fidelerinde *M. incognita*'yı kontrol etmek için test edildi. Buğday kepeği bazlı tedaviler, hastalığı %32.7 ila %88.9 oranında azaltmada etkili bulunmuştur. Bakteriler, buğday kepeği bazlı ve talk bazlı formülasyonlarda, kurutulmuş elma bazlı formülasyona göre daha uzun süre hayatta kaldı. Çalışmanın sonuçları, organik taşıyıcıların, Antepfıstığı kökünde Kök ur nematodunun kontrolünde biyokontrol aktif mikroorganizmaların stabilitesini ve etkinliğini arttırmak için verimli bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

Ülkemizde fıstık yetiştiriciliği kıraç ve kuru alanlarda yapılmaktadır (Şekil 1). Son yıllarda barajların yapılması ve sulama imkanlarının artmasıyla bilinçli üreticiler sulu tarım yapmaktadırlar. Üreticiler arasında çoğunlukla fıstık bitkisinin sulanmaması inancı yaygındır.



Şekil 1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kurak arazide fıstık yetiştiriciliği

Arpacı ve ark. (1995) sulu koşullarda Siirt fıstığının kuru koşullara göre daha iyi verim verdiğini ve dolayısıyla, Siirt fıstığı yetiştiriciliğinin sulu koşullarda yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Siirt fıstığı yetiştiriciliğinin sulu koşullarda yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Aydın ve Saltuk (2018) yaptıkları çalışmada Siirt fıstığı yetiştiriciliği halen klasik yöntemle üretim yapıldığını, üreticiler sulamanın faydalı bir uygulama olduğunu düşünseler de bu konuda halen bitki koruma sorunlarından dolayı çekimserliklerini koruyarak kararsız kalmaktadırlar. Bu konuda, üretici kaygılarını aşmak ve sulamadan beklenen faydaların sağlamak için, ilgili kamu kurum ya da kuruluşları ile üretici birliklerinin eğitim ve yayım konusunda daha fazla eğitim vermeleri gerekliliğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak ülkemizde fıstık alanları sulamaya açılmaktadır. Fıstık bahçelerinde sulamalar başladıktan sonra bitki koruma sorunları ortaya çıkmaya başlayacaktır. Üreticilere fıstık aralarında sebze üretimi yapmamaları önerilmelidir. Dikkatli sulama yapılmalıdır. Yalak usulü sulamadan kaçınılmalı, gövdeye su değmemesi için damlama sulama sistemi önerilmelidir. Yanlış sulamalardan dolayı kök hastalıkları artıp bitki ölümleri gerçekleşebilecektir. Bundan dolayı sırta dikim ve damlama sulama sistemi

kurulmalıdır. Nematodlar bitki köklerinde beslenip çoğalmaktadırlar. Bitki köklerine verdikleri zarardan dolayı bitkiler yeterli su ve besin alamadığı için bitkiler küçük kalmaktadırlar, yeterli sürgün oluşumu olmaz, meyveler küçük kalır, yeterli meyve oluşmaz, yaz aylarında yüksek sıcaklığın olduğu dönemde yeterli su alacak kök olmadığı için bitkide geriye doğru ölüm olur. Aynı zamanda nematodlar bitkilerin kök vermesini engelleyerek bitkinin kök hacmini azaltır. Bitki gelişimi yavaş olur, geç verime yatar. Nematodların doğrudan zararının yanı sıra dolaylı olarak da toprakta bulunan funguslara *Verticillium spp.*, *Phytophthora spp.* ve *Fusarium spp.*'ye giriş kapısı açarak birlikte bitkilere daha şiddetli zarar vermektedirler. Bundan dolayı sulama ile verim ve kalite artışı sağlanacağı gibi, bitki koruma sorunlarından kurtulmak için sırta dikim yapılarak damlama sistemi kurularak sulama yapılmalıdır. Bahçe kurulacak alanlarda daha önce Kök ur nematodu ile bulaşık bahçe, sebze dikilmemiş olmasına dikkat edilmelidir. Sulama suyunun bahçeye sebze alanlarından geçmemelidir. Kök ur nematoduna dayanıklı anaç varsa tercih edilmelidir. Yeni bahçe tesisinde fidanlar dikimden önce mikoriza, *Thiroadoderma*, yararlı bakteri gibi faydalı mikroorganizma uygulamaları yapılmalıdır. Bu etmenler fidanları daha sağlıklı olmasını sağlayarak toprak patojenlerine karşı bitkilerin dayanıklılıklarını artırmaktadırlar (Çelik, 2019; Özarslandan, 2019; Çelik, 2020; Özarslandan, 2020). Bahçe içerisine sebze veya Kök ur nematodu'nun konukçusu olan bitkiler dikilmemelidir. Sebze alanlarda kullanılan alet ekipmanlar temizlendikten sonra fıstık bahçelerinde kullanılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Abadi, K. D., Davarynejad, G., Moghadam, E. M., & Abadi, B. (2016). The effect of some products by several medicinal plants to control of pistachio root-knot nematode. Proceedings of 22 Iranian Plant Protection Congress, 27-30 August 2016 College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, IRAN
- Arpacı, S., Akkök, F., & Tekin, H. (1995). Sulu ve Kuru Koşullarda Yetiştirilen Antepfıstıklarında Gelişme ve Verim Değişimlerinin İncelenmesi. Türkiye II. Bahçe Bitkileri Kongresi. C:1, Sh. 429-433, Adana

- Askarian, H., Sharifnabi, B., Olia, M., & Mehdikhani Moghaddam, E. (2006). Identification of *Meloidogyne javanica* on pistachio using Polymerase Chain Reaction. 17th Iranian Plant Protection Cong., 2-5 Sept., Karaj, Iran. 311.
- Aydın, Y., & Saltuk, B. (2018). Siirt Yöresi Fıstık Yetiştiricilerinin Sulama Eğilimlerinin Belirlenmesi. SDÜ. *Ziraat Fakültesi Dergisi Özel Sayı*, 119-127
- Banihashemi, Z., & Kheiri, A. (1995). The occurrence of root knot nematode (*Meloidogyne javanica*) on pistachio in Damghan *Iranian Plant Pathology*, 31, 37-38.
- Barghchi, M., & Alderson, P. G. (1985). In vitro propagation of *Pistacia vera* L. and the commercial cultivars Ohadi and Kalleghochi. *Journal of Horticultural Science*, 60(3), 423-430.
- Barooti, S., & Alavi, A. (2002). Plant Nematology, principles, parasitic and quarantine nematode in Iran. Applied Agriculture Sciences Publication of Agriculture Ministry of Iran.
- Barooti, S., & Hoseininejad, S. A. (2004). Identification of plant parasitic nematodes in some pistachio orchards in Kerman. 16th Iranian Plant Protection Cong., 28 Aug- 1 Sept., Tabriz, Iran. 377.
- Barooti, S., & Neshat, S. (2010). New record of *Rotylenchus whiteheadi* on pistachio from Kerman province
- Bellomo, M. G., & Fallico, B. (2007). Anthocyanins, chlorophylls and xanthophylls in pistachio nuts (*Pistacia vera*) of different geographic origin. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3-4), 352-359.
- Çelik, Y., Yarşı, G., & Özarşandan, A. 2019, Mikorizaların Bitkilerde Stres Mekanizması Üzerine Etkileri. DÜSTAD – *Dünya Sağlık ve Tabiat Araştırmaları Dergisi*, 2, 7-24
- Çelik, Y., Yarşı, G., & Özarşandan, A. 2020, Yararlı Bakteri Uygulamalarının Bitkisel Verim ve Dayanıklılık Mekanizmalarına Etkileri. DÜSTAD – *Dünya Sağlık ve Tabiat Araştırmaları Dergisi*, 1, 75-87.
- Choudhary, D. K., Prakash, A., & Johri, B. N. (2007). Induced Systemic Resistance (ISR) in Plants: Mechanism of Action. *Indian J. Microbiol.*, 47: 289-297.

- Ebadi, M., Fatemy S., & Riahi, H. (2018). Biocontrol potential of *Pochonia chlamydosporia* var. *chlamydosporia* isolates against *Meloidogyne javanica* on pistachio. *Egypt J Biol Pest Control* 28.
- FAO. (2017). Statistical Databases: Agricultural data. Internet Resource: <http://faostat.fao.org> (verified Feb 17, 2020).
- Farivar Mehin, H. (1984). Study of the root knot nematodes on pistachio in Iran. 1st International Congress of Nematology, Guelph, Ontario, Canada, 5-10 Aug., P 26-27.
- Farivar Mehin, H. (1986a). Study on root knot nematodes of pistachio. Final report of Plant Pests and Diseases Research Laboratory, Rafsanjan. 15 pp.
- Farivar Mehin, H. (1986b). Root knot nematodes on pistachio in Kerman. 8th Iran. Plant Protection Congress, 2-5 September: 136.
- Farivar-Mihan, H. (1987). Root-knot nematodes on pistachio in Kerman. 8 th Iranian Protection Congress, 2-5 September, 136.
- Fatemy, S. (2009). Integrated Management of Pistachio Nematodes. In: "Integrated Management of Fruit Crops and Forest Nematodes", (Eds.): Ciancio, A. and Mukerji, K. G. Springer Netherlands, The Netherlands.
- Gao, H., Qi, G., Yin, R., Zhang, H., Li, C., & Zhao, X. (2016). *Bacillus cereus* Strain S2 Shows High Nematicidal Activity against *Meloidogyne incognita* by Producing Sphingosine. *Sci. Rep.*, 6: 28756.
- Greco, F., & Nucifora, S. (1999). I fitofagi del pistachio. *Informatore Agrario*, 55(26), 65-71.
- Hadadfar, R., Moghadam, E., M., Baghaee, S., & Bajestani, M. S. (2020). Two New Nematode Species From Pistachio Fauna In Khorasan Razavi Province Of Iran. *Pak. J. Phytopathol.*, Vol. 32 (02) 2020. 107-112. DOI: 10.33866/phytopathol.030.02.0571
- Kafkas, S., Kafkas, E., & Perl-Treves, R. (2002). Morphological diversity and a germplasm survey of three wild *Pistacia* species in Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*. <https://doi.org/10.1023/A:1015563412096>.

- Kashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A., & Tabil, L. G. (2006). Some physical properties of Pistachio (*Pistacia vera* L.) nut and its kernel. *Journal of Food Engineering*, 72(1), 30–38.
- Khanazarov, A. A., Chernova, G. M., Rakhmonov, A. M., Nikolyyi, L. V., Ablaeva, E., Zaurov, D. E., ... & Funk, C. R. (2009). Genetic resources of *Pistacia vera* L. in Central Asia. *Genetic resources and crop evolution*, 56(3), 429-443. <https://doi.org/10.1007/s10722-009-9419-1>
- Khatamidoost, Z., Jamali, S., Moradi, M., & Saberi-Riseh, R. (2015). Effect of Iranian Strains of *Pseudomonas* spp. On the Control of Root-Knot Nematodes on Pistachios. *Biocontrol. Sci. Tech.*, 25: 291-301.
- Khatamidoost1, Z., Saberi Riseh, R., Jamali, S., & Moradi, M. (2019). Formulation Development of Some Fluorescent *Pseudomonads* for Controlling of *Meloidogyne incognita* on Pistachio. *Biological Control of Pests & Plant Diseases* Volom: 8 No: 1 spring and summer 2019 (37-46)
- Kheiri, A., & Baroot, S. (1984). Specis of Dorylaimoidea (Nematoda: Dorylaimida) from Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 20, 3-5 (8-20), (in persian with English summary)
- Kodira, U. C., & Westerdahl, B. B. (1995). Pistachio pest management guidelines. UC IPM, IPM Education and Publications, University of California, Davis: 12-13.
- Liu, L., Kloepper, J. W., & Tuzun, S. (1995). Induction of Systemic Resistance in Cucumber by Plant Growth-Promoting Rhizobacteria: Duration of Protection and Effect of Host Resistance on Protection and Root Colonization. *Phytopathol.*, 85: 1064- 1068.
- Madani, M. Kheiri, A., & Akhiani, A. (1995b). Evaluation of greenhouse reaction of *Pistachia vera* cultivars and wild masses to *Meloidogyne incognita*-R2. 12th Iran. Plant Protection Congress, 2-5 September, Karaj, Iran: 247.
- Madani, M., Akhiani A., Damadzadeh M., & Kheiri, A. (2012). Resistance Evaluation of the Pistachio Rootstocks to *Meloidogyne* Species in Iran. *J. Appl Hortic.*, 14, 129-133.

- Madani, M., Akhiani, A., & Damadzadeh, M. (1995a). Species and races of root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) on pistachio. 12th Iran. Plant Protection Congress, 2-5 September, Karaj, Iran: 248.
- McKenry, M. V., & Kretsch, J. (1984). Nematodes in pistachio orchards. *California agriculture*:21
- McKenry, M. V., & Kretsch, J. O. (1984). Nematodes in pistachio orchards. *California Agriculture*, 38, 21. Mohammadi Moghadam, M., Mortazavi, A. M., & Tanha Maafi, Z. (2006). Reaction of pistachio cultivars to root knot nematodes in field condition. 17th Iranian Plant Protection Cong., 2-5 September, Karaj, Iran: 370.
- Mehdinejad, F., Zeynadini Riseh, A., Sedaghati E., Alaei, H., & Moradi, M. (2021). Evaluation of the Level of Defense Enzymes Induced by Antagonistic Fungi against Root Knot Nematode, *Meloidogyne javanica* in Pistachio Seedlings. *Journal of Plant Protection*, 35 (1), 25-37
- Mojtahedi, H., Sturhan, D., Akhiani, A., & Barooti, S. (1980). Xiphinema species in Iranian vineyards. *Nematologia Mediterranea*, 8, 156- 170.
- Neshat, S., Khozeini, F., Barouti, S., & Rezaee S. (2011). Plant parasitic nematode fauna in Pistachio orchards from Sirjan city. *Quarterly Journal of Research in Plant Pathology*, 1, 25-32.
- Özarslandan, A., Özarslandan, M., & Çelik, Y. 2019, Muz Yetiştiriciliğinde Toprak Patojenlerine Karşı Arbusküler Mikorhizal Mantar (Amf) Uygulamaları. *DÜSTAD – Dünya Sağlık ve Tabiat Araştırmaları Dergisi*, 2, 26-36.
- Özarslandan, A., Özarslandan, M., & Çelik, Y. 2020, Muz Yetiştirilen Alanlarında Toprak Patojenlerine Karşı Yararlı Bakteri Uygulamaları. *DÜSTAD – Dünya Sağlık ve Tabiat Araştırmaları Dergisi*, 1, 65-73.
- Palomares-Rius, J., Subbotin, S. A., Landa, B. B., Vovlas, N., & Castillo, P. (2008). Description and molecular characterisation of *Paralongidorus litoralis* sp. n. and *P. paramaximus* Heyns, 1965 (Nematoda: Longidoridae) from Spain. *Nematology*, 10, 87-101.
- Qasim, H., & Hashmi, S. (1988). Seasonal population fluctuation of nematodes on pistachio in Baluchistan. *International Nematology Newsletter*, 5 (3), 50-53.

- Vovlas, N., & Inserra, R. N. (1983). Biology of *Heterodera mediterranea*. *Journal of Nematology*, 15, 571-576.
- Weiner, A., & Raski, D. J. (1966). New host records for *Xiphinema index*. *Plant Disease Reporter*, 50 (1), 27-28.
- Westerdahl, B. B. (2015). UC IPM UC Pest Management Guidelines Pistachio: Nematodes. UCANR publication 3461.
- Westphal, A., Buzo, T. R., Maung, Z. T. Z., & McKenry, M. (2016). Reproduction of *Mesocriconema xenoplax* and *Pratylenchus vulnus* on pistachio. Presented at the joint meeting of the Society of Nematologists and the Organization of Nematologists in the Tropical Areas. Montreal, Canada, July 17-21, 2016.
- Yildiz, S. (2007). Studies on the nematode fauna and biodiversity of Sanliurfa. PhD. Thesis. School of Natural and Applied Sciences, Çukurova University, Adana, Turkey.
- Zeynadini-Riseh, A., Mahdikhani-Moghadam, E., Rouhani, H., Moradi, M., Saberi-Riseh, R., & Mohammadi, A. (2018). Effect of some Probiotic Bacteria as Biocontrol Agents of *Meloidogyne incognita* and Evaluation of Biochemical Changes of Plant Defense Enzymes on Two Cultivars of Pistachio. *J Agri Sci and Tech* 20(1):179–191



# FARKLI ETKİ MEKANİZMASINA SAHİP İNSEKTİSİTLERİN MİRİDAE FAMILİYASINDAN ÖNEMLİ PREDATÖRLERE KARŞI TOKSİK ETKİLERİ

Saliha Selma ŞAHİN<sup>1</sup>, Mehmet KEÇECİ<sup>2</sup>

## GİRİŞ

Dünya genelinde sebze üretim miktarı 2019 yılı için 1 130 milyon ton olarak bildirilmiştir. Sebze üretiminde başlıca ülkeler üretim miktarlarına göre, Çin, Hindistan, Amerika Birleşik Devletleri, Türkiye, Vietnam, Nijerya ve Mısır olarak sıralanmaktadır. Bu üretimde Doğu ve Güney Asya ülkeleri önemli bir paya sahiptir. İklimsel olarak bazı avantajlara sahip Akdeniz'e kıyaslı olan ülkelerde de yaklaşık %8'lik bir üretim gerçekleştirilmektedir (FAO, 2021). Bununla birlikte Akdeniz ülkelerinin sebze üretimini sınırlandıran Beyazsinekler [*Bemisia tabaci* Genn. ve *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae)], Thripsler [*Frankliniella occidentalis* Pergande ve *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae)], Yaprakbitleri [*Aphis fabae* Scob., *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Aphis gossypii* Glover ve *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae)], Domates güvesi [(*Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) ] ve Kırmızıörümcek [(*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)] gibi ana zararlılar bulunmaktadır (Tunç ve Göçmen, 1994; Ulubilir ve Yabaş, 1996; Yaşarakıncı ve Hıncal, 1999; Bulut ve Göçmen, 2000; Keçeci ve ark., 2007; Kılıç, 2010; Keçeci ve Öztop, 2017).

---

<sup>1</sup> Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Malatya, Türkiye, saliha.selma1@hotmail.com

<sup>2</sup> Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Malatya, Türkiye, kececitr@yahoo.com

Zararlılara karşı çoğunlukla kimyasal mücadelenin tercih edilmesi doğal düşmanların öldürülmesi ve zararlıların pestisitlere direnç geliştirmesi gibi olumsuz sonuçlara yol açmaktadır (Devonshire ve Field, 1991). Tüm bu olumsuzluklar kimyasal mücadeleye alternatif metot/programların ortaya konmasını zorunlu kılmıştır. Zararlılarla mücadelede, son 30 yılda başta biyolojik mücadele olmak üzere alternatif mücadele metotlarının kullanıldığı Entegre Mücadele kavramı öne çıkmıştır (van Lenteren, 2009; Bueno ve van Lenteren 2010; Yücel ve ark., 2013).

Biyolojik mücadele uygulamaları özellikle, İspanya'nın Almeria bölgesinde örtüaltı biyolojik biber yetiştiriciliğinde 2006/2007 yılında %2'lik alanda başlamış, 2008 yılında ise %73'ün üzerine çıkmıştır. Birkaç yıl sonra ise biber yetiştiriciliğinde zararlılarla mücadelede tamamen biyolojik mücadele uygulanmaya başlamıştır. Biberdeki biyolojik mücadele uygulamalarının aksine domates ve diğer bitkilerde uygulanan alanlardaki artış aynı ivmeyi yakalayamamıştır. Bununla birlikte istilacı tür domates güvesi, *T. absoluta*'nın İspanya'ya ulaşması ile, domates bitkisindeki biyolojik mücadele uygulamaları artış eğilimine girmiştir (Vila ve Cabello, 2014).

Türkiye'de de biyolojik mücadele uygulamaları biber bitkisinde 2002 yılında 10 ha'lık alanda deneme amaçlı olarak başlamış, 2015 yılında ise örtüaltı biber yetiştiriciliği alanlarının yaklaşık 1/3'ünde uygulanarak 1019 ha'a ulaşmıştır. Bununla birlikte diğer örtüaltı sebze türlerinde aynı gelişim elde edilememiştir (Topakcı ve Keçeci, 2017)

Örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde Kırmızıörümceklerle mücadelede *Neoseiulus californicus* (McGregor) ve *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae); Beyazsineklerle mücadelede, *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) ve *Nesidiocoris tenuis* (Reuter), *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) (Hemiptera: Miridae) ve *Nabis (Nabis) pseudoferus* (Remane) (Hemiptera: Nabidae); Thripslerle mücadelede, *A. swirskii*, *A. cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae), *Orius laevigatus* (Fieber) Hemiptera: Anthocoridae; Yaprakbitleri ile mücadelede *Aphidius colemani* Viereck, *A. ervi* Haliday, *A. matricariae* Haliday (Hymenoptera:

Aphidiidae), *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) (Diptera: Cecidomyiidae), *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae), *Chrysoperla carnea* (Stephens) Neuroptera: Chrysopidae) öne çıkan biyolojik mücadele etmenleridir (Vila ve Cabello, 2014; Yücel ve ark., 2013; Topakcı ve Keçeci, 2017; Yücel ve ark., 2021). Bu faydalılardan *N. tenuis* ve *M. pygmaeus* dışında Miridae familyasında yer alan türler olan, *Dicyphus cerastii* Wagner, *D. errans* (Wolff), *D. tamaninii* Wagner ve *Macrolophus costalis* Fieber'de, başta domates olmak üzere sebze yetiştiriciliğinde Yaprakbitleri, Beyazsinekler, Thripsler ve güve yumurta ve larvaları ile mücadelede önerilmektedir (Albajes ve Alomar, 1999; Castañé ve ark., 2000; Beitia ve ark., 2016).

Biyolojik mücadele uygulamaları sırasında, hedef zararlının baskı altına alınamadığı veya başka hastalık veya zararlılarının ortaya çıkması durumunda pestisit kullanma zorunluluğu ortaya çıkabilmektedir. Biyolojik mücadele uygulamalarının yapıldığı alanlarda, kimyasal mücadele yapılması zorunluluğu ortaya çıkarsa, faydalılara en düşük toksik etkisi olan pestisitlerin seçilmesi mevcut biyolojik mücadele uygulamalarının devamlılığı açısından önem arz etmektedir.

Yapılan literatür taramalarında Miridae familyasındaki faydalı böceklere karşı pestisitlerin yan etkilerinin, büyük oranda laboratuvar denemeleri ile belirlendiği anlaşılmıştır. Bununla birlikte yarı tarla ve sera koşullarında yürütülen denemelerde de bazı pestisitlerin avcı böcekler üzerinde yan etkileri belirlenmiştir. Bu derleme kapsamında Mirid avcı böcekler üzerinde pestisitlerin yan etkileri konusunda yapılan çalışmalara ait önemli bulgular sunulmuştur.

## **Etki Mekanizmalarına Göre Sınıflandırılan İnektisitlerin Mirid Avcı Böceklere Yan Etkileri**

### ***Nikotinic Asetilkolin Reseptör Allosterik Modülatörleri***

Spinetoram, bir aktinomiset bakterisi olan *Saccharopolyspora spinosa*'dan türetilen bir fermantasyon ürünüdür. Spinetoram, bir makrosiklik lakton insektisittir. Böceklerde nikotinic asetilkolin reseptörlerinin kalıcı

aktivasyonuna neden olur, sinir sisteminin aşırı uyarılmasıyla sonucu böcekler ölür.

*Macrolophus basicornis* ile yürütölen laboratuvar çalışmasında, spinetoram (16 g/100 L) uygulaması yapıldıktan sonra 3. dönem nimfler domates bitkisi üzerine bırakılmış ve ölümler kaydedilmiştir. Erginler için ise doğrudan erginler üzerine ilaçlama kulesi ile uygulama yapılmıştır. Çalışma sonucunda spinetoram'ın avcı böceğın ergin ve nimflerinde ölümcül etkiye sebep olmadığı belirtilmiştir (Soares ve ark., 2019). Aynı şekilde Martinou ve ark., (2014)'da spinosad etken maddesi (72 mg a.i./L)'nin *M. pygmaeus*'e zararsız veya az zararlı olduğunu bildirmektedir. Bununla birlikte, spinosad'ın *N. tenuis*'e karşı orta derecede zararlı (M) ve zararlı (T) olduğu belirtilen çalışmalar da bulunmaktadır (Sukhoruchenko vd., 2015; Portakaldalı ve Satar, 2015a). Aynı etki biçimine sahip kimyasal sınıfta yer almasına rağmen (IRAC 5 nolu grup), her iki çalışmada bildirilen ölüm oranlarındaki farklılıkların, etken madde, doz ve formölasyonlardaki farklılıklardan kaynaklanabileceğı, ayrıca farklı koşullarda yürütölen çalışmaların bu sonuca neden olabileceğı düşünölmektedir.

Subletal etkilerin belirlenmesi amacıyla laboratuvar koşullarında *N. tenuis* ve *M. pygmaeus* ile yürütölen çalışmada, ilaç uygulaması yapıldıktan sonra 3.-4. dönem nimfler, domates bitkisinden alınan yapraklara bırakılıp ölüm oranı kaydedilmiştir. Bu çalışmada ayrıca ilaca maruz bırakıldıktan sonra hayatta kalan nimflerden meydana gelen dişiler ile ilaca maruz kalmayan erkekler birlikte eşit sayıda olacak şekilde aynı kafese salındıktan sonra fekondite takibi yapılmıştır. Spinosad'a maruz kalan *N. tenuis* nimflerinde 7 gün sonraki ölüm oranı %4.7 olurken bu oran *M. pygmaeus* nimfleri için %7.4 olarak gözlemlenmiştir. Dişilerde ise ölüm oranı 7 gün sonunda her iki tür için sırasıyla %8.7 ve 7.3 olarak belirlenmiştir. *N. tenuis* dişilerinden elde edilen nimfler için kontrol ile karşılaştırıldığında istatistiksel bir farklılık gözlenmezken, *M. pygmaeus* dişilerinin yavrularında önemli derecede azalmalar görölmüştür. Sonuç olarak spinosad, *N. tenuis* için az zararlı, *M. pygmaeus* için ise orta derecede zararlı olarak belirtilmiştir (Arno ve Gabarra, 2011).

Sera koşullarında yürütülen bir çalışmada, spinetoram'ın yaz ve sonbahar döneminde sırasıyla %24 ve 52 düzeylerinde ölüme neden olduğu ve iki sezon ortalaması dikkate alındığında, spinetoram'ın *N. tenuis* ile uyumlu olduğu ve IPM programlarında önerilebileceği bildirilmiştir. Özellikle güz dönemindeki denemede görülen yüksek ölüm oranlarının spinetoram'ın sub-letal etkileri nedeniyle olabileceği bildirilmektedir (Kaya ve Keçeci, 2021).

### ***Glutamat Kapılı Klorid Kanalı (GluCl) Allosterik Modülatörleri***

Kimyasal yapıları makrosiklik lakton olan Avermectinler grubundaki abamectin ve emamectin benzoate ile Milbemisinler grubundaki milbemectin, klorid kanalları vasıtasıyla sinir sistemi üzerine etkilidir. Toprak kökenli bir aktinomiset bakteri olan *Streptomyces* cinsine bağlı türlerin fermantasyon ürünü olarak elde edilen biyopestisitlerdir. Abamectin kırmızı örümcekler ve diğer bazı akar zararlılarına karşı kullanılırken, emamectin benzoate ise lepidopter larvaları üzerinde etkilidir. GABA-kapılı ve glutamat-kapılı klorid kanallarına etki eder (Clark ve ark., 1995). Klorid kanalları hücrenin uyarı sonrası dinlenme durumuna geçmesinde rol oynar. Bu gruptaki pestisitler, klorid kanallarının yüksek dozda aktivasyonuna neden olarak, sinir iletim dengesini bozar. Sinir sistemi sürekli dinlenme durumunda kalan böcek veya akar, paralize olur, beslenemez ve ölür (Stumpf&Nauen, 2002).

Emamectin benzoate, laboratuvar koşullarında yürütülen çalışmada *N. tenuis*'in %74.4-78.5 ölümüne neden olmuştur (Portakaldalı ve Satar, 2015b). Bir başka mirid, *Pilophorus typicus* (Distant) (Heteroptera: Miridae)'ta ise ölümün %100 olduğu bildirilmiştir (Nakahira ve ark., 2010). Bununla birlikte; Martinou ve ark., (2014) laboratuvar koşullarında, Amor ve ark., (2012) ise yarı tarla koşullarında yaptığı denemede emamectin benzoate'ın *M. pygmaeus* erginlerine zararsız veya az zararlı olduğunu saptamıştır. Sera koşullarında avcı böcek için *T. absoluta* ve *B. tabaci* gibi doğal avlarının olduğu ortamda *N. tenuis* ile yürütülen bir çalışmada da emamectin benzoate az zararlı belirlenmiş ve IPM programlarında dikkatli kullanılması gerektiği ifade edilmiştir (Daeder ve ark., 2019). Sera koşullarında *N. tenuis*'e av olarak *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) yumurtalarının verildiği çalışmada ise emamectin benzoate'ın, yaz ve sonbahar döneminde ise %86 ve

87 oranında ölüme neden olduğu ve IPM programları için uygun olmadığı belirtilmiştir (Kaya ve Keçeci, 2021). Bununla birlikte iki çalışmadaki farklılığın çalışmalardaki ilaç uygulama dozu ve son bahsedilen çalışmadaki verilen suni besin nedeniyle avcının bitkide daha fazla dolaştığı ve daha fazla ilaca maruz kalmasının daha yüksek ölüme neden olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca, emamectin benzoate translaminar özelliği ile bitki dokularına bir düzeyde nüfuz edebilen bir insektisittir ve omnivor karakter gösteren *N. tenuis*, *M. pygmaeus* ve *O. laevigatus* gibi avcı böceklerin, avları yerine, bitki ile beslenmeleri sonucu daha fazla toksik madde alabilecekleri tahmin edilmektedir.

Perdikis ve ark. (2020) yürüttükleri çalışmada, *N. tenuis*'in üçüncü dönem nimflerini ilaç uygulaması yapılmış domates bitkilerinin üst yapraklarında kuru rezidüye maruz bırakmıştır. Aynı çalışmada ek olarak *N. tenuis*'in 3. dönem nimfleri ve bitkilere de uygulama yapılmıştır. Çalışma sonucunda uygulama yapılmamış nimfler abamectin'in kuru rezidüsüne maruz kaldığında %40 ölüm görülürken, bu oran uygulama yapılmış nimflerde %70 olarak belirlenmiştir. Her ne kadar zararlı böceklerle karşı hızlı bir knockdown etkisi gösteren abamectin uygulama yapılmış nimflerin %60'ını yalnızca 2 gün içinde öldürmüş olsa da toplam ölümün 10 güne yayılması nedeniyle insektisit yan etkilerinin doğru bir şekilde belirlenmesi için gözlem süresinin uzatılması gerektiği bildirilmiştir. Abamectin'in hem uygulama yapılmış nimfler hem de uygulama yapılmamış nimfler için hafif zararlı olduğu belirtilmiştir. Benzer olarak *M. basicornis* ile yürütülen bir başka laboratuvar çalışmasında abamectin'e maruz kalan 3. dönem nimfler için ölüm oranı %79.98 olarak gözlemlenmiştir. Aynı çalışmada erginlere de uygulama yapılmıştır, her iki cinsiyet için de çok toksik olduğu ve predatörün yaşam süresinin uygulama yapılmış bireylerde, kontrol bireyelerine göre anlamlı oranda azaldığı belirtilmiştir (Soares ve ark., 2019).

### ***Nikotinik Asetilkolin Reseptör (nAChR) Rekabetçi Modülatörleri***

Perdikis ve ark. (2020)'nın 3. dönem *N. tenuis* nimfleri ile yaptıkları çalışmada, imidacloprid (100 mg a.i./L)'in kuru rezidüsüne maruz kalan nimflerde %90 ölüm görülürken, yaprakla birlikte nimflere de uygulama

yapıldığında ölüm %100 olarak belirlenmiştir. Imidacloprid'in uygulama yapılmış nimfler için zararlı, uygulama yapılmamış nimfler için ise orta derecede ve kısmen zararlı olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle *N. tenuis* ile yürütülen biyolojik mücadele uygulamalarında, imidacloprid'in avcının gerek salımı gerekse var olan popülasyonunun korunması ile uyumlu olmadığı sonucuna varılmıştır.

*Nesidiocoris tenuis* ile yapılan bir başka laboratuvar çalışmasında erginlere 3 gün boyunca sulfaxoflor uygulanmış *E. kuehniella* yumurtası sunulmuş ve ölüm oranı, her bir dişiden meydana gelen günlük nimf sayısı ve ergin yaşam süresi takip edilmiştir. Çalışma sonucunda sulfaxoflor uygulanmış *E. kuehniella* yumurtasına maruz kalan erginlerde %36 ölüm görülürken bir dişiden meydana gelen günlük nimf sayısında %56.7 azalma görülmüştür. Sulfaxoflor'un *N. tenuis* erginlerine orta derecede zararlı olduğu ve sulfaxoflor'un besin yoluyla alındığında ortaya çıkan negatif etkileri sebebiyle *N. tenuis*'in artırıcı salımlarının yapıldığı alanlarda popülasyonu korumak için dikkat edilmesi gereken insektisitlerden olduğu belirtilmiştir (Wanumen ve ark., 2016).

*Macrolophus pygmaeus* ile yürütülen laboratuvar çalışmasında 3. dönem nimflerin dorsal abdomeninin üzerine mikropipet yardımıyla 1 mikrolitre LC<sub>30</sub> thiamethoxam uygulanmıştır. Çalışma sonucunda uygulama yapılan nimflerin ergin öncesi dönem süresi (44.16 gün) kontrol bireyleri ile karşılaştırıldığında (34.63 gün) anlamlı oranda artarken, fekondite %43.62 oranında azalmıştır. Seçici bir insektisit olan thiamethoxam'ın kısa sürede *M. pygmaeus* üzerinde riskli bir etkisi olmamıştır. Hesaplanan LC<sub>50</sub> değeri, zararlılara karşı tavsiye edilen tarla dozundan yüksek olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, avına ek olarak bitki özsuğu ile de beslenebilen omnivor böcek *M. pygmaeus*'un bazı biyolojik özellikleri ve popülasyonunun sublethal konsantrasyondan uzun süre etkilenebileceği ve bu hususun entegre mücadele programlarında dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir (Rahmani ve ark., 2016).

### ***Sodyum Kanalı Modülatörleri***

Sodyum kanalı modülatörleri, sinirsel iletimde sodyum kanalının açık kalmasına ve dolayısıyla aşırı uyarılmaya ve ölüme neden olur (IRAC, 2021). *N. tenuis*'in 3. dönem nimfleri domates bitkisi üzerinde deltamethrin (12.5 mg a.i./L)'in kuru rezidüsüne maruz kaldığında ölüm oranı %70 olurken, bu oran nimfler bitki üzerindeyken uygulandığında %100'e çıkmıştır ve deltamethrin'in doğrudan böcek üzerine uygulandığında nimfler için zararlı, kalıntıya maruz kalan nimfler için ise hafif zararlı olduğu belirtilmiştir. Ancak her iki uygulamada da nimf ölümlerinin uzun süreye yayılması sebebiyle insektisit yan etkilerinin doğru bir şekilde belirlenmesi için gözlem süresinin uzatılmasının faydalı olacağı belirtilmiştir (Perdikis ve ark., 2020). Wanumen ve ark. (2016)'nın *N. tenuis* ile yürüttüğü bir başka çalışmada deltamethrin uygulanmış *E. kuehniella* yumurtalarına maruz kalan erginlerde ölüm oranı %2.7 olarak ölçülürken bir dışıden meydana gelen günlük nimf sayısında %28.4 azalma gözlenmiştir. Deltamethrin'in insektisit uygulaması yapılmış besin açısından değerlendirildiğinde IOBC sınıflandırmasına göre *N. tenuis*'e zararsız olduğu belirtilmiştir.

### ***Voltaj Bağımlı Sodyum Kanalı Bloke Ediciler***

Bu etki mekanizmasına sahip insektisitler sodyum kanalını bloke ederek, sinirsel iletimin durmasına ve paralize neden olur (IRAC, 2021). Wanumen ve ark. (2016)'nın *N. tenuis* ile yürüttüğü çalışmada metaflumizone uygulanmış *E. kuehniella* yumurtaları ile beslenen erginlerde %28 oranında ölüm olduğunu tespit etmiştir. Bir dışıden meydana gelen günlük nimf sayısında ise %56.7 azalma gözlemlenmiştir. Metaflumizone'nun erginlere orta derecede zararlı olduğu ve besin yoluyla alındığında ortaya çıkan negatif etkileri sebebiyle *N. tenuis* salımlarının yapıldığı alanlarda popülasyonu korumak için dikkat edilmesi gereken insektisitlerden olduğu belirtilmiştir.

Arno ve Gabarra (2011)'nin *N. tenuis* ve *M. pygmaeus*'un 3.-4. dönem nimflerini indoxacarb'ın kuru rezidüsüne maruz bırakarak yaptıkları çalışmada, 7 gün sonraki ölüm oranı *N. tenuis* ve *M. pygmaeus* için sırasıyla %46.9 ve %28.3 olarak belirlenmiştir. İlaça maruz kalan dişilerin fekonditeleri ise *N. tenuis* için %29, *M. pygmaeus* için ise %4 azalmıştır. Sonuç olarak



indoxacarb'ın *N. tenuis* için orta derecede zararlı, *M. pygmaeus* için ise hafif zararlı olduğu belirtilmiştir.

### ***Ekdizon Reseptör Agonistleri***

*Nesidiocoris tenuis*'in 3. dönem nimfleri methoxyfenozide'in kuru rezidüsüne maruz kaldığında ölüm oranı %10 olurken, bu oran nimfler üzerine doğrudan uygulama yapıldığında %20 olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte methoxyfenozide'in her iki uygulama dikkate alındığında *N. tenuis* nimfleri için zararsız olduğu belirtilmiştir (Perdikis ve ark., 2020).

### ***Ryanodine Reseptör Modülatörleri***

Bu gruba giren insektisitler tarafından aktive edilen böcek ryanodin reseptörleri, kaslardan kalsiyum salınımını uyararak kas regülasyonunu bozar, felce ve nihayetinde ölüme neden olur. Wanumen ve ark. (2016) tarafından *N. tenuis* ile yürütölen çalışmada, flubendiamide uygulanmış *E. kuehniella* yumurtası ile beslenen erginlerde ölüm oranı %2 olarak kaydedilirken, bir dişiden günlük olarak meydana gelen nimf sayısında ise %33.4 azalma saptanmıştır. Flubendiamide hafif zararlı olarak sınıflandırılmıştır.

Soares ve ark. (2019)'nın *M. basicornis* ile yürüttüğu çalışmada chlorantraniliprole+abamectin (60 mL/100L)'e maruz bırakılan 3. dönem nimflerde ölüm oranı %6.66 olarak kaydedilirken, erginler ilaç ile karşılaştığında yaşam sürelerinin azaldığı, üreme ve erkeklerin uçuş tepkisinin etkilendiği ve bununla birlikte chlorantraniliprole+abamectin'in *M. basicornis* ile birlikte kullanılmasının entegre mücadele çalışmalarının sürdürülebilirliğini bozacağı belirtilmiştir. Benzer şekilde sera koşullarında yürütölen bir çalışmada, chlorantraniliprole + abamectin'in, *N. tenuis* popölasyonunda yarıya yakın azalmaya neden olduğu ve IPM programlarında dikkatli kullanımının gerektiği bildirilmiştir (Kaya ve Keçeci, 2020). Bununla birlikte buradaki etkinin chlorantraniliprole'dan ziyade abamectin kaynaklı olduğu düşünölmektedir.

### ***Asetilkolinesteraz (ACHE) İnhibitörleri***

Asetilkolinesteraz (AChE), uyarıcı nörotransmitter bir madde olan asetilkolinin sinapslardaki etkisini sonlandıran enzimdir. Bu gruba giren

bileşikler AChE'yi inhibe ederek aşırı uyarılmaya neden olur (IRAC, 2021). *Macrolophus pygmaeus*'un 3. dönem nimflerinin abdomen dorsoline uygulanan 1 mikrolitre pirimicarb (LC<sub>30</sub>), kontroldeki bireyler ile karşılaştırıldığında (34.63 gün), ergin öncesi gelişme süresinde (45.98 gün) anlamlı oranda artışa, fekonditede ise %37.72 oranında azalmaya neden olmuştur. Dolayısıyla her ne kadar pirimicarb seçici bir insektisit olarak bilirse de, *M. pygmaeus*'a önemli düzeyde toksik etki gösterme potansiyeline sahip olması nedeniyle Entegre mücadelede predatör ile birlikte kullanımında dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Rahmani ve ark., 2016)

### ***Asetil CoA Karboksilaz İnhibitörleri***

Bu gruba giren insektisit/akarisitler yağ asidi sentezi proseslerinde, Asetil CoA Karboksilaz enzimini inhibe etmekte ve böylece yağ biyosentezini engellemektedir (IRAC, 2021). Perdakis ve ark. (2020)'ın yaptığı çalışmada spiromesifen'in sadece kuru rezidüsüne maruz bırakılmış 3. dönem *N. tenuis* nimflerinde %0'a yakın ölüm gözlemlenirken bu oran nimflere doğrudan ilaç uygulaması yapıldığında %10 olarak belirlenmiştir. Spiromesifen'in her iki test yöntemindeki bulgulara göre *N. tenuis* nimfleri için zararsız olduğu belirtilmiştir.

Wanumen ve ark. (2016)'ın *N. tenuis* erginlerini spirotetramat uygulanmış *E. kuehniella* yumurtalarına maruz bırakarak yaptıkları çalışmada erginlerde ölüm oranı %2.7 olarak belirlenirken, meydana gelen nimf sayısının %11.7 azaldığı ortaya konulmuştur ve besine uygulanmış spirotetramat'ın *N. tenuis*'e zararsız olduğu belirtilmiştir. *N. tenuis* ile yürütülen başka bir çalışmada 1-2 günlük erginler spirotetramat'ın kuru rezidüsüne maruz bırakılmıştır. Çalışmada aynı zamanda, bitki, erginler ve erginlerin besin kaynağı olarak kullanılacak *E. kuehniella* yumurtaları da ilaçlanarak çoklu maruziyet çalışmasında yapılmıştır. Spirotetramat'ın kuru rezidü ve çoklu maruziyet denemesindeki ölüm oranı kontrol ile karşılaştırıldığında istatistiksel bir farklılık göstermediği bildirilmiştir. Ayrıca farklı maruz bırakma denemelerinde spirotetramat fekondite açısından kontrol grubu ile benzer sonuçlar üretmiştir. Ksilem ve floemde hareket edebilen sistemik bir insektisit olan spirotetramat'ın çalışma sonuçlarına göre, hem

uygulama yapılan bitki yüzeyinde gezinmeleri ve ilaçlı *E. kuehniella* yumurtaları ile beslenmeleri yoluyla insektisite maruz kalan erginlerde, hem de sadece kuru rezidüye maruz kalan nimflerde lethal ya da sublethal etkisinin gözlemlenmediği ve IOBC sınıflandırmasına göre nimf ve erginler için zararsız olduğu belirtilmiştir (Madbouni ve ark., 2017).

### ***Jüvenil Hormon Benzerleri***

Bu gruba giren bileşiklerden pyriproxyfen , böceklerde bulunan doğal bir hormonu taklit eder ve büyümelerini bozar. Çoğunlukla ergin öncesi dönemleri etkileyen bir tür böcek büyüme düzenleyicisidir (IRAC, 2021). Ziaei Madbouni ve ark. (2017)'nin yaptıkları çalışmada pyriproxyfen'in kuru rezidüsüne maruz kalan 1-2 günlük *N. tenuis* erginlerinde ölüm %30'dan fazla iken, erginlerin ve *E. kuehniella* yumurtalarında ilaçlandığı çoklu maruziyet denemelerinde bu oran yaklaşık %20 seviyelerine düşmüştür. Pyriproxyfen, kuru rezidü ve çoklu maruziyet denemelerinde üreme kapasitesini sınırlı oranda etkilemiştir. Sonuç olarak pyriproxyfen lethal ve sublethal etkilerinin %30'un altında olması sebebiyle zararsız veya az zararlı olarak kabul edilmiştir ve dolayısıyla biyolojik tabanlı Entegre mücadele çalışmalarında kullanımının uygun olacağı belirtilmiştir.

### **SONUÇ**

Biyolojik mücadelenin başarıya ulaşması için, beklenmedik şekilde ortaya çıkan sekonder zararlılar ve/veya kontrol altına alınamayan hastalık etmenlerine ve diğer zararlı türlere karşı kullanılacak pestisitlerin doğal düşmanlarla uyumlu olması son derece önemlidir. Pestisitlerin faydalılara yan etkilerinin belirlendiği çalışmalarda, genellikle doğrudan faydalı türdeki ölüm oranları ve fekonditeye etki düzeyleri dikkate alınmaktadır. Kültür bitkilerinin üretimi sırasında yapılan insektisit uygulamaları, sıcaklık, yağış, güneş ışınları vb. etkilerle bir düzeyde parçalanmakta ve bu yüzden faydalı türler, kimi zaman daha düşük (sublethal) pestisit dozlarına maruz kalabilmektedir. Bu bakımdan son yıllarda özellikle subletal etkilerin belirlenmesine yönelik çalışmaların sayısında artış gözlenmektedir.

Gerek laboratuvar gerekse arazi koşullarında yapılan çalışma bulguları dikkate alındığında, aynı etki biçimine sahip farklı aktif maddelerin, Miridae

familyasındaki avcı böceklerle karşı yan etkilerinde farklılıklar olabildiği görölmektedir. Laboratuvar koşullarında belirlenen sonuçlarla, arazi şartlarındaki sonuçlar arasında, her zaman paralellik beklenmemektedir. Ayrıca Miridae familyasındaki türler hem zoofag hemde fitofag karakter gösterebilmektedir. Faydalının fitofag beslenmeye eğilim gösterme derecesi, ortamda avlarının bulunma durumları, uygulanan pestisitlerin bitki dokularında sistemik taşınabilme özelliğine sahip olmaları vb. birçok özellik, türlerin pestisitlerden farklı şekilde etkilenmelerine neden olmaktadır. Bu nedenle doğru bir kaniya ulaşmak için, biyolojik mücadele amacıyla kullanılan doğal düşmanlar üzerinde yan etki çalışmalarının yapılması gereklidir ve elde edilen bulgulara göre Entegre Mücadele prensipleri ile daha uyumlu olabilecek pestisitlerin belirlenmesi önem arz etmektedir.

## KAYNAKLAR

- Albajes, R., & Alomar, O. (1999). Current and potential use of polyphagous predators, pp. 265-275. In: *Integrated pest and disease management in greenhouse crops* (Albajes R., Gullino M. L., van Lenteren J. C., Elad Y., Eds).- Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- Amor, F., Medina, P., Bengochea, P., Cánovas, M., Vega, P., Correia, R., Garcia, F., Gomez M., Budia F., Vinuela E., & López, J. A. (2012). Effect of emamectin benzoate under semi-field and field conditions on key predatory biological control agents used in vegetable greenhouses. *Biocontrol Science and Technology*, 22(2), 219-232.
- Arnó, J., & R. Gabarra, (2011). Side effects of selected insecticides on the *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) predators *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae). *Journal of Pest Science*, 84 (4), 513-520.
- Beitia, F. J., Asís, J. D., De-Pedro, L., Goula, M., & Tormos, J. (2016). Importance of feeding behaviour on life cycle in the zoophytophagous bug *Dicyphus geniculatus*. *Bulletin of Insectology*, 69(2), 173-180.
- Bulut, E., & Göçmen H. (2000). Pest and their natural enemies on greenhouse vegetables in Antalya. *IOBC/WPRS Bulletin*, 23(1), 33-38.
- Bueno, V. H. P., & van Lenteren, J. C. (2010). "Biological control of pests in protected cultivation: implementation in Latin America and successes in

- Europe, 261-269". Memorias, XXXVII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología (30 June-2 July 2010, Bogota, Colombia): 370 pp.
- Castañé, C., Alomar, O., & Riudavets, J. (2000). *Dicyphus tamaninii* in the biological control of cucumber pests. *Bulletin OILB/SROP*, 23(1), 253-256.
- Clark, J.M., Scott J.G., Campos F., & Bloomquist, J.R. (1995). Resistance to avermectins extent, mechanisms, and management implications. *Annual Review of Entomology*, 40, 1-30.
- Dáder, B., Colomer, I., Adán Á., Medina P., & Viñuela E. (2020). Compatibility of early natural enemy introductions in commercial pepper and tomato greenhouses with repeated pesticide applications. *Insect Science*, 27 (5), 1111-1124.
- Devonshire, A. L., & Field L. M. (1991). Gene amplification and insecticide resistance. *Annual Review of Entomology*, 36: 1-21.
- FAO. (2021). FAOSTAT, Production statistics. (Web page: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>) (Date accessed: August 2021).
- IRAC. (2021). Insecticide Resistance Action Committee. The IRAC mode of action classification online (Web page: <https://irac-online.org/modes-of-action/>) (Date accessed: August 2021).
- Kaya, H. Y., & Keçeci, M. (2021). Non-target effects of insecticides commonly used against lepidopteran pests on the predator, *Nesidiocoris tenuis* (Reuter, 1895) (Hemiptera: Miridae), under greenhouse conditions. *Turkish Journal of Entomology*, 45(1), 115-124.
- Keçeci, M., & Öztop A. (2017). Possibilities for biological control of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in the western Mediterranean Region of Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 41(2), 219-230
- Keçeci, M., Ceylan S., Kahveci L., Ülker Y., & Topakçı N. (2007). Antalya ilinde örtüaltı biber yetiştiriciliğinde zararlı türler ve populasyon yoğunlukları üzerinde araştırmalar, Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri (27-29 Ağustos, Isparta, Türkiye), s.216.

- Kılıç, T., (2010). First record of *Tuta absoluta* in Turkey. *Phytoparasitica*, 38(3), 243-244.
- Martinou, A. F., Seraphides N., & Stavrinides, M. C. (2014). Lethal and behavioral effects of pesticides on the insect predator *Macrolophus pygmaeus*. *Chemosphere*, 96, 167-173.
- Nakahira, K, Kashitani, R., Tomoda, M., Kodama, R., Ito, K., Yamanaka, S., Momoshita, M., & Arakawa, R. (2010). Side effects of vegetable pesticides on a predatory mirid bug, *Pilophorus typicus* Distant (Heteroptera: Miridae). *Applied Entomology and Zoology*, 45(2), 239-243.
- Perdikis, D., Psaroudaki, S., & Papadoulis, G. (2020). Compatibility of *Nesidiocoris tenuis* and *Iphiseius degenerans* with insecticides, miticides and fungicides used in tomato crops. *Bulletin of Insectology*, 73(2), 181-192.
- Portakadalı, M., & Satar, S. (2015a). Bazı pestisitlerin laboratuvar koşullarında avcı böcek *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hemiptera: Miridae)'e karşı etkileri. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 5 (4), 209-216.
- Portakadalı, M., & Satar, S. (2015b). Avcı böcek *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hemiptera: Miridae)'e üç farklı pestisit laboratuvar koşullarında yan etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 6(2), 115-126.
- Rahmani, S., Azimi, S., & Moghadasi, M. (2016). LC<sub>30</sub> effects of thiamethoxam and pirimicarb, on population parameters and biological characteristics of *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae). *Arthropods*, 5(2), 44-55.
- Soares, M. A., Passos L. C., Campos M. R., Collares L. J., Desneux N., & Carvalho, A. G. (2019). Side effects of insecticides commonly used against *Tuta absoluta* on the predator *Macrolophus basicornis*. *Journal of Pest Science*, 92(4), 1447-1456.
- Stumpf, N., & Nauen R. (2002). Biochemical Markers Linked to Abamectin Resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 72 (2), 111-121.
- Sukhoruchenko, G. I., Belyakova N. A., Pazyuk I. M., & Ivanova, G. P. (2015). The toxic effect of greenhouse insecticides on the predatory

- bugs *Nesidiocoris tenuis* Reuter and *Macrolophus pygmaeus* H.-S. (Heteroptera, Miridae). *Entomological Review*, 95 (9), 1166-1173.
- Topakcı, N., & Keçeci, M. (2017). Türkiye’de örtüaltında zararlılara karşı biyolojik mücadele uygulamalarının gelişimi: Araştırmadan pratiğe Antalya örneği. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 8(2), 161-174.
- Tunç, I., & Göçmen, H. (1994). New greenhouse pests, *Polyphagotarsonemus latus* and *Frankliniella occidentalis* in Turkey. *FAO Plant Protection Bulletin*, 42(4), 218-220
- Ulubilir, A., & Yabaş C. (1996). Akdeniz Bölgesinde örtüaltında yetiştirilen sebzelerde görülen zararlı ve yararlı faunanın tespiti. *Turkish Journal of Entomology*, 20(3), 217-228.
- van Lenteren, J. C. (2009). “IPM in greenhouse vegetables and ornamentals, 354-365”. In: *Integrated Pest Management Concepts, Tactics, Strategies and Case Studies*. (Eds. E. B. Radcliffe, W. D. Hutchinson, R. E. Cancelado), Cambridge University Press, Cambridge, 529 pp.
- Yaşarakıncı, N., & Hıncal P. (1999). The development of pest populations and their beneficials over different growing periods in tomato greenhouses in the Aegean Region of Turkey. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 491: 469-474.
- Vila, E., & Cabello, T. (2014). Biosystems engineering applied to greenhouse pest control. In *Biosystems Engineering: Biofactories for Food Production in the Century XXI* (pp. 99-128). Springer, Cham.
- Wanumen, A. C., Sánchez-Ramos, I., Viñuela, E., Medina, P., & Adán, Á. (2016). Impact of feeding on contaminated prey on the life parameters of *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae) adults. *Journal of Insect Science*, 16(1).
- Yücel, S., M. Keçeci, M. Yurtmen, R. C. Yıldız, A. Ozarslandan & C. Can, 2013. “Integrated Pest Management of Protected Vegetable Cultivation in Turkey, 7-13”. In: *Vegetable science and biotechnology in Turkey* (Ed. A. Balkaya). ISBN 978-4-903313-93-1, *The European Journal of Plant Science and Biotechnology* 7 (Special Issue), 69 pp.
- Yücel, S., Kazak, C., Karut, K., Karacaoğlu, M., Keçeci, M., Karaçancı, Ş., Ay, T., Yarpuzlu, F. (2021). Organik Tarımda Biyolojik Mücadele.

Atatürk Bahçe Kùltùrleri Merkez Araştırma Enstitüsü Mùdùrlùğü  
Yayını, Yayın No:102, 42 s.

Ziaei Madbouni, M. A., Samih, M. A., Qureshi, J. A., Biondi, A., & Namvar, P. (2017). Compatibility of insecticides and fungicides with the zoophytophagous mirid predator *Nesidiocoris tenuis*. *PLoS ONE*, 12(11), e0187439.



# DOĞU AKDENİZ BÖLGESİ TRABZON HURMASI ALANLARINDA FUNGAL HASTALIK ETMENLERİNİN VE TRABZON HURMASI YAPRAK LEKE HASTALIĞI (*MYCOSPHAERELLA NAWAE*)'NA KARŞI İLAÇLAMA PROGRAMININ BELİRLENMESİ

Serap TOKER DEMİRAY<sup>1</sup>, Efkan AKÇALI<sup>2</sup>

## GİRİŞ

Trabzon hurmasının anavatanı Çin'dir. Meyvelerinin görünümünün güzelliği ve tatlarının mükemmelliğinden dolayı Cennet Elması veya Japon Elması olarak bilinen ismi almıştır (Tuzcu ve Yıldırım, 2000). Bu meyvenin Türkiye'de ilk kez Artvin yöresinde yetiştirilmesi ve o dönemde bu yörenin Trabzon'a bağlı bir bucak olması sebebiyle 'Trabzon hurması' denilmektedir. Trabzon hurması meyveleri karbonhidratlar ve özellikle A ve E vitaminleri yönünden zengin olduğu için insan beslenmesinde önemli bir meyve türüdür (Tuzcu ve Yıldırım, 2000; Kuzucu, 2003). Subtropik iklim kuşağında yetişen bir meyve olan Trabzon hurması ülkemizde en çok Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilmektedir. Bu meyve türü kışın yapraklarını döktüğü için, düşük kış sıcaklıklarına diğer subtropik meyve türlerine göre daha dayanıklıdır (Onur, 1990). Ülkemizin daha serin bölgelerinde de, özellikle Karadeniz, Ege ve Marmara Bölgeleri'nde yetiştiriciliğine rastlanmaktadır. Bu bölgelerde Trabzon hurması üretimi, çok dağınık, parçalı ve genelde bir bahçe düzeni içerisinde olmayan şekilde yapılmaktadır (Koyuncu ve ark., 2005). Ülkemizde toplam ağaç sayısı 876.281 olup bunun % 58.63'ü Doğu Akdeniz Bölgesi'nde

---

<sup>1</sup>Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye, Adana, [serap.tokerdemiray@tarimorman.gov.tr](mailto:serap.tokerdemiray@tarimorman.gov.tr)

<sup>2</sup>Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye, [efkan.akcali@tarimorman.gov.tr](mailto:efkan.akcali@tarimorman.gov.tr)

yer almaktadır. Özellikle Doğu Akdeniz Bölgesi'nde kapama trabzon hurması bahçeleri yıldan yıla artış göstermektedir. Doğu Akdeniz Bölgesindeki en fazla ağaç sayısı 248.860, 108.503 ve 85.390 ile sırasıyla Hatay, Mersin ve Adana illerinde olup, bu illeri 59.550 ve 11.470 ağaç sayısı ile sırasıyla Kahramanmaraş ve Osmaniye illeri izlemektedir (Anonim, 2008a).

Ağaçların verim miktarları da çeşitlere ve bakım şartlarına göre çok değişmekle birlikte, ortalama 27–54 kg olduğu kaydedilmektedir. Trabzon hurması meyveleri, taze tüketim yanında kurutularak da tüketilebilmektedir. Son yıllarda Avrupa ülkelerinin bu meyveye karşı ilgisinin arttığı ve Trabzon hurması dış ticaretinin giderek gelişeceği bildirilmektedir (Koyuncu ve ark., 2005).

Bölgemizde her geçen gün artış gösteren ve ihraç değeri olan Trabzon hurmasının yetiştiriciliği konusunda çeşitli kaynaklar bulunurken, hastalıklar konusunda ise ülkemizde yapılmış bir çalışma yoktur. Bu çalışma ile Doğu Akdeniz Bölgesi Trabzon hurması bahçelerinde fungal hastalık etmen ya da etmenlerinin belirlenerek, önemli ve yaygın hastalık etmenine karşı etkili bir mücadele programının ortaya konulması amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Trabzon hurmasında fungal hastalık etmenlerinin belirlemek amacıyla Adana, Mersin, Osmaniye, Hatay ve Kahramanmaraş illerinde, 2010 yılı Temmuz-Kasım ve 2011 yılı Mart-Temmuz aylarında periyodik olmayan çıkışlar yapılmıştır. Çalışma planına göre, 10 dekara kadar olan üretim alanlarından 10 ağaç, 20 dekara kadar olanlardan 20 ağaç, 50 dekara kadar olanlardan 30 ağaç ve 50 dekardan büyük alanlardan 50 ağaç örneklenmiştir (Erkiliç ve ark., 1999). Hastalık belirtisi gösteren yaprak örnekleri alınarak kâğıt torbalarda laboratuvara getirilmiştir. Bahçede bitkiler hasta sağlam olarak kontrol edilmiş ve kontrol edilen bahçenin hastalıkla bulaşıklık oranı, hasta bitki sayısının toplam bitki sayısına oranlanmasıyla bulunmuştur.

Bulaşıklık Oranı (%) = [(Hastalıklı Bitki SayısıX100)/ Toplam Bitki Sayısı]

Her bahçe için bulaşıklık oran yüzdeleri hesaplandıktan sonra tartılı ortalama ile o bölgeye ait yaygınlık oranı bulunmuştur.

Yaygınlık oranı =  $[\Sigma(\text{Bahçedeki hastalık oranı} (\%) \times \text{Bahçe alanı}(\text{dekar})) / \text{Toplam alan} (\text{dekar})]$

### **İzolasyon ve Patojenisite Çalışmaları**

Hastalık etmenlerini belirlemek amacıyla laboratuvara getirilen Trabzon hurmasına ait yaprak örnekleri küçük parçalar (3-5mm) şeklinde kesilmiş daha sonra %1'lik NaOCl solüsyonu içerisinde yüzeysel olarak sterilize edilmiştir. Sterilize edilen bu dokular steril saf suda 2 kez yıkanarak durulanmış ve steril kurutma kağıtları üzerinde kurutulmuştur. Kuruyan dokular, PDA besi ortamı içeren petri kaplarına aktarılmış ve 25°C sıcaklıkta 5-7 gün inkübasyona bırakılmıştır (Çınar ve Biçici, 1987). Bu süre sonunda farklı görünüşteki koloniler saflaştırılmış ve gelişimini tamamlayan koloniler makroskopik olarak; renk, pigment oluşumu ile gelişme hızı, mikroskopik olarak ise; hif özellikleri, eşeysiz spor oluşumu, sporların şekli, rengi, büyüklüğü, bölme sayısı, konidiofor özellikleri, eşeyli spor yapılarının varlığı, varsa bu sporların özellikleri, klamidospore, sklerot gibi spor varlığı incelenmiştir. Makroskopik ve mikroskopik özelliklerin yanında patojenin bitkide oluşturduğu simptomlar da göz önüne alınarak cins düzeyinde tanılaması yapılmıştır (Barnett ve Hunter, 1998). Tanısı yapılan funguslar daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere PDA eğik ortamına alınarak buzdolabında (+4) muhafaza edilmiştir (Smith ve Onions, 1994). Patojenisite çalışmalarında; morfolojik olarak tanısı yapılan ve PDA eğik ortamında buzdolabında (+4) muhafaza edilen farklı fungus izolatları PDA ortamına ekilerek 25 °C'de bir hafta süre ile geliştirilmiştir. İnokulasyon, kültür diskleri ve spor süspansiyonu uygulanarak yapılmış ve her fungus izolatu için 2'şer adet sağlıklı Trabzon hurması fidanı kullanılmıştır. Kültür diskleri ile yapılacak uygulamada, gelişen fungal izolatlardan kültür ortamı ile alınan 0.5 cm çapındaki diskler sağlam ve yaralanan doku üzerine ters olarak konulmuştur. Daha sonra diskin üzeri bir parça nemli pamuk ve alüminyum folyo ile kapatılmıştır. İnokule edilen fidanlar 25°C sıcaklık ve %80 nem bulunan iklim odalarında inkübasyona bırakılmıştır (Tosi ve ark., 2008). Spor

süspansiyonu uygulamasında ise;  $10^6$  spor  $ml^{-1}$  yoğunluğunda hazırlanan inokulum, sağlıklı ve yaralanmış fidanlara püskürtme şeklinde uygulanmış ve polietilen torbalara alınarak 24 saat  $25^{\circ}C$ 'de iklim odalarında inkübasyona bırakılmıştır. Fidanlar inkübasyon süresi sonunda açılmışlardır. Yapılacak günlük kontrollerle hastalık belirtisi gelişen fidanlardan reizolasyonlar yapılmıştır. Aynı izolatlar elde edildiği takdirde, patojen olarak kabul edilmiştir.

### ***In vitro*'da Fungusitlerin Etkinliğinin**

#### **Belirlenmesi**

Kimyasal mücadele programının oluşturulması için Tablo 1'de yer alan farklı gruplardaki fungusitlere ait etkinliklerin belirlenmesi amacıyla, patojenite testlerinde patojen olduğu belirlenmiş ve yaygın olan etmenlere karşı *in vitro* testleri yapılmıştır.

Tablo 1. Denemeye alınan bitki koruma ürünleri ve uygulama dozları

Etkili Madde Adı	Ticari Adı	Formulasyon Şekli	Dozu (100L <sup>-1</sup> )
Azoxystrobin 250 gL <sup>-1</sup> **	Quadris SC**	SC	75 ml
Bakır Hidroksit 361.1 gL <sup>-1</sup> *	Champ Formula SC	SC	200 ml
Bakır Sülfat Penta Hidrat*	Mastercop SC*	SC	50 ml
Mancozeb % 80**	Sancozeb WP 80**	WP	250 g
Propiconazole+Difeconazole 150+150	Armure 300 EC	EC	40 ml
Propineb 70%	Antracol WP 70	WP	200 g
Trifloxystrobin % 50	Flint WG 50	WG	20 g

\*2011 yılı çalışmalarında kullanılmıştır.

\*\*2012 yılı çalışmalarında kullanılmıştır.

Fungusitler, üç doz (uygulama dozu ve iki alt doz) olarak denemede kullanılmıştır. Bunun için, 4–5 günlük patojen kültüründen alınan 0.5 cm çapındaki diskler, fungusit eklenmiş PDA ortamının bulunduğu petrilerin ortasına yerleştirilmiştir. Bu şekilde hazırlanan petriler  $25\pm 1^{\circ}C$ 'de 7–10 gün (kontrolde petri yüzeyini fungus tamamen kaplayıncaya kadar) inkübasyona bırakılmıştır. Deneme, 4 tekrarlı ve her tekrarda 5 petri olacak şekilde, tesadüf parselleri deneme desenine göre düzenlenmiştir. İnkübasyon periyodu

sonunda kontrol ve fungusit içeren petrilerde fungal kolonilerinin çapı ölçülerek, fungusitlerin % etki değerleri bulunmuştur. Denemelerde, fungusit içermeyen petriler kontrol olarak alınmıştır. Fungusitlerin % etkinliği Abbott'a göre hesaplanmıştır (Karman, 1971).

### **Kimyasal Mücadele Programı Uygulamaları**

İlaçlama programları, hastalıkla bulaşık olduğu belirlenmiş Karahamzalı köyünde Hatay hurması eşidi Trabzon hurması bahçesinde yürütülmüştür. Denemelerde, in vitro çalışmalarında etkili bulunmuş bitki koruma ürünleri (fungusit)'ne dozları esas alınmış ve arazi koşullarında iki farklı mücadele programında kullanılarak etkinlik belirlenmiştir (12).

#### **Program A**

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| I. ilaç uygulaması:           | Yapraklarda ilk hastalık belirtileri görüldüğünde,  |
| II. ve diğer ilaç uygulaması: | Kullanılan ilacın etki süresi gz önünde bulundurularak, meyveler yarı büyüklüğüne gelinceye kadar yapılmıştır. |

#### **Program B**

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| I. ilaç uygulaması:   | Tomurcuklar kabarmaya başladığında,   |
| II. ilaç uygulaması:  | Ta yapraklar döküldüğünde,   |
| III. ilaç uygulaması: | Kullanılan ilacın etki süresi gz önünde bulundurularak, ikinci ilaçlamadan 7-14 gün sonra yapılmıştır. |

Deneme dört tekrarlı ve her tekrarda 3 ağaç olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre düzenlenmiştir. Uygulama tarihleri kaydedilmiştir. Değerlendirme, son ilaçlamadan sonra, kullanılan ilacın etki süresi ve hastalık etmeninin inkübasyon periyodu kadar süre geçtikten sonra ve şahitte hastalık oranı %20 ve üzerinde olduğunda yapılmış (Anonim, 1996) ve sayım tarihleri kaydedilmiştir. Her ağaçtan, farklı yönlerden olmak üzere toplam 100 yaprak sayılmıştır. Değerlendirmede Tablo 2'de yer alan modifiye edilmiş 'Elma Karaleke Hastalığı' değerlendirme skalası kullanılmıştır (Anonim, 1996).

Tablo 2. Trabzon hurması'nda hastalık değerlendirme skalası

Skala Değeri	Tanım
0	Hiç leke yok
1	5 mm'den küçük 5 adede kadar leke
2	5 mm'den büyük 5 adede kadar leke
3	5 mm'den büyük 5 adetten fazla leke
4	Yaprağın yarısından fazlası lekelerle kaplı

### İstatistik Analizi

İlaçların sayım sonuçlarından elde edilen hastalık şiddeti (%) değerlerinin varyans analizi ve uygulamalara ait DUNCAN çoklu karşılaştırma testi SPSS 23 programı kullanılarak yapılmıştır ( $p < 0.01$ ).

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Adana, Hatay, Mersin ve Osmaniye il ve ilçelerinde bulunan Trabzon hurması bahçelerinde fungal hastalık etmenlerinin belirlenmesi amacıyla, Adana'da toplam 2.200 ağaç, Hatay'da 3.150 ağaç, Mersin'de 2.500 ağaç, Kahramanmaraş'da 1.000 ağaç ve Osmaniye'de ise 2.050 ağaç incelenmiş ve izolasyonlar sonunda gelişen fungal etmenler ve oranları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Trabzon hurmasında yapraklardan izole edilen fungal etmenler ve yaygınlık oranı (%)

İller	İlçeler	Yaprak	
		Fungal Etmenler	Yaygınlık Oranı (%)
Adana	Kozan <sup>1</sup>	<i>Alternaria</i> sp.	29.5
		<i>Mycosphaella</i> sp.	32.5
		<i>Botryodiplodia</i> sp.	18.0
		<i>Cladosporium</i> sp.	5.0
		<i>Phomopsis</i> sp.(A)	15.0
Hatay	Merkez <sup>2</sup>	<i>Alternaria</i> sp.	35.3
		<i>Phomopsis</i> sp.(B)	25.1
		<i>Botryodiplodia</i> sp.	18.9
		<i>Aspergillus</i> sp.	10.3
		<i>Epicoccum</i> sp.	10.4
Mersin	Merkez <sup>3</sup>	<i>Mycosphaella</i> sp.	30.4
		<i>Fusarium</i> sp.	12.5
		<i>Pestalotiopsis</i> sp.(A)	26.8
		<i>Alternaria</i> sp.	30.3
	Tarsus <sup>4</sup>	<i>Alternaria</i> sp.	23.0

		<i>Pestalotiopsis</i> sp.(A)	15.0
		<i>Aspergillus</i> sp.	11.0
		<i>Penicillium</i> sp.	9.5
		<i>Cladosporium</i> sp.	12.5
		<i>Mycosphaerella</i> sp.	29.0
Osmaniye	Sumbas <sup>5</sup>	<i>Alternaria</i> sp.	25.8
		<i>Mycosphaerella</i> sp.	40.6
		<i>Pestalotiopsis</i> sp.(B)	24.6
		<i>Aspergillus</i> sp	9.0

Tablo 3 incelendiğinde; Adana ilinin Kozan ilçesinden alınan Trabzon hurması yapraklarından yapılan izolasyonlar sonunda en fazla *Mycosphaerella* sp. (%32.5) ve *Alternaria* sp. (%29.5) elde edilmiştir. Hatay Merkez’de ise *Alternaria* sp. (%35.3) ve *Phomopsis* sp.(B) (%25.1) elde edilmiştir. Mersin merkez ilçesinde *Alternaria* sp (%30.3).ve *Mycosphaerella* sp. (%30.4), Tarsus ilçesinde ise *Mycosphaerella* sp. (% 9.0) ve *Alternaria* sp (% 3.0) en çok elde edilen fungal etmenler olmuştur. Bu etmenleri *Pestalotiopsis* sp.(A) (% 15.0) izlemiştir. Osmaniye ilinden yapılan izolasyonlarda ise Sumbas’ta en çok *Mycosphaerella* sp. (%40.6), *Alternaria* sp. (%25.8) ve *Pestalotiopsis* sp.(B) (%24.6) etmenleri elde edilmiştir. Sonuç olarak Adana, Hatay, Mersin ve Osmaniye illerinden alınan Trabzon hurması yaprağından yapılan izolasyonlar sonunda en çok belirlenen fungal hastalık etmenleri *Mycosphaerella* sp. ve *Alternaria* sp olmuştur. Bunu sırasıyla *Pestalotiopsis* sp. (A), *Pestalotiopsis* sp.(B), *Botryodiplodia* sp., *Phomopsis* sp.(A) ve *Phomopsis* sp.(B) izlemiştir.

Patojenisite çalışmasında; *Alternaria* sp., *Botryodiplodia* sp., *Mycosphaerella* sp., *Pestalotiopsis* sp. (A), *Pestalotiopsis* sp.(B), *Phomopsis* sp.(A) ve *Phomopsis* sp. (B)’e ait izolatlar kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; *Alternaria* sp., *Botryodiplodia* sp., *Pestalotiopsis* sp. (B), *Phomopsis* sp.(A), ve *Phomopsis* sp. (B) izolatlarında hastalık belirtileri gözlenmemiştir. *Pestalotiopsis* sp. (A) izolatu yapılan patojenisite çalışmasında inokulasyondan 10 gün sonra yapraklar üzerinde lekeler görülmüş ancak tipik hastalık belirtileri elde edilemediğinden patojen olarak değerlendirilmemiştir. *Mycosphaerella* sp. izolatu ile yapılan patojenisite çalışmasında ise, inokulasyonun 15’inci gününden itibaren yapraklar üzerinde küçük yuvarlak lekeler şeklinde tipik hastalık belirtileri görülmüş ve 30’uncu gününden

itibaren yaprak dökülmeleri başlamıştır. Bu belirtiler arazi koşullarında rastlanılan hastalık belirtileri ve gelişimi ile tamamen örtüşmektedir. Reizolasyon çalışmalarında *Mycosphaerella* sp etmeni izole edilmiştir.

2008 yılında İspanya’da yapılan bir çalışmada da ağustos ayında Trabzon hurması ağaçlarındaki yuvarlak yaprak lekesi belirtilerinin ardından yoğun yaprak dökülmeleri olduğu belirtilmektedir (Berbegal ve ark., 2010). Çalışma sonucunda; Trabzon hurması yapraklarında lekelerle neden olan hastalığın Trabzon hurması yaprak leke hastalığı (*Mycosphaerella nawae*) olduğu tespit edilmiştir. Trabzon hurması yaprak leke hastalığı (*M. nawae*) ülkemiz için ilk kayıt olmuştur.

Kimyasal mücadele programının oluşturulması için farklı gruptaki Antracol WP 70, Armure 300 EC, Champ Formula SC, Flint WG 50, Mastercop SC, Quadris SC ve Sancozeb 80 WP ticari isimli fungusitlerin etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla, patojen olduğu belirlenmiş olan *Mycosphaerella nawae* izolatu ile çalışmalar yürütülmüştür. 2011 yılı mücadele programı çalışmalarında hem etkinlik değerinin düşük olması hem de yapraklarda fitotoksisiteye neden olmasından dolayı Mastercop SC ve Champ Formula SC denemeden çıkarılmış bunların yerine 2012 yılı mücadele programı çalışmalarında Quadris SC (Azoxystrobin 250 gL<sup>-1</sup>) ve Sancozeb 80 WP (Mancozeb 80 WP) adlı fungusitler dahil edilmiştir. Denemeye alınan fungusitlerin *in vitro* şartlarında *Mycosphaerella nawae* izolatına karşı etkinlikleri Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Denemeye alınan fungusitlerin *Mycosphaerella nawae* izolatına karşı etkinlikleri (%)

İlaç Adı	Dozu (100 L <sup>-1</sup> )	Ortalama Koloni Çapı (cm)	% Etki
Antracol WP 70 (Propineb 70 %)	200 g	0.00	<b>100.00</b>
	190 g	1.20	86.66
	180 g	1,67	81.44
Armure 300 EC (Propiconazole 150 +Difeconazole 150)	40 ml	0.00	<b>100.00</b>
	35 ml	1.17	87.00
	30 ml	1.40	84.44
Champ Formula SC* (Bakır hidroksit 361.1 gL <sup>-1</sup> )	200 ml	0.00	<b>100.00</b>
	175 ml	2.42	73.11
	150 ml	3.71	58.77
Flint WG 50	20 g	0.00	<b>100.00</b>



(Trifloxystrobin 50 %)	19 g	0.42	<b>95.33</b>
	18 g	0.68	<b>92.44</b>
Mastercop SC* (Bakır Sülfat Penta Hidrat)	50 ml	1.89	79.00
	45 ml	2.14	76.22
	40 ml	4.04	55.11
Quadris SC** (Azoxystrobin 250 grL <sup>-1</sup> )	75 ml	0.80	<b>91.11</b>
	65 ml	1.82	79.77
	55 ml	2.35	73.88
Sancozeb WP 80** (Mancozeb 80 WP)	250 g	0.00	<b>100.00</b>
	225 g	1.32	85.33
	200 g	2.20	75.55
<b>Kontrol</b>		9.00	

\*2011 yılı çalışmalarında kullanılmıştır.

\*\*2012 yılı çalışmalarında kullanılmıştır.

Tablo 4 incelendiğinde; *Mycosphaerella nawae* izolatının Antracol WP 70 ticari isimli bitki koruma ürününün 200, 190 ve 180 gr dozlarında koloni gelişimi ortalama 0.00, 1.20, 1.67 cm olmuştur. Dozlara göre etki değerleri (%) ise sırasıyla %100.00, %86.66 ve %81.44 olarak belirlenmiştir. Meyve hastalıklarının kimyasal mücadelesinde %90 ve üzerindeki etkiler başarılı kabul edildiğinden, Antracol WP 70 ticari isimli bitki koruma ürününün mücadele programı çalışmalarındaki uygulama dozu 200 gr olarak belirlenmiştir. Armure 300 EC ticari isimli bitki koruma ürününün 40 ml dozu %100.00 etki değeri göstermiş, diğer dozlar %90'ın altında kaldığından uygulama dozu olarak alınmıştır. Champ Formula SC ticari isimli bitki koruma ürününün 200 ml dozu %100.00 etki değeri göstermiş, diğer dozlar %90'ın altında kaldığından uygulama dozu olarak alınmıştır. Flint WG 50 ticari isimli bitki koruma ürününün 20 gr dozunda koloni gelişimi olmadığından ve en yüksek etki değerini gösterdiğinden uygulama dozu olmuştur. Mastercop SC ticari isimli bitki koruma ürününde en yüksek etki değeri olan 50 ml uygulama dozu olmuştur. Quadris SC ticari isimli bitki koruma ürününde 75 ml dozu %90 üzeri etki değeri gösterdiğinden uygulama dozu olarak belirlenmiştir. Sancozeb WP 80 ticari isimli bitki koruma ürününde 250 gr dozu %100.00 etki değeri gösterdiğinden uygulama dozu olmuştur. Çalışma sonucunda; Trabzon hurması yaprak leke hastalığı (*Mycosphaerella nawae*)'na karşı oluşturulacak kimyasal mücadele programında kullanılacak bitki koruma ürünleri belirlenmiştir.

Kimyasal mücadele programı uygulamaları birinci yıl denemeleri; Adana ili Kozan ilçesi Karahamzalı Köyünde Hatay hurması çeşidi Trabzon

hurması bahçesinde yürütülmüştür. Denemede Flint WG 50, Antracol WP 70, Armure 300 EC, Mastercop SC ve Champ Formula SC ticari isimli fungusitlere ait *in vitro* çalışmalarda belirlenen uygulama dozları kullanılmıştır. İlaçlamalarda 3 atm basınçlı, 1,5 mm meme çapına sahip Gleo-Mac SP 126 marka motorlu sırt pülverizatörü kullanılmış ve ilaçlamadan önce kalibrasyon yapılarak, ilaç normu her ağaç için 3.1 L olarak belirlenmiştir. Denemede, birinci mücadele programında parselizasyon çalışması sonrası; 31.05.2011, 16.06.2011, 24.06.2011, 06.07.2011, 18.07.2011 ve 01.08.2011 tarihinde olmak üzere toplam 6 ilaçlama uygulaması yapılmıştır. 10.10.2011 tarihinde yapılan değerlendirme sonucunda elde edilen hastalık endeksi ve kullanılan ilaçların etkileri değerleri (%) Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Birinci yıl I. kimyasal mücadele programında elde edilen hastalık endeksi ve etki değerleri (%)

İlacın Ticari Adı	Tekerrür	Hastalık İndeksi	Etki (%)*
Flint WG 50 (Trifloxystrobin % 50)	1	0.05	98.68
	2	0.05	99.66
	3	0.10	97.50
	4	0.10	97.40
	<b>Ortalama</b>		<b>98.06a</b>
Antracol WP 70 (Propineb % 70 )	1	0.30	92.10
	2	0.25	93.33
	3	0.20	95.00
	4	0.30	92.20
	<b>Ortalama</b>		<b>93.15b</b>
Armure 300 EC (Difenoconazole 150 g + Propiconazole 150 g/L)	1	0.85	77.63
	2	0.60	84.00
	3	0.70	82.50
	4	0.50	87.01
	<b>Ortalama</b>		<b>83.78c</b>
Mastercop SC (Bakır sülfat penta hidrat)	1	0.70	81.57
	2	1.10	70.66
	3	1.00	75.00
	4	1.00	74.02
	<b>Ortalama</b>		<b>75.31d</b>
Champ Formula SC (Bakır hidroksit 361.1 g/L)	1	0.15	96.05
	2	0.15	96.00
	3	0.20	95.00
	4	0.30	92.20
	<b>Ortalama</b>		<b>94.81b</b>
Kontrol	1	3.80	
	2	3.75	
	3	4.00	
	4	3.85	

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre ortalama değerlerin yanındaki aynı harf ile belirtilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur( $p<0.01$ ).

Tablo 5 incelendiğinde, I. kimyasal mücadele programında; en yüksek etkiyi Flint WG 50 (%98.06) gösterirken, Champ Formula SC %(94.81) ve Antracol WP 70 (%93.15) %90'ın üzerinde etki değeri sağlanmıştır. İspanya'da 2009–2010 yıllarında Trabzon hurması bahçelerinde yürütülen çalışmalarda, Trabzonhurması yaprak leke hastalığının mücadelesinde strobilurin grubu fungisitlerin etkili olduklarını bildirmişlerdir (Bebegal ve ark., 2011). Armure 300 EC (%83.78) ve Mastercop SC (%75.31) değerleri ile sınırlı bir etki göstermiştir. I. kimyasal mücadele programında Mastercop SC ve Champ Formula SC ticari isimli bitki koruma ürünleri fitotoksite göstermiştir. Trabzon hurmasında bugüne kadar yapılan çalışmada ruhsatlı bir ilaç ortaya konulmamış olmakla birlikte ülkemizde ve dünyada Flint WG 50 ve Antracol WP 70 çeşitli ürünlerde, farklı hastalıklara karşı etkili bulunarak ruhsat almış ve uygulamada kullanılan ticari preparatlar olduğu bilinmektedir (Anonim, 2009).

İkinci ilaçlama programında 17.05.2011, 31.05.2011 ve 16.06.2011 tarihinde olmak üzere 3 ilaç uygulaması yapılmıştır. İlaçlama öncesi yapılan kalibrasyonda, ilaç normu her ağaç için 2.7 L olarak belirlenmiştir. Değerlendirme ise 10.10.2011 tarihinde yapılmış ve belirlenen hastalık endeksi etki değerleri (%) Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Birinci yıl II. kimyasal mücadele programında elde edilen hastalık endeksi ve etki değerleri (%)

İlacın Ticari Adı	Tekerrür	Hastalık İndeksi	Etki (%)*
Flint WG 50 (Trifloxystrobin % 50)	1	0.15	96.05
	2	0.15	96.00
	3	0.20	95.00
	4	0.15	96.10
	<b>Ortalama</b>		<b>95.78a</b>
Antracol WP 70 (Propineb % 70 )	1	0.75	81.33
	2	0.60	84.00
	3	0.80	80.00
	4	0.75	80.50
	<b>Ortalama</b>		<b>81.45b</b>
Armure 300 EC (Difenoconazole 150 g + Propiconazole 150 g/L)	1	0.60	57.89
	2	2.05	45.33
	3	2.00	50.00
	4	2.00	45.08
	<b>Ortalama</b>		<b>83.31c</b>
Mastercop SC (Bakır sülfat penta hidrat)	1	1.60	57.89
	2	2.60	30.66
	3	2.30	42.50

	4	1.20	42.85
	<b>Ortalama</b>		<b>43.47d</b>
Champ Formula SC (Bakır hidroksit 361.1 g/L)	1	1.50	60.52
	2	2.10	44.00
	3	2.20	45.00
	4	2.00	48.05
	<b>Ortalama</b>		<b>49.39cd</b>
Kontrol	1	3.80	
	2	3.75	
	3	4.00	
	4	3.85	

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre ortalama değerlerin yanındaki aynı harf ile belirtilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur ( $p < 0.01$ ).

Birinci yıl her iki kimyasal mücadele programında da Flint WG 50 ve Antracol WP 70 ticari isimli bitki koruma ürünleri tatminkâr bir etki göstermiştir. Ancak Armure 300 EC, Mastercop SC ve Champ Formula SC ticari isimli bitki koruma ürünleri II. ilaçlama programında, I. ilaçlama programında sağladıkları etkiyi gösterememiştir.

İkinci yıl mücadele programı çalışmaları aynı Trabzon hurması bahçesinde yürütülmüştür. Denemede Flint WG 50, Antracol WP 70, Armure 300 EC, Quadris SC ve Sancozeb WP 80 adlı bitki koruma ürünlerinin *in vitro* çalışmalarında etkili bulunan dozları kullanılmıştır. İkinci yıl birinci kimyasal mücadele programında 07.06.2012, 21.06.2012, 05.07.2012, 19.07.2012, 02.08.2012 ve 15.08.2012 tarihinde olmak üzere 6 ilaç uygulaması yapılmış ve ilaç normu her ağaç için 3,4 L olarak belirlenmiştir. İlaçlamalar sonrasında yapılan gözlemlerde bir fitotoksitite belirlenmemiştir. Değerlendirme ise 02.10.2012 tarihinde yapılmıştır. Değerlendirme sonucunda elde edilen hastalık indeks değerleri ve kullanılan fungusitlerin etki değerleri Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. İkinci yıl I. kimyasal mücadele programında elde edilen hastalık endeksi ve etki değerleri (%)

İlacın Ticari Adı	Tekerrür	Hastalık İndeksi	Etki (%)*
Flint WG 50 (Trifloxystrobin % 50)	1	0.20	94.87
	2	0.15	96.05
	3	0.15	95.94
	4	0.20	94.80
	<b>Ortalama</b>		<b>95.41a</b>
Antracol WP 70 (Propineb % 70)	1	0.40	89.74
	2	0.35	90.78
	3	0.35	90.54
	4	0.35	90.90

	<b>Ortalama</b>		<b>90.49b</b>
Armure 300 EC (Difenoconazole 150 g + Propiconazole 150 gL <sup>-1</sup> )	1	0.75	80.76
	2	0.75	80.26
	3	0.70	81.08
	4	0.80	79.22
	<b>Ortalama</b>		<b>80.33c</b>
Quadris SC (Azoxystrobin 250gL <sup>-1</sup> )	1	0.85	78.20
	2	0.90	76.31
	3	0.85	77.02
	4	0.85	77.92
	<b>Ortalama</b>		<b>77.36d</b>
Sancozeb WP 80 (Mancozeb % 80)	1	1.20	69.23
	2	1.30	65.78
	3	1.30	64.86
	4	1.20	68.83
	<b>Ortalama</b>		<b>67.17e</b>
Kontrol	1	3.90	
	2	3.80	
	3	3.70	
	4	3.85	

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre ortalama değerlerin yanındaki aynı harf ile belirtilen değerler arasında istatistik olarak fark yoktur ( $p < 0.01$ ).

Tablo 7 incelendiğinde, çalışmanın ikinci yılında I. İlaçlama programında Flint WG 50 ve Antracol WP 70 ilaçlarında sırasıyla %95.41 ve %90.49 olmak üzere %90'ın üzerinde etki sağlanmıştır.

İkinci yıl ikinci kimyasal mücadele programında 25.05.2012, 07.05.2012 ve 21.06.2012 tarihinde olmak üzere 3 kez kimyasal mücadele uygulaması yapılmıştır. Yapılan kalibrasyon sonucu ilaç normu her ağaç için 3.0 L olarak belirlenmiştir. İlaçlamalar sonrasında yapılan gözlemlerde bir fitotoksitite belirlenmemiştir. Değerlendirme ise 02.10.2012 tarihinde yapılmıştır. Değerlendirme sonucunda elde edilen hastalık indeks değerleri ve kullanılan bitki koruma ürünlerinin etki değerleri (%) Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. İkinci yıl II. kimyasal mücadele programında elde edilen hastalık endeksi ve etki değerleri (%)

<b>İlacın Ticari Adı</b>	<b>Tekerrür</b>	<b>Hastalık İndeksi</b>	<b>Etki (%)*</b>
Flint WG 50 (Trifloxystrobin % 50)	1	0.35	91.02
	2	0.40	89.47
	3	0.35	90.54
	4	0.45	88.31
	<b>Ortalama</b>		<b>89.83a</b>
Antracol WP 70 (Propineb % 70 )	1	0.80	79.48
	2	0.85	77.63
	3	0.70	81.08
	4	0.85	77.92
	<b>Ortalama</b>		<b>79.02b</b>
	1	1.20	69.23

Armure 300 EC (Difenoconazole 150 g + Propiconazole 150 g/L)	2	1.30	65.78
	3	1.40	62.16
	4	1.30	66.23
	<b>Ortalama</b>		<b>65.85c</b>
Quadris SC (Azoxystrobin 250g/L)	1	1.70	56.41
	2	1.70	55.26
	3	1.60	56.75
	4	1.60	58.44
	<b>Ortalama</b>		<b>56.75d</b>
Sancozeb WP 80 (Mancozeb % 80)	1	2.00	48.71
	2	1.80	52.63
	3	1.90	48.64
	4	2.00	48.05
	<b>Ortalama</b>		<b>49.50e</b>
Kontrol	1	3.90	
	2	3.80	
	3	3.70	
	4	3.85	

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre ortalama değerlerin yanındaki aynı harf ile belirtilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur ( $p < 0.01$ ).

Tablo 8 incelendiğinde, II. ilaçlama programında Flint WG 50 adlı bitki koruma ürünü %89.83 etki sağlanmıştır. Antracol WP 70, Armure 300 EC, Quadris SC ve Sancozeb WP 80 adlı bitki koruma ürünleri ise sırasıyla %79.02, %65.85, %56.75 ve %49.50 gibi etki değerlerine ulaşmıştır. II. İlaçlama programında sadece Flint WG 50 adlı bitki koruma ürünü % 90'a yakın bir etki değeri gösterebilmiştir. Diğer bitki koruma ürünleri ise daha düşük etki değerleri göstermiştir. İkinci yıl her iki ilaçlama programında da Flint WG 50 ve Antracol WP 70 ilaçları tatminkâr bir etki değeri göstermiştir. Ancak Armure 300 EC, Quadris SC ve Sancozeb WP 80 adlı bitki koruma ürünleri II. İlaçlama programında I. İlaçlama programında sağladıkları etkiyi gösterememiştir. Birinci ve ikinci yıl yapılan mücadele program çalışmaları sonucunda, ilaçların performanslarının benzer olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle kimyasal mücadele programının oluşturmada I. İlaçlama programı daha başarılı bulunmuştur.

## SONUÇ

Bu çalışma ile; Adana, Hatay, Mersin ve Osmaniye illerinde Trabzon hurması bahçelerinde en yaygın fungal hastalık etmenlerinin *Mycosphaerella nawae* ve *Alternaria* sp olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda da birinci ilaçlamanın yapraklarda ilk hastalık belirtileri görüldüğünde, ikinci ve diğer ilaçlamaların ise

kullanılan ilacın etki süresine göre, meyveler yarı büyüklüğüne gelinceye kadar devam edildiğinde hastalık ile en etkin mücadelenin yapıldığı belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Anonim. (1996). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Zirai Mücadele Standart İlaç Deneme Metotları, Cilt-2 (Bitki Hastalıkları), Ankara.
- Anonim. (2008a). Devlet İstatistik Enstitüsü. www.tuik.gov.tr.
- Anonim. (2008b). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Zirai Mücadele Teknik Talimatları. Cilt 5, Ankara.
- Anonim. (2009). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bitki Koruma Ürünleri, Tavsiye El Kitabı, Ankara.
- Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1998). Illustrated Genera Of Imperfect Fungi. APS Pres, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota.
- Berbegal, M., Perez-Siera, A., & Armengol, J. (2010). First Report of Circular Leaf Spot of Persimmon Caused by *Mycosphaerella nawae* in Spain. *Plant Disease, Volume 94*, Number 3, 374 pp.
- Berbegal, M., Armengol, J., & Garcia-Jimenez, J. (2011). Evaluation of Fungicides to Control Circular Leaf Spot of Persimmon Caused by *Mycosphaerella nawae*. *Crop Protection, Vol. 30*, Number 11, 1461-1468 pp.
- Çınar, Ö., & Biçici, M. (1987). Bitki Hastalıkları Uygulamaları. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yardımcı Ders Kitabı, No: 6.
- Erkılıç, A., Camihoş, Y., Biçici, M., Pala, H., & Camihoş, E. (1999). Çukurova'da *Mineola Tangelolarda Alternaria Kahverengi Leke (Alternaria alternata f.sp. citri) Hastalığının Şiddetinin Belirlenmesi*. Tr. *J. of Agriculture and Forestry 23* (1999) Ek Sayı 3, 643-647.
- Karman, M. (1971). Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. Tarım bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, Mesleki Kitaplar Serisi, Ankara, 269 s.

- Koyuncu, M. A., Savran, E., & Dilmaçunal, T. (2005). Bazı Trabzon Hurması Çeşitlerinin Soğukta Depolanması. Akdeniz Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 13-23.
- Kuzucu, F. C. (2003). Çanakkale-Lapseki Koşullarında Yetiştirilen Trabzon Hurmalarında Meyve Gelişimi, Olgunlaşma ve Depolama Karakteristikleri Üzerinde Araştırmalar. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Tekirdağ, 171 s.
- Onur, S. (1990). Trabzon Hurması. *Derim*, 7 (1:4-47).
- Smith, D., & Onions, A. H. S. (1994). The Preservation and Maintenance of Living Fungi. IMI, Technical Handbooks, 122pp
- Tosi, L., & Natalini, G. (2008). First Report of *Eutypa lata* Causing Dieback of Olive Trees in Italy. *Plant Pathology*, 58, 398.
- Tuzcu, Ö., & Yıldırım, B. (2000). Trabzon Hurması (*Diospyros kaki* L.) ve Yetiştiriciliği. TÜBİTAK, Tarp Yayınları, Adana, 24 s. <http://tubitak.gov.tr/togtag>



# TÜRKİYE’DE DAĞILIM GÖSTEREN YABANCI HETEROPTERA (INSECTA: HEMIPTERA) TÜRLERİ

Ahmet DURSUN<sup>1</sup>

## GİRİŞ

Zoofag, fitofag ve zoofitofag türleri içeren Heteroptera Latreille, 1810 altakımı, Hemiptera Linnaeus, 1758 takımı içinde yer alır. Dünyada Heteroptera alttakımına ait 45.000'den fazla tür bilinmektedir ve bunların 8.000'den fazlası Palearktik bölgede dağılım göstermektedir (Henry, 2017). Ülkemizde yerli ve yabancı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmaların sonucunda 1540 civarında Heteroptera türü dağılım göstermektedir. Ülkemizde dağılım gösteren Heteroptera türlerinden 23 familyaya ait 239 türün tip lokaitesi Türkiye’dir ve bu taksonlardan 113 tür ve 5 alttür Türkiye Heteroptera faunası için endemiktir (Önder ve ark, 2006; Dursun ve ark., 2010; Fent ve ark., 2010; Kıyak ve Akar, 2010; Çerçi ve Dursun, 2017; Dursun ve Fent, 2017; Özgen ve Çerçi, 2018; Çerçi ve Gözüaçık, 2019; Çerçi ve ark., 2019, 2020, 2021; Çerçi ve Koçak, 2017; Çerçi, 2021; Çerçi ve Tezcan, 2020; Çerçi ve Özgen, 2021; Çerçi ve Oruz, 2021).

Asya, Avrupa ve Afrika fauna elemanlarının geçiş güzergahında bulunması, iklim koşullarının sürekli değişmesi nedeni ile Türkiye Heteroptera fauna elemanları artış göstermektedir bununla birlikte yabancı, istilacı, Heteroptera türleri de kaydedilmektedir. Son yıllarda ulaşım olanaklarındaki artış, turizm faaliyetleri, kıtalararası ticaretin gelişmesi, küresel ısınma gibi etkiler sonucunda yabancı türlerin ülkemizde arttığı görülmektedir (Mutun, 2003, 2009; Kıvan, 2004; Fent ve Akta, 2007; Çerçi

---

<sup>1</sup> Amasya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Amasya, Türkiye  
Sorumlu yazar: ahmet.dursun@amasya.edu.tr

ve Koçak, 2016, 2017; Çerçi ve ark., 2019; Çerçi ve Oruz, 2021; Dursun ve Fent, 2021).

Yabancı türler için “alien” (*Yabancı tür, yerli olmayan tür*), “neobiota” (*yabancı, taşınan tür, yeni gelen*) “egzotik tür” (*yabancı, taşınan tür*) ve “invasive tür” (*istilacı, yayılmacı tür*) terimleri kullanılmaktadır (Essl ve Rabitsch, 2004; Rabitsch, 2008; Uzun ve Tezcan, 2017). Yabancı tür bir zoocoğrafik bölgenin doğal fauna elemanı olmayıp, Amerika’nın 1492 yılında keşfedilişinden sonra doğrudan veya dolaylı olarak insanlar tarafından farklı zoocoğrafik bölgelere taşınan türlerdir (Essl ve Rabitsch, 2004). Yabancı türlerden, taşındığı zoocoğrafik bölgede zarar meydana getirmeyen türlere “egzotik tür”, zarar meydana gerirenlere “invasiv tür” denir. Her yabancı tür istilacı değildir. İstilacı türlerin ekolojik hoşgörölülüğü ve popölasyon yoğunluğu yüksektir. Farklı besin kaynaklarına yönelebilirler hem çevresel etkenler ile hem de diğer türler ile güçlü bir etkileşim halindedirler. Böylece aynı ekolojik niş sahibi doğal fauna elemanları ile rekabete girerler, onların yok olmasına veya göç etmesine neden olurlar. Biyolojik çeşitliliğe katkı sağlamazlar aksine biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olurlar. İstilacı türler taşındıkları ekosistemlerin yapısını ve fonksiyonlarını tehdit ederler ekosisteme, ekonomiye, insan ve hayvan sağlığına olumsuz etki ederler (Uzun ve Tezcan, 2017). Yabancı türler dünyanın en büyük ikinci biyolojik tehdidi olarak kabul edilmektedir (Essl ve Rabitsch, 2004).

Bir ülkenin biyolojik çeşitliğinin ortaya çıkarılması için doğal fauna elemanlarının kayıt altına alınması kadar, yabancı türlerin de bilinmesi önemlidir, çünkü fauna yerli ve yabancı türlerin etkileşimi ile ortaya çıkar. Yabancı Heteroptera türleri ile ilgili Avrupa ülkelerinde çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Essl ve Rabitsch, 2004; Rabitsch, 2008, 2010; Rabitsch ve Heiss, 2005; Forster ve ark., 2005; Davranoglou, 2011; Dioli, 2013; Protic ve Šeat, 2016; Hemala ve Kment, 2017; van der Heyden, 2017, 2018, 2021; Cianferoni ve ark., 2018, 2019; Csóka ve ark, 2019; Garrouste, 2019). Bu çalışmada yabancı Heteroptera türleri ile ilgili olarak daha önceki yıllarda Türkiye’de yapılan çalışmalar (Mutun, 2003, 2009; Kıvan, 2004; Fent ve Aktaç, 2007; Mutun ve ark., 2009; Fent ve Kment, 2011; Çerçi ve Koçak, 2016, 2017; Çerçi ve ark., 2019; Çerçi ve Oruz, 2021; Dursun ve Fent, 2018,

2020, 2021) gözden geçirilmiş ve arazi çalışmaları sırasında elde edilen örnekler değerlendirilmiştir. Yabancı türlerin Türkiye'deki dağılımları, yerli fauna elemanları üzerine ve biyoçeşitliliğe etkileri tartışılmıştır.

**Takım: Hemiptera Linnaeus, 1758**

**Altakım: Heteroptera Latreille, 1810**

**Familiya: Anthocoridae Fieber, 1837**

***Amphiareus constrictus* (Stål, 1860)**

**Türkiye'deki Dağılımı:** Karaman (Çerçi ve Koçak, 2017).

**Palearktik Bölgedeki Dağılımı:** Hollanda, Japonya, Türkiye (Çerçi ve Koçak, 2017; Aukema, 2020).

**Kökene:** Neotropik Bölge.

**Not:** Kozmopolit bir tür olan *Amphiareus constrictus* Brezilya'dan tanımlanmıştır. Avrupa'dan Hollanda'da, doğu Palearktik Bölge'de Japonya'dan kayıtlar verilmiştir. Ayrıca, Amerika kıtasından Arjantin, Brezilya, Meksika, Nikaragua, Paraguay'da, Galapagos Adaları'nda, kuzey ve tropikal Afrika'da, tropikal Asya'da, Hindistan, Srilanka'da, Avustralya ve Okyanusya'da dağılım gösterdiği bilinmektedir (Péricart, 1996; Çerçi ve Koçak, 2017; Carpintero, 2002). Zoofag bir tür olan *Amphiareus constrictus*, yaprak döküntüleri arasında, saman yığınlarında, kuş yuvalarında trips (*Apelaunothrips consimilis*) ve akarlar ile beslendiği bilinmektedir (<https://www.gbif.org>). Bu tür Türkiye'de Çerçi ve Koçak (2017) tarafından sadece bir lokaliteden (Karaman) kaydedilmişti. Ancak Türkiye'ye nasıl geldiği ile ilgili herhangi bir bulguya rastlanmamıştır.

**Familiya: Coreidae Leach, 1815**

***Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910)**

**İncelenen Materyal: Amasya:** İpekköy, 21.09.2020, 1♀, 1♂; 14.10.2020, 2♀♀, 1♂; 12.08.2021, 1♀; 15.09.2021, 1♀, 1♂; Gümüşhacıköy, 09.09.2021, 2♂♂; Suluova, 10.09.2021, 1♀; Taşova, Boraboy, 17.10.2021, 4♀♀, 3♂♂; **Bursa:** Orhangazi, Gölyaka, 07.10.08.2020, 1♀, 1♂; **Edirne:**

Enez, 17.08.2018, 2♂♂; **Kırklareli:** 10.08.2018, 2♀♀, 1♂; Demirköy, 10.08.2018, 1♂, 1♀.

**Türkiye'deki Dağılımı:** Adana, Afyonkarahisar, Amasya, Ankara, Antalya, Ardahan, Artvin, Balıkesir, Bilecik, Burdur, Bursa, Çorum, Edirne, Elazığ, Erzurum, Isparta, İstanbul, İzmir, Kastamonu, Kayseri, Kırklareli, Muğla, Sakarya, Tokat, Yalova, Zonguldak (Arslangüdoğdu ve Hızal, 2010; Fent ve Kment, 2011; Hızal ve İnan, 2012; Yıldırım ve ark., 2013; Çerçi ve Koçak, 2016; Özgen ve ark., 2017; Özek ve Avcı, 2017; Parlak, 2017; Oğuzoğlu ve Avcı, 2018, 2020; İpekdal ve ark., 2019; Zengin ve Dursun, 2019).

**Paleartik Bölgedeki Dağılımı:** Almanya, Arnavutluk, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Cezayir, Çin, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Fas, Fransa, Filistin, Finlandiya, Gürcistan, Hırvatistan, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsviçre, İtalya, Japonya, Karadağ, Kazakistan, Kosova, Lübnan, Lüksemburg, Macaristan, Makedonya, Malta, Moldova, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya, Sırbistan, Slovakya, Slovenya, Güney Kore, Suriye, Tunus, Türkiye, Ukrayna, Yunanistan (Dolling, 2006; Rabitsch, 2008; Van der Heyden, 2017; Aukema 2020).

**Kökene:** Nearktik Bölge.

**Not:** Batı kozalaklı tohum böceği olarak bilinen *L. occidentalis* kuzey Amerika kökenlidir ve Avrupa için yabancı bir türdür. Avrupada ilk kez 1999 yılında İtalya'da tespit edilmiştir. Daha sonra hızla tüm Avrupa'ya dağılım göstermiştir (Dolling, 2006; Rabitsch, 2008; Van der Heyden, 2017; Aukema, 2020). Trakya üzerinden Türkiye'ye ve Anadolu üzerinden Asya'ya yayıldığı bilinmektedir. Bu tür ülkemizde ilk kez 2009 yılında İstanbul'un Avrupa yakasında kaydedilmiş olup hızla tüm bölgelere dağılım göstermiştir (Arslangüdoğdu ve Hızal, 2010). Yakın zamanda İran ve Kafkaslar üzerinden dağılımına devam etmesi beklenmektedir.

*L. occidentalis* nimf ve erginleri, iğne yapraklı ağaçların (*Pinus* sp., *Pseudotsuga menziesii*, *Picea* sp., *Cedrus* sp., *Abies* sp. and *Juniperus* sp.) kozalaklarındaki tohumların özsuyunu emerek tohum verimliliğinin azalmasına neden olurlar. Beslenmesi esnasında kozalak üzerinde emgi

yapılan yerlerden reçine sızıntıları olduğu ve buna bağlı olarak genç kozalakların olgunlaşmadan düştükleri belirlenmiştir (Oğuzoğlu ve Avcı, 2020). Türün ülkemizde fıstık çamı sahalarında ekonomik açıdan zarara neden olduğu bildirilmiştir (Parlak, 2017). Kışı ağaç kabukları altında, iğne yapraklı ağaçların yakınlarındaki binalarda ergin olarak geçirir. Bu çalışmada Boraboy örnekleri, göl kenarındaki çam ağacı (*Pinus sp.*) kabukları altından toplanmıştır.

**Familya: Cydnidae Billberg, 1820**

***Amnestus pusillus* Uhler, 1876**

**Türkiye’deki Dağılımı:** İzmir (Çerçi ve Koçak, 2016).

**Palearktik Bölgedeki Dağılımı:** İran, Türkiye (Çerçi ve Koçak, 2016).

**Köken:** Neartik Bölge.

**Not:** Bu türün Kanada, Amerika Birleşik Devletleri ve Guatemala’da dağılım gösterdiği bilinmektedir (Rider, 2012; Çerçi ve Koçak, 2016). Palearktik Bölge’de sadece İran ve Türkiye’den kayıt verilmiştir. Türün nasıl geldiği ile ilgili herhangi bir bulgu yoktur, muhtemelen Amerika’dan gelen tarım ürünleri ile ülkemize giriş yapmıştır. Verdiği zarar ile ilgili herhangi bir bulgu yoktur, populasyon yoğunluğunun çok düşük olduğu görülmektedir.

***Fromundus pygmaeus* (Dallas, 1851)**

**Türkiye’deki Dağılımı:** Mersin (Çerçi ve Koçak, 2016).

**Palearktik Bölgedeki Dağılımı:** İran, Irak, İsrail, Japonya, Güney Kore, Kıbrıs, Suudi Arabistan, Türkiye, Ürdün, Yemen (Lis, 1999).

**Köken:** Oriental Bölge.

**Not:** Bu tür ile ilgili ülkemizde sadece Mersin’den tek bir kayıt bulunmaktadır. Türün Oriental, Avustralya, Pasifik, doğu ve batı Palearktik Bölge’de de oldukça yaygın olduğu görülmektedir (Lis ve Richard, 2010).

**Familya: Dinidoridae Stål, 1867**

***Coridius viduatus* (Fabricius, 1794)**

**Türkiye'deki Dağılımı:** Bursa, Gaziantep, Hatay (Önder ve ark., 2006; Tarla ve ark., 2013)

**Palearktik Bölgedeki Dağılımı:** Arabistan, İsrail, İran, Libya, Lübnan, Mısır, Suriye, Umman, Ürdün, Türkiye, Yemen (Hoberlandt, 1995; Lis, 2006; Tarla ve ark., 2013).

**Köken:** Ethiopian Bölge.

**Not:** Hoberlandt (1995) bu türün Etiyopya kökenli olduğunu bildirmektedir. Kabakgiller zararlısı olduğu ifade edilen bu tür ile ilgili ilk kayıt Gaziantep ve Bursa'dan verilmiştir (Önder ve ark., 2006) daha sonra Hatay'dan Tarla ve ark. (2013) tarafından kayıt verilmiştir. Ülkemizde oldukça nadir dağılım göstermesine rağmen popülasyon yoğunluğunun artması durumunda karpuzda ekonomik zarar meydana getirme potansiyeline sahiptir (Tarla ve ark. (2013).

**Familiya:** *Lygaeidae Schilling, 1829*

***Belonochilus numenius (Say, 1832)***

**Türkiye'deki Dağılımı:** Edirne, İzmir (Çerçi ve Oruz, 2021; Dursun ve Fent, 2021).

**Palearktik Bölgedeki Dağılımı:** Almanya, Arnavutluk, Avusturya, Belçika, Bosna-Hersek, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Fransa, Hırvatistan, Macaristan, İspanya, İsviçre, İtalya, Karadağ, Makedonya, Sırbistan, Sicilya, Slovakya, Slovenya, Türkiye, Yunanistan. **Kuzey Afrika:** Madeira (Aukema, 2020; Çerçi ve Oruz, 2021; Dursun ve Fent, 2021).

**Köken:** Neartktik Bölge.

**Not:** Bu tür 2008 yılında İspanya'da görülmesinden sonra hızla orta ve doğu Avrupa'ya doğru dağılım göstermiştir. 2021 yılında hem batı Anadolu'da hem de Trakya bölgesinde kayıt verilmiştir (Çerçi ve Oruz, 2021; Dursun ve Fent, 2021).

**Familiya:** *Pentatomidae Leach, 1815*

***Halyomorpha halys (Stål, 1855)***

**İncelenen Materyal: Ordu:** Ünye, 11.09.2021, 2♀♀, 1♂.

**Türkiye'deki Dağılımı:** Artvin, Giresun, İzmir, İstanbul, Ordu, Rize, Sakarya, Trabzon (Çerçi ve Koçak, 2017; Günçan ve Gümüş, 2018; Ak ve ark., 2019; Göktürk ve Tozlu, 2019).

**Palearktik Bölgedeki Dağılımı:** Almanya, Avusturya, Bulgaristan, Çin, Fransa, Gürcistan, Hırvatistan, İspanya, İsviçre, İtalya, Japonya, Güney Kore, Lihtenştayn Prenslığı, Macaristan, Malta, Romanya, Rusya Sırbistan, Slovenya, Tayvan, Türkiye, Vietnam, Yunanistan (Hemala ve Kment, 2017; Çerçi ve Koçak, 2021).

**Köken:** Doğu Paleaktik Bölge.

**Not:** Hemala ve Kment (2017) tarafından *Halyomorpha halys*'in Amerika Birleşik Devletleri'nde 2001 yılında ilk kez tespitinden sonra, 2012 yılına kadar Meksika sınırından Kanada'ya kadar tam 38 eyalette yayıldığı bildirilmektedir. Avrupa'da ise ilk kez 2004 yılında Lihtenştayn'dan daha sonra 2007 yılında İsviçre'den kayıt verilmiştir. Bu tarihten sonra tıpkı Amerika'da olduğu gibi Avrupa'da de hızla dağılım göstermiştir. Ülkemizde ilk kayıt 2017 yılında İstanbul'dan daha sonra Artvin, Giresun, İzmir, Ordu, Rize, Sakarya ve Trabzon'dan kayıtlar verilmiştir (Çerçi ve Koçak, 2017; Günçan ve Gümüş, 2018; Ak ve ark., 2019; Göktürk ve Tozlu, 2019). Kayıtlara göre bu türün hem Avrupa üzerinden hem de Kafkaslar üzerinden ülkemize giriş yaptığı ve kısa sürede dağılımını genişlettiği görülmektedir. Agresif bir istilacı polifag tür olan *Halyomorpha halys*'in 107 farklı tek yıllık ve çok yıllık bitkide zarar meydana getirdiği bilinmektedir (Wermelinger ve ark., 2008; Lupi ve ark., 2017). Özdemir ve Tuncer (2021) tarafından *Halyomorpha halys*'in 300 bitki türünde zarar meydana getirme potansiyeline sahip olduğunu bildirilmiştir. Erginler genellikle meyvelerle, nimfler ise yaprak ve sapsar ile beslenirler. Özellikle fındık, badem, elma, armut, şeftali, kayısı, domates, fasulye, pirinç gibi ekonomik önemi olan sebze ve meyvelerde büyük hasar meydana getirmektedirler. Bu çalışmada fındık üzerinden toplanmıştır. Yılda 1 nesil verdiği bildirilmiş olsa da İtalya'da 2, Amerika Birleşik Devletleri'nde 5-6 nesil verdiği, bir defada 20-30 yumurta kümesi oluşturdukları ve bir dişinin bir üreme döneminde yaklaşık 400

yumurta bıraktığı bildirilmiştir (Wermelinger ve ark., 2008; Özdemir ve Tuncer, 2021). 12-35 °C arasında üreyebildikleri ve erginlerinin -17 °C’de hayatta kalabildikleri göz önüne alındığında Ekolojik toleransının oldukça yüksek olduğu görülen *Halyomorpha halys*, farklı bölgelerde yılda 1-6 arasında nesil vermektedir (Özdemir ve Tuncer, 2021). Doğu Karadeniz bölgesinde fındık ve çay bitkisinde zarar meydana getirdiği bilinmektedir (Özdemir ve Tuncer, 2021). Önlem alınmadığı takdirde birçok bölgede salgın oluşturma kapasitesine sahip olduğu ve ciddi ekonomik sorunlar meydana getireceği görülmektedir.

***Nezara viridula* (Linnaeus, 1758)**

**Türkiye’deki Dağılımı:** Tüm bölgeler (Önder ve ark., 2006).

**Palearktik Bölgedeki Dağılımı:** Palearktik Bölge’nin tamamı (Rider, 2006).

**Köken:** Ethiopian Bölge.

**Not:** *Nezara viridula* hem kültür bitkileri hem de yabani bitkilerle beslenen polifag bir türdür. Kozmopolit ve polimorfik bir tür olan *Nezara viridula* nimf ve erginleri fasulye, bamya, domates ve lahana olmak üzere birçok tarım ürününde zarar meydana getirerek ekonomik kayba neden olurlar, bu nedenle bu türe ait pek çok çalışma bulunmaktadır (Birgücü ve Karsavuran, 2013). Ekolojik toleransı çok yüksek olan bu tür dünyada ve ülkemizde oldukça yaygın bir türdür.

***Perillus bioculatus* (Fabricius, 1775)**

**Türkiye’deki Dağılımı:** Ankara, Amasya, Edirne, Kırklareli, Tekirdağ, Uşak (Kıvan, 2004; Fent ve Aktaş, 2007; Dursun ve Fent, 2018; Tarla ve Tarla, 2018; Kıyak ve ark., 2019).

**Palearktik Bölgedeki Dağılımı:** Almanya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Fransa, İtalya, Rusya, Sırbistan, Slovakya, Türkiye, Ukrayna, Yunanistan (Rabitsch, 2008; Protić ve Živić, 2012; Putschkov, 2013).

**Köken:** Neartik Bölge.



**Not:** Kuzey Amerika doğal fauna elemanı olan *Perillus bioculatus*, “Kolarado patates böceği” olarak bilinen *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae)’nın biyolojik mücadelesinde kullanılan önemli bir predatördür (Kıvan, 2004). Kuzey Amerika doğal fauna elemanı olan patates böceğinin Avrupa’ya girip hızla yayılması ve zararlı hale gelmesiyle birlikte Avrupa’lı bilim insanları tarafından bu zararlı türün kontrol altına alınması için doğal düşmanları araştırılmıştır ve Kuzey Amerika’da *Perillus bioculatus*’un etkin bir kontrol ajanı olduğu tespit edilmiştir. İlk kez 1966 yılında *Perillus bioculatus*’un Avrupa’ya getirilip yerleştirilmesi çalışmaları başlamıştır ve sonra 9 Avrupa ülkesi daha bu projeye katılmıştır. Bu çalışma kapsamında bu predatör türün ekolojisi, biyolojisi, davranışı, fizyolojisi, doğal düşmanları, iklim adaptasyonu, yerleştirilmesi ile ilgili çok sayıda çalışmalar yapılmıştır. Laboratuvar koşullarında üretilerek doğaya kitlesel salınımları yapılmış olmasına rağmen doğa kontrollerinde türün başarılı bir yerleşiminin sağlanmadığı görülmüştür. Bunun nedeni olarak, her ne kadar Avrupa’nın iklimi Kuzey Amerika iklimine benzer olsa da Avrupa’da *P. bioculatus*’un patates böceğinden (*L. decemlineata*) daha önce aktif hale geldiği ve açlıktan öldüğü yönünde olmuştur (Fent ve Aktaş, 2007). Ancak bu türün 1992 yılında ilk kez Trakya Bölgesi’nde doğal ortamda gözlemlenmesi ve 1992-2003 yılları arasında farklı lokalitelerden kayıt verilmiş olması türün en azından Doğu Avrupa’da yerleşmiş olacağının kanıtı olarak ortaya çıkmaktadır (Fent ve Aktaş, 2007). Yapılan çalışmalar sonunda *Perillus bioculatus*’un daha sonraki yıllarda pekçok Avrupa ülkesinde yerleşme başarısı gösterdiği belirlenmiştir. Türkiye’nin Anadolu kısmında farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda *Perillus bioculatus*’un boğazları aşarak Anadolu’ya da yayılmaya başlamış olduğu görülmektedir (Dursun ve Fent, 2018; Tarla ve Tarla, 2018; Kıyak ve ark., 2019). Avrupa ve Anadolu dışında Hindistanda dağılım gösterdiği bilinmektedir (Prasad ve Pal, 2015). Trakya Bölgesi’nde yapılan arazi çalışmaları sırasında özellikle yonca tarlasında popülasyon yoğunluğunun oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir. Muhtemelen yonca tarlasındaki yumuşak vücutlu böcek veya larvalar bu predatörü buraya çekmektedir.

**Familya: Miridae Hahn, 1833**

***Campylomma miyamotoi* Yasunaga, 2001**

**Türkiye’deki Dağılımı:** İzmir (Çerçi ve ark., 2019).

**Palearktik Bölgedeki Dağılımı:** Japonya, Güney Kore (Çerçi ve ark., 2019).

**Köken:** Doğu Palearktik Bölge.

**Not:** Japonya’dan bilinen *Campylomma miyamotoi* 2013 yılında Güney Kore’den kaydedilmiştir (Duwal ve ark., 2013). Ülkemizde “İpek Ağacı ve “İstanbul Akasyası” olarak bilinen, Türkiye’nin sahil kesimlerinde yetişen Fabaceae familyasına ait *Albizia julibrissin* *Campylomma miyamotoi*’nin konukçu bitkisidir (Karaer ve ark., 2015). Özellikle park ve bahçelerde yetiştirilen bu bitki ile ülkemize giriş yaptığı düşünülmektedir.

***Nesidiocoris tenuis* (Reuter, 1895)**

**Türkiye’deki Dağılımı:** Adana, İzmir, Mersin (Önder ve ark., 2006).

**Palearktik Bölgedeki Dağılımı:** Palearktik Bölge’nin tamamı.

**Köken:** Oriental Bölge.

**Not:** *Nesidiocoris tenuis* Güney Asya kökenli kozmopolit bir türdür. Özellikle Solanaceae familyasına ait bitkilerle beslenen aynı zamanda da küçük eklembacaklıları avlayan zoofitofag bir türdür (Rabitsch, 2008). *Nesidiocoris tenuis* bir başka yabancı tür olan ve ülkemizde ilk kez 2009 yılında tespit edilmiş olan *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)’nın predatörüdür. Güney Amerika kökenli olan *Tuta absoluta*, domates güvesi olarak bilinir ve hem açık alanlarda hem de seralarda üretilen domatesin en önemli zararlısı durumundadır (Öztemiz ve Portakaldalı, 2015). Tüm dünyada biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılan *Nesidiocoris tenuis*, *Tuta absoluta* dışında, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) (Domates kurdu), *Keiferia lycopersicella* (Lepidoptera: Gelechiidae) (domates kıl kurdu), *Manduca sexta* (Lepidoptera: Sphingidae) (domates veya tütün kurdu), *Symmetrischema tangolias* (Lepidoptera: Gelechiidae) (domates sapı kurdu)’in larva ve yumurtalarını ve *Bemisia tabaci* (Hemiptera:

Aleyrodidae) (Beyaz sinek) yumurta ve nimflerini emerek beslenirler (Adeleye ve Seal, 2021).

**Familiya: Reduviidae Latreille, 1807**

***Zelus renardii* (Kolenati, 1856)**

**İncelenen Materyal: Amasya:** İpekköy, 05.09.2021, 1♀, 1♂; **Çorum,** 18.08.2020, 1♀, 1♂.

**Türkiye'deki Dağılımı:** Amasya, Ankara, Diyarbakır, İzmir, İstanbul (Çerçi ve Koçak, 2016; Dursun ve Fent, 2020; Kıyak, 2020; Çelik ve ark., 2021).

**Paleartik Bölgedeki Dağılımı:** Arnavutluk, Fransa, İspanya, İsrail, İtalya, Portekiz, Türkiye, Yunanistan (Davranoglou, 2011; Petrakis ve Moulet, 2011; Vivas, 2012); Dioli, 2013; Pinzari ve ark., 2018; Çerçi ve Koçak, 2016; Van der Heyden, 2017; Garrouste, 2019; Van der Heyden ve Grosso-Silva, 2020).

**Köken:** Neartik Bölge.

**Not:** Zoofag bir tür olan *Zelus renardii* Neartik Bölge doğal fauna elemanı olarak bilinmektedir. Kanada'dan Arjantin ve Şili'ye kadar Amerika kıtasında dağılım gösterdiği bildirilmektedir (Zhang ve ark., 2016). *Z. renardii* bireylerinin Diptera, Aphididae, Psyllidae, Miridae, Noctuidae, Coccinellidae türleri ile beslendiği bildirilmiştir (Van der Heyden, 2017; Dursun ve Fent, 2020).

**Family: Tingidae Laporte, 1832**

***Corythucha arcuata* (Say, 1832)**

**İncelenen Materyal: Çorum:** Yaylabaşı Köyü, 04.05.2020, 2♀♀, 2♂♂; Osmancık, Sarpıncık, 19.10.2020, 2♀♀, 1♂; **Kırklareli:** Merkez, 11.08.2018, 3♀♀, 3♂♂; Demirköy, 10.08.2018, 6♀♀, 4♂♂; İğneada, 10.08.2018, 4♀♀, 7♂♂.

**Türkiye'deki Dağılımı:** Amasya, Ankara, Artvin, Bilecik, Bolu, Çankırı, Düzce, Edirne, Eskişehir, İstanbul, Kastamonu, Kocaeli Sakarya,

Tekirdağ, Trabzon, Zonguldak (Mutun, 2003; Mutun ve ark., 2009; Küçükbasmacı, 2014; Çerçi ve Koçak, 2016; Dursun ve Fent, 2017).

**Palearktik Bölgedeki Dağılımı:** Tüm Avrupa, Türkiye (Anadolu), Rusya.

**Köken:** Nearktik Bölge.

**Not:** Kuzey Amerika doğal fauna elemanı olan *Corythucha arcuata* 2000 yılında ilk kez İtalya'da görüldükten sonra hızla tüm Avrupa'da, Rusya'da dağılım göstermiştir. (Neimorovets ve ark., 2017; Paulin ve ark., 2020). İlk kez 2002 yılında Bolu'dan kayıt verildikten sonra hızla Türkiye'de birçok bölgeye yayıldığı görülmektedir (Mutun, 2003; Mutun ve ark., 2009; Küçükbasmacı, 2014; Çerçi ve Koçak, 2016; Dursun ve Fent, 2017).

*Corythucha arcuata* nimf ve erginleri başta *Quercus* sp. olmak üzere *Corylus* sp., *Acer* sp., *Prunus* sp., *Ulmus* sp., ve *Robinia* sp. türlerinin yapraklarında renk değişikliği ve kurumaya neden olarak verim kaybına neden olmaktadır. Meşe palamudu gelişimini engelleyerek, meşe ormanlarının gelişimine zarar vermektedir. Aynı zamanda meşe palamudu ile beslenen sincap ve karga gibi hayvanların popülasyon yoğunluğuna da dolaylı olarak etki etmektedir (Neimorovets ve ark., 2017; Paulin ve ark., 2020). Meşe ormanlarında olduğu gibi ülkemizde karadeniz Bölgesi'nde yaygın hale gelmesi durumunda fındık üretimini olumsuz yönde etkileyeceği öngörülmektedir.

***Corythucha ciliata* (Say, 1832)**

**İncelenen Materyal:** **Çorum:** Bayat, 06.06.2021, 2♀♀, 3♂♂; **Edirne:** Doğanköy, 07.06.2017, 4♀♀, 6♂♂; **Kırklareli:** Merkez, 09.06.2018, 2♀♀, 3♂♂.

**Türkiye'deki Dağılımı:** Amasya, Bolu, Kastamonu, Tekirdağ, Trabzon (Mutun, 2009; Sevim ve ark., 2013; Küçükbasmacı, 2014; Küçükbasmacı ve ark., 2016; Dursun ve Fent, 2017; Aysal ve Kıvan, 2018).

**Palearktik Bölgedeki Dağılımı:** Almanya, Arnavutluk, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Çin, Fransa, Hırvatistan, Hollanda,

İngiltere, İspanya, İsviçre, İtalya, Japonya, Karadağ, Güney Kore, Macaristan, Polonya, Portekiz, Rusya, Sırbistan, Slovakya, Slovenya, Türkiye, Yunanistan (Mildner, 1983; Hopp, 1984; Josifov, 1990; Tzanakakis, 1988; Protić, 1998; Stehlík, 1997; Voight, 2001; Tokihiro ve ark., 2003; Streito, 2006; Kment, 2007; Grosso-Silva ve Aguiar, 2007; Lis, 2009; Mutun, 2009; Dominiak ve ark., 2008).

**Köken:** Nearktik Bölge.

**Not:** *Corythucha ciliata* özellikle *Platanus* sp. üzerinde beslenen oligofag bir tür olarak bilinmektedir. Ormanlık alanlarda ve park-bahçelerde oldukça yoğun olarak gözlenmiştir. *Corythucha ciliata* bireyleri yaprak döküntüleri, ağaç oyukları ve kabukları altında ergin olarak kışı geçirirler (Rabitsch, 2008; Mutun, 2009).

## SONUÇ

Bu çalışmada Türkiye’de dağılım gösteren yabancı (alien) Heteroptera türleri ele alınmıştır. Rabitsch (2008) çalışmasında, Paleartik Bölge’de bulunmasına rağmen farklı ülkelerden gelen türleri de yabancı tür olarak değerlendirmiştir. Ancak bu çalışmada, Paleartik dışından ve Uzak Doğu’dan (Japonya, Kore, Çin- Doğu Paleartik Bölge) ülkemize gelen türler “Yabancı tür (alien)” olarak değerlendirilmiştir. Çünkü zoocoğrafik bölgeler bariyerlerle birbirinden ayrılmaktadır dolayısıyla aynı zoocoğrafik bölgede bulunan bir ülkenin fauna ve flora elemanlarının komşu başka bir ülkede de dağılım göstermesi doğaldır. Sucul, yarisucul, karasal omurgalı ve omurgasız yabancı fauna elemanlarının sayısı her geçen gün artmaktadır. Bu durum, zoocoğrafik bölgeleri birbirinden ayıran bariyerlerin sınırlayıcı gücünü sorgular hale getirmektedir.

Yapılan çalışmalar sonucunda, Türkiye’de 9 familyaya ait 14 yabancı Heteroptera türünün dağılım gösterdiği görülmektedir. Dağılım gösteren yabancı Heteroptera türlerinden 3 tür Pentatomidae familyasına aittir. Cydnidae, Miridae ve Tingidae familyalarına ait 2’şer tür, Anthocoridae, Coreidae, Dinidoridae, Lygaeidae, Reduviidae familyalarına ait 1’er tür kaydı bilinmektedir (Şekil: 1).

Yabancı türlerden *Amnestus pusillus* Uhler, 1876, *Belonochilus numenius* (Say, 1832), *Corythucha arcuata* (Say, 1832), *Corythucha ciliata* (Say, 1832), *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910), *Perillus bioculatus* (Fabricius, 1775) ve *Zelus renardii* (Kolenati, 1856) türleri Nearktik Bölge kökenlidir. Bu türlerin Avrupa'da dağılımı genellikle İtalya üzerinden gerçekleşmiştir. Muhtemelen Amerika ülkeleri ile yapılan ticaret sonucunda bu türlerin Palearktik bölgeye girişi sağlanmıştır. Diğer yabancı türlerden *Campylomma miyamotoi* Yasunaga, 2001 ve *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) doğu Palearktik Bölge, *Fromundus pygmaeus* (Dallas, 1851) ve *Nesidiocoris tenuis* (Reuter, 1895) Oriental Bölge, *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) ve *Coridius viduatus* (Fabricius, 1794) Ethiopian Bölge ve *Amphiareus constrictus* (Stål, 1860) Neotropik Bölge kökenlidir (Tablo: 1).

Türkiye'den kaydı bilinen yabancı türlerden *Corythucha arcuata*, *Corythucha ciliata*, *Leptoglossus occidentalis*, *Halyomorpha halys* ve *Nezara viridula* “**yayılmacı, istilacı tür (invasiv tür)**” olarak tanımlanabilir. Çünkü bu taksonlara ait popülasyonlar ülkemizde oldukça yaygın hale gelmiştir ve tarım ürünlerine ciddi zarar vermektedir. *Nezara viridula*'nın fasulye, bezelye, nohut vb. tarım ürünlerine zarar verdiği, bakteriyel ve fungal hastalıkların vektörü olduğu ve tarım ürünlerinde ekonomik kayba neden olduğu bilinmektedir (Birgücü ve Karsavuran, 2013; Tarla ve ark., 2013). *Leptoglossus occidentalis* fıstık çamı ormanlarında ciddi kayıplara neden olmaktadır. Çerçi ve Koçak (2017) tarafından yeni diyebileceğimiz bir tarihte kayıt verilmesinden sonra hızla dağılımını genişleten polifag bir tür olan *Halyomorpha halys* Karadeniz Bölgesi'nde özellikle fındık ve çay bitkilerinde ürün kaybına neden olmaktadır. Bu türün kontrol altına alınamaması durumunda ülkemiz tarım ürünlerinde büyük kayıplar beklenmelidir. *Halyomorpha halys* taksonunda olduğu gibi, yabancı türlerden yayılmacı-istilacı olanların nesil sayısında değişme, yumurta sayısında artış meydana gelmesi, uyum yeteneklerinin artması, farklı besin kaynaklarına yönelme gibi özellikleri onları yerel fauna elemanlarına karşı avantajlı duruma getirmektedir.

Kabakgiller zararlısı olduğu olarak bilinen *Coridius viduatus*'un özellikle karpuzda zarar meydana getirdiği bildirilmiştir, kapuzun Afrika

kökenli olduğu bilinmektedir, muhtemelen bu türün dağılımı karpuz ile gerçekleşmiştir (Tarla ve ark., 2013).

*Corythucha arcuata* meşe ormanlarında ve *Corythucha ciliata* çınar ağaçlarında zarar meydana getirmekte, hatta *C. arcuata* Trakya Bölgesi'nde insanların kol ve bacak gibi vücut kısımlarını sokmak suretiyle kaşıntıya neden olmakta ve böylece enfeksiyon etkenleri için uygun ortam oluşturmaktadır.

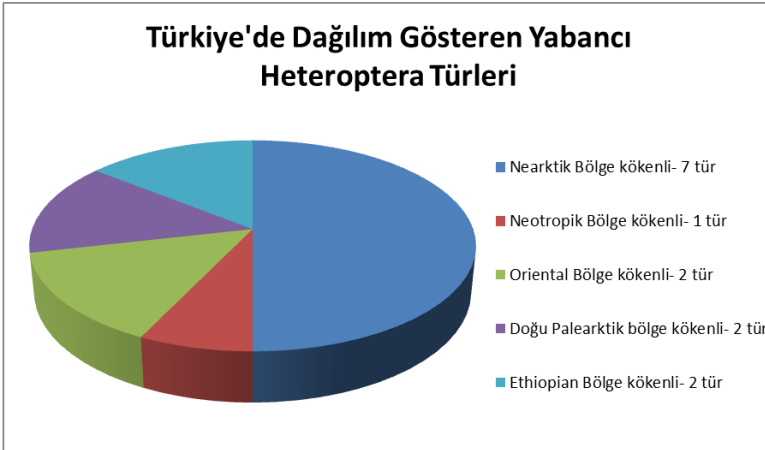
Tarım zararlıları ve sivrisinek mücadelesi için biyolojik kontrol ajanı olarak, farklı zoocoğrafik bölgelerden predatör türlerin taşındığı bilinmektedir. Taşınan bu türlerden bazıları yeni ekolojik koşullara uyum sağlayamazken bazıları da kontrolden çıkarak zarar meydana getirmektedir. Predatör Heteroptera türlerinden patates, domates ve patlıcanda ürün kaybına neden olan isitilacı tür *Leptinotarsa decemlineata* ile mücadele için *Perillus bioculatus*, domates güvesi olarak bilinen bir başka istilacı tür olan *Tuta absoluta* ile mücadele için *Nesidiocoris tenuis* gibi *Amphiareus constrictus* ve *Zelus renardii*'nin ülke içinde dağılımını genişletmesi, biyolojik mücadelede çok önemlidir.

Kıtalararası ticaretin ve turizm faaliyetlerinin artması, küresel ısınma sonucu fauna elemanlarının dağılımını genişletmesi gibi etkiler sonucu ve coğrafi konumu nedeni ile yabancı türlerin ülkemizdeki sayısının artması beklenen bir sonuçtur. Tarım ürünlerine zarar verecek yayılmacı türlerin kontrol altında tutulması, ekonomi ve yerel fauna elemanlarının korunması açısından önem arzedecektir.

Tablo 1. Türkiye'de dağılım gösterem yabancı Heteroptera türleri ve familyaları

Familya	Türler	Köken
<b>Anthocoridae Fieber, 1837</b>	<i>Amphiareus constrictus</i> (Stål, 1860)	Neotropik bölge
<b>Coreidae Leach, 1815</b>	<i>Leptoglossus occidentalis</i> (Heidemann, 1910)	Nearktik bölge
	<i>Amnestus pusillus</i> Uhler, 1876	Nearktik bölge

<b>Cydnidae Billberg, 1820</b>	<i>Fromundus pygmaeus</i> (Dallas, 1851)	Oriental bölge
<b>Dinidoridae Stål, 1867</b>	<i>Coridius viduatus</i> (Fabricius, 1794)	Ethiopian bölge
<b>Lygaeidae Schilling, 1829</b>	<i>Belonochilus numenius</i> (Say, 1832)	Nearktik bölge
<b>Pentatomidae Leach, 1815</b>	<i>Halyomorpha halys</i> (Stål, 1855)	Doğu Paleaktik bölge
	<i>Nezara viridula</i> (Linnaeus, 1758)	Ethiopian bölge
	<i>Perillus bioculatus</i> (Fabricius, 1775)	Nearktik bölge
<b>Miridae Hahn, 1833</b>	<i>Campylomma miyamotoi</i> Yasunaga, 2001	Doğu Palearktık bölge
	<i>Nesidiocoris tenuis</i> (Reuter, 1895)	Oriental bölge
<b>Reduviidae Latreille, 1807</b>	<i>Zelus renardii</i> (Kolenati, 1856)	Nearktik bölge
<b>Tingidae Laporte, 1832</b>	<i>Corythucha arcuata</i> (Say, 1832)	Nearktik bölge
	<i>Corythucha ciliata</i> (Say, 1832)	Nearktik bölge



Şekil 1. Kökenlerine göre Türkiye'de dağılım gösteren yabancı Heteroptera tür sayıları.



## KAYNAKLAR

- Adeleye, V. O., & Sea, D. R. (2021). Tomato Bug, Tobacco Leaf Bug, Tomato Mirid, Green Tobacco Capsid *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Insecta: Hemiptera: Miridae). doi.org/10.32473/edis-IN1323- p (1-5).
- Ak, K., Uluca, M., Aydın, Ö., & Göktürk, T. (2019). Important invasive species and its pest status in Turkey: *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 126: 401-408.
- Arslangündoğdu, A., & Hızal, E. (2010). The western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910), recorded in Turkey (Heteroptera: Coreidae). *Zoology in the Middle East*, 50: 138-139.
- Aukema, B. (2020). Catalogue of Palaearctic. <https://catpalhet.linnaeus.naturalis.nl>
- Aysal, T., & Kıvan, M. (2018) Tekirdağ İlinde bulunan Tingidae (Hemiptera, Heteroptera) Türleri ve Yayılışları (Tingidae (Hemiptera, Heteroptera) species and their distribution in Tekirdağ Province), *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (3): 1-8.
- Birgücü, K., & Karsavuran, Y. (2013). *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae)'nın fasulye baklasındaki zarar miktarı üzerine araştırmalar *Türk. entomol. derg.*, 37 (3): 375-388.
- Carpintero, D. L. (2002). Catalogue of the Neotropical Anthocoridae (Heteroptera). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 61: 25–44. Cianferoni, F., Grazinani, F., Dioli, P. & Ceccolini, F. (2018) Review of the occurrence of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) in Italy, with an uptake of its European and World distribution. *Biologia*, 73: 599-607.
- Cianferoni, F., Graziani, F., & Ceccolini, F. (2019). The unstoppable march of *Halyomorpha halys*: new first country records (Hemiptera: Heteroptera), *Spixiana*, 42 (1): 60.
- Csóka, G., Hirka, A., Mutun, S. Glavendekić, M. Mikó, Á. Szöcs, L., Paulin, M., Béla Eötvös, C., Gáspár, C., Csepelényi, M., Szénási, Á., Franjević, M., Gninenko, Y., Dautbašić, M., Muzejinović, O., Zúbrik, M., Netoiu, C., Buzatu, A., Bălăcenoiu, F., Jurc, M., Jurc, D., Bernardinelli, I., Streito, J.-C., Avtzis, D., & Hrašovec, B. (2019). Spread and potential

- host range of the invasive oak lace bug [*Corythucha arcuata* (Say, 1832) – Heteroptera: Tingidae] in Eurasia. *Agricultural and Forest Entomology*, 22 (1): 61-74.
- Çelik, H., Dioli, P., & Bolu, H. (2021). First Record in Southeastern Anatolia of *Zelus (Diplodacus) renardii* (Kolenati, 1856) (Hemiptera: Reduviidae) and his New Prey *Allantus* (s.str.) *viennensis* (Schrank, 1781) (Hymenoptera: Tenthredinidae: Allantinae). *Journal of Heteroptera of Turkey*, 3 (1):31-39.
- Çerçi, B., & Koçak, Ö. (2016). Contribution to the knowledge of Heteroptera (Hemiptera) fauna of Turkey. *Journal of Insect Biodiversity*, 4 (15): 1-18.
- Çerçi, B., & Dursun, A. (2017). *Isometopus anlasi* sp. nov. (Heteroptera: Miridae) from Turkey. *Zootaxa*, 4353: 378–384.
- Çerçi, B., & Koçak, Ö. (2017). Further contribution to the Heteroptera (Hemiptera) fauna of Turkey with a new synonymy. *Acta Biologica Turcica*, 30: 121-127.
- Çerçi, B., & Gözüaçık, G. (2019). Contribution to Pentatomoidea (Heteroptera) Fauna of Iğdır and Istanbul with Three New Records for Turkish Fauna, *J. Het. Turk.*, 1(1-2):33-40.
- Çerçi, B., & Koçak Ö & Tezcan., S. (2019). Two new species and ten new records of Heteroptera from Turkey, including the first record of the potential alien *Campylomma miyamotoi* in the Western Palaearctic. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 59 (1), 295-306
- Çerçi, B., & Tezcan, S. (2020). Contribution to the Lygaeoidea (Heteroptera) fauna of Turkey based on specimens preserved in the Lodos Entomological Museum, Turkey (LEMT) and additional information. *Journal of Insect Biodiversity*, 15 (1), 6-15.
- Çerçi, B., Tezcan, S., & Özgen, İ. (2020). Review of Reuteria Puton, 1875 (Heteroptera: Miridae) species present in Lodos Entomological Museum, Turkey (LEMT). *Zootaxa*, 4878 (1), 159-168.
- Çerçi, B. (2021). First record of *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Pentatomidae: Heteroptera) in Aegean Region of Turkey. *Acta Biologica Turcica*, 34 (1): 35-37.

- Çerçi, B., & Oruz, T. (2021). First Record of Sycamore Seed Bug *Belonochilus numenius* (Say, 1831) (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae) in Turkey, *J. Het. Turk.*, 3 (1): 40-45.
- Çerçi, B., Gorczyca, J., & Koçak, Ö. (2021). Description of New Miridae and Tingidae Species (Hemiptera: Heteroptera) and New Records from Southern Turkey. *Zootaxa*, 4949 (2), 312-332.
- Çerçi, B., & Özgen, İ. (2021). Contribution to the Knowledge of Heteroptera (Hemiptera) Fauna of Elazığ Province with a New Record for the Fauna of Turkey. *Journal of Heteroptera of Turkey*, 3 (1), 50-75.
- Davranoglou, L. R. (2011). *Zelus renardii* (Kolenati, 1856), a New World reduviid discovered in Europe (Hemiptera: Reduviidae: Harpactorinae). *Entomological Magazine*, 147: 157-162.
- Dioli, P. (2013). *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) new to Italy (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae). *Quaderno di Studi e Notizie di Storia Naturale della*, 38: 232-233.
- Dolling, W. R. (2006). Coreidae Leach, 1815. In: Aukema, B. & Rieger, Ch. (eds.): Catalogue of Heteroptera of the Palaearctic Region, Vol. 5, Pentatomomorpha II. The Netherlands Entomological Society, Amsterdam, pp. 43- 101.
- Dominiak, B., C., Gillespie, P., S., Worsley, P., & Löcker, H. (2008). Survey for sycamore lace bug *Corythucha ciliata* (Say) (Hemiptera: Tingidae) in New South Wales during 2007. *General and Applied Entomology*, 37, 27-30.
- Dursun A., Kaçar, G., & Ulusoy, M. R. (2010). The Alydidae (Heteroptera: Coreoidea) of Turkey: A Key to the Genera, New Records and A Species Checklist. *Entomological News*, 121(5): 487-497.
- Dursun, A., & Fent, M. (2017). Annotated Checklist of Tingidae (Hemiptera: Heteroptera) in Turkey with new records for the faunas of Europe and Turkish Thrace. *Zootaxa*, 4347 (3): 465-491.
- Dursun, A., & Fent, M. (2018) Erstnachweis von *Perillus bioculatus* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) für Anatolien (Türkei). *Heteropteron*, 53, 18-20.

- Dursun, A., & Fent, M. (2020). First record of the alien species *Zelus renardii* (Kolenati, 1856) (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae) from Black Sea Region of Turkey. *Journal of Heteroptera of Turkey*, 2 (2): 144-147.
- Dursun, A., & Fent, M. (2021). First record of Sycamore Seed Bug *Belonochilus numenius* (Say, 1832) (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae) in Turkish Thrace. *Journal of Heteroptera of Turkey*, 3 (2), 106-110.
- Duwal, R.K., Jung, S.H., & Lee, S.H., (2013). Taxonomic revision of the genus *Campylomma* Reuter (Hemiptera: Miridae: Phylinae: Phylini) from Korea. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 16: 389–394.
- Essl, F., & Rabitsch, W. (2004). Österreichischer Aktionsplan zu gebietsfremden Arten (Neobiota). [www.lebensministerium.at](http://www.lebensministerium.at)
- Fent, M., Dursun, A., Karsavuran, Y., Tezcan, S., & Demirözer, O. (2010). A review of the tribe Halyini in Turkey (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) with two new records: *Apodiphus integriceps* and *Mustha vicina*”, *Journal of the Entomological Research Society*, 12 (2), 1–13.
- Fent, M., & Kment, P. (2011). First record of the invasive western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Turkey. *North-Western Journal of Zoology*, 7 (1): 72-80.
- Fent, M., & Aktaç, N. (2007). Die Verbreitung des *Perillus bioculatus* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae) im türkischen Teil Thrakiens. *Heteropteron*, 25: 7-10.
- Forster, B., Giacalone, I., Moretti, M., Dioli, P., & Wermelinger, B. (2005). Die amerikanische Eichennetzwanze *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera, Tingidae) hat die Südschweiz erreicht. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 78: 317-323.
- Garrouste, R. (2019) *Zelus renardii* (Kolenati, 1856): une Réduve nouvelle pour la France (Hemiptera, Reduviidae, Harpactorinae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 124 (3): 335-336.
- Göktürk, T., & Tozlu, G. (2019). An important agricultural pest for Turkey: invasive species *Halyomorpha halys*. In: Proceedings of International Black Sea Coastline Countries Symposium, Batumi / Georgia (2-5 May 2019), pp. 283-297.

- Grosso-Silva, J., M., & Aguiar, A. (2007). *Corythucha ciliata* (Say, 1832) (Hemiptera, Tingidae), the nearctic sycamore lace bug, found in Portugal. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 40, 366.
- Güncan, A., & Gümüş, E. (2018). Brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Heteroptera, Pentatomidae), a new and important pest in Turkey, *Entomol News*, 128(2): 204-210.
- Hemala, V., & Kment, P. (2017). First record of *Halyomorpha halys* and mass occurrence of *Nezara viridula* in Slovakia. *Plant Protect. Sci.*, 53, 247–253.
- Henry, T. J. (2017). Biodiversity of Heteroptera. In: Foottit, R. G. & Adler, P. H. (eds): *Insect Biodiversity. Science and Society. Vol. I. Second edition*. Wiley-Blackwell, Oxford, 904 pp.
- Hızal, E. & İnan, M. (2012) *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910) is an invasive insect species. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 14(21): 56-61.
- Hoberlandt, L., (1995). Results of the Czechoslovak-Iranian entomological expeditions to Iran 1970, 1973 and 1977. Heteroptera: Acanthosomatidae, Cydnidae, Scutelleridae, Pentatomidae. *Acta Entomologica National Museum of Praha*, 44, 181-293.
- Hopp, I. (1984). Die platanen-netzwanze *Corythucha ciliata* (Say) nun auch in der Bundesrepublik Deutschland. *Entomologische Zeitschrift*, 94, 60–63.
- İpekdal, K., Oğuzoğlu, Ş., Oskay, F., Aksu, Y., Lehtijärvi, H.T.D., Lehtijärvi, A.T., Aday Kaya, A. G., Can, T., Özçankaya, İ. M., & Avcı, M. (2019). Çam kozalak emici böceği *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (1910) (Hemiptera: Coreidae): Türkiye ve dünyadaki son durum. *Orman Genel Müdürlüğü Matbaası*, 70 pp.
- Josifov M. (1990). On the appearance of the nearctic species *Corythucha ciliata* (Say, 1832) (Heteroptera, Tingidae) in Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica*, 39, 53–55.
- Karaer, F., Kutbay, H. G., & Terzioğlu, S. (2015). *Albizia julibrissin*. Pp: 156–164. In: Hüseyin, O. (ed.): *Türkiye İstilacı Bitkiler Kataloğu*.

[*Catalogue of Invasive Plants of Turkey*]. T.C. Gıda, Tar. Ve Hay. Bakanlığı. Tagem, Bit. Sağ. Araş. Daire Başk., Ankara, 533 pp.

- Kıvan, M. (2004) Some observations on *Perillus bioculatus* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) a new record for the entomofauna of Turkey, *Turkish Journal of Entomology*, 28 (2): 95-98.
- Kıyak, S. & Akar, E. (2010) Faunistic study of terrestrial Heteroptera of Çaldağ (Ankara, Turkey). *Munis Entomology & Zoology*, 5 (Supplement), 1104–1118.
- Kıyak, S., Alacapınar, P. & Özdamar, H., (2019). The Second Record of *Perillus bioculatus* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae), Invasive Alien Species (IAS) from Anatolia, *J. Het. Turk.*,1(1-2):4-6.
- Kıyak, S. (2020). The new record invasive alien species (IAS) *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae) in central Anatolia (Turkey), *J. Het. Turk.*, 2 (1): 47-52.
- Kment, P. (2007). First record of the alien lace bug *Stephanitis pyrioides* in Greece and note on *Corythucha ciliata* from Portugal (Heteroptera: Tingidae). *Linzer biol. Beitr*, 39, 421– 429.
- Küçükbasmacı, İ. (2014). Two new invasive species recorded in Kastamonu (Turkey): Oak lace bug [*Corythucha arcuata* (Say, 1832)] and sycamore lace bug [*Corythucha ciliata* (Say, 1832)] (Heteroptera: Tingidae). *Journal of Entomology and Nematology*, 6 (8): 104-111.
- Küçükbasmacı, İ., Şahin, S., & Eker, G. (2016). *Corythucha ciliata* (Say, 1832)'nın (Heteroptera, Tingidae) Kastamonu şehir merkezinde bulunan *Platanus orientalis* L. türü üzerindeki yoğunluğunun araştırılması. *Kastamonu Univ. Orman Fakültesi Dergisi*, 16(1): 74-82.
- Lis, A. J. (1999). Burrower bugs of the Old World- a catalogue (Hemiptera: Heteroptera: Cydnidae). *Genus*, 10(2): 165–249.
- Lis, B. (2009). *Corythucha ciliata* (Say, 1832) (Hemiptera: Heteroptera: Tingidae) – gatunek pluskwiaka nowy dla fauny Polski. *Nature Journal (Opole Scientific Society)*, 42, 119–122.
- Lis, A. J., & Richard, S. Z. (2010). A review of burrower bugs (Hemiptera: Heteroptera: Cydnidae sensu lato) of Guam. *Zootaxa*, 2523: 57–64.

- Lupi, D., Dioli, P., & Limonta, L. (2017). First evidence of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera:Heteroptera, Pentatomidae) feeding on rice (*Oryza sativa* L.). *J. Entomol and Acarol Res*, 49 (1).
- Mildner, P. (1983). Neues zur kärntner arthropodenfauna. *Carinthia* II, 173 (93), 137–141.
- Mutun, S. (2003). First report of the oak lace bug, *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Heteroptera: Tingidae) from Bolu, Turkey. *Israel Journal of Zoology*, 49: 323-324.
- Mutun, S. (2009). *Corythucha ciliata*, a new *Platanus* pest in Turkey. *Phytoparasitica*, 37: 65-66.
- Mutun, S., Ceyhan, Z., & Sözen, C. (2009). Invasion by the Oak Lace Bug, *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera: Tingidae), in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 33: 263-268.
- Neimorovets, V.V., Shchurov, V.I., Bondarenko, A.S., Skvortsov, M.M., & Konstantinov, F.V. (2017). First documented outbreak and new data on the distribution of *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Hemiptera: Tingidae) in Russia. *Acta Zoologica Bulgarica*, 9 (Supplement): 139–142.
- Oğuzoğlu, Ş., & Avcı, M. (2018). Isparta ve Burdur illerinde *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera: Coreidae)'e ait gözlemler ve Türkiye'deki durumu, In: Proceeding of III. *Turkish Forest Entomology and Pathology Symposium* (10-12 May, Artvin), pp. 13-14.
- Oğuzoğlu, Ş., & Avcı, M. (2020). Türkiye'de *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera: Coreidae) üzerine biyolojik gözlemler, parazitotleri ve yayılışına katkılar. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 7 (1): 9-21.
- Önder, F., Karsavuran, Y., Tezcan, S., & Fent, (M. 2006). Türkiye Heteroptera (Insecta) Kataloğu. *Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir*, 164s.
- Özdemir, İ.O. & Tuncer, C. (2021). A new invasive polyphagous pest in Turkey, Brown Marmorated Stink Bug [*Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae)]: identification, similar species and current status, Black Sea. *Journal of Engineering and Science*, 4 (2): 58-67.

- Özek, T. & Avcı, M. (2017). Isparta Orman Bölge Müdürlüğü göknar, çam ve sedir ormanlarında tespit edilen kozalak zararlıları, *Turkish Journal of Forestry*, 18 (3): 178-186.
- Özgen, İ., Dioli P., & Çelik V. (2017). New and interesting record of western conifer seed bug: *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910) (Heteroptera: Coreidae) in Eastern Turkey. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5 (5): 830-833.
- Özgen, İ. & Çerçi, B. (2018). First record of the narrow stink bug *Mecidea lindbergi* Wagner, 1954 (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae: Mecideini) from Turkey. *Ecologia Balkanica*, 10: 53–56.
- Öztemiz, S. & Portakaldalı, M. (2015). *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın Biyolojik Mücadelesinde *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) ve *Trichogramma evanescens* Westwood'ın Etkinliğinin Belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi-A* 27 (2), 105-111.
- Parlak, S. (2017). An invasive species: *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann) how does it affect forestry activities? *Journal of Forestry Faculty*, 17 (3): 531-542.
- Péricart J. (1996). Family Anthocoridae Fieber, 1836- flower bugs, minute pirate bugs. Pp. 108-140. In: Aukema B., Rieger Ch. (Ed.): *Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. Vol. 2. Cimicomorpha I. The Netherlands Entomological Society, Amsterdam*. 361 p.
- Petrakis, P.V. & Moulet, P. (2011). First record of the Nearctic *Zelus renardii* (Heteroptera, Reduviidae, Harpactorinae) in Europe. *Entomologia Hellenica*, 20: 75-81.
- Pinzari, M., Cianferoni, F. Martellos, S. & Dioli, P. (2018). *Zelus renardii* (Kolenati, 1856), a newly established alien species in Italy (Hemiptera: Reduviidae, Harpactorinae), *Fragmenta entomologica*, 50 (1): 31-35.
- Prasad, C.S. & Pal, R. (2015). First record of two spotted stink bug, *Perillus bioculatus* (Fab.) from Meerut (U.P.) North India. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, Vol-1 (3), 9-11.
- Protić, L. (1998). Catalogue of the Heteroptera fauna of Yugoslav countries. Part One. *Natural History Museum Belgrade*, Special Issue, 38, p. 215, Belgrad.



- Protić, L., & Šeat, J., 2016. First records of the alien sycamore seed bug *Belonochilus numenius* in Serbia (Heteroptera: Lygaeidae), *Acta Entomologica Serbica*, 21: 13–19.
- Protić, L. & Živić, N. (2012). *Perillus bioculatus* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae) in Serbia. *Acta entomologica serbica*, 17(1/2): 23- 28.
- Putchkov, P. V. (2013). Invasive true bugs (heteroptera) established in Europa. *Ukrayna entomological journal*. 11-28pp.
- Rabitsch, W., & Heiss, E., (2005). *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910, eine amerikanische Adventivart auch in Österreich aufgefunden (Heteroptera, Coreidae). *Berichte des naturwissenschaftlichmedizinischen Verein Innsbruck*, 92, 131–135.
- Rabitsch, W. (2008). Alien True Bugs of Europe (Insecta: Hemiptera: Heteroptera). *Zootaxa*, 1827: 1-44.
- Rabitsch, W. (2010). True Bugs (Hemiptera, Heteroptera). Chapter 9.1. In: Roques A et al. (Eds) Alien terrestrial arthropods of Europe. *BioRisk* 4(1): 407–403.
- Rider, D., A. (2006). Family Pentatomidae Leach, 185. (*Catalogue of Heteroptera of the Palaearctic Region. Vol. 5. Pentatomomorpha II.* 550 p. Ed. Berend Aukema & Christian Rieger).
- Rider, D.A. (2012). *Great Lakes Entomologist* 45: 312-380.
- Sevim, A., Demir, İ., Sönmez, E., Kocaçevik, S. & Demirbağ, Z. (2013) Evaluation of entomopathogenic fungi against the sycamore lace bug, *Corythucha ciliata* (Say) (Hemiptera: Tingidae). *Turk. J. Agric. For.* 37: 595-603.
- Stehlík, J. (1997). *Corythucha ciliata* (Say), a pest of plane trees, now also in the Czech Republic (Tingidae, Het.). *Acta Musei Moraviae, Scientiae Naturales*, 81(1996), 299-306.
- Streito, J. C. (2006). Note sur quelques espèces envahissantes de Tingidae: *Corythucha ciliata* (Say, 1932), *Stephanitis pyrioides* (Scott, 1874) et *Stephanitis takeyai* Drake & Maa, 1955 (Hemiptera Tingidae). *L'Entomologiste*, 62 (1-2), 31–36.

- Tarla, S., Yetişir, H. & Tarla, G. (2013). Black watermelon bug, *Coridius viduatus* (F.) (Heteroptera: Dinidoridae) in Hatay Region of Turkey. *Journal of Basic and Applied Sciences* 9, 31-35.
- Tarla, Ş. & Tarla, G. (2018). Detection of *Perillus bioculatus* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) on a New Host in Anatolia. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, Volume 7, Issue 3, 317-319. ISSN (Online) 2319-1473.
- Tokihito, G., Tanaka, K., Kondo, K. (2003). Occurrence of the sycamore lace bug, *Corythucha ciliata* (Say) (Heteroptera: Tingidae) in Japan. *Research Bulletin of the Plant Protection Service Japan*, 39, 85–87.
- Tzanakakis, M., E. (1988). First records of the sycamore lace bug, *Corythucha ciliata* (Say) in Greece. *Entomologia Hellenica*, 6, 55–57.
- Uzun, A. & Tezcan, S. (2017). Yayılmacı yabancı böcek türleri ve önemi. *BAUN Fen Bil. Enst. Dergisi*, 19(2), 1-12.
- van der Heyden, T. & Grosso-Silva, J. M. (2020) First record of *Zelus renardii* Kolenati, 1856 in Portugal (Heteroptera: Reduviidae: Harpactorinae). *Arquivos Entomológicos*, 22: 347-349.
- van der Heyden, T. (2017) First records of *Zelus renardii* (Kolenati, 1856) (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae: Harpactorinae) for Albania. *Arquivos Entomológicos*, 18: 49-50.
- van der Heyden, T. (2018) First record of *Zelus renardii* Kolenati (Heteroptera: Reduviidae: Harpactorinae) in Israel. *Revista Chilena de Entomología*, 44 (4): 463-465.
- van der Heyden, T. (2021) On the recent Northern European dispersion of *Zelus renardii* Kolenati (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae) via human activity. *Israel Journal of Entomology*, 51: 43-46.
- Vivas, L. (2012) Primera cita en España de la especie *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) (Heteroptera: Reduviidae) que representa la segunda cita en Europa. *BV News*, 1: 34-40.
- Voigt, K. (2001). The first Russian record of *Corythucha ciliata* (Say) from Krasnodar (Heteroptera: Tingidae). *Zoosystematica Rossica*, 10 (1), 76.
- Wermelinger, B., Wyniger, D. & Forster, B. (2008). First records of an invasive bug in Europe: *Halyomorpha halys* Stal (Heteroptera:

Pentatomidae), a new pest on woody ornamentals and fruit trees?.  
*Mitteilungen-Schweizerische Entomologische Gesellschaft*, 81(1/2), 1.

Yıldırım, E., Yazıcı, G. & Moulet, P. (2013). Contribution to the knowledge of the Gerridae, Coreoidea, Piesmatidae, Saldidae, Corixoidea, Nepoidea and Notonectidae (Hemiptera, Heteroptera) fauna of Turkey. *Linzer biol. Beitr.*, 45 (1): 995-1010.

Zengin, P. & Dursun, A. 2019. A study on the Coreoidea (Hemiptera: Heteroptera) Fauna of Amasya Province, Turkey. *Acta Biologica Turcica*, 32 (3): 160-167.

Zhang, G., Hart, E. & Weirauch, C. (2016). A taxonomic monograph of the assassin bug genus *Zelus* Fabricius (Hemiptera: Reduviidae): 71 species based on 10,000 specimens. *Biodiversity Data Journal* 4: e8150.

<https://www.gbif.org>